第七届 СЕДЬМОЙ

创新·协同·分享·共赢

ИННОВАЦИИ, СОТРУДНИЧЕСТВО, ОБМЕН ИНФОРМАЦИЕЙ:
ВЗАИМНАЯ ВЫГОДА И ОБОЮДНЫЙ УСПЕХ

中俄高技术应用开发科技合作圆桌会议

КРУГЛЫЙ СТОЛ «РОССИЙСКО-КИТАЙСКОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО
В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ»

# СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ КРУГЛОГО СТОЛА

05.07.2022

# СОДЕРЖАНИЕ

1. Астраханский государственный архитектурно-строительный университет .....5
2. Амурский государственный университет .....12
3. Волгоградский государственный университет.....18
4. Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I .....23
5. Государственный научный центр Российской Федерации - Институт медико-биологических проблем Российской академии наук.....24
6. Дагестанский государственный медицинский университет.....30
7. Дагестанский государственный университет.....32
8. Дальневосточный государственный аграрный университет .....35
9. Дальневосточный государственный университет путей сообщения.....39
10. Дальневосточный федеральный университет.....47
11. Донской государственный технический университет .....53
12. Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН.....57
13. Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук .....64
14. Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова Российской академии наук .....68
15. Институт органической химии им. Н. Д. Зелинского Российской академии наук .....72
16. Институт проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов Российской академии наук .....74
17. Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук .....77
18. Институт ТРИБОЛОГИИ им. И.В. Крагельского .....82
19. Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук .....85
20. Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук .....90
21. Институт электрофизики и электроэнергетики Российской академии наук .....95
22. Иркутский национальный исследовательский технический университет .....103
23. Казанский (Приволжский) федеральный университет .....110
24. Кемеровский государственный медицинский университет.....118
25. Кубанский государственный университет.....123
26. Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия .....124
27. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И. И. Иванова .....129
28. Липецкий государственный педагогический университет имени П. П. Семенова–Тян–Шанского .....132
29. Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет) 138
30. Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана .....140
31. Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского (Первый казачий университет).....142
32. Московский политехнический университет.....150
33. Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС .....152
34. Мичуринский государственный аграрный университет .....157
35. Мурманский арктический государственный университет.....161
36. Национальный исследовательский университет «МЭИ» .....164
37. Научно-исследовательский институт акушерства гинекологии и репродуктологии им. Д.О.

Отта ..... 187
38. Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний ..... 189
39. Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии ..... 191
40. Научно-исследовательский институт перспективных материалов и технологий ..... 194
41. Научно-исследовательский институт ревматологии имени В. А. Насоновой ..... 195
42. Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева ..... 197
43. Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева ..... 204
44. Пензенский государственный университет ..... 207
45. Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова ..... 220
46. Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики ..... 240
47. Приволжский исследовательский медицинский университет (ПИМУ) ..... 255
48. Псковский государственный университет ..... 258
49. Российский Государственный Аграрный Университет – МСХА имени К.А. Тимирязева . 263
50. Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК) ..... 272
51. Российский новый университет ..... 276
52. Ростовский государственный университет путей сообщения ..... 279
53. Российский университет дружбы народов ..... 285
54. Российский экономический университет имени Г.В.Плеханова ..... 287
55. Самарский государственный университет путей сообщения ..... 289
56. Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва ..... 291
57. Санкт-Петербургский Государственный Университет ..... 293
58. Санкт-Петербургский Государственный университет, Санкт-Петербургский Политехнический Университет им. Петра Великого ..... 307
59. Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (ГУАП) ..... 312
60. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого ..... 319
61. Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет) ..... 322
62. Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского 326
63. Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова ..... 340
64. Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова ..... 345
65. Северо-Кавказский федеральный университет ..... 349
66. Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова ..... 355
67. СЕЛЕГЕН, ООО ..... 358
68. Сибирский государственный индустриальный университет ..... 361
69. Сибирский государственный медицинский университет ..... 363
70. Сочинский государственный университет ..... 365
71. Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина ..... 371
72. Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина ..... 374
73. Технологический институт сверхтвердых и новых углеродных материалов ..... 381

74. Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения РАН ..... 382
75. Тольяттинский государственный университет ..... 392
76. Томский национальный исследовательский Медицинский центр РАН ..... 394
77. Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники ..... 396
78. Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова ... 397
79. Уральский государственный аграрный университет ..... 399
80. Уральский государственный педагогический университет ..... 404
81. Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук ..... 407
82. Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха ..... 415
83. Федеральный исследовательский центр «Пущинский научный центр биологических исследований Российской академии наук ..... 418
84. Федеральный Исследовательский Центр Фундаментальной и Трансляционной Медицины ..... 421
85. Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ ..... 425
86. Федеральный научный центр биологической защиты растений ..... 434
87. Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации ..... 439
88. Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова ..... 441
89. Южно-Уральский государственный аграрный университет ..... 444
90. Институт высоких технологий Академии наук провинции Хэйлунцзян ..... 446
91. Ичуньское отделение Хэйлунцзянской академии наук ..... 449
92. Национальный Инновационный Центр ..... 452
93. Провинциальный институт лесных наук провинции Хэйлунцзян ..... 454
94. Провинциальный институт охраны лесов провинции Хэйлунцзян ..... 456
95. Российско-Китайский центр по научно-техническому сотрудничеству в области сельского хозяйства Хэйлунцзянской академии сельскохозяйственных наук ..... 459
96. Северо-Восточный сельскохозяйственный университет ..... 463
97. Харбинская компания «Бизнес-инкубатор Daimler», ООО ..... 470
98. Харбинская компания научно-технического развития «Бошен», ООО ..... 471
99. Харбинская научно-техническая компания «Айвэйэр», ООО ..... 474
100. Харбинская научно-техническая компания «Аньцзе» ..... 480
101. Хэйлунцзянская компания по производству энергосберегающих материалов «Биньли», ООО ..... 482
102. Хэйлунцзянское научно-техническая компания «Дайчжун», ООО ..... 483
103. Хэйлунцзянский университет ..... 485

# 1. Астраханский государственный архитектурно-строительный университет

**Руководитель проекта:** Шаяхмедов Растам Ирфагильевич, доцент
rastams@mail.ru

**Проект: Гелиоактивный, биотектонический многоквартирный дом**

Область применения проекта. Типовые девятиэтажные двухподъездные секции широко используются в жилищном строительстве. Из них могут составляться самые различные сочетания (Рис. 1), в том числе и здания кольцевой формы (Рис. 2)

Рис. 1 Двухподъездные девятиэтажные секции

Пусть, в нашем случае, это будет восьмигранник, состоящий из таких секций, соединенных торцами. В результате получим внутренне пространство - атриум, которое можно использовать как своеобразную теплицу для размещения биологических объектов, способствующих регенерации кислорода внутренней атмосферы здания и сокращающее, вследствие этого потребности в вентиляции, на которую приходиться до 30 % потерь тепла жилым зданием.

Рис. 2 Здание кольцеобразной формы

Крышу атриума сделаем из прозрачного материала, для того чтобы солнечная энергия могла беспрепятственно поступать к биологическим объектам внутри атриума. Например, это может быть вантово-пленочная конструкция как на Рис. 3.

Рис. 3 Вантово- пленочное прозрачное покрытие стадиона

К сожалению, в северных широтах угол падения солнечных лучей таков, что солнце будет редким гостем внутренних дворов зданий повышенной этажности, особенно в холодное время года. Исключение представляют трансформируемые здания, более полно использующие солнечную энергию, что обеспечивают снижение расходов на отопление и

электроснабжение. Такие здания, подобно цветку, раскрываются навстречу потоку солнечной энергии и сворачиваются в бутон, как только этот поток начинает ослабевать.

К сожалению, формирующиеся элементы их конструкций не могут быть массивными и тяжелыми, а соответственно, и сами здания имеют ограниченные габариты. Как правило, из таких конструкций проектируются мобильные здания контейнерного типа (удобные для перевозки автотранспортом) и их пространственные комбинации (Рис. 4).

Рис. 4 Гелиоактивное здание

Преимущества проекта по сравнению с прототипами и аналогами. Ситуация может кардинально измениться, если в качестве основного элемента трансформируемого здания мы используем (см. Рис 5) привязной аэростат (далее ПА).

Например, на чердаках каждой секции нашего восьмигранника (1) установим лебедки, регулирующие длину каждого из восьми тросов (2) системы управления аэростатом (3) тороидальной формы.

С нижней стороны тора натягивается светоотражающий экран (4), позволяющий при наклонном положении ПА направлять поток отраженной солнечной энергии непосредственно во внутренний двор здания под прямым углом к светопроницаемому (6) покрытию (далее СПП), отделяющему пространство внутреннего двора (атриума) от наружной атмосферы. Это обеспечивает высокий коэффициент использования солнечной энергии, поскольку ее количество зависит от угла падения на СПП. Достаточно сказать, что поздней осенью и зимой из-за низкого угла падения солнечных лучей при неизменной в течение всего года мощности солнечного светового потока (1,5 кВт на 1 м2 перпендикулярной поверхности) поступление физиологически активной радиации под СПП прекращается.

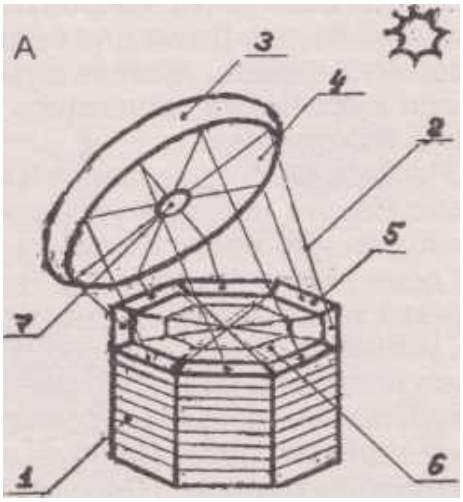



Рис. 5. Гелиоактивное здание с ПА в часы солнечного сияния

Внешний диаметр экрана (Рис. 6) должен быть таким, чтобы при минимальной длине управляющих тросов (2) ПА нижней своей кромкой плотно ложился на крыши секций (5), образуя общую дополнительную крышу для самого здания и атриума. Именно таким образом ночью и в ненастную погоду отражающий экран-аэростат закрепляется на кольцевой крыше. Это позволяет сократить потери тепла путем конвекции (унос тепла воздушными потоками).

Потери тепла в таком положении уменьшаются дополнительно СПП атриума (6) и металлизированным отражающим экраном (4), а также созданием над пленочной поверхностью дополнительного воздушного слоя (зазор между ПА и СПП).

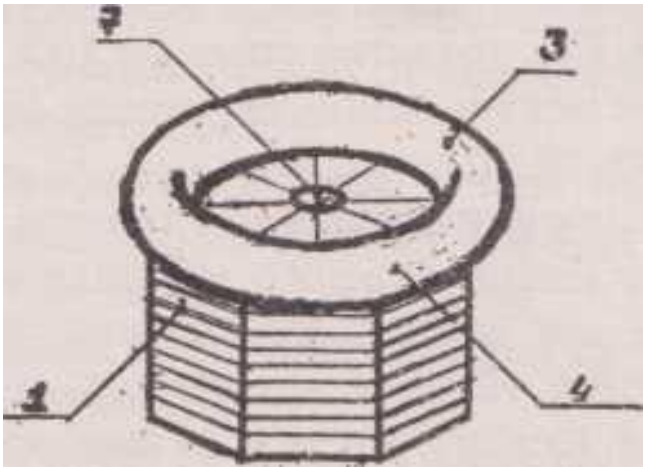



Рис. 6. Гелиоактивное здание с ПА ночью и в пасмурное время

Атмосферные осадки удаляются с верхней стороны светоотражающего экрана либо периодическим поднятием одной из сторон ПА (принцип самосвала), либо через отверстие в центре экрана.

С наступлением утра или солнечной погоды тросы, удерживающие ПА, отпускаются так, чтобы придать его нижней плоской зеркальной поверхности наклонное положение под углом, достаточным для перпендикулярного падения отраженного солнечного света на СПП.

В течение дня положение ПА меняется в соответствии с положением солнца. Но свет всегда будет падать практически отвесно на СПП, проходя через нее с минимальными потерями и нагревая атмосферу и поверхность внутреннего двора. В это время наиболее эффективна работа принудительной вентиляции внутренних помещений кольцевого дома. Нагретый солнцем воздух, проходя из кольцевого двора по внутренним помещениям, будет отдавать им свое тепло, а они будут запасать его, играя роль теплоаккумулятора.

В период избыточного поступления солнечной энергии (летом) ПА может играть роль теневого экрана, сокращающего время поступления солнечной энергии. СПП в это время года убирается, и сам ПА по ночам занимает такое положение, чтобы направить (отразить) поток ночного холодного воздуха внутрь кольцевого двора. В кольцевом дворе создается избыточное давление, за счет которого может осуществляться принудительная вентиляция внутренних помещений дома. Это поможет запасти ночную прохладу впрок.

При таком использовании ПА центральное отверстие в светоотражающем покрытии (7) придаст аэростату дополнительную аэродинамическую устойчивость.

Во внутреннем дворе такого здания можно будет расположить биотектоническую систему, функционирующую на основе использования солнечной энергии, углекислоты и воды, поставляемой самим зданием.

Учитывая производительность поглощения углекислого газа и выработки кислорода, лучшим биологическим объектом будут одноклеточные зеленые водоросли. То есть в центре атриума мы расположим фотореактор (далее ФР) для выращивания микроводорослей (см. Рис 7). Он будет представлять собой круглый бассейн стены, которого представляют собой кольцевой вал (8), с СПП ФР (9), препятствующей излишнему испарению жидкости.

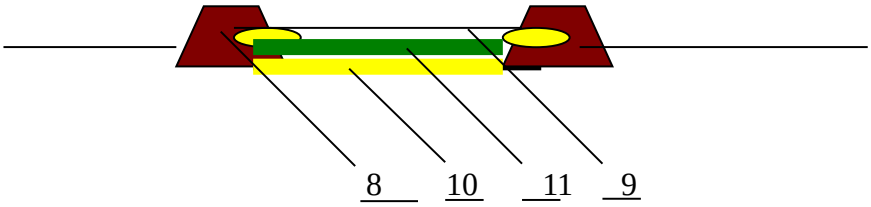



Рис. 7. Схема ФР в разрезе

Дно бассейна (10) выполняется с гидроизоляцией. В бассейне располагается тонкий (не более 10 – 18 см) слой культуры микроводорослей (11), аккумулирующий солнечную энергию. Бассейн также может быть выполнен из тонкой пленки (геоматериала). Такие пленочные бассейны получили широкое распространение в быту (см. Рис. 8).

Рис. 8 Установка пленочного бассейна

Удаляемый из помещений воздух (см. Рис.9) с повышенным содержанием углекислоты подается (12) через отверстия крестообразного, вращающегося распылителя (13), укрепленного в центре ФР. При этом за счет реакции

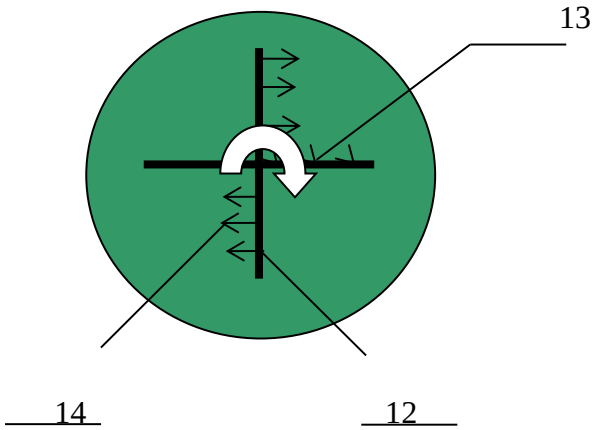



Рис. 9 Схема подачи удаляемого из помещений воздуха в ФР

подаваемых воздушных струй (14), распылитель вращается и перемешивает питательную среду. Проходящий через водную толщу воздух отдает ей свое тепло и насыщает ее углекислотой. Удаляемый из ФР воздух стерилизуется озоном (имеется вариант стерилизации с пневмоаккумулятором).

Перспективы коммерциализации проекта. В качестве товарной продукции ФР может производить биологически активные вещества (например, спирулину). Это окупит затраты на сооружение ФР.

Экономия, получаемая от реализации проекта, будет складываться из следующих составляющих:

- экономия тепла за счет сокращения в два раза поверхности жилых помещений, контактирующей непосредственно с внешней средой;
- экономия энергии, затрачиваемой на отопление за счет применения в отопительный период солнечного отопления и использования теплоаккумулирующей способности внутренних помещений кольцевого здания;
- экономия энергии, затрачиваемой на кондиционирование за счет создания искусственной тени и использования “ночного кондиционера”;
- экономия тепловой энергии за счет сокращения потребности в вентиляции в часы солнечного сияния (работа ФР).

Затраты на сооружение здания кольцевой формы будут примерно такими же, как и на сооружение здания обычной формы такого же объема. Дополнительные вложения будут состоять из стоимости ПА и системы управления, а также стоимости светоотражающего экрана, СПП и системы принудительной вентиляции внутренних помещений кольцевого здания и атриума.

В качестве СПП могут использоваться недорогие прозрачные пленочные материалы на тросовых растяжках. Поскольку угол падения солнечных лучей на СПП будет постоянно прямым, потери света при прохождении через пленочную поверхность будут минимальными и, следовательно, пленочных слоев может быть несколько (Одно СПП — на весь атриум, другое — на ФР). Такое покрытие (покрытия) является относительно гибким и легким, что облегчает его установку и снятие. Аналогично может быть изготовлен и светоотражающий экран (светоотражающий пленочный материал, закрепленный на опорной сетке из полимерных материалов).

Система принудительной вентиляции, работающей в режиме солнечного отопления и термоаккумуляции, будет также относительно недорогой (например, при использовании в этих целях пространства лестничных клеток).

Используемый ПА в качестве полезной нагрузки будет иметь только пленочный светоотражающий экран, кроме того, даже в рабочем положении он хотя бы одной из своей сторон может опираться на крышу здания, поэтому запас подъемной силы у него будет достаточным. До 40% этого запаса может быть направлено на обеспечение устойчивости аэростата практически при любой силе ветра. Остальное можно направить на утолщение оболочки ПА (уменьшение газопроницаемости и потерь несущего газа) и защиту этой оболочки от воздействия разрушающих факторов (повышение ее долговечности).

В качестве наполняющего газа необходимо использовать негорючий гелий. Для пополнения ПА (возмещение потерь гелия) может быть использован (в определенных границах, обеспечивающих пожаробезопасность) обычный метан, также имеющий подъемную силу.

Основой управляющей системы станут шесть обычных электрических лебедок, управляемых дистанционно. На случай отключения электроэнергии должен быть предусмотрен ручной привод.

Основные затраты пойдут на приобретение тороидальной оболочки ПА. Стоимость таких оболочек будет зависеть от объема их выпуска и при наличии серийного производства значительно снизится.

Если учесть, что только на отопление в нашей стране тратится каждая третья тонна добытого топлива спрос на здания предлагаемого типа будет достаточно высок, что обусловит необходимость массового выпуска оболочек для ПА. А гелия в нашей стране скоро будет производиться с избытком (пуск Амурского газоперерабатывающего завода).

P.S. Имеется вариант использования тороидального аэростата для бесперебойной выработки электрической энергии, потребляемой зданием.

Используемые сокращения:

ПА — привязной аэростат

СПП — светопроницаемое покрытие

ФР — фотореактор

# 2. Амурский государственный университет

**Руководитель проекта:** Фомин Дмитрий Владимирович, Директор научно-образовательного центра, кандидат физико-математических наук, доцент
e-office@yandex.ru

**Проект: Полезная нагрузка для МКА «ДРУЖБА АТУРК»**

Полезная нагрузка разработана для Российско-Китайского межуниверситетского малого космического аппарата (МКА) CubeSat 12U «Дружба АТУРК» (см. рис.1), создаваемого в рамках Ассоциации технических университетов России и Китая (АТУРК - ASRTU).

Миссия МКА: развитие международной межвузовской кооперации в рамках реализации Программы российско-китайского сотрудничества в области космоса на 2018–2022 годы

Цель МКА: Осуществление ДЗЗ Дальневосточных территорий РФ и Северо-Востока КНР, а также отработка полезных нагрузок научно-образовательного назначения университетов, членов Ассоциации технических университетов Росси и Китая.

Разработчиком платформы и части полезных нагрузок (эксперимент по отработке технологий «деорбитинга») выступает Харбинский политехнический университет (ХПУ) КНР.

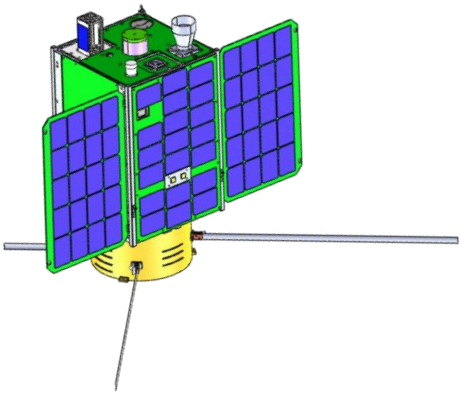


Рис. 1 - МКА «ДРУЖБА АТУРК»

Основные характеристики МКА «ДРУЖБА АТУРК»:

- масса: ~20 кг;
- формат: 12-юнитовый спутник CubeSat;
- срок активного существования: не менее 12 месяцев;
- орбита: ~530 км, солнечно-синхронная;
- разрешение камеры: 2.5 метра с высоты 530 км (5 метров в режиме биннинга);
- процессор, вычислительная мощность: ARM Cortex-R4F core, ≥160MIPS;
- точность измерения ориентации: ≤0.01°;
- точность наведения：≤0.5°;
- устойчивость по угловому положению：≤0.01°/в секунду;
- мощность батарей на выходе: ≥30 Ватт;
- цифровой передатчик данных: UXB, 10 мб/с;

- телеметрия, команды, управление и обработка данных (TT&C): УКВ приемник (UHF/VHF), 1.0 кб/с (восходящий поток), 9.6 кб/с (нисходящий поток).

Часть полезных нагрузок разработана российскими вузами: Амурским госуниверситетом (АмГУ) - «Фотон-Амур» для исследование экспериментальных ФЭП, МГТУ им. Н.Э. Баумана - экспериментальный бортовой компьютер, Санкт-Петербургским политехническим университетом - бортовая аппаратура АИС, Самарским университетом - регистратор атомарного кислорода.

Полезная нагрузка «Фотон-Амур» АмГУ состоит из двух модулей, включающих управляющее вычислительное устройство (большая по размеру плата) и панель экспериментальных фотоэлектрических преобразователей с рядом датчиков (см. рис.2).

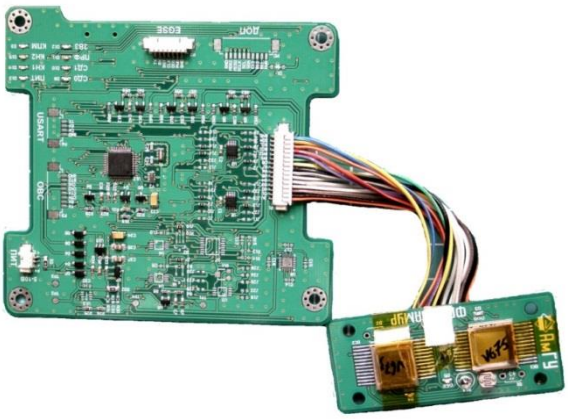


Рис. 2 - Полезная нагрузка «Фотон-Амур» для МКА «ДРУЖБА АТУРК»

Полезная нагрузка «Фотон-Амур» относится к устройствам для проведения научных исследований на борту наноспутников формата CubeSat. В состав платформы входят: управляющий микроконтроллер, постоянное запоминающее устройство для временного хранения данных, мультиплексор для подключения датчиков, входной усилитель, стабилизатор напряжения, часы реального времени и источник опорного напряжения. Данная платформа полезной нагрузки предназначена для проведения научных экспериментов студентами вузов по исследованию новых приборов микро- и нано-электроники, испытанию прототипов полупроводниковых приборов и для проведения дистанционного зондирования Земли.

На разработку полезной нагрузки «Фотон-Амур» был выдан патент на изобретение (см.рис.3): Патент № 2764047 C1 Российская Федерация, МПК B64G 1/22. Универсальный блок полезной нагрузки для наноспутников формата CubeSat: № 2020140859: заявл. 10.12.2020: опубл. 13.01.2022 / Д. В. Фомин, Д. О. Струков, А. С. Герман; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Амурский государственный университет".

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2764047

Универсальный блок полезной нагрузки для наноспутников формата CubeSat

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Амурский государственный университет" (RU)*

Авторы: *Фомин Дмитрий Владимирович (RU), Струков Дмитрий Олегович (RU), Герман Анна Сергеевна (RU)*

Заявка № 2020140859
Приоритет изобретения 10 декабря 2020 г.
Дата государственной регистрации в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 13 января 2022 г.
Срок действия исключительного права на изобретение истекает 10 декабря 2040 г.

*Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности*

Г.П. Ивлиев

Рис. 3 – Патентная грамота на полезную нагрузку «Фотон-Амур» для МКА «ДРУЖБА АТУРК»

Техническая проблема, решаемая полезной нагрузкой, заключается в создании универсального блока для наноспутников формата CubeSat для исследования разработчиками полупроводниковых приборов влияния факторов космического пространства на электрические свойства приборов микро- и нано- электроники на околоземных орбитах без возврата их на Землю.

**Руководитель проекта:** Нещименко Виталий Владимирович, заведующий лабораторией, доктор физико-математических наук
v1ta1y@mail.ru

**Проект: Радиационно-стойкие покрытия на основе полых частиц диоксида кремния**

Материалы на основе диоксида кремния имеют широкое применение в различных областях науки и техники вследствие высоких диэлектрических характеристик, стойкости к воздействию различных внешних полей – механических, тепловых, электромагнитных и агрессивных сред. Применение данных материалов в составе светоотражающих покрытий для космической техники рассматривается как перспективное направление вследствие наличия у них большой запрещенной зоны и высокой отражательной способности, обусловливающих малое значение интегрального коэффициента поглощения солнечного излучения ($\alpha_s$). Под действием факторов космического пространства у таких материалов изменяются оптические свойства за счет образующихся дефектов. Это служит причиной увеличения поглощения солнечной энергии покрытиями, изготовленными на их основе, и изменению в температурном режиме космического аппарата, что может привести к сбоям в работе радиоэлектронной аппаратуры. Решением проблемы может стать создание полых сферических частиц, которые можно использовать в качестве пигментов для отражающих покрытий. Такие наноструктурированные объекты могут одновременно обладать всей совокупностью свойств микро- и наноматериалов.

Покрытия были приготовлены при смешивании 50 % по объему порошка-пигмента $SiO_2$ к 50 % по объему кремнийорганического лака (рисунок 1(а)). Полые частицы диоксида кремния (рисунок 1(б)), были синтезированы в растворе с добавлением полистирольных шариков, этанола, дистиллированной воды, раствора аммиака и тетраэтоксисилана в соотношениях к объему: 5:40:10:5:1, с последующие трехстадийной термообработке при температуре 200, 300 и 500 ºС. На выходе получается белый мучнисто-сыпучий порошок.

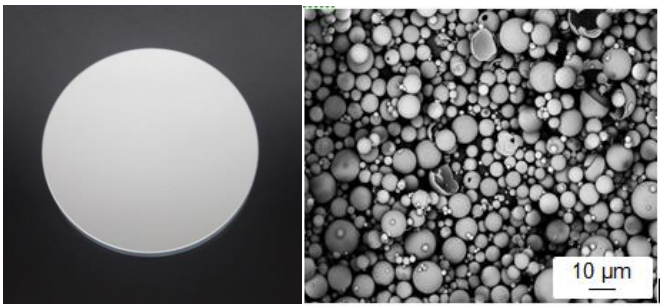



Рисунок 1 – Образец отражающего покрытия на основе полых частиц диоксида кремния (а), изображение РЭМ полых частиц входящих в состав покрытия в качестве пигмента (б)

Из полученных спектров диффузного отражения в области 250–2500 нм покрытий на основе микрочастиц и микросфер со связующим из кремнийорганического лака следует (рисунок 2), что наименьшим коэффициентом отражения в видимой области спектра обладают покрытия на основе микрочастиц, примерно на 5-10 % меньше по сравнению с покрытиями на основе полых частиц (микросфер). В ближней ИК-области коэффициент отражения для покрытий на основе микрочастиц достигает 30–35 %, и становится выше

коэффициента отражения для покрытий на основе микросфер на 3 %. В области 250 нм для двух видов образцов коэффициент отражения имеет примерно одинаковое значение, равное 8 %. В спектрах покрытий наблюдается множество пиков поглощения, как в ближней УФ- и видимой областях, так и в ближней ИК-области спектра. Изменение в ближней УФ-области спектра обусловлено оптическими свойствами порошков-пигментов, в ближней ИК-области обусловлено особенностями связующего.

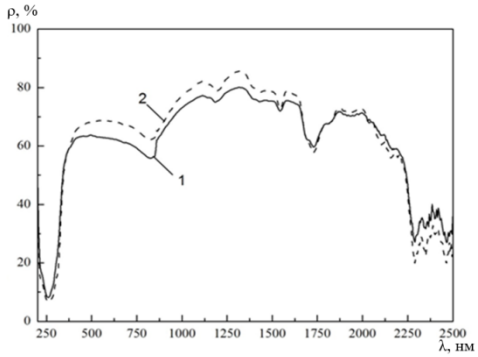



Рисунок 2 – Спектры диффузного отражения покрытий в области 250–2500 нм на основе микрочастиц (1) и микросфер (2) диоксида кремния

Расчет изменения интегрального коэффициента поглощения солнечного излучения Δαs показал (таблица 1), что наибольшей радиационной стойкостью обладают покрытия на основе микросфер диоксида кремния. После облучения протонами (E=100 кэВ, Ф=5·$10^{15}$ см$^{-2}$), максимальное значение $\Delta\alpha_s$ имеют покрытия на основе микрочастиц диоксида кремния, составляет 0,144. Для покрытий с микросферами это значение коэффициента ниже на 16 %. После облучения электронами как при Ф=2·$10^{16}$ см$^{-2}$, так и при Ф=5·$10^{16}$ см$^{-2}$ максимальное значение ΔαS также имеют покрытия на основе микрочастиц диоксида кремния. Для покрытий на основе микрочастиц значение ΔαS выросло с увеличением флюенса на 32,6 %. Для покрытий на основе полых частиц диоксида кремния на 37,3 %. При Ф=2·$10^{16}$ см$^{-2}$ значение Δαs для покрытий на основе микросфер диоксида кремния по сравнению с покрытиями на основе микрочастиц, ниже на 34 %, при Ф=5·$10^{16}$ см$^{-2}$ ниже на 40,5 %.

Таблица 1 – Изменение интегрального коэффициента поглощения солнечного излучения покрытий на основе микрочастиц и микросфер диоксид кремния после облучения протонами и электронами. Погрешность $\Delta\alpha_s$ ± 0,002

| Тип частиц | Облучение протонами $E_p$=100 кэВ, Ф=5·$10^{15}$ см$^{-2}$ | Облучение электронами $E_e$=30 кэВ, Ф=2·$10^{16}$ см$^{-2}$ | Облучение электронами $E_e$=30 кэВ, Ф=5·$10^{16}$ см$^{-2}$ |
|---|---|---|---|
| Микрочастицы $SiO_2$ | 0,144 | 0,064 | 0,095 |
| Полые частицы $SiO_2$ | 0,121 | 0,042 | 0,067 |

Разработанные отражающие покрытия могут быть использованы в космической технике при разработке новых терморегулирующих покрытий, необходимых для поддержания теплового режима космических аппаратов при длительных сроках эксплуатации. Они также могут применяться в строительной индустрии как

теплоизоляционные материалы, подверженные действию ионизирующих излучений. Экономическая выгода от применения отражающих покрытий на основе полых частиц диоксида кремния может включать в себя увеличение срока активного существования космического аппарата, что определяет отсутствие необходимости выведение космического аппарата с теми же целями при условии нормальной работы другой аппаратуры, агрегатов и узлов. Перспективы коммерциализации не высокие, поскольку материалами для космической техники занимаются специализированные отраслевые предприятия.

# 3. Волгоградский государственный университет

**Руководитель проекта:** Запороцкова Ирина Владимировна, Доктор физико-математических наук, Профессор, Волгоградский государственный университет
priori@volsu.ru

**Проект: Создание лекарственного покрытия, допированного углеродными нанотрубками, для медицинских стентов**

Предлагается использовать углеродные нанотрубки для нанесения покрытия на и билиарные стенты для улучшения качества покрытия и продления срока службы стента за счет устойчивости к воздействию физиологических сред человека по сравнению с лекарственным покрытием без углеродных нанотрубок Технология нанесения лекарственного покрытия с добавлением углеродных нанотрубок на поверхность билиарного медицинского стента. Подобрана оптимальная концентрация ПВП, воды и лекарственного препарата доксорубицин для получения наиболее устойчивого покрытия; выявлены оптимальные условия нанесения покрытия на поверхность полиуретановых и полипропиленовых образцов; создано устройство для равномерной просушки покрытия на поверхности стента; проверена устойчивость покрытия. сделан вывод о предпочтительном использовании в качестве основы лекарственного покрытия стента из полиуретана.

Проект реализуется в рамках деятельности Волгоградского государственного университета.

**Руководитель проекта:** Храпов Сергей Сергеевич, доцент
khrapov@volsu.ru

**Проект: Программный комплекс ЭкоГИС-v02**

География, обогащенная информационными системами с целью формирования ГИС, растет в геометрической прогрессии. Геоинформационные технологии используются практически во всех областях бизнеса и экономики. Генезис ГИС-платформ (решения / программное обеспечение) заключается в получении, анализе и предоставлении пространственной и непространственной информации способами эффективной визуализации. На самом деле этот сегмент намного больше. Он включает быстрый рост инженерных и проектно-строительных разработок, 3D-моделирование с применением пространственных данных. Интеграционные платформы, область геолокационной аналитики и многое другое для целостного понимания обстановки и предоставления информации в режиме реального времени. ГИС-технологии применимы практически во всех областях человеческой деятельности, а пользователи пространственной информации, десятилетиями внедрявшие ГИС, будут играть значительную роль в этой эволюции и преобразованиях.

Облачные вычисления, аналитика больших данных и интернет вещей (IoT) являются ключевыми драйверами развития рынка ГИС и геоаналитики. Сегодня большинство ГИС-сервисов, таких как базы картографических данных, снимки и базовые карты, доступны в облаке. Технология и структуры, связанные с облачной технологией, позволяют легко использовать для вычислений и анализа геоинформационные системы. Это также обеспечивает пользователям легкий доступ к геопространственным данным, не беспокоясь об их хранении, защите и других проблемах конфиденциальности. Аналогично, аналитика больших данных является решающим фактором в сегменте ГИС и геоаналитики. Этот сегмент формирует основную отраслевую цепочку создания стоимости, получая большой объём пространственных и непространственных данных из всех источников для извлечения действенной информации. Аналитика больших данных расширила сферу применения решений на базе ГИС для создания интегрированных и действенных контекстов. Облачные вычисления в сочетании с IoT, устройствами и приложениями, начинают активировать инструментальный мир - цифровой двойник, в котором вычисления могут быть использованы для реагирования на новые тенденции. В конечном итоге появятся новые компании, которые будут понимать эти концепции, разделять представление о них и внедрять новые виды геопространственных решений.

Опыт реализации работ (услуг)

В настоящее время на базе РИЦ «ТелеНово», малого инновационного предприятия ВолГУ ООО «МИТ», ЦКП «Суперкомпьютерный центр коллективного пользования ВолГУ», лаборатории вычислительных средств и компьютерного моделирования разработан и проходит стадию внедрения программно-аппаратный комплекс «ЭкоГИС».

Программно-аппаратный комплекс «ЭкоГИС» позволяет:

– проводить моделирование гидродинамических течений и волн в океанах, морях, озерах, водохранилищах, реках и каналах с учетом реалистичного рельефа дна, придонного трения, турбулентной вязкости, ветра, инфильтрации, испарения и вращения Земли.

– прогнозировать динамику затопления территорий в случае чрезвычайных ситуаций, таких как прорыв плотин (дамб) на водоемах, выпадение обильных (ливневых) осадков, накат на берег приливных, нагонных волн и цунами;

– осуществлять экспертизу проектируемых и существующих гидротехнических сооружений на водных объектах и затопляемых участках суши (заградительных дамб, плотин, мостов, каналов, дренажных коммуникаций) посредством моделирования динамики поверхностных вод и определения зон затопления территорий жилой и производственной застройки.

– определять оптимальные гидрологические режимы затопления пойменных территорий в случае регулируемого стока;

– моделировать динамику распространения загрязняющих примесей в атмосфере и водоемах.

Данный комплекс создан коллективом ученых, инженеров и программистов ВолГУ. Уникальными особенностями «ЭкоГИС» являются высокая скорость расчета динамики поверхностных вод и широкий спектр решаемых задач на любой заданной территории. При разработке программно-аппаратного комплекса «ЭкоГИС» были использованы современные суперкомпьютерные технологии, технологии параллельных вычислений и оригинальные эффективные алгоритмы расчета.

В основе компьютерной модели лежит новый эффективный численный алгоритм расчета (CSPH-TVD метод), позволяющий моделировать динамику поверхностных вод на произвольном рельефе местности с учетом различных физических факторов. Для эффективного использования вычислительных ресурсов применяется иерархическая система пространственных сеток разных масштабов. Использование суперкомпьютера на основе графических процессоров NVIDIA TESLA и CUDA-распараллеливание программных модулей позволили ускорить процесс расчета в сотни раз, что является важным фактором при построении прогностических моделей затопления территорий.

Состав программно-аппаратного комплекса «ЭкоГИС»:

– вычислительные модули для моделирования гидродинамических течений и волн в океанах, морях, озерах, водохранилищах, реках и каналах с учетом реалистичного рельефа дна, придонного трения, турбулентной вязкости, ветра, инфильтрации, испарения и вращения Земли;

– расчетные модули для моделирования динамики распространения загрязняющих примесей в атмосфере и водоемах;

– геоинформационные системы и программные модули для создания и редактирования цифровых моделей рельефа и ГИС-проектов по исследованию динамики затопления и загрязнения территорий;

– программные модули для 2D и 3D визуализации результатов расчетов;

– базы данных цифровых моделей рельефа и гидрологического мониторинга Волго-Ахтубинской поймы;

– гибридный суперкомпьютер NVIDIA DGX-1: 2 x IntelXeon E5-2698v4 2.2GHz, 50M, DDR4 512Gb, 8 x NVIDIA TESLA V100(Volta) SXM2 с интерфейсом NVLINK, HBM2 256 Gb (46080 ядер, 62.4/125.6/1000 Тфлопс);

– гибридный суперкомпьютер с GPU NVIDIA TESLA: 2 x IntelXeon E5-2687W v3 3.5GHz, 25M, IvyBridge-EP, S2011, DDR4 512Gb, 3 x NVIDIA TESLA K80 (Kepler) + TESLA P100 (Pascal), GDDR5 72Gb (14976 ядер, 36 Тфлопс);

– гибридный суперкомпьютер с графическими ускорителями NVIDIA TESLA: 2×IntelXeon E5-2609v2 2.5GHz, 10M, IvyBridge-EP, S2011, DDR3 64Gb, 2×NVIDIA TESLA K40 (Kepler), GDDR5 24Gb (5760 ядер, 10 Тфлопс);

– гибридный суперкомпьютер с графическими ускорителями NVIDIA TESLA: SixCoreIntelCore i7-990X 3460/6.4/12M, DDR3 24Gb, 4 x NVIDIA TESLA Fermi C2070, GDDR5 24Gb (1792 ядра, 4 Тфлопс);

– гибридная вычислительная станция на базе GPU NVIDIA TESLA K20 (Kepler), GDDR5 5Gb (2496 ядра, 3.5 Тфлопс);

– вычислительный кластер на базе процессоров IntelXenon 5320, DDR3 64 Gb (48 ядер).

Реализованные проекты – аэродинамическая модель стадиона, аспирационные течения в цехах завода, моделирование динамики загрязняющих примесей, моделирование гидродинамической аварии (прорыв дамбы) на хвостохранилище (аналог прудов отстойников) Белоусовской обогатительной фабрики, определение зон затопления на территории Волгоградской области в период паводка

Высокопроизводительные вычисления в «ЭкоГИС»

Для ускорения расчетных модулей проекта были использованы технологии параллельных вычислений CUDA и OpenMP. Расчеты проводились на компьютере с гибридной архитектурой CPU-GPU. В таблице представлена сравнительная характеристика гидро- газодинамических расчетов для различных задач с использованием последовательных версий (CPU) и параллельных версий (CPU-GPU). Были реализованы как одноуровневые схемы распараллеливания (CUDA) так и двухуровневые схемы (OpenMP-CUDA).

| № | Задача | Размер расчетной области (количество ячеек) | Время вычислений (CPU последовательная версия) | Время вычислений (CPU-GPU параллельные версии) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | CUDA | Ускорение | OpenMP-CUDA | Ускорение |
| 1 | Моделирование весеннего паводка ВАП (физическое время 100 дней) | 1024×1024 | 1440 ч. | 8 ч. | 180 раз | 2,05 ч. | 700 раз |
| 2 | Моделирование прорыва плотины Волжской ГЭС (физическое время 5 ч.) | 1024×1024 | 77 ч. | 25 мин. | 185 раз | 6,4 мин. | 720 раз |
| 3 | Моделирование цунами в мировом океане (физическое время 1 ч.) | 2400×2400 | 28,5 ч. | 9 мин. | 190 раз | 2,30 мин. | 740 раз |
| 4 | Обтекание тел (физическое время 10 мин.) | 1024×512 | 29,3 ч. | 9 мин. | 195 раз | 2,30 мин. | 760 раз |

В настоящее время подготовлены для реализации высокопроизводительные решения для моделирования динамики затопления территорий и распространения примесей в атмосфере и водоемах на базе программно-аппаратного комплекса «ЭкоГИС».

В ближайшее время будет доработан и введен в эксплуатацию веб-интерфейс «ЭкоГИС», который позволит зарегистрированным пользователям осуществлять моделирование динамики затопления территорий и распространения загрязняющих примесей на удаленных вычислительных серверах через интернет.

Предлагаемый проект позволит предоставить пользователям (обычным гражданам, специалистам и ученым) по всему миру удобный (комфортный) доступ к функциональным возможностям «ЭкоГИС» и вычислительным ресурсам суперкомпьютера для решения своих практических задач по прогнозированию процесса затопления территорий.

Кроме того, в рамках данного ГИС-сервиса будет создан удобный интерфейс для обмена данными, информацией и знаниями между нашими пользователями.

# 4. Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

**Руководитель проекта:** Образцов Владимир Николаевич, Начальник управления по организации научной деятельности, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений, доктор сельскохозяйственных наук
ovennn@mail.ru

**Проект: Изучение перспективных сортов картофеля китайской и российской селекции**

Проект предусматривает проведение исследований по изучению высокоурожайных и высококачественных сортов картофеля китайской и российской селекции на базе Института по исследованию картофеля при академии сельскохозяйственных наук провинции Ганьсу (Китай) и ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ (Россия).

Цель проекта – создание демонстрационных посевов картофеля с целью отбора сортов, подходящих для местных почвенно-климатических условий, проведения опытно-демонстрационных работ и исследований по созданию крупномасштабного распространения подходящих сортов в условиях сельскохозяйственного производства в Воронежской области и провинции Ганьсу.

В рамках проекта предусмотрено организация в ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ “Китайско-российской совместной лаборатории по созданию зародышевой плазмы и селекции сортов картофеля”, занимающейся размножением безвирусного семенного материала картофеля и диагностикой картофельных заболеваний, а также проведение опытных работ по организации быстрого размножения картофеля и тестирования на вирусы.

# 5. Государственный научный центр Российской Федерации - Институт медико-биологических проблем Российской академии наук

**Руководитель проекта:** Колотева Милена Ильинична, Ведущий научный сотрудник – заведующий лабораторией, кандидат медицинских наук
milenakoloteva@mal.ru

**Проект: Искусственная гравитация**

Описание проекта. Эволюционно организм человека приспособлен для жизни в условиях земной гравитации. Отсутствие силы тяжести (невесомость) в условиях космического полета (КП) приводит к перераспределению жидкостных сред организма, опорной и механической разгрузке и, в конечном счете, к детренированности всех систем организма, в первую очередь – сердечно-сосудистой и мышечной. Следствием этого является резкое снижение работоспособности космонавтов. Длительные космические полеты (ДКП) потребовали разработки мер, предотвращающих дезадаптацию организма человека к воздействию гравитации. В настоящее время в ДКП на борту Международной космической станции (МКС) используется российская система профилактики. Обязательным элементом этой системы являются специальные физические тренировки, эффективность которых убедительно доказана в реальных КП. Однако полностью предотвратить дезадаптацию сердечно–сосудистой и костно–мышечной систем организма человека в ходе ДКП не удается, несмотря на постоянное развитие и совершенствование системы профилактики. Перспектива межпланетных полетов, их продолжительность и автономность существования человека в космосе предъявляет повышенные требования к обеспечению медицинской безопасности. Для реализации идеи создания Лунной базы и межпланетных КП необходима разработка принципиально нового средства профилактики дезадаптации к воздействию гравитации. Таким весьма эффективным средством может быть создание искусственной силы тяжести - (ИСТ) на борту пилотируемых космических объектов с помощью центрифуги короткого радиуса (ЦКР). Это позволит восстановить естественное для человека гидростатическое давление крови, поддержать прессорные сосудистые рефлексы, сохранить опорные рефлексы. Поскольку при перегрузках направления «голова-таз» (+Gz) наблюдается перемещение крови в нижнюю половину тела, это также позволяет рекомендовать использование ЦКР в клинической практике в тех случаях, когда необходимо активизировать кровообращение в нижних конечностях.

Значимость исследований по разработке проблемы ИСТ связана с тем, что применяемые средства профилактики неблагоприятных эффектов невесомости не устраняют полностью ее негативного влияния на организм человека и не дают гарантий безопасности космонавтов в КП любой продолжительности. В настоящее время профилактические протоколы в полете корректируются с учетом индивидуальных особенностей космонавтов. Однако все космонавты, без исключения, после приземления нуждаются в посторонней помощи и проходят длительную реабилитацию. О

самостоятельной деятельности речь не идет ни в первые часы после приземления, ни через 12–15 часов после него, что может стать препятствием для работы космонавтов на поверхностях других космических объектов. Некоторые из уже существующих мер профилактики, например, отрицательное давление на нижнюю половину тела, создавая нагрузку в направлении продольной оси тела и способствуя перераспределению крови к ногам, воспроизводят ощущения и некоторые изменения в организме, характерные для вертикальной позы человека в условиях гравитации. Однако восполнить отсутствие гравитационных стимулов для специфических гравирецепторов, не прибегая к созданию ИСТ, невозможно. Возможности нынешней системы профилактики практически исчерпаны. Следует констатировать, что в настоящее время в реальных КП нет эффективных мер для устранения причин изменений, происходящих в невесомости — исчезновения гидростатического давления крови, весовой нагрузки на костно-мышечный аппарат и опорной афферентации. Это означает, что профилактические воздействия в ходе КП должны быть направлены на ликвидацию или ослабление воздействия на организм человека этих «пусковых» эффектов невесомости. Разработка эффективных и безопасных для здоровья способов предотвращения неблагоприятного влияния невесомости на организм человека при сверхдлительных космических миссиях является приоритетной задачей космической медицины. При подготовке к межпланетным полетам требуется разработка принципиально новых средств профилактики в дополнение к уже существующим. Реальным вариантом такого нового профилактического средства следует считать периодическое создание ИСТ в ходе КП для сохранения здоровья и работоспособности космонавтов при различных условиях гравитации. Основой для создания бортовой ЦКР являются наземные исследования на ЦКР, в том числе – в экспериментах с созданием имитированной невесомости различной длительности. Основной целью этих исследований должна быть разработка и апробация различных режимов вращений и их сочетание с традиционными методами профилактики. Следующим этапом является создание макета бортовой ЦКР для размещения его на орбитальной станции или в ее отдельном модуле. В орбитальных полетах, в условиях реальной невесомости, должны быть апробированы и скорректированы разработанные на Земле режимы вращений. Только после этого, с учетом эффективности применения ЦКР и внесения всех коррекций, может и должно приниматься решение о создании бортовой ЦКР для межпланетных полетов.

Пилотируемая космонавтика, космическая медицина: обеспечение безопасности космонавтов при освоении дальнего космоса при полетах за пределы магнитосферы Земли и при работе на внеземных поверхностях, защита членов экипажа от неблагоприятного воздействия невесомости, сокращение периода реадаптации после возвращения на Землю. Практическое здравоохранение.

Положительные результаты исследований на ЦКР в интересах пилотируемой космонавтики породили идею использовать в клинической практике воздействие перегрузок в направлении «голова-таз» и связанное с этим перераспределение крови из верхней части туловища в область нижних конечностей. Специалистами ГНЦ РФ – ИМБП РАН были разработаны методические рекомендации по использованию в клинической практике перегрузок направления +Gz для лечения больных с ишемическими заболеваниями нижних конечностей. Техническая документация на строительство стенда ЦКР была передана Куйбышевскому медицинскому институту. На кафедре хирургических

болезней было проведено лечение пациентов при облитерирующем атеросклерозе, диабетической ангиопатии, болезни Рейно, при остаточных ишемиях после эмболэктомий и тромбэктомий, а также при повреждениях периферических артерий. Положительные результаты были получены практически у всех больных: уменьшалась перемежающаяся хромота, в части случаев появлялся отсутствующий ранее пульс на периферических артериях. Таким образом, в России была с положительным результатом реализована идея использовать ЦКР в лечебных целях в интересах народного здравоохранения. В настоящее время физиотерапевтический фактор, который назван «гравитационной терапией», является перспективным направлением для лечения облитерирующего атеросклероза нижних конечностей, диабетической ангиопатии, болезни Рейно, при остаточных ишемиях после эмболэктомий и тромбэктомий, при повреждениях периферических артерий, а также для коррекции репаративного остеогенеза у больных с последствиями переломов нижних конечностей. Во всех случаях при использовании гравитационной терапии на ЦКР у больных с нарушениями репаративного остеогенеза был получен выраженный остеотропный эффект. Одним из новых перспективных направлений применения гравитационной терапии может быть использование ЦКР у больных с осложненными травмами позвоночника (параплегиями низкого уровня) для профилактики, возникающей у них в результате постельного режима детренированности сердечно-сосудистой системы без ухудшения состояния системного кровообращения. Результаты комплексной оценки зрительной системы испытуемого в исследования на ЦКР ГНЦ РФ – ИМБП РАН могут быть основанием для дальнейшего изучения нейрофизиологического механизма регуляции внутриглазной гидродинамики, что является сферой научного поиска в вопросе патогенеза глаукомы. Для решения вопросов о возможности дальнейшего расширения показаний для применения ЦКР в клинической практике необходимо проведение специальных исследований с участием человека.

ЦКР ГНЦ РФ – ИМБП РАН

**Руководитель проекта:** Сигалева Елена Эдуардовна, Доктор медицинских наук, профессор РАН
sigaleva@mail.ru

**Проект: Изучение психоакустических эффектов шума при помощи объективных методов исследования**

Цель. Получение новых данных о функциональном состоянии центральной нервной системы человека до и после продолжительного воздействия шума с использованием современных нейрофизиологических технологий.

Задачи.

1. Оценка степени влияния продолжительной шумовой экспозиции на когнитивные функции добровольцев;
2. Оценка степени влияния продолжительной шумовой экспозиции на функциональное состояние ЦНС добровольцев;
3. Оценка степени влияния продолжительной шумовой экспозиции на качество выполнения операторской деятельности.

Шум, генерируемый системами жизнеобеспечения космонавтов, является одним из факторов, непрерывно воздействующих на организм человека в условиях пребывания на Международной космической станции (МКС) (Богатова, 2004). Согласно пункту 7.2.3.2. ГОСТ Р 50804–95 «Среда обитания космонавта в пилотируемом космическом аппарате» от 1995г., рекомендованный допустимый уровень шума в условиях длительных космических полетов составляет 60дБА в рабочее время и 50дБА во время отдыха соответственно (ГОСТ Р 50804-95, 1995г.). Однако, данные динамической регистрации уровней шума в рабочих отсеках и зонах отдыха космонавтов свидетельствуют о тенденции к превышению нормативных уровней шума в рабочих отсеках и зонах отдыха МКС (Богатова и др., 2004; Кутина и др., 2017). Максимальное превышение допустимых уровней звука отмечается на рабочих местах (до18,4 дБА), в переходных отсеках (до 13,7 дБА), в каютах (до 19 дБА) (Богатова и др., 2009). Согласно последним данным, представленным Nakashima A. и соавторами (Nakashima et al., 2020), интенсивность шума в отсеках МКС в рабочее время (16 часов) варьирует в пределах 71–78 дБА, во время сна (8 часов) соответствует 60-62 дБА что, очевидно, превышает нормативные показатели. Кроме того, при работе в условиях МКС на организм космонавтов воздействуют периодически возникающие импульсные шумы с пиковым уровнем интенсивности, превышающим 115 дБА (Nakashima et al., 2020).

Помимо специфического воздействия на орган слуха, шум оказывает ряд экстрааауральных эффектов на организм человека в целом, изучению которых, на сегодняшний день, посвящено существенно меньшее количество работ (Basner et al., 2014). Показано, что хроническое воздействие шума может приводить к ухудшению общего самочувствия, повышенной утомляемости, снижению активности, нарушениям сна, раздражительности, ухудшению протекания когнитивных процессов, возникновение заболеваний эндокринной и сердечно-сосудистой систем (Golmohammadi et al., 2019). Таким образом, длительная шумовая экспозиция может провоцировать развитие совокупности патологических изменений в организме человека, неблагоприятно влияющих на качество операторской деятельности и эффективную работоспособность (Благинин и др., 2014).

Нами было проведено пилотное исследование на базе ГНЦ РФ-ИМБП РАН, посвященное изучению воздействия психоакустических эффектов «белого» шума на организм 10 здоровых добровольцев с нормальным слухом (в соответствии со стандартом ISO 7029:2017). Оценка функционального состояния ЦНС проводилась до воздействия («Фон») и после экспозиции шума («Шум»). Использовали регистрацию электрической активности головного мозга (ЭЭГ), когнитивных вызванных потенциалов Р300, оценку объема оперативной памяти по методу А.Р. Лурия.

Регистрацию и спектральный анализ ЭЭГ проводили с использованием программно-аппаратного комплекса «Энцефалан 131–01». Регистрацию и анализ когнитивных вызванных потенциалов проводили с использованием программно-аппаратного комплекса «НейроАудио». Была проведена оценка показателей абсолютной мощности ритмов ЭЭГ (мкВ^2) и показателей латентности пиков комплекса $P_{300}$ (мсек) у 10 добровольцев.

Отмечено достоверное ($p < 0,05$) удлинение латентных периодов компоненты $N_2$-$P_3$ M±m, мс когнитивных вызванных потенциалов в серии «Шум» (рис. 1а)

Показатели теста А.Р. Лурия в После воздействия шума наблюдалась достоверная ($p < 0,05$) отрицательная динамика показателей теста А.Р. Лурия. Общее количество ошибок (повтор и замена слов) после воздействия шума увеличилось на 26,3% по сравнению с «Фоном» (рис. 1б)

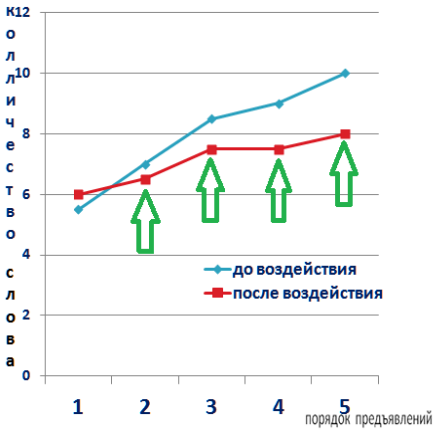



Рис. 1а

Рис. 1б

Было выявлено достоверное ($p < 0,05$) снижение показателей абсолютной мощности ритмов ЭЭГ тета-диапазона, альфа-диапазона, бета-диапазона после шумового воздействия.

Таким образом, в соответствии с результатами собственных исследований, проведенных в течение даже 2 часов способно приводить к усилению влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы, увеличивать временные затраты, необходимые для решения поставленных когнитивных задач, снижать объем и эффективность использования оперативной памяти, приводить к снижению концентрации внимания.

Полученные нами данные позволяют утверждать, что неблагоприятная акустическая обстановка на борту МКС может негативно влиять не только непосредственно на слуховую систему космонавтов, но и способствовать снижению качества выполнения операторской деятельности.

На сегодняшний день количество исследований, представленных в научных библиотеках, посвященных изучению экстраауральных эффектов шума, недостаточно. В то же время, открывающаяся перспектива проведения межпланетных космических полетов, требует более глубокого понимания степени влияния факторов космического полета, одним из которых является шум, на качество сложной операторской деятельности.

Для лучшего понимая психоакустических эффектов и оценки степени их влияния на выполнение сложных операторских задач, необходимо комплексное изучение функционального состояния центральных и периферических отделов нервной системы, требующее проведения более масштабных исследований с привлечением больших групп исследователей и добровольцев, приобретения дополнительной научно-исследовательской аппаратуры.

Проведение объективных исследований, посвященных влиянию шума на ЦНС и ВНС позволит улучшить качество медицинского отбора, осуществлять диагностику возможных патологических состояний на ранней стадии, а также повысить работоспособность и профессиональное долголетие космонавтов.

Преимущества проекта в сравнении с прототипами или аналогами: объективное изучение воздействия шума на ЦНС человека при помощи методов нейрофизиологического исследования.

Область применения: авиакосмическая медицина.

Перспективы коммерциализации: повышение работоспособности и профессионального долголетия космонавтов, а также работников шумовых производств в «земных» условиях.

# 6. Дагестанский государственный медицинский университет

**Руководитель проекта:** Рагимов Разин Мирзекеримович, Проректор по учебной работе ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России, заведующий кафедрой нормальной физиологии ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России
razinragimov@mail.ru

**Проект: Разработка барьерных и биосовместимых наноплёнок Al2O3 и TiO2 для применения на медицинских имплантах**

1. Описание проекта

Поверхность материалов до и после нанесения антибактериального слоя будет исследоваться методом сканирующей электронной микроскопии, атомно-силовой микроскопии. Микроскопия будет проводиться в центре аналитической микроскопии КФУ, в котором имеется все необходимо оборудование.

Антибактериальная оценка обработанных тканей будет проводиться с использованием метода параллельных полос согласно стандартам AATCC (AATCC test method 100–1999). Вкратце, образец обработанной скани будет накладываться на поверхность плотной питательной среды с пятью полосами посева тестерных микроорганизмов. Наличие антибактериальной активности будет оцениваться по наличию зоны подавления роста под тканью и на наличие четкой зоны торможения за краем ткани. Для полуколичественной оценки жизнеспособности бактериальных клеток в суспензии в присутствии модифицированных материалов будет оцениваться их дыхательная активность в XTT-тесте или с помощью флуоресцентного красителя SYTOX GREEN (Kim et al., PlosOne 2015). Количественная оценка флоры будет проводиться путем подсчета КОЕ методом Drop plate (Herigstad et al., 2005, Baidamshina et al, Sci Rep 2017) на дифференциальных средах: среда Эндо для бактерий кишечной палочки, среда с цетримидом для синегнойной палочки, маннитол-солевая среда для стафилококка и другие.

В качестве контроля будут использованы стандартные антисептики, применяемые для обработки материалов.

В качестве тестерных штаммов будут использованы клинические изоляты S.aureus, K.pneumonia, P.aeruginosa, B.cereus, предоставленные Казанским институтом эпидемиологии и микробиологии. На базе НОЦ Фармацевтики имеются специальные помещения с разделенными чистыми и грязными зонами для работы с данными бактериями.

2. Преимущества в сравнении с прототипами и аналогами

Основными преимуществами предлагаемой разработки являются:

1. Хирургическая сетка с комплексным покрытием Al2O3+TiO2/V2O5, нанесенным методом атомно-слоевого осаждения характеризуется рядом конкурентных преимуществ:

2. Небольшая толщина покрытия, обеспечивающая меньшую концентрацию вещества в организме. Более высокая скорость производства: в среднем, на производство 1 сетки в камере реактора уходит 6ч. Выраженные антиадгезивные свойства, связанные с

появлением на поверхности волокон наношероховатостей благодаря атомам титана.

3. Выраженные антибактериальные свойства, обусловленные способностью $TiO_2$ разлагать органические соединения и генерировать активные формы кислорода такие как супероксид O2-, гидроксильный радикал (· OH) и водород (H+).

4. Покрытие не вызывает резистентность микроорганизмов со временем.

5. Меньший расход материалов, связанный с газофазным характером процесса, т. е. нанесением паров прекурсоров.

6. Максимальная однородность покрытия, обусловленная возможностью контролировать процесс осаждения на атомарном уровне.

7. Безопасность процесса производства: все необходимые параметры вносятся в программе на компьютере, материал находится в закрытой камере реактора и непосредственный контакт человека с материалом не требуется.

8. Простота стерилизации: покрытие выдерживает температуру до 950С, и соответственно может подвергаться различным видам температурной обработки.

9. Сохранение изначальных характеристик самого полимерного синтетического материала

10. Относительно низкая стоимость.

3. Область применения проекта (технологии)

Объем рынка хирургических материалов в мире составляет $4,2млрд, в России в 2018 г. он составил 134,6 тн., что эквивалентно $45,3 млн. Темп прироста составил 29% натурального объема рынка и 31% стоимостного. Производителем на рынке шовных хирургических материалов с наибольшей долей в 2018 г. является ETHICOM LLC. Объем производства хирургических материалов в России в 2018 г. составил 35 451 кг. В 2017 г. этот показатель равнялся 35 232 кг. Наибольший объем шовных хирургических материалов производится в Москве. Основными производителями в натуральном выражении являются ООО Волоть. Объем импорта шовных хирургических материалов в Россию в 2018 г. составил 100,5 тн. Темп прироста был равен 40,4%. Государственные медицинские учреждения являются основными потребителями медицинских изделий, занимая около 82% в общем объеме рынка.

Продукт может применяться потребителями в области медицины по всему миру. Основными потребителями являются производители медицинских изделий, медицинские организации и пациенты с грыжевыми дефектами. приобретение продукта может производиться посредством сотрудничества, обращения в аптеку или заказа на официальном сайте. основным предназначением материала является имплантация в ходе оперативного вмешательства, для удаления дефекта мягких тканей.

Фото полученных образцов:

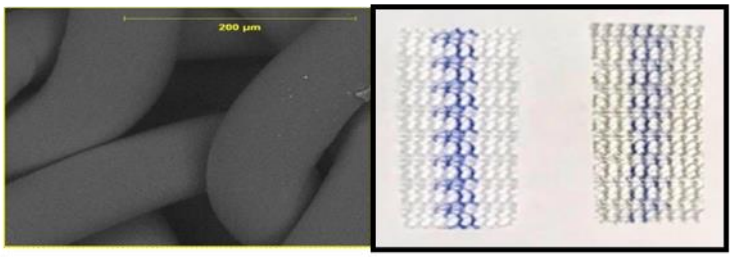



Рис.1. Волокна сетки с покрытием при электронной микроскопии.

Рис.2. Хирургическая сетка с покрытием (справа) и без (слева).

# 7. Дагестанский государственный университет

Руководитель проекта: Абдулагатов Ильмутдин Магомедович, Заведующий кафедры физической и органической химии ДГУ, профессор, доктор технических наук
ilmutdina@gmail.com

**Проект: Разработка антибактериальных наноматериалов методом атомно-слоевого осаждения и их приложения**

1. Диоксид титана ($TiO_2$) является самым используемым фотокатализатором, благодаря его низкой стоимости, нетоксичности, высокой устойчивости и высокой активности в процессе окисления органических веществ. $TiO_2$ в активированном светом состоянии обладает каталитическими и бактерицидными свойствами. В последнее время отмечалась эффективность диоксида титана при изготовлении самоочищающихся (самодезинфицирующихся) материалов. На сегодняшний день известно, что первичными реакциями, ответственными за положительный фотокаталитический эффект $TiO_2$, являются поверхностные окислительно-восстановительные реакции электронов и дырок, возникающие при возбуждении электронов запрещенной зоны. Однако фотокатализ с использованием диоксида титана имеет ряд недостатков, ограничивающих его применение. Так, ширина запрещенной зоны диоксида титана составляет 3,0–3,4 эВ (в зависимости от кристаллической структуры). Поглощение света диоксидом титана лежит в УФ-области спектра. Это означает, что $TiO_2$ может быть возбужден только УФ излучением с длиной волны <387.5 нм, которое составляет только 5% всего солнечного спектра, ограничивая его применение в качестве фотокатализатора в видимом диапазоне света. Кроме этого, относительно высокая скорость рекомбинации электронов и дырок часто приводит к низкому квантовому выходу (доли процента) и низкой эффективности фотокаталитических реакций на его поверхности. Одной из задач научного сообщества, участвующих в исследовании фотокаталитических свойств $TiO_2$, является повышение его спектральной чувствительности для видимого света и получение материалов с шириной запрещенной зоны менее 3,0 эВ. Это позволило бы поддерживать фотоактивность материала даже при плохом люминесцентном (естественном, возобновляемая энергия) свете. В своем проекте мы предложили использовать метод атомно-слоевого осаждения (АСО) для легирования $TiO_2$ атомами ванадия с целью повышения его спектральной чувствительности для видимого света и получения материала с улучшенными антибактериальными свойствами. В данном случае используется уникальная способность АСО контролировать состав осаждаемых пленок на атомарном уровне для прецизионного легирования $TiO_2$ атомами ванадия. Выяснение зависимости свойств (антибактериальной активности) полученных нано материалов от содержания в них ванадия и его толщины требовало детального исследования. В отличие от часто используемых для атомно-слоевого осаждения пленок $TiO_2$ и $V_2O_5$ органометаллических прекурсоров титана и ванадия их галогениды имеют достаточное давление паров при комнатной температуре, термически стабильны и могут быть легко синтезированы. По этой причине в качестве прекурсора титана в данном проекте предложено использовать тетрахлорид титана, в качестве источника атомов ванадия используется окситрихлорид ванадия. Источником атомов кислорода является вода. Проведенные нами исследования показывают высокую антибактериальную

активность полученных наноматериалов материалов.

2. В основном антибактериальные покрытия наносятся с использованием растворов. АСО — это газофазный процесс осаждения тонких пленок. В отличии от жидкофазного осаждения и других газофазных методов (например, химическое или физическое осаждение), АСО обеспечивает равномерное осаждение пленок без дефектов на подложках со сложной топографией. К таким подложкам, например, относятся пористые мембранные фильтры для очистки воды, элементы мебели, произведения искусств, электроника, и т.д. Важно также отметить, что возможность прецизионного контроля толщины осаждаемой пленки, возможность осаждать продукцию партиями (легко, коммерциализуемость) делает этот метод более экономным и конкурентоспособным. Более того, отличии от других газофазных методов осаждения, АСО не требует дорогостоящего вакуумного оборудования, так как процесс проводится при относительно высоком давлении.

Прекурсоры, предлагаемые для осаждения функциональной АСО пленки, не дорогие и коммерчески доступны. Более того, они могут быть синтезированы в лабораторных условиях. Также, покрытия, получаемые методом АСО долговечны и безопасны, так как в данном случае имеется сильная адгезия к поверхности и исключается деградирование пленки с последующим выделением ее компонентов в окружающую среду.

3. Данную технологию и материал можно использовать для покрытия медицинских имплантируемых устройств; в пищевой и косметической промышленности для покрытия упаковочных материалов с целью увеличения срока хранения продуктов; для нанесения самодезинфицирующихся покрытий на сенсорные экраны, компьютерные мыши, дверные ручки, поручни, элементы мебели; для дезинфекции и доочистки воды и создания специализированных устройств безопасного разложения органических отходов; для создания самоочищающихся стекол и др.

4. Потенциальными потребителями конечной продукции могут стать больницы и поликлиники; военная промышленность; компании-производители медицинских имплантатов, контейнеров и упаковочных материалов, сенсорных экранов, элементов мебели, фильтров для очистки воды и др.

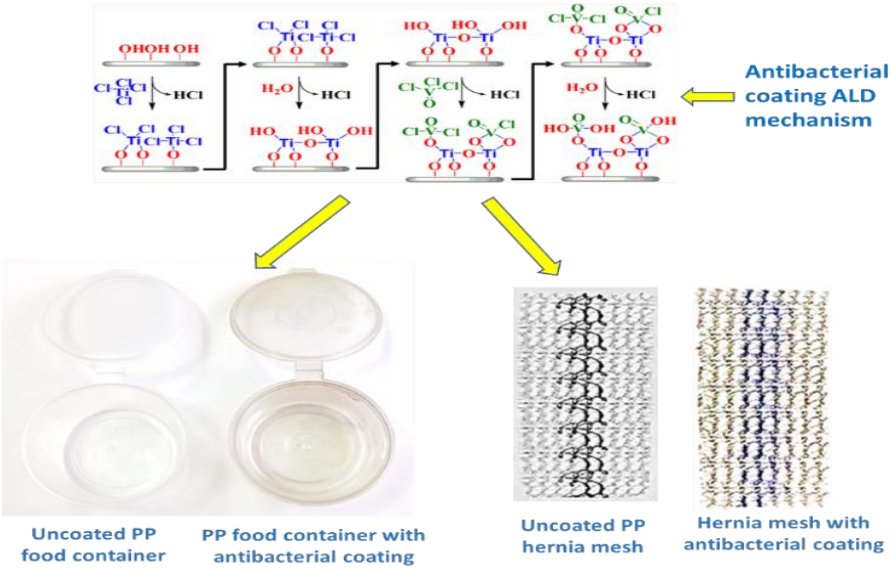
Для установления контактов с потенциальными потребителями, и предложения им предоставляемых нами услуг был разработан сайт компании https://ald-nanotech.com/

5. Предлагаемой технологией нами были покрыты полипропиленовые грыжевые сетки, служащие для предотвращения послеоперационных осложнений. Тестирование антибактериальных свойств этого материала было проведено на крысах и кроликах, где он проявил превосходную антибактериальную активность. Подробнее с данным исследованием можно ознакомиться в статье: I.M. Abdulagatov, et al. 2022 Biomed. Mater. 17 015006.

Процесс разработки и характеризации данного материала методом атомно-слоевого осаждения приведен в статье: Abdulagatov, A.I., Maksumova, A.M., Palchaev, D.K. et al. Atomic Layer Deposition and Thermal Transformations of Thin Titanium–Vanadium Oxide Films. Russ J. Appl. Chem. 94, 890–902 (2021). https://doi.org/10.1134/S1070427221070053

По данной технологии было получено антибактериальное покрытие на пищевых полипропиленовых контейнерах и проведены эксперименты по изучению влияния покрытия на срок хранения продукта, а также на его состав. Проведенные исследования показали, что происходит увеличение срока хранения продукта в таких контейнерах, а

также состав продукта остается неизменным. По данной разработке подан патент: Способ увеличения срока хранения продуктов питания с использованием антибактериальных функциональных наноматериалов, полученных атомно-слоевым осаждением.



# 8. Дальневосточный государственный аграрный университет

**Руководитель проекта:** Чикачев Роман Анатольевич, Старший преподаватель
chicachev1980@mail.ru

**Проект: Влияние барсучьего жира на лабораторных животных при переохлаждении**

Данное исследование проведено в рамках диссертационной работы «Морфобиологические особенности азиатского барсука амурского подвида».

Исследования по изучению биохимического состава продукта барсучьего жира позволило определить состав и процентное содержание жирных кислот. Выявлены группы омега – 3, 6, 7, 9 жирных кислоты и их соотношение.

При отборе проб для анализа учитывался биологический период жизни зверя (летний период – период начала физиологических процессов по накоплению питательных веществ (август); осенний период – период интенсивного накопления жира (2 этапа – начало сентября, начало октября), период подготовки организма к зимнему сну (конец октября). В каждый из периодов отбирались пробы подкожного жира, а в период подготовки к зимнему сну дополнительно внутренний жир барсука. Пробы массой 100 грамм каждая. Итого 5 проб.

В процессе исследования ставился опыт лечебно-профилактического действия барсучьего жира при переохлаждении на лабораторных животных.

Поставлен эксперимент лечебно-профилактического действия барсучьего жира при переохлаждении на лабораторных животных. Воздействие холода было направлено на реакцию органов дыхания крыс. В ходе эксперимента велись клинические исследования морфологических показателей лабораторных животных.

Высокий терапевтический эффект определен за счет совокупного действия большого количества жирных кислот (30 кислот), входящих в состав продукта.

В настоящее время в научной литературе приводятся данные изученности действия жирных кислот на организм по отдельности, но детальной объемной характеристики их комплексного применения нет. Дается только примерное рекомендуемое их соотношение по группам для более эффективного воздействия. Также нет данных по полному кислотному составу жиров, а выделяются наиболее распространенные.

Результаты исследования подчёркивают роль жира барсука, как активного и надёжного стимулятора защитных сил организма при жёстком холодовом воздействии на организм крыс. Можно утверждать о положительном профилактическом эффекте данного продукта, так как не только жирнокислотный состав барсучьего жира влияет на лечение и профилактику заболеваний, но и их соотношение.

Полученные результаты использования барсучьего жира в лечебно-профилактических мероприятиях при простудных заболеваниях легких, позволяют применять его для домашних животных.

На данном этапе исследования барсучий жир можно рекомендовать, как надёжное профилактическое средство при холодовом воздействии на организм животных.

Преимущества проекта. В настоящее время методики профилактики простудных заболеваний у домашних животных не разработано.

Область применения проекта. Результаты лечебно-профилактической эффективности барсучьего жира могут быть использованы в работе практикующих ветеринарных врачей по профилактике простудных заболеваний и укрепления иммунитета у домашних животных.

Перспективы коммерциализации. Изготовление лекарственных препаратов с использованием барсучьего жира совместно с другими препаратами или компонентами биологического происхождения как биологической активной добавки, повышающей резистентность организма к простудным заболеваниям. С использованием лекарственного технического сырья дикой фауны и флоры Дальневосточной тайги (ягода лимонника, корень элеутерококка, аралии, продукция пчеловодства и т.д.). Применения полученных препаратов (БАДов) для лечения и профилактики домашних и продуктивных сельскохозяйственных животных, людей с целью лечения осложнений пульмонологического характера, после перенесенного заболевании (туберкулез, COVID-19).

**Руководитель проекта:** Захарова Елена Борисовна, Профессор кафедры общего земледелия и растениеводства/ Доктор сельскохозяйственных наук
za.kharova@mail.ru

**Проект: Разработка технологий возделывания сельскохозяйственных культур с учетом условий изменения климата**

1. Описание проекта:

Согласно данным Всемирной метеорологической организации (ВМО), средняя температура воздуха на земном шаре с 1860 по 2000 гг. повысилась на 0,8 °С, а среднегодовая температура воздуха за XX век по России – на 1,0°С. В южной зоне Приамурья с 1960 по 2010 годы среднегодовая температура воздуха и среднемноголетняя сумма активных температур увеличились на 0,7°С и 170-200°С соответственно. Сумма осадков с апреля по октябрь за этот же период времени почти не изменилась, но наблюдается незначительное их уменьшение (на 5–10 мм) в первую половину вегетационного периода при небольшом увеличении в зимние месяцы. Показатель гидротермического коэффициента уменьшился с 1,8 до 1,7.

Современное потепление климата оказывает влияние на все природные процессы и различные сферы деятельности человека. Наиболее важное значение изменение климата приобретает для сельского хозяйства, причём этот фактор имеет как положительные, так и отрицательные последствия. Потепление климата в Приамурье, отмечаемое в последние годы, оказывает как позитивное, так и негативное влияние на возделывание сельскохозяйственных культур. Несомненно, повышение температуры воздуха в вегетационный период, значительное накопление тепловых ресурсов, удлинение безморозного периода – будет влиять на сроки сева основных культур в регионе. Негативный фактор потепления проявляется в увеличении повторяемости засушливых лет, так как при значительных тепловых ресурсах количество осадков остаётся почти постоянным. Причём, периоды с максимальными температурами воздуха 33–35°С и выше, и с недостаточным количеством осадков или их отсутствием могут продолжаться длительное время.

В последнее десятилетие наблюдается изменение погодных условий в сторону увеличения выпавшего количества осадков, что также негативно может сказаться на сельскохозяйственных культурах, возделываемых на территории Приамурья.

Все эти процессы, происходящие в природе, заставляют на себя обратить более пристальное внимание и научиться выстраивать технологический процесс по возделыванию сельскохозяйственных культур в современных условиях.

Предполагается, что реализация данного проекта позволит выполнять оценку условий возделывания (анализ почвенных условий, агрометеорологических условий) с дальнейшей возможностью разработки сортовой агротехники для конкретной сельскохозяйственной культуры. В рамках проекта предусматривается индивидуальная работа с представителем (агрономом) предприятия (заказчика) в целях:

- качественной оценки семенного материала;
- оценки засоренности полей;
- определения видов обработки почвы;
- отбора почвенных образцов и дальнейшего их анализа;

- подбора видов и доз удобрений;
- подбора сортового материала;
- разработки технологии ухода за посевами;
- сопровождение технологии воздевания сельскохозяйственной культуры.

Комплексный подход, заложенный в основу проекта, позволит:

1. Обеспечить детальное изучение имеющихся условий возделывания сельскохозяйственных культур;
2. На основе передовых технологий дает возможность разработать сортовую агротехнику, которая обеспечит получение урожайности культуры близкой к потенциальному уровню;
3. Будет способствовать повышению уровня культуры земледелия;
4. Разработать систему севооборотов для конкретных условий возделывания с учетом специализации предприятия.

2. Преимущества проекта:

- Заключаются в оказании полного комплекса агротехнических услуг по всем этапам возделывания культуры «от посева до уборки»;
- Полное сопровождение технологических процессов при возделывании сельскохозяйственной культуры;
- Привлечение к реализации проекта специалистов, имеющих большой опыт работы в сельском хозяйстве с наличием ученой степени в конкретных областях науки;
- Имеются управленческие, научно-технические и инженерно-технические кадры, экономисты. Полная укомплектованность команды на данном этапе реализации проекта.

3. Область применения проекта:

Сельское хозяйство (растениеводство), предприятия, специализирующиеся на возделывании сельскохозяйственных культур.

4. Перспективы коммерциализации:

- Разработанные агротехнологии позволят повысить урожайность сельскохозяйственных культур, что имеет значение в условиях изменяющегося климата. Учитывая количество сельскохозяйственных предприятий в Приамурье и на всем Дальнем Востоке нуждающихся в сопровождении технологических процессов при возделывании сельскохозяйственных культур, спрос на реализацию проекта будет высокий.
- На начальных этапах развития предполагается способ коммерциализации – «самостоятельное использование», в последующем – «переуступка части прав».

5. Другие важные сведения:

- Организаторы и участники проекта на протяжении нескольких лет являются участниками организованных коллективов, принимающих участие в успешной реализации подобных услуг. Имеющиеся наработки научного материала легли в основу подготовки кандидатских и докторских диссертаций, публикаций различного уровня и получения патентов.

# 9. Дальневосточный государственный университет путей сообщения

**Руководитель проекта:** Целых Екатерина Дмитриевна, доктор биологических наук, профессор кафедры «Техносферная безопасность»
celixed@mail.ru

**Проект: Анализатор («анкам») качества продуктов животного происхождения**

Прибор «Анкам» предназначен для анализа качества мяса с использованием алгоритма изменений биоэлектричества в продуктах животного происхождения, при длительном хранении в разных условиях.

РЕШАЕМАЯ ЗАДАЧА

В настоящее время является неопровержимым постулат о генерации биоэлектрических потенциалов (БП) как источника информации о состоянии и функционировании био-объекта которая сопровождает любой акт жизнедеятельности (Милюкина С.Н., Ермолаев В.Ю., Никитин А.Д., 2017). Определен алгоритм изменения БП в охлажденном мясе курицы, при неоднократной разморозке/заморозке (раз в неделю, в течение 6 месяцев).

ТЕКУЩАЯ СИТУАЦИЯ

Изменения БП характеризовали изменение качества продукта питания в отрицательную сторону. Найденный алгоритм явился стартовым для выполнения модели, определяющей, например, количество разморозок/заморозок мяса. Однако существует необходимость определить алгоритм изменений в других продуктах животного происхождения.

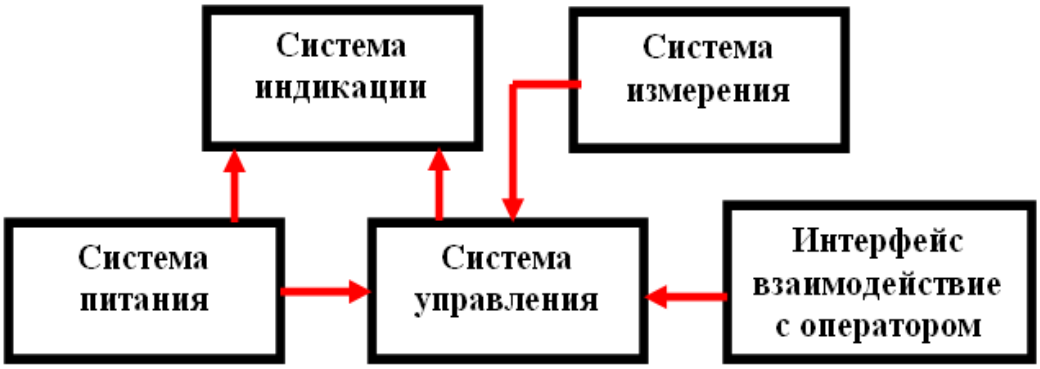
СТАДИЯ РАЗРАБОТКИ

В течение времени хранения, в тканях мяса курицы БП резко, достоверно снижался ($p \leq 0{,}01$-$0{,}001$). изменение биоэлектричества в тканях животных, используемых в качестве продуктов питания, на примере куриного мяса, при размораживании/замораживании раз в неделю и хранении в течение 4 месяцев. Определено достоверное снижение биоэлектричества, как результат клеточного апоптоза.

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ

Разработан пилотный образец.

Ядром системы является микропроцессорный модуль на основе микроконтроллера фирмы ATMEL, со встроенным аналого-цифровым преобразователем, позволяющим, с достаточной для инженерных измерений, точностью фиксировать микротоки, обусловленные клеточным потенциалом. Система измерения клеточного потенциала состоит из блока измерения микротоков объекта исследования, блока управления измерен, измерением и сохранением измеренного значения, блока индикации и блока электропитания. Все блоки объединены в единый конструктив и связаны между собой электрическими цепями.




**Структурная схема прибора АНКОМ**

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Результаты сравнения данных алгоритма БП мяса животных пищевых объектов контрольной закупки у разных производителей (охлажденное мясо курицы), показали варианты БП: из контрольных образцов, наибольший показатель – мясо курицы от местного производителя («Амур Бройлер, г. Хабаровск»), а минимальный показатель соответствовал 16-недель-ному циклу заморозки/разморозки, через каждые 7 дней – «УралБройлер, г. Челябинск». «Охлажденный мясной продукт» производителей «Приосколье», «Мираторг» и «Уралбройлер» неоднократно подвергалось заморозке и разморозке, что снижает качество продукта и не соответствует заявленному.

**Руководитель проекта:** Целых Екатерина Дмитриевна, доктор биологических наук, профессор кафедры «Техносферная безопасность»
celixed@mail.ru

**Проект: Жилет беременности с имитацией толчков плода**

Предназначен для лекционных, семинарских, практических демонстраций по темам, связанным с репродуктивным здоровьем. Является учебной моделью, копирующей толчки плода на 9-м месяце беременности. Помогает молодому поколению осознанно подходить к планированию семьи, понимать ситуацию, в которой находится девушки в положении.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЗАДАЧА

В рамках реализации и осуществления: «Национальных целей и стратегических задач развития Российской Федерации на период до 2024 года» обеспечение устойчивого естественного роста численности населения Российской Федерации, является одной из приоритетных задач страны.

ТЕКУЩАЯ СИТУАЦИЯ

Ни одна модель, представленная на рынке, не имеет подобной схемы работы, что делает ее оригинальной и правдоподобной. Остальные российские модели не оснащены движущей частью, а импортные – очень сложные и дорогостоящие, что, в современных реалиях, отражается на их приобретении и обслуживании в условиях учебных и просветительских учреждений.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Современные прототипы модели «жилета беременности» имеют сложную конструкцию и соответственно цену изготовления. Настоящая модель экономична, проста в изготовлении и использовании.

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ

В ДВГУПС на базе лаборатории «Профилактика дизадаптивных изменений у работников опасных профессий» разработана полезная модель «Жилет беременности с имитацией толчков плода».

Благодаря использованию доступных деталей, например линейного привода, который обеспечивает естественные ощущения толчков плода, как если бы мы прикасались к настоящему животу беременной девушки. Экономичное устройство поддерживается небольшой батареей, которой хватает на большой срок непрерывной работы. Дистанционное управление с регулировкой силы «толчков» дает возможность оператору выбирать уровень давления создаваемого на модельной стенке «живота».

Масса жилета вместе с внедренным оборудованием составляет 10–12 кг, что соответствует массе плода и околоплодных вод на 9 месяце беременности.

Закрытый доступ к электронике обеспечивает безопасность как наблюдаемым, так и представляемым модель людям.

Сокращение времени обслуживания обеспечивается за счет внедренной молнии с внутренней части модели.

СТАДИИ РАЗРАБОТКИ

Изготовлена и подготовлена экспериментальная модель, отвечающая всем поставленным целям.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

| Вид изделия | Стоимость | Производитель | Характеристики |
|---|---|---|---|
| Тренажер имитации беременности и отработки акушерских навыков АФРОДИТА-КОМПАКТ | 104 677 руб. | Китай | Вес - 4,48 кг;<br>Размер - 47x55x14 см;<br>Высота живота 12 см;<br>Реалистичная форма живота;<br>Имитация сдавливания грудной клетки;<br>Отработка навыков пальпации при беременности. |
| Модель «Жилет беременности с имитацией толчков плода» | ~6000 руб. | Россия | Вес 11,5 кг;<br>Размер 50x55x16;<br>Высота живота 14 см;<br>Естественная форма живота;<br>Имитация давления на грудную клетку и внутренние органы;<br>Имитация толчков плода. |
| Искусственный силиконовый живот для беременных, (реквизит для фотосъемки) | 7 738,94 руб. | Китай | Вес 3,5 кг;<br>Размер 92x32x9 см;<br>Высота живота 9 см; |
| Искусственный живот 6 ~ 7 месяцев 2000 г, силиконовый живот для беременных | 6 335,41 руб. | Китай | Вес 2 кг;<br>Размер 42x37x10см;<br>Высота живота 10 см; |

**Руководитель проекта:** Целых Екатерина Дмитриевна, доктор биологических наук, профессор кафедры «Техносферная безопасность»
celixed@mail.ru

**Проект: Система прогнозирования ЧС на ЖД транспорте у машинистов**

Информационная система применима для сигнализирования о риске возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) на железнодорожном транспорте, связанных с «человеческим фактором».

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЗАДАЧА

В рамках реализации национальных целей и стратегических задач РФ на период 2024 года развитие транссибирской и Байкало-Амурской магистралей на период 2019-2024 гг. входит в проекты, направленные на проведение оценки систематических нарушений технологических норм и разработка комплекса мер по их предупреждению всеми участниками перевозочного процесса (Пр-950, п.2 е).

ТЕКУЩАЯ СИТУАЦИЯ

Анализ причин возникновения ЧС показывает, что по вине машиниста локомотивных бригад происходит более 75% ЧС. Машинист может совершить ошибки по разным причинам, в том числе, по причинам, связанным с состоянием собственного организма. Приказом Министерства транспорта РФ от 12 января 2021 г. N 4 «Об утверждении Порядка проведения обязательных предрейсовых или предсменных медицинских осмотров на железнодорожном транспорте» определен порядок проведения обязательных предрейсовых медицинских осмотров на ЖД транспорте Цель проведения предрейсовых медицинских осмотров работников – обеспечение безопасности движения поездов на железнодорожном транспорте, при этом разрешен допуск к выполнению поездной работы, даже с учетом того, что функциональные характеристики могут отклоняться от характеристик физиологического норматива. Недооценка «человеческого фактора» является слабым местом прогнозирования.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА

Информационно-аналитические автоматизированные системы предрейсового осмотра позволяют: хранить, анализировать введенные показатели и работая по заданным алгоритмам выдавать предупреждения о риске возникновения ЧС, связанных с состоянием организма машиниста.

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ

В ДВГУПС разработана информационная система прогнозирования ЧС на ЖД транспорте, с учетом функционально показателей организма машинистов. Информационная система выполнена в виде веб-приложение, созданного на платформе WordPress с сервером базы данных MySQL. Благодаря использованию системы появляется возможность не только выдавать предупреждения о риске возникновения ЧС, связанных с состоянием организма машиниста, но и ретроспективно анализировать состояние машинистов, обучать нейронные сети использовать преимущества искусственного интеллекта. Система может быть внедрена во всех пунктах предрейсовых осмотров на железных дорогах ОАО "РЖД.

ПРАВОВАЯ ОХРАНА

Свидетельство о регистрации базы данных 2020622635, 14.12.2020. Антропометрические характеристики машинистов локомотивных бригад / Москвин А.А., Целых Е.Д., Ахтямов М.Х., и т.д. // 2020.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2020622635

Антропометрические характеристики машинистов локомотивных бригад

Правообладатели: *Москвин Артём Александрович (RU), Целых Екатерина Дмитриевна (RU), Ахтямов Мидхад Хайдарович (RU), Евсеева Галина Петровна (RU)*

Авторы: *Москвин Артём Александрович (RU), Целых Екатерина Дмитриевна (RU), Ахтямов Мидхад Хайдарович (RU), Евсеева Галина Петровна (RU)*

Заявка № 2020621865
Дата поступления 06 октября 2020 г.
Дата государственной регистрации в Реестре баз данных *14 декабря 2020 г.*

*Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности*

*Г.П. Ивлиев*

**Руководитель проекта:** Целых Екатерина Дмитриевна, доктор биологических наук, профессор кафедры «Техносферная безопасность»
celixed@mail.ru

**Проект: Устройство для определения резистентности капилляров**

Прибор «Резистометр» предназначен для определения резистентности кожных капилляров, что позволяет дать оценку о С-витаминной адекватности питания. С помощью инновационной автоматизированной модели прибора можно проанализировать социальную востребованность в исследованиях С-витаминной достаточности.

ЗАДАЧА

Упростить и повысить доступность определения С-витаминной достаточности в организме человека, за счет полной автоматизации прибора, а также малых габариты и веса, что сделает прибор мобильным, доступным в отдаленных регионах позволяет определить насыщенность витамином С организма человека. Полученные результаты могут служить профилактической мерой для своевременной компенсации С-витаминного дефицита.

АКТУАЛЬНОСТЬ

С помощью электронной версии прибора была проанализирована социальная востребованность, среди юношей и девушек в возрасте 21-25 лет, студентов ДВГУПС (2021 г), результаты исследования выявили что из 20 исследуемых студентов 30% имеют абсолютную норму, 40% имеют пограничное состояние, 20% имеют I степень С-витаминной недостаточности и у 10% была обнаружена II степень С-витаминной недостаточности, что говорит о востребованности исследования недостатка аскорбиновой кислоты в организме человека.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

Прибор «Резистометр» для определения С-витаминной достаточности в организме, разработан на базе НИЛ «Профессионального отбора по морфо-функциональным параметрам работников сложных профессий железнодорожной отрасли», и Студенческого конструкторского бюро "Нанотехника" ДВГУПС. Нами был создан механический прототип прибора «резистометр». Конструкция прототипа была создана на основе прибора Нестерова и позволяла проводить исследования механическим способом. Авторы работы использовали результаты основных исследований с участием ручного прототипа

прибора (метод Нестерова, 20-е годы XX века). Результаты признаны валидными и были подтверждены с помощью определения С-витаминной достаточности в моче с использованием индикаторных полосок (TimeWise)

ПРИНЦИП РАБОТЫ

Принцип работы прибора состоит в использовании пониженного давления внутри медицинской банки. Давление регулируется и контролируется автоматически, и поддерживается, в ходе исследования, на уровне 0,5 атм. в течение 3 минут. Данное давление соответствует среднему давлению, создаваемому внутри медицинской банки, в ходе классической медицинской процедуры.

ПРАВОВАЯ ОХРАНА

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 204991

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЗИСТЕНТНОСТИ КАПИЛЛЯРОВ

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Дальневосточный государственный университет путей сообщения" (ДВГУПС) (RU)*

Авторы: *Целых Екатерина Дмитриевна (RU), Ахтямов Мидхат Хайдарович (RU), Здоровцев Геннадий Геннадьевич (RU), Яралиева Медина Расимовна (RU)*

Заявка № 2020139826
Приоритет полезной модели 02 декабря 2020 г.
Дата государственной регистрации в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 22 июня 2021 г.
Срок действия исключительного права на полезную модель истекает 02 декабря 2030 г.

*Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности*

*Г.П. Ивлиев*

Патент на полезную модель № 204991
Дата государственной регистрации в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 22 июня 2021 г.

# 10. Дальневосточный федеральный университет

**Руководитель проекта:** Яковлев Даниил Сергеевич, Руководитель промышленных проектов центра НТИ
iakovlev.ds@dvfu.ru

**Проект: Перенос BIM модели в VR/AR пространство**

Целью проекта является разработка программного обеспечения для оптимизации коммуникации между всеми участниками строительных проектов с помощью погружения заинтересованных лиц в виртуальную реальность, основанную на рабочей документации в виде модели, сформированной посредством ТИМ (BIM). Задачей проекта является упрощение коммуникаций между участниками строительных проектов и последующее ускорение согласования проектных и концептуальных решений.

Процесс переноса BIM модели в VR/AR пространство на данный момент выполняется только в специальных программных комплексах международных корпораций Западных компаний. Autodesk, Dessault и Bently systems позволяют обмен и формирование виртуальных моделей независимо друг от друга и только в собственных цифровых средах, препятствуя обмену моделями друг с другом. Помимо этого, интерфейс их продуктов зачастую либо только англоязычный, либо переведен на 70–80%, что так же способствует усложнению работы инженеров и, как следствие, отказу от всех преимуществ виртуальной и дополненной реальности.

Предлагаемый к разработке продукт позволит демонстрировать модели, разработанные в вышеназванных цифровых средах, в отдельном полностью русскоязычном приложении. Большинство проблем, с которыми до этого сталкивались заказчики, будут выявлены на этапе маркетинговых исследований и учтены в разрабатываемой платформе еще на уровне MVP. Как результат, разработка будет отличаться кросс-платформенностью - унификацией форматов, удобным для Российского пользователя интерфейсом и функционалом, превосходящим стандартные вспомогательные решения западных корпораций за счет постоянного сбора обратной связи от представителей строительного бизнеса России и стран СНГ, говорящих на русском языке.

Ожидаемые результаты проекта:

– Ускорение принятия решений минимум на 20% (измеряется с помощью календарных графиков производства работ).

- Уменьшение количества пересогласований решений в процессе строительства на 10% (уменьшение количества запросов на изменения (RFI) от заказчика после использования продукта

- Ускорение строительного процесса минимум на 10% (за счет уменьшения процессов согласования и изменения проекта). Области применения продукции и возможные потребители результатов

- Концептуальное проектирование (архитектурные бюро/дизайнерские бюро)
- Проектирование объектов недвижимости (девелоперские компании/застройщики/проектные бюро)
- Строительный контроль (консалтинговые компании строительного сектора)
- Экспертиза проектов (Консалтинг/проектные бюро)

**Руководитель проекта:** Биктимиров Артур Рамилевич, аналитик
genailo.iua@dvfu.ru

**Проект: Реабилитационный программно-аппаратный комплекс с применением VR&AR и интерфейсов с двухсторонней связью**

Реабилитационный программно-аппаратный комплекс с применением VR&AR и интерфейсов с двухсторонней связью.

Тренажер виртуальной и дополненной реальности для использования в реабилитации пациентов, перенёсших инсульт. Продукт разработан путем оцифровки стандартных шкал оценки состояния с использованием технологий виртуальной реальности, создание мотивационного контента в виртуальной реальности с подключенным костюмом с функцией биологической обратной связи Teslasuit. Функции тренажера синхронизированы с аппаратной частью.

Реализованы такие функции тренажера, как: инструмент оценки степени поражения постинсультных поражений, раздел для полноценной долгосрочной реабилитации пациентов, система настроек параметров реабилитации под нужды конечных пользователей, система статистики со всей информацией о ходе реабилитации, разнообразные VR локации.

Значимость полученных результатов на мировом или национальном уровне:

Разрабатываемая технология реабилитации пациентов, перенесших инсульт, с применением технологии виртуальной реальности и биологической обратной связи позволяют создать новый инструмент врача реабилитолога. Подход, который был выбран как основополагающий в способе, включает себя: виртуальная реальность, как элемент геймификации и улучшения психоэмоционального состояния пациента, захват движения, как элемент мониторинга биофизической активности и объема движений в суставах, биологическая обратная связь, как метод восстановления мышечной активности и контроля качества выполнения упражнения.

Все это открывает перед врачом новые возможности подхода к пациентам, за счет применение методов персонализированной медицины. Для этого разработан конструктор упражнений, позволяющий оптимизировать процедуры под индивидуальные условия.

Выпуск на российский рынок такого продукта позволит занять нишу в части импортозамещения и сектора персонализированной и домашней реабилитологии.

Описание конкурентных решений:

На данный момент большая часть продуктов на рынке получила медицинские лицензии или же позиционируют себя как дополнительная помощь в реабилитации.

Известен способ реабилитации пациентов, перенесших инсульт, с применениями систем виртуальной реальности и биологической обратной связи «способ реабилитации больных в острой стадии инсульта с использованием биологической обратной связи и виртуальной реальности» (№2432971), БОС основывается на применении в реабилитационных процедурах виртуальной среды, осуществляется посредством зрительного канала в ассоциированном и диссоциированном состоянии. Движения пациента передаются в виртуальную среду посредством фиксации на теле пациента акселерометров, за счет чего пациент в игровой форме управляет виртуальным персонажем.

Недостатком системы является ограниченность движений пациента в виртуальной

среде, за счет фиксации акселерометров в тазовой области и туловища, что ограничивает области применения. Также отсутствует возможность проведения механотерапии или ЛФК с суставами конечностей. Применение модели дельфина в виртуальной среде в качестве аватара не позволяет пациенту ассоциировать себя с персонажем, что ослабляет мотивацию и психоэмоциональную реабилитацию.

Известен также «компьютерный медицинский мультимедийный комплекс» (№48783) предназначенный для выполнения диагностических реабилитационных задач, содержащий компьютер с монитором, прибор регистрации физиологических и функциональных параметров, датчики физиологических и функциональных параметров, программное обеспечение, и, по меньшей мере, одно дополнительное мультимедийное средство, подключенное к компьютеру с помощью стандартных средств для аудиовизуального представления процесса диагностики и реабилитации пациента в специальной адаптированной форме в виде теста, диагностической, тренажерной или игровой задачи. Мультимедийное средство может представлять собой мультимедийный монитор, мультимедийный проектор, мультимедийные очки или шлем виртуальной реальности.

Недостатком данного комплекса является отсутствие способов корректировки действий пациента в целях правильно и должного выполнения реабилитационных процедур. Также отсутствует система калибровки виртуальной среды под физические возможности пациента.

Опубликован патент «способ реабилитации больных после инсульта или травмы с использованием роботизированного комплекса, включающего экзоскелет конечности человека, управляемый через интерфейс мозг-компьютер посредством воображения движений» (№2622206). БОС реализована путем анализа паттернов мозговой активности пациента при мысленном выполнении поставленной врачом-реабилитологом задачей с последующей подачей зрительного сигнала результатов распознавания выполняемого задания в виде метки на экране. По изменению метки определяют правильность выполнения задания. При этом результаты распознавания выполняемого задания по кинестетическому воображению движения паретичной конечности дополнительно предъявляют по тактильной и проприоцептивной обратной связи посредством экзоскелета, надетого на паретичную конечность пациента.

Недостатком способа реабилитации является отсутствие психоэмоциональной коррекции и самостоятельное действие со стороны пациента при выполнении реабилитационной процедуры.

Известен способ реабилитации пациентов «Способ использования виртуальной цифровой модели ходьбы пациента для дифференцированного построения индивидуальной программы физической реабилитации в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта в зависимости от бассейна поражения» (№2741860). Способ основывается на 3D-видеоанализа движений с помощью цифровой оптико-электронной системы высокого разрешения с последующей анимацией и графическим построением виртуальной модели движения. Основу метода исследования кинематических характеристик составляет регистрация движений в крупных суставах нижней конечности в трёх взаимно перпендикулярных плоскостях – сагиттальной, фронтальной и горизонтальной.

Недостатком метода является отсутствие контроля объема движений пациента при выполнении реабилитационных процедур, в том числе БОС.

Существует программное решение «Комплекс реабилитации с использованием технологии виртуальной реальности» (№2020665733) направленный на реабилитацию пациентов с помощью среды виртуальной реальности. В виртуальной среде реализованы упражнения и тестовые задания, реализуемые в области трудотерапии.

Недостатком программного комплекса является отсутствие контроля биофизических параметров пациента, что снижает эффективность реабилитации.

Известно программное решение «Программа контроля и управления процессом нейромышечной реабилитации с биологической обратной связью с использованием технологии виртуальной реальности» (№2019667746) представляющее собой комплекс взаимодействия модулей оценки местоположения суставов пользователя в пространстве, воспроизведения виртуальной среды с заданной виртуальной сценой, синхронизации (передачи данных) положения суставов пользователя в пространстве для воспроизведения в виртуальной реальности и экспертной оценки динамики движений с синхронизацией с данными параметров пользователя.

Недостатком системы является отсутствие системы воздействия на пациента в качестве коррекции или поощрения в рамках биологической обратной связи, что снижает ограничивает её функционал.

Описан Способ реабилитации больных в различных стадиях нарушений центральной или периферической нервной системы с использованием виртуальной реальности (№2655200) Способ позволяет обеспечить восстановление движения рук и функций ходьбы пациентов на фоне поражения центральной или периферической нервной системы, а также при патологии опорно–двигательного аппарата за счет использования виртуальной реальности с учетом полученной с регистрирующих электроэнцефалографических и электромиографических датчиков.

Наиболее приближенный в заявляемому способу является описанный группой авторов (Norouzi-Gheidari N, Archambault PS, Monte-Silva K, et al. Feasibility and preliminary efficacy of a combined virtual reality, robotics and electrical stimulation intervention in upper extremity stroke rehabilitation. J Neuroeng Rehabil. 2021;18(1):61. Published 2021 Apr 14. doi:10.1186/s12984-021-00851-1) способ реабилитации пациентов, перенесших институт, у которых было выражены потеря контроля над моторикой, отек, боль и спастичность. Представленная персонализированная программа реабилитации верхних конечностей включала: роботизированные действия для работы над движениями достижения пациента с физической помощью; VR-упражнения для отработки движений тяги и захвата без посторонней помощи; нервно-мышечную электростимуляцию для облегчения открывания и закрывания рук. Частота использования каждого метода во время вмешательства определялась в соответствии с индивидуальным потенциалом восстановления рук.

Недостатком метода является необходимость применения роботизированной системы, выполняющей заданные врачом упражнения, без мотивации пациентом, что уменьшает эффективность БОС в процессе реабилитации.

Протокол процедуры реабилитации, описанный авторами в публикации (Junior VADS, Santos MS, Ribeiro NMDS, Maldonado IL. Combining Proprioceptive Neuromuscular Facilitation and Virtual Reality for Improving Sensorimotor Function in Stroke Survivors: A Randomized Clinical Trial. J Cent Nerv Syst Dis. 2019 Jul 25;11:1179573519863826. doi: 10.1177/1179573519863826. PMID: 31384139; PMCID: PMC6659177) включает в себя презентационный экран, на который выводился виртуальный контент, и система

бесконтактного трекинга на основе аппаратного комплекса Nintendo Wii. В качестве реабилитационных процедур применялись игры Balance Bubble Plus, Rhythm Parade, Tennis и Box.

Недостатком системы является отсутствие системы контроля выполнения упражнения и поощрения со стороны системы БОС, что качественно снижает эффективность, а также подача виртуального контента путем двухмерного изображения, что снижает погружение пациента в игровую среду. Стоит отметить и отсутствие собственные программных разработок, направленных непосредственно на выполнение реабилитационных процедур.

Следует отметить, что все представленные тестовые системы имеют ряд общих недостатков, таких как:

1. Биологической обратной связи, синхронизированной с аудиовизуальным контентом и самостоятельными движениями пациента;

2. Пациент самостоятельно выполняет упражнения без физического контроля, или роботизированные/электромиостимуляционные системы самостоятельно управляют движениями без наличия мотивации со стороны пациента;

3. Наличие мотивационного контента с системой улучшения психоэмоционального состояния и мотивации при выполнении реабилитационных процедур пациента;

4. Применяемые упражнения не могут быть скорректированы под персонализированные данные пациента;

5. Программного обеспечения, направленного на медицинское использование и перечня реабилитационных упражнений, основанных на утвержденных протоколах реабилитации в РФ.

Описание рынка, на котором востребован (будет востребован) продукт проекта:

Проект может применяться в таких индустриях, как: реабилитация в медицине; домашняя реабилитация; реабилитация после инсульта; реабилитация после травм верхних конечностей; развитие верхней и мелкой моторики после травм верхних конечностей.

В таком роде решений могут быть заинтересованы следующие компании: компании, направленные на медицинско-технические проекты; частные инвесторы; государственные фонды; акселераторы.

Индустриальные партнеры Центра: в настоящее время индестриальным партнером проекта является унитарное предприятие «ВРТЭК Продакшен».

Коммерциализация разработки Центра предполагается по следующим моделям:

1. Продажа комплексного оборудования (очки виртуальной реальности с предустановленным программным обеспечением, комплект с аппаратным комплексом «Teslasuit»);

2. Предоставление неисключительных лицензий медицинским профильных организациям, частным лицам для реабилитации на дому, как на отдельное программное решение для проведения реабилитационных процедур в виртуальной реальности, так и в комплекте с аппаратным комплексом «Teslasuit» в виде подписки на программный продукт.

Для достижения указанных целей планируется утверждение договоренностей между ДВФУ и унитарным предприятием «ВРТЭК Продакшен» по совместной коммерциализации продуктов в виде комплекса на территории стран СНГ и РФ, с дальнейшими планами выхода на зарубежный рынок домашней реабилитации и научно-исследовательской работы.

# 11. Донской государственный технический университет

**Руководитель проекта:** Мамойко Антон Юрьевич, доцент
ericozz@yandex.ru

**Проект: Организация грузовых перевозок с использованием технологии блокчейн и смарт-контракта для цепочек поставок LCL**

Исходя из различных типов ISO-контейнеров, контейнерный бизнес можно разделить на две категории - грузы с полной контейнерной загрузкой и грузы с не полной контейнерной загрузкой. Сравнение пропускной способности контейнеров с полной и не полной загрузкой в Китае показывает, что пропускная способность контейнеров с не полной загрузкой составляет всего 5% в общем объеме контейнерного бизнеса. В бизнесе контейнеров с не полной загрузкой в основном доминируют мелкие и средние грузовладельцы и экспедиторские агентства.

В то время как крупные экспедиторские агентства и грузовладельцы используют контейнеры с полной загрузкой, и их процессы также высоко автоматизированы, мелкие и средние грузовые клиенты в основном используют контейнеры с не полной загрузкой и с очень низкой степенью автоматизации своих процессов. В нашем проекте мы предлагаем использование информационных технологий для того, чтобы сделать операции с контейнера с не полной загрузкой более интеллектуальными и интегрированными как часть инфраструктуры логистического кластера, что, несомненно, принесет пользу грузоотправителям и экспедиторам малого и среднего бизнеса.

По данным маркетинговых исследований, рынок контейнеров с не полной загрузкой неравномерно распределен в различных портах Китая, и многие посредники пользуются этим для получения более высоких прибылей из-за непрозрачности рынка. Это еще больше осложняется существующими ручными процессами, которые являются утомительными и очень сложными, что приводит к снижению эффективности.

Операции с контейнерами с не полной загрузкой могут быть связаны электронным способом между экспедиторскими агентствами, грузовладельцами и судоходными компаниями для сокращения бумажной работы и повышения точности информации. Процесс включает в себя передачу физических товаров сначала на склады контейнеров с не полной загрузкой, а затем в порты, при поддержке электронной связи между несудоходным оператором (NVOCC) и складом. Это помогает обеспечить передачу товаров со складов в порты для погрузки в установленные сроки.

Когда грузовладельцам необходимо отправить небольшие объемы грузов за границу, они обычно ищут транспортных операторов, обращаясь в экспедиторские агентства. Однако, поскольку большинство экспедиторских агентств не имеют доступа к бронированию судоходных компаний, грузовладельцам приходится искать NVOCC, которые предлагают доступ или права на бронирование. Однако из-за непрозрачности рынка трудно идентифицировать таких NVOCC на открытом рынке, что создает дополнительные слои брокерских услуг, приводящие к повышению цен и увеличению времени бронирования.

После того, как NVOCC подтверждают заказы с судоходными линиями, они сообщают экспедиторским агентствам время и местоположение порта, куда будут доставлены грузы. После составления заказов на перевозку грузов через несколько экспедиторских агентств грузовладельцы найдут своего перевозчика, который доставит груз на назначенный склад в соответствии с назначенным временем. За два дня до отправления NVOCC отправляют уведомления об отгрузке на склады, чтобы те могли подготовить грузы для отправки. После погрузки грузов в контейнер склад отправляет полные контейнеры на портовый терминал для таможенного декларирования. В течение двух дней после отгрузки NVOCC получают от судоходных компаний генеральную накладную (MB/L), а в ответ выдают экспедиторскому агентству, предназначенному для грузоотправителя, транспортную накладную (HB/L). Даже если в одной сделке участвует много экспедиторских агентств, HB/L все равно доходит до грузоотправителя, чтобы он мог потребовать оплаты от своего грузополучателя. На рисунке 1 показаны существующие международные операции в Китае, а на рисунке -2 существующая цепочка поставок.

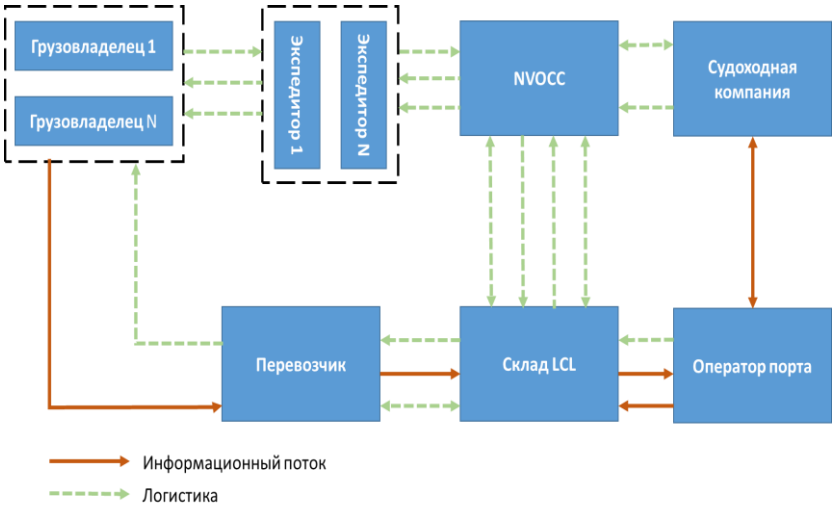



Рисунок 1. Существующие международные операции в Китае

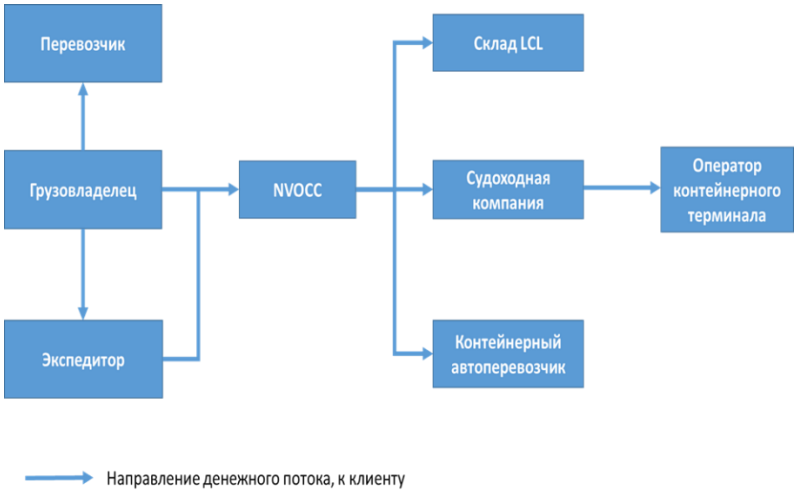



Рисунок 2. Существующая цепочка поставок

Нами был проведен опрос руководителей о необходимости оптимизации процесса контейнерных перевозок с помощью цифровых технологий и о том какие цифровые технологии повысят эффективность в транспортной отрасли.

Затем нами был разработан алгоритм принятия решения о необходимости применения технологии блокчейн.

Нами была было предложено использовать блокчейн платформу информационного обмена и интегрировать ее в цепочку поставок контейнеров с не полной загрузкой

На основе предложенной нами блокчейн платформы информационного обмена была разработана модель принятия решений при поиске транзитных мощностей, получения информации о спросе на перевозки и др.

Нами был проанализирован текущий процесс грузовых перевозок в транспортных узлах и цепочки поставок контейнеров с неполной загрузкой.

И предложен усовершенствованный процесс грузовых перевозок в транспортных узлах и цепочки поставок, представленный на рисунке 3.

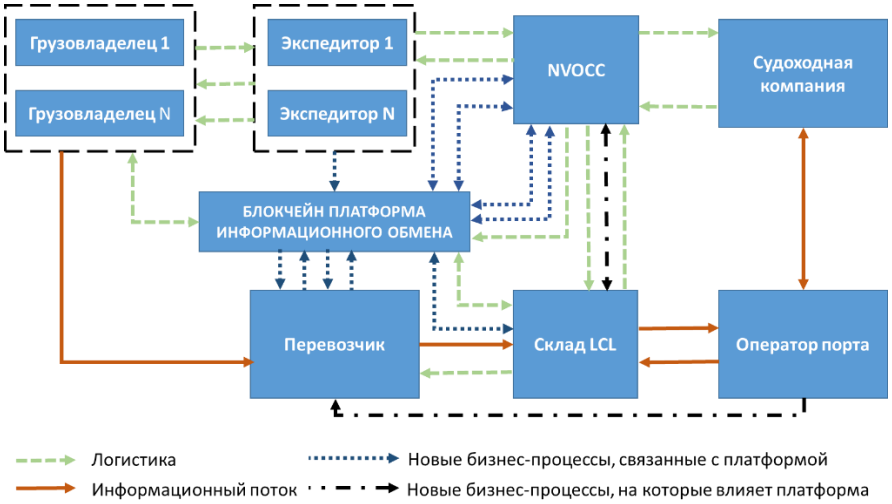



Рисунок 3. Усовершенствованный процесс грузовых перевозок в транспортных узлах и цепочки поставок

Технология блокчейн обеспечит три ключевых преимущества в операциях LCL:

1. Укрепление доверия между участниками этих операций. Блокчейн позволяет таким устройствам, как RFID-считыватель, участвовать в транзакциях в качестве доверенной стороны. Хотя человек А может не знать устройство Б и не доверять ему косвенно, нестираемая запись транзакций и данные с устройств, хранящиеся в блокчейн, обеспечивают необходимое доверие для сотрудничества всех участников цепочки

2. Сокращение затрат и времени за счет устранения из процесса "посредника". После налаживания операций необходимость в NVOCC может отпасть;

3. Ускоряет проведение большего количества транзакций, так как в этом процессе будет меньше действий "из рук в руки". Например, тарифные коды, классификационные данные, информация о происхождении, сертификаты импорта и экспорта, таможенная стоимость, статус оформления и другая необходимая информация о грузах теперь доступна для всех вовлеченных сторон и заполняется с помощью одного уникального

идентификатора. При этом они защищены от манипуляций, что обеспечивает такое же доверие, как сертификаты, печати и подписи.

Предлагаемая модель с использованием технологии блокчейн имеет ряд потенциальных преимуществ для грузоотправителей и экспедиторов с точки зрения снижения общих затрат, это означает, что фактические затраты на торговлю и пропуск грузов, такие как операционные расходы и временные затраты, будут снижены благодаря использованию блокчейн платформы информационного обмена. Между тем, платформа контролирует каждый узел в процессах экспедирования грузов от грузоотправителей до перевозчиков, при этом информация собирается и передается с помощью мобильных или веб-сервисов. Система мониторинга и анализа операций в режиме реального времени необходима при использовании информационно-коммуникационных технологий для отслеживания грузов, а для контроля общих рисков и минимизации потерь, кредитных рейтингов участников, коммерческую репутацию участников будет использована технология блокчейн.

Благодаря интеллектуальному анализу данных в режиме реального времени предлагаемая модель может эффективно помочь компаниям понять потребности грузоотправителей и разработать для них новые продукты. В то же время, благодаря постоянному развитию технологии блокчейн, участники могут добиться желаемой интеграции различных информационных систем в различных сложных цепочках поставок.

Использование блокчейн платформы в практической деятельности транспортных предприятий способствует финансовой устойчивости, предотвращению потерь, повышению надежности функционирования и эффективности принятия управленческих решений. Технология блокчейн обеспечивает прослеживаемость, прозрачность, проверяемость, посредством неизменяемых данных о происхождении доверенных транзакций в цепи, децентрализованно, без посредников или доверенных третьих сторон. В нашем проекте мы рассмотрели потенциальную роль технологии блокчейн в преобразовании портовых логистических операций и услуг, способы использования, которые улучшают обслуживание в транспортных узлах. Кроме того, мы используем архитектуру блокчейн с разрешением для создания карты портовых логистических услуг, чтобы выделить компоненты системы, участников и альтернативные варианты развертывания для автоматизации грузовых перевозок в транспортных узлах.

Наш проект определяет возможности технологии блокчейн во многих потенциальных приложениях в процессе грузовых перевозок в транспортных узлах. Кроме того, предложены основанные на блокчейн структуры, архитектуры и схемы последовательности для доверенных операций между различными заинтересованными сторонами в транспортном узле.

# 12. Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН

**Руководитель проекта:** Рябушко Виталий Иванович, Заведующий отделом аквакультуры и морской фармакологии, главный научный сотрудник, доктор биологических наук
innovation@ibss-ras.ru

**Проект: Выращивание Черноморского гребешка Flexopecten glaber ponticus**

На мировом рынке морепродуктов среди двустворчатых моллюсков морские гребешки занимают всё более весомую долю. В последние несколько лет плоского гребешка Flexopecten glaber, обитающего в Средиземном море, относят к потенциальным объектам марикультуры. Судьба гребешка в Чёрном море в конце XX – начале XXI века и до недавнего времени выглядела неопределённой в связи с сокращением его естественных поселений. Гребешок был включён в Красную Книгу Крыма со статусом вида, сокращающегося в численности. Однако данные последних лет свидетельствуют о восстановлении в популяции гребешка у берегов Крыма. В массовом количестве личинки гребешков оседают в садки с устрицей, выращиваемой на морском шельфе Чёрного моря.

Окраска раковин гребешков варьирует от белой или жёлтой до оранжевой и коричневой (рис. 1). Наиболее высокий темп роста гребешков при садковом выращивании отмечен в первый год жизни: средняя длина моллюсков составляет 25,9 мм. К концу второго года моллюски достигают товарного размера – 42 мм. Линейные размеры наиболее крупных гребешков в возрасте 3 лет составляют более 55 мм и общим весом – более 40 г.

Половозрелыми гребешки становятся в первый год жизни. Гребешок – гермафродит с одновременным созреванием половых продуктов (рис. 2). Нерест порционный. Сначала происходил вымет сперматозоидов, а затем яйцеклеток. Через 7 часов после оплодотворения формируется стереобластула. Развитие второй личиночной стадии - трохофоры завершается на 10 часу после оплодотворения. Затем формируется раковина и через сутки все личинки переходят в стадию велигера. Личинки начинают питаться микроводорослями.

Рис. 1. Выращивание черноморского гребешка Flexopecten glaber ponticus в садках

На восьмые сутки выращивания (стадия велигера) длина раковины личинок составила 88 мкм, среднесуточный прирост на этой стадии – около 3 мкм/сут. Продолжительность выращивания личинок гребешка до момента оседания – более 30 сут. В природных условиях на морской ферме гребешки, осевшие из планктона в садки с устрицей, достигают размеров 5–7 мм в течение двух месяцев. Личинки большинства видов двустворчатых моллюсков на стадии велигера очень схожи. Для идентификации личинок гребешка в планктоне необходимо изучать строение замкового края, как важного видового признака.

Полученные данные о продолжительности эмбрионального и личиночного развития гребешка могут быть использованы при разработке биотехники его выращивания, как перспективного вида аквакультуры.

Рис. 2. Эмбриональное и личиночное развитие черноморского гребешка Flexopecten glaber ponticus

Преимущества проекта в сравнении с прототипами или аналогами: предложение на рынок морепродуктов Китая черноморского гребешка Flexopecten glaber ponticus.

Область применения проекта: Аквакультура.

Перспективы коммерциализации: расширение объектов культивирования в морских хозяйствах Китая новым перспективным видом моллюсков.

**Руководитель проекта:** Боровков Андрей Борисович, Заведующий отделом биотехнологий и фиторесурсов, ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук
innovation@ibss-ras.ru

**Проект: Организация производства Dunaliella salina как источника бета-каротина**

Описание проекта

- Поиск подходящей производственной площадки в условиях Крыма (юга России?) и Китая.
- Проведение сметно-конструкторских работ под конкретные производственные условия и инфраструктуру.
- Заключение договоров о намерениях на поставку готовой продукции.
- Строительные работы.
- Обучение персонала.
- Заключение договоров на поставку готовой продукции.
  Подготовка инокулята водоросли.
- Запуск производства.
- Выход на проектную мощность, серийное производство.

Преимущества проекта в сравнении с прототипами или аналогами:

- Используемые высокопродуктивные штаммы Dunaliella salina.
- Высокая производительность разработанных систем культивирования.
  Управляемые условия выращивания.
- Простая технологическая схема работы.
  Непрерывный производственный цикл.

Область применения

Биомасса Dunaliella salina, обогащённая β-каротином, проявляет антиоксидантные, антиканцерогенные и регуляторные свойства для профилактики ряда заболеваний и в качестве общеукрепляющего препарата. В отличие от других водорослей, клетки Dunaliella salina лишены целлюлозной или пектиновой оболочки, что существенно облегчает усвоение биомассы водоросли. Применима в качестве БАД для реабилитации больных, переболевших Covid19, так и для профилактики заболеваний, связанных со снижением иммунитета.

Реализация проекта позволит:

- Организовать производство натурального красителя и антиоксиданта бета-каротина.

- Создать предпосылки для пищевой промышленности по замене синтетических канцерогенных красителей на безвредные натуральные,

- Создать предпосылки для фармацевтических предприятий по расширению спектра продукции в сфере биологически активных добавок.

**Руководитель проекта:** Боровков Андрей Борисович, Заведующий отделом биотехнологий и фиторесурсов, ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук
innovation@ibss-ras.ru

**Проект: Скрининг каротиногенных микроводорослей перспективных к промышленному производству**

Описание проекта

- Поиск и морфо-физиологический анализ в условиях культуры новых видов и штаммов каротиногенных микроводорослей, перспективных для промышленного получения биомассы в климатических условиях Крыма (юга России?) и Китая.

- Ретроспективный анализ литературных сведений по проблеме массового культивирования микроводорослей для одновременного получения высоко ценных каротиноидов (бета-каротина, лютеина, фукоксантина, астаксантина, кантаксантина, адониксантина), полиненасыщенных жирных кислот и технических липидов для биотоплива.

- Создание коллекции каротиногенных микроводорослей различной таксономической и экологической специализации. Экспедиционные работы в степные, приморские и высокогорные районы по поиску экстремофильных штаммов каротиногенных микроводорослей.

- Получение альгологически чистых и аксеничных культур новых штаммов, апробация и оптимизация методов их коллекционного хранения.

- Определение таксономического статуса новых штаммов микроводорослей с использованием полифазного подхода (методами световой и электронной микроскопии, молекулярно-генетического анализа, тонкослойной и высокоэффективной жидкостной хроматографии).

- Разработка стандартизированной (унифицированной) схемы двухстадийного культивирования исследуемых штаммов и оценки их продукционных характеристик (по выходу сухой биомассы, суммарных каротиноидов, полиненасыщенных жирных кислот и липидов) для сравнительного анализа коммерческого потенциала новых и официальных коллекционных штаммов.

- Оптимизация методов лабораторного культивирования с акцентом на специальные методы индукции вторичного каротиногеза у наиболее перспективных штаммов с целью повышения выхода целевых продуктов.

- Апробация и оптимизация лабораторных регламентов в условиях различных пилотных систем культивирования. Разработка методов оперативного контроля и коррекции состояния культур штаммов-продуцентов в условиях полупромышленного культивирования.

- Оформление заявок на изобретение.

- Разработка технологии промышленного производства каротиногенных микроводорослей с возможностью комплексного использования их биомассы, как источника суммарных каротиноидов, полиненасыщенных жирных кислот и технических липидов.

Используемые в настоящее время виды микроводорослей в качестве источника каротиноидов (Haematococcus pluvialis, Dunaliella salina) очень сложны в культивировании,

требуют специфических условий выращивания и высококвалифицированного персонала. Реализация проекта позволит выявить виды микроводорослей, имеющие высокий потенциал промышленного использования, способные к гиперсинтезу каротиноидов и при этом обладающие более высокими скоростями роста и не требующие сложных специфических условий культивирования.

Область применения

Производство биологически активных добавок к пище. Биомасса каротиногенных микроводорослей, обогащённая различными каротиноидами, проявляет антиоксидантные, антиканцерогенные и регуляторные свойства для профилактики ряда заболеваний и в качестве общеукрепляющего препарата, в т. ч. для реабилитации больных, переболевших Covid19.

Реализация проекта позволит:

- выявить новые виды и штаммы коммерчески перспективных каротиногенных микроводорослей,
- оптимизировать двухстадийную технологию получения их биомассы применительно к климатическим условиям Крыма,
- снизить себестоимость конечных продуктов ее дальнейшей переработки (каротиноидов и липидов) за счет возможности одновременного получения из одного и того же сырья,
- создать фонд (коллекцию) промышленных штаммов-продуцентов каротиноидов и липидов, адаптированных к природным условиям региона для использования на собственных (совместных) производствах и реализации потенциальным потребителям.

# 13. Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук

**Руководитель проекта:** Столяров Владимир Владимирович, Главный научный сотрудник, Профессор, Доктор технических наук
vlstol@mail.ru

**Проект: Модифицирование водородных ловушек в металлах и сплавах электрическим импульсным током для борьбы с водородным охрупчиванием**

Интенсивное взаимодействие между водородом и металлическими материалами часто вызывает катастрофическое разрушение в виде газовых раковин и вызванных водородом трещин в высокопрочных сплавах, включая стали, сплавы Al и Ti, что широко известно, как водородное охрупчивание (ВО). Существующие методы решения проблемы ВО включают нанесение защитных покрытий и увеличение количества водородных ловушек, которыми являются структурные несовершенства, такие как дислокации, границы зерен, частицы второй фазы для торможения диффузии водорода. Однако нанесение покрытий во многих случаях невозможно из-за необходимости сохранения структурной целостности или износа при эксплуатации. Введение водородных ловушек в металлические сплавы также часто меняет механические свойства и характеристики. Более того, эти ловушки насыщаются после периода определенного срока службы и теряют функцию предотвращения водородного охрупчивания в открытой системе с водородной средой. Таким образом, удаление водорода из высокопрочных сплавов, загрязненных водородом, в полевых условиях является ключевой технологией преодоления ВО, которой, к сожалению, пока отсутствует. Здесь мы предлагаем оригинальную стратегию для устранения или уменьшения ВО путем удаления водорода с помощью электроимпульсной обработки (ЭИО). Этот метод был успешно использован для залечивания микротрещин или микропор, ускорения процессов возврата и даже рекристаллизации деформированных микроструктур, снятия остаточных напряжений и влияния на выделения частиц вторых фаз за счет джоулева нагрева и/или электронного ветра. Несмотря на то, что точный механизм ВО до сих пор остается предметом обсуждений, общепризнано, что ВО тесно связан с взаимодействием водорода и дислокаций; таким образом, ожидается, что ЭИО может помочь удалить атомы водорода, связанные со структурными ловушками, чтобы последние могли снова продолжить свою функцию поглощения водорода. В этом совместном с зарубежными партнерами проекте мы предлагаем систематически изучить способы удаления водорода из трех типов высокопрочных сплавов с различными типами ловушек: (i) Чистый титан и высокопрочный сплав на его основе; (ii) чистый алюминий и высокопрочный алюминиевый сплав; (iii) высокопрочные многофазные марганцовистые стали и мартенситные стали, упрочняемые закалкой в процессе прессования. Исследуемые материалы специально обрабатываются так, чтобы содержать различные типы водородных ловушек, после чего подвергаются наводороживанию; затем они дегидрируются с помощью ЭИО, который сопровождается измерением остаточного содержания водорода и тщательным сравнением устойчивость к дегидрированию различных ловушек. Влияние

параметров ЭИО, включая плотность и частоту тока, длительность импульса и общую продолжительность токового воздействия на кинетику дегидрирования исследуется для всех материалов. Кроме того, изучается возможность совмещения ЭИО и пластической деформации для ускорения дегидрирования. Предполагается, что такое направление совместного исследования будет способствовать созданию гибкой технологии дегидрирования высокопрочных сплавов в широком интервале внешних условий с большими преимуществами энергоэффективности и удобства; следовательно, можно не только избежать катастрофического ВО, но и значительно продлить срок службы элементов конструкции из высокопрочных сплавов. Обе исследовательские команды используют различные виды исследований в соответствии с их предыдущим опытом работы с определенными типами материалов; между тем, схема исследования организована так, чтобы результаты, полученные обеими сторонами, можно напрямую сравнивать и давать представление о процессе дегидрирования различных ловушек в зависимости от параметров ЭИО.

Ожидаемые результаты и их значимость

Предполагается, что будут:

1. Измерены механические свойства при растяжении всех материалов до и после наводороживания разной концентрации для количественной оценки потери прочности/пластичности в результате водородного охрупчивания;

2. Отобраны образцы, которые значительно теряют прочность/пластичность вследствие наводороживания, для проведения ЭИО с разными режимами тока или отдельной термообработки.

3. Измерены повторно механические свойства при растяжении образцов, полученных на этапе (2), чтобы оценить влияние как ЭИО, так и традиционной термообработки.

4. Выполнено растяжение без разрушения в сопровождении импульсного тока разных режимов образцов, отобранных на этапе (3), для непосредственной оценки влияния деформации, теплового эффекта, вида и режимов тока.

5. Исследована микроструктура и содержание водорода в образцах, демонстрирующих вредное влияние водорода и благотворное влияние температуры или ЭИО.

Преимущества проекта

Совместный проект будет использовать преимущества каждого партнера. Исследовательский опыт проф. Луо и его команды достаточно высокий, так как он работал над проектами по различным высокопрочным сталям и им накоплен большой опыт в производстве, обработке и структурном сопровождении их получения. Группа проф. Луо изобрела самую прочную и пластичную марганцовистую сталь на сегодняшний день, используя новый процесс теплой прокатки. Важно, что им исследован принцип стратегии удаления водорода из сплавов с помощью ЭИО в предварительных экспериментах. Им также продемонстрировано, что, используя ЭИО, можно восстановить пластичность, потерянную при наводороживании.

Столяров руководил исследовательской группой по изучению влияния тока на деформируемость и прочность различных металлов и сплавов при растяжении или прокатке. Им установлено, что вид и режим тока, существенно влияет на механические свойства, либо приводя к разупрочнению или упрочнению без существенного изменению температуры. Предполагается, что этот результат обусловлен особым взаимодействием тока и кристаллических дефектов, способствующим либо их залечиванию, либо

размножению. Текущий совместный исследовательский проект будет способствовать пониманию физического механизма ЭИО и его управлению для повышения сопротивления водородному охрупчиванию.

Международное сотрудничество состоит в реализации общей темы проекта, обмене исследовательскими материалами и научной информацией, доступной российскому и китайскому коллективам. Каждая команда имеет определенные сильные стороны, сочетание которых в проекте позволит достичь цели и успешно завершить проект.

Ожидается также, что в рамках совместного проекта будут обучаться молодые исследователи, в том числе кандидаты и аспиранты с обеих сторон в области создания новых материалов, проектирования процессов, контроля микроструктуры и расширенной аттестацией микроструктуры. Это станет отправной точкой плодотворного сотрудничества между материаловедами с обеих стран.

Научная значимость и актуальность решения обозначенной проблемы

Водородное охрупчивание было известно в основном в высокопрочных сталях в течение многих десятилетий [1] и в настоящее время получает все большее внимание также для высокопрочных сплавов на основе Al и Ti [2, 3], поскольку может привести к катастрофическому разрушению конструкций. Его часто оценивают по уменьшению прочности и относительного удлинения до разрушения при испытании на растяжение. Водородное растрескивание часто сопутствует высоким внутренним напряжениям, вызываемым фазовым превращением или температурным градиентом в сплавах, что значительно снижает усталостную долговечность.

Водородное охрупчивание — сложный процесс, включающий возможное образование гидридов или рекомбинацию атомарного водорода в молекулярный на дислокациях и нанопорах, агрегированное водородное растрескивание и т. д. [4, 5]. Поскольку это обычно происходит при низкой температуре (менее 300°C) и возникает в результате агрегации диффундирующих атомов водорода, то высокотемпературная термообработка может способствовать устранению водородного охрупчивания, удалив источник водорода и заставив водород внутри металла диффундировать наружу. Такой подход использовался для сварных соединений высокопрочных Cr-Mo-V сталей, но был применим только на стадии изготовления, а не при эксплуатации, поскольку обычно требуется большая продолжительность и высокая температура процесса [6].

Другим альтернативным методом является разделение материала и источника водорода с помощью защитного покрытия [7]. Однако, это невозможно осуществить в условиях износа во время эксплуатации или при необходимости сохранения свойств поверхностного слоя. Другим методом предотвращения водородного охрупчивания является введение специально создаваемых ловушек водорода в высокопрочные сплавы для значительного повышения стойкости, что интенсивно исследуется в последние годы. Эти водородные ловушки фактически представляют собой структурные дефекты, включая границы зерен, дислокации и выделения, которые могут захватывать атомы водорода, препятствуя их диффузии и накоплению в вершине трещин в процессе эксплуатации [7]. Более того, некоторое специальное легирование также может повысить стойкость к водородному хрупчиванию, например, алюминием TWIP стали с высоким содержанием марганца [7]. Очевидно, что введение всех этих типов ловушек в металлические материалы и специальная стратегия легирования изменяют как механические свойства, так и механизм упрочнения дефектами. Такой подход послужил основой изобретения новых

сплавов для работы в открытой водородной среде, однако он должен быть пересмотрен с учетом требований конкретного применения. Более того, эти ловушки в конечном итоге насыщаются опять водородом при длительном воздействии источника водорода и не могут улавливать атомы водорода и предотвращать водородное охрупчивание. Это актуальное изобретение нового сплава для работы в открытой водородной среде, которое должно быть переоценено по многим аспектам в соответствии с требованиями конкретного применения.

1. GH Broomfield, Physical hydrogen embrittlement of steel at elevated temperatures, Nature, 1962, 196, 824-825

2. Kumar, S. Precipitation hardening and hydrogen embrittlement of aluminum alloy AA7020/ T. Namboodhiri // Bulletin of Materials Science. 2011Vol. 34, no. 2. 311–321.

3. Eberhart, Mark (2003). Why things break. New York: Harmony Books. p. 65. ISBN 978-1-4000-4760-4.

4. Robertson, Ian M. et al (2015). Hydrogen Embrittlement Understood. Metallurgical and Materials Transactions A. 46A (6): 2323–2341.https://doi:10.1007/s11661-015-2836-1

5. CL Briantand, SK Banerji, Embrittlement of Engineering Alloys. Academic Press, New York, 1983.

6. Federal Engineering and Design Support. "Embrittlement" (PDF). Fastenal. Fastenal Company Engineering Department. Retrieved 9 May 2015.

7. Sandeep Kumar Dwivedi, Mnish Vishwakarma. Hydrogen embrittlement in different materials: A review. International Journal of Hydrogen Energy, 43(2018)21603-21616; https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.09.2019.

# 14. Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова Российской академии наук

**Руководитель проекта:** Кольчугина Наталья Борисовна, Заведующий лабораторией №12, ведущий научный сотрудник, Доктор технических наук
merciles@mail.ru

**Проект: Водородопроницаемые мембраны из сплавов Pd и мембранные элементы для глубокой очистки водорода и разделения газовых смесей**

Цель проекта: Создание конкурентоспособных на мировом рынке, высокоэффективных мембранных элементов с ультратонкими металлическими мембранами из сплавов палладия для получения высокочистого водорода. Мембранные элементы должны отличаться повышенной производительностью, надежностью и снижением расхода палладия по сравнению с существующими.

Решаемые задачи:

- Разработка технологии получения бездефектной вакуумноплотной фольги толщиной от 30 до 10 мкм со стабильной структурой и размером зерна намного меньшей ее толщины;
- Изготовление мембранных элементов и тестирование их по всем мембранным характеристикам;
- Оценена производительность по водороду мембранных элементов;
- Разработка комплекта рабочей конструкторской документации по ЕСКД на мембранный элемент;
- Создание РИД (международного образца);
- Изготовление опытной установки получения сверхчистого водорода производительностью по водороду 1 м3/ч.

Существующий задел

В ИМЕТ РАН исследован комплекс мембранных характеристик сплавов палладия с элементами I, III и VIII групп ПС. Разработана технология получения из этих сплавов вакуумноплотных фольг толщиной до 30 мкм. Разработана конструкция плоских мембранных (фильтрующих) элементов (ФЭЛы), использующая мембраны в виде дисков диметром 50 мм и 150 мм из фольг палладиевых сплавов разной толщины (30 мкм и 50 мкм) и созданы опытные образцы герметичных мембранных элементов

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| **Мембранный фильтрующий** | | **Мембранный фильтрующий** |

| | | |
|---|---|---|
| **элемент в разобранном виде.** Состоит из палладиевых мембран; профилированных стальных рамок; пористого разделительного элемента; патрубка для отвода | | **элемент в сборе.** Мембраны – PdInRu; Dм=100мм; толщина 30 мкм; Dэл=113мм, толщина элемента 4 мм. |

На сегодняшний день наименьшие капитальные затраты и время ввода в эксплуатацию требуется для создания аппаратов извлечения водорода с помощью полимерных мембран (табл. 1). Однако этим способом получают только водород технической чистоты (<95-97%). Дальнейшая очистка требует более дорогих и материалоемких способов. Методом короткоцикловой адсорбции (КЦА) можно получить чистый водород чистотой 99,995%, однако подобная установка имеет достаточно высокую стоимость, многостадийность получения водорода не позволяет использовать этот метод в автономных и мобильных энергетических установках.

Таблица 1

Сравнение показателей способов очистки и извлечения водорода из промышленных газовых смесей

| Показатели | Полимерные мембраны | Коротко цикловая адсорбция (КЦА) | Криогенный | Неорганические мембраны (Pd сплавы) |
|---|---|---|---|---|
| Чистота $H_2$, об.% | 95 - 97 | <99,995 | >95 - 99 | >99,9999 |
| Степень извлечения $H_2$, % | < 95 | 75 - 85 | 90 - 98 | 60 - 99 |
| Рабочая температура, °С | < 150 | <100 | - 273 | 300 - 600 |
| Давление, МПа<br>- на входе<br>- на выходе | <br>1,0 – 5<br>0,1 - 2 | <br>1,0 – 5<br>0,1 - 2 | <br>1,0 - 4,0<br>до 5,0 | <br>0,3 – 20<br>0,001- 10 |
| Производительность установок, $Q_{H2}$, м$^3$/ч | 50 - 5000 | 50 - 10000 | 500 - 1000 | 0,05 - 1000 |
| Потребность в предочистке | Требуется опционально | требуется | требуется | нет |
| Капитальные затраты, USD/ (м$^3$/ч) | 5 - 50 | 500 - 2000 | > 700 | 10 - 80 |
| Сроки ввода, годы | << 1 | 1-2 | 2-3 | < 1 |

Мембранный способ (с мембранами на основе сплавов Pd) очистки и извлечения высокочистого водорода (>99,9999 об. %) из промышленных газовых смесей может с успехом конкурировать с другими промышленными способами, поскольку превосходит их характеристики по нескольким важным параметрам. Метод экологичен, не требует предочистки, разогрев мембран возможен с использованием тепла входящей смеси и сжигания обедненной смеси газов (энергосберегающий процесс). Расширенный диапазон рабочих температур и давлений позволяет совместить производство смесей каталитической конверсии углеводородов, спиртов, эфиров и биогаза с процессом

извлечения высокочистого водорода. Мембранные очистители, интегрированные с топливными процессорами, способны обеспечить получение дешевого чистого водорода для разработки чистых автономных мобильных и стационарных источников энергии на топливных элементах и обеспечение их необходимым топливом, получаемым как на борту транспорта, так и от заправочных станций.

Основные требования к мембранным сплавам палладия

- высокая водоподопроницаемость;
- низкая склонность к дилатации при насыщении водородом;
- стойкость в агрессивных газовых средах;
- высокие пластичность и прочность при эксплуатации в диапазоне температур 300–600 ºС.

Надежность и результативность работы мембраны в разных газовых средах также связаны с каталитической активностью мембранного сплава в данной среде, динамикой водородопроницаемости и механических свойств, вызванной структурными и поверхностными изменениями при её эксплуатации.

Наиболее перспективные конфигурации мембран для селективного отделения водорода: трубчатые и дисковые. Трубчатые мембраны легко очищаются и демонстрируют хорошую гидродинамику. Главный недостаток в том, что они требуют относительно большого объема металла на единицу площади поверхности и, следовательно, имеют высокую стоимость. В плоских листовых мембрана объем металла на единицу площади поверхности значительно меньше, однако они поддаются закупорке, обусловленной точками застоя потока, трудны в очистке и так же дороги.

Таблица 2.

Сравнительные характеристики мембранных элементов (МЭ) различной конструкции

| **Наименование показателей** | **Конструкция элемента** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Трубчатая, ГИАП** | **Трубчатая, Гиредмет** | **Трубчатая, Reb Research (USA)** | **Плоская ВНИИМТ** | **Диск, ИМЕТ,** |
| **Площадь рабочей поверхности МЭ, м²** | 0,138 | 0,188 | 0,09 | 0,114 | 0,033 |
| **Материал мембраны** | B1* | Pd-Ag-Ni | Pd | B1* | Pd-In-Ru и др. |
| **Толщина мембраны, мм** | 0,1-0,12 | 0,12 | 0,1-0,12 | 0,1 | 0,05 – 0,01 |
| **Расход сплава, кг/м²** | 1,2-1,4 | 1,6 | 1,2-1,4 | 1,2 | 0,6-0,12 |
| **Рабочая температура, К** | 670-870 | 670-720 | 570-770 | 670-870 | 570-970 |
| **Рабочее давление, МПа** | 2,5-20,0 | 1,0 | 1,0-2,7 | 2,4 | 1,0-10,0 |
| **Удельная производительность нм³/м²ч МПа** | 15,8-19,0 | 6,6 | 26,6 | 30,5 | 43,6-218 |
| **Способ герметизации МЭ** | Пайка Ag | Пайка Ag | Пайка Ag | плазменная сварка | Диффузионная и аргонодуговая сварки |

*B1 – 15Ag-3Au-0.6Pt-0.6Ru-0.2Al (мас.%)

Потенциальные конкуренты:

1. Энергетический исследовательский центр (Нидерланды) производит палладиевые мембраны на подложке из оксида алюминия для опытных заводов, с толщиной селективного слоя 3–9 мкм и площадью рабочей поверхности до 0.4 м2.
2. Частная кампания MRT производит мембраны либо в виде катаных фольг, либо тонких осажденных пленок (8–15 мкм). Максимальная площадь поверхности - 0.6 м2.
3. Японская кампания (JC) разрабатывает газоразделяющие мембраны из палладия на подложке из Al2O3. Площадь поверхности селективного слоя 28.3. см2.
4. SINTEF исследовательский и образовательный центр в области технологий окружающей среды разработал очень тонкий (2–3 мкм) селективный слой из сплава палладия на микропористой подложке, способный работать при высоком давлении.

Израильская кампания ACKTAR разрабатывает мембраны толщиной 3–5 мкм из Pd и Pd-Ag на стальной подложке.

Область применения проекта:

- Ракетная и авиационной техника (жидкий водород для космодромов, стартовых комплексов и ракетных двигателей);
- Топливные элементы при создании экологически чистых автономных стационарных и мобильных энергоустановок для наземного транспорта, подводного и надводного флота, передвижных армейских радиостанций;
- Ядерная область (мембранные методы разделение изотопов и очистка отработанных топлив реакторов);
- Микро и нано электроника, волоконная оптика, системы информатики и телемеханика.

# 15. Институт органической химии им. Н. Д. Зелинского Российской академии наук

**Руководитель проекта:** Ферштат Леонид Леонидович, заведующий лабораторией, доктор химических наук
fershtat@ioc.ac.ru

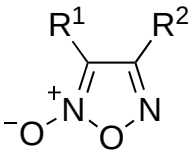
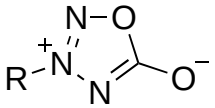
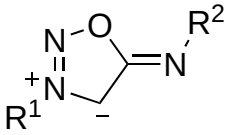
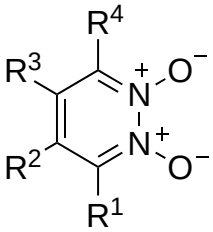
**Проект: Гетероциклические доноры оксида азота как платформа для получения фармакологически активных веществ широкого спектра действия**

В настоящее время сердечно-сосудистые заболевания прочно удерживают первое место среди причин смертности населения Земли. Среди лекарственных препаратов, которые обладают терапевтическим эффектом для их лечения, важное значение имеют NO-доноры – вещества из класса азот-кислородных систем, способные высвобождать в организме человека оксид азота (II) (NO), который обладает сильным сосудорасширяющим действием. NO играет мультимодальную роль в организме и является одним из необходимых и универсальных регуляторов клеточного метаболизма, оказывая ключевое воздействие на разнообразные физиологические процессы. Благодаря этому многие NO-донорные вещества обладают широким спектром фармакологической активности, воздействуя практически на все системы жизнеобеспечения человека. Этот факт подтверждается также тем, что введение NO-донорного скаффолда в структуру фармакологически активного вещества зачастую приводит к улучшению фармакологического профиля последнего. Однако внедренные на данный момент в медицинскую практику NO-донорные препараты (производные нитроэфиров) обладают рядом недостатков. Длительное их применение приводит к развитию толерантности и проявлению побочных эффектов, связанных с резкой вазодилатацией (сильные головные боли, гипотензия). Поэтому поиск новых селективных NO-доноров, обладающих оптимальной скоростью генерации оксида азота и широким спектром действия, остается актуальным.

В последние годы химия азот-кислородных систем переживает бурный рост. Открытие ряда физиологических и патофизиологических процессов, связанных с участием NO, способствовало появлению большого числа фармакологических исследований, направленных на разработку и синтез новых лекарственных препаратов, способных напрямую или косвенно влиять на метаболизм NO. Значительные результаты в этой области были достигнуты для различных классов NO-доноров. На основе гетероциклических N-оксидов (фуроксанов, сиднониминов, азасиднонов, пиридазинди-N-оксидов) была создана серия новых лекарственных предшественников, полезных в терапии сердечно-сосудистых заболеваний различного генеза (например, молсидомин в ряду сиднониминов). Некоторые синтезированные в фуроксановом ряду NO-доноры могут составить конкуренцию уже введенным в медицинскую практику препаратам, в первую очередь из-за отсутствия нитратной толерантности, что позволяет рассчитывать на применение производных фуроксана в лечении сердечно-сосудистых заболеваний.

К числу перспективных направлений в поиске новых фармакологически ориентированных систем стоит также отнести введение NO-донорных фрагментов в состав структур с известной фармакологической активностью. Такой подход, основанный на молекулярной гибридизации различных фармацевтических блоков, широко используется в настоящее время большим количеством исследовательских групп и уже привел к получению новых NO-донорных гибридных структур с нейропротекторной, цитотоксической, антибактериальной и антипаразитарной активностями. Кроме того, в большинстве случаев молекулярная гибридизация какого-либо NO-донорного фрагмента с другим фармакологически активным компонентом приводит к появлению синергетического эффекта, который выражается в значительном усилении фармакологической активности «гибрида» и одновременно уменьшает побочные эффекты, присущие исходному терапевтическому агенту. Совершенно очевидно, что поиск новых фармакологически ориентированных азот-кислородных систем, способных к генерации NO, далеко не исчерпан и в ближайшие годы будет интенсивно развиваться.

Конкретной целью настоящего проекта является разработка новых и эффективных подходов к направленному синтезу фармакологически ориентированных гетероциклических NO-доноров различных классов (фуроксаны, сиднонимины, азасидноны, пиридазинди-N-оксиды). Кроме того, в ходе выполнения проекта предполагается изучить возможности молекулярной гибридизации гетероциклических NO-доноров с известными фармакологически активными компонентами (например, с сулиндаком – известным нестероидным противовоспалительным препаратом). Ожидается, что успешное выполнение заявляемого проекта приведет к синтезу новых гетероциклических NO-доноров, обладающих широким спектром фармакологической активности и способных стать основой для получения новых лекарственных средств широкого спектра действия.

# 16. Институт проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов Российской академии наук

**Руководитель проекта:** Зайцев Сергей Иванович, ГНС, Доктор физико-математических наук
zaitsev@iptm.ru

**Проект: Проектирование, разработка и изготовление лабораторных и промышленных систем электронно-лучевой литографии**

Основу современной микро – нано – электроники и нано – инжиниринга составляют две ключевые и неразрывно связанные технологии: электронно-лучевая литография (для изготовления шаблонов) и оптическая литография (для массового, промышленного производства с использованием шаблонов). Ввиду ее универсальности особое значение имеет электронно-лучевая литография. Она используется в массовом производстве не только для изготовления шаблонов, но и напрямую при производстве мелкосерийной, специализированной продукции. Кроме того, исследовательские и перспективные разработки производятся с использованием только электронно-лучевой литографии. Таким образом, электронно-лучевая литография является основным средством нано – структурирования и по универсальности использования значительно опережает другие известные литографии, например, ионно-лучевую или литографию с использованием сканирующих зондов.

Электронная литография обеспечивает возможность структурирования в поперечном к планарной подложке направлении с предельной точностью не хуже 20нм на площадях свыше 100x100мм$^2$.

Компонентами планируемой литографической системы являются:

- растровый электронный микроскоп, KYKY-EM8100F,
- аппаратно – программный комплекс НаноМейкер,
- высокоточный столик для перемещения пластины.

Суть проекта заключается в дополнительной работе по взаимному прилаживанию колоны РЭМ (типа KYKY-EM8100) и комплекса NanoMaker с целью создания и дальнейшего производства нового продукта Электронно-Лучевого Литографа при достижения наивысших производительности и удобства работы. Соединение с НаноМейкер превращает РЭМ в лабораторный литограф (Рис.1.). Сборка этих компонентов осуществляется «интеграцией на месте», т. е. сразу в рабочем помещении пользователя. Такая интеграция, настройка и тестирование «на месте» занимая не более двух – трех дней позволяет значительно сократить производственные расходы и уменьшить службу гарантийного и сервисного обслуживания РЭМ колонн. Такой технологии обслуживания придерживается и компания Raith (Dortmund). Другой стратегией коммерциализации может быть поставка готового литографа после сборки в цеху.

Целью проекта является также наработка знаний и умений, чтобы к концу 2ого года представить обоснованные предложения по разработке и выпуску уже промышленного литографа в следующие 2.5–3 года.

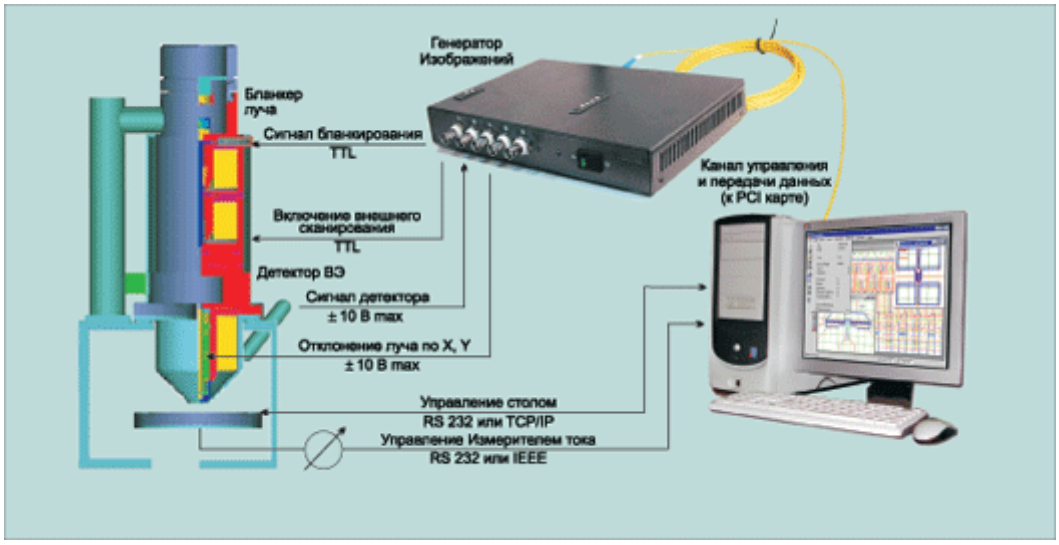



Рис.1 Основная идея проекта: Соединение КУКУ-ЕМ8100 с аппаратно-программным комплексом NanoMaker дает в итоге лабораторную установку электронно-лучевой литографии

За рубежом известны аналогичные продукты, производимые фирмой Raith GmbH (Dortmund, Germany, www.raith.com) и фирмой JC Nabity Lithography Systems (USA, http://www.jcnabity.com/overview.htm).

Однако, система KYKY-SEM+НаноМейкер имеет неоспоримые преимущества по сравнению упомянутыми продуктами, например, НаноМейкер позволяет

-осуществлять экспонирование в несколько раз быстрее, чем система ELPHY (Raith) и NPGS, за счет более быстрой аппаратной части (Pattern Generator), а также программно за счет учета и компенсации т. н. динамических задержек.

-НаноМейкер обладает уникальной возможностью моделирования результата,

- электронно-лучевой литографии за счет моделирования проявления резиста,

-программная часть позволяет спроектировать и подготовить данные для создания 3D структур.

При этом конечная цена как аппаратно-программного комплекса, так и цена электронно-лучевого литографа значительно ниже зарубежных аналогов.

Основными областями применения являются

- Микроэлектроника;
- Производство заказных интегральных нано-микросхем специального назначения;
- Нанотехнологии, нанофизика;
- 3D нано- и микроструктурирование;
- MEMS (микро – электромеханические системы);
- MOEMS (микро – оптоэлектромеханические системы);
- Дифракционная оптика (синтезированные голограммы) для видимого и рентгеновского диапазона, включая радужные голограммы;

- Микро – машининг;
- микро – флюидика.

К настоящему моменту фирма Raith заявила о поставке более 700 установок (до 2008года). JC Nability Lithography Systems продала более 492 всего и 25 единиц NPGS за последние 2 года. Поставки систем-аналогов указаны в таблице1.

Таблица1

| | *JC Nability Lithography* | | **ELPHY Raith** | **PROXY/NanoMaker** |
|---|---|---|---|---|
| | **06.2020** | **05.2022** | **2008/прогноз** | **2000/2022** |
| **China ML+TW+HK** | **61 36+23+2** | **72 45+25+2** | **10+0+1/?** | **/2** |
| **Korea** | **26** | **31** | **?** | **/2** |
| **Japan** | **4** | **4** | **?** | |
| **Russia** | **0** | **0** | **~15** | **/15** |
| **World** | **467** | **492** | **700/1200** | **100/120** |

Таким образом, лабораторные электронно-лучевые установки являются востребованным оборудованием с устойчивым спросом. Наша оценка только национальных рынков составляет 15–20 в ближайшие 5лет в России в связи усилиями Правительства РФ по импортозамещению и более 60 в ближайшие 5 лет в Китае (прогноз по Китаю будет согласован с китайским партнером).

Совместный продукт будет конкурентоспособным на мировом рынке в силу более высоких технологических свойств и значительно меньшей стоимости.

# 17. Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук

**Руководитель проекта:** Аньшаков Анатолий Степанович, Заместитель заведующего лабораторией, доктор технических наук, главный научный сотрудник, профессор
ludmila@itp.nsc.ru

**Проект: Электроплазменная установка для экологически безопасной, энергоэффективной и безотходной переработки, обезвреживания и уничтожения опасных медико-биологических отходов с производством высококалорийного синтез-газа**

ПРОБЛЕМЫ И ПРЕДЛАГАЕМОЕ РЕШЕНИЕ

ПРОБЛЕМЫ

1. Экологическая:

Рост объемов опасных для населения и окружающей среды медико-биологических отходов (МБО) (на 3–4% в год). Ежегодно в мире производят 15 млн т МБО, обезвреживают до 20%; в РФ - до 3 млн. т, обезвреживают 0,5% (Согласно официальным данным Минприроды РФ http://rpn.gov.ru/node/14).

МБО представляют инфекционную опасность и не подлежат сортировке/переработке в необезвреженном виде.

Нелегальный вывоз опасных МБО на свалки, что недопустимо (Обычные мусоросжигательные заводы их не принимают т. к. по санитарным правилам требуется оборудовать отдельный участок).

2. Экономическая:

Рост затрат на утилизацию отходов (в 4 раза – в развивающихся странах, в 5 раз – в слаборазвитых).

Практически не используется энергетический потенциал отходов.

Рост количества и площадей легальных и нелегальных свалок (в РФ - порядка30 тыс.).

3. Техническая:

Проблема, из-за которой плазма не используется для уничтожения отходов – большие удельные затраты электроэнергии, низкий ресурс работы плазмотронов.

Три применяемых основных способа утилизации опасных МБО: сжигание, захоронение, нейтрализация, имеют существенные недостатки: сжигание и захоронение наносят значительный экологический вред; нейтрализация имеет ограниченную применимость.

Системы сбора, удаления, переработки и обезвреживания отходов (в т. ч. МБО) в России в настоящее время находятся на стадии реализации проектов технологических схем и новых технологий (создание специальных служб утилизации медицинских отходов требует значительные капиталовложений).

ПРЕДЛАГАЕМОЕ РЕШЕНИЕ - электроплазменная установка с электродуговым плазмотроном для переработки, обезвреживания и уничтожения опасных медико-биологических отходов (ЭПУ).

Новизна - использование новых электродуговых плазмотронов, не имеющих аналогов в мире:

- по ресурсу работы электродов (1000 ч) (ресурс работы известных дуговых плазмотронов - до 300 ч),

- по удельным энергозатратам (не более 0,5 кВт ч/кг),

- по калорийности получаемого синтез-газа (не менее 13 МДж/м$^3$).

Электродуговые плазмотроны способны работать на любых газах, в т. ч. воздухе.

Новизна предлагаемого решения подтверждена патентами, в технологии реализовано ноу-хау:

1. Патент РФ №2464748 Плазмотрон струйно-плавильный от 20.12.2010,
2. Патент РФ № 111734 Плавильный плазмотрон от 24.06.2011г,
3. Патент РФ № 2518171 Электродуговой нагреватель водяного пара от 31.07.2012г.,
4. Патент РФ № 102979 Плазменный инцинератор от 28.10.2010г.
5. Патент РФ №2616079 Способ и устройство для плазменной газификации твёрдого углеродсодержащего материала и получения синтез-газа от 19.10.2015.
6. Патент РФ №166293 «Плазменно-резистивная шахтная электропечь для переработки техногенных отходов от 10.05.2016г,

Суть предлагаемого решения:

- использование электродуговой плазмы для газификации МБО;

- использование электродугового плазмотрона с высоким ресурсом работы (1000 ч) (выше аналогов в 3–10 раз), работающего на любом газе, в т.ч. воздухе, что достигается за счёт конструктивных особенностей плазмотрона;

- получение высококалорийного синтез-газа (теплота сгорания в 1,5 и более раз выше аналогов), пригодного для сжигания в электрогенерирующих агрегатах с получением электроэнергии;

- получение инертного шлака, пригодного для использования в строительстве.

Ключевые технико-экономические преимущества решения для потребителя:

- экологическая безопасность;

Состав выбросов соответствует ГОСТ 17.2.3.02-78, что достигается высоким уровнем температур в реакционной зоне (выше 1300□С) и быстрой закалкой продуктов переработки, исключающей появление вредных веществ (диоксинов, фуранов). Отходящие газы очищают с использованием вихревого скруббера, шлак остекловывают.

Применение вихревого скруббера со слабым щелочным раствором обеспечивает очистку газов от пыли на 99,6 %, от вредных соединений – до 80 %.

- безотходность;

На выходе получают синтез-газ, пригодный для получения электроэнергии (тепла), и инертный шлак, который может использоваться в строительстве или депонироваться на полигоны 1-й категории (для инертных материалов).

- энергоэффективность;

Низкие удельные энергозатраты - 0,5 кВт ч/кг;

Высокая калорийность получаемого синтез-газа – 13 МДж/м$^3$;

Снижение удельных энергозатрат достигается за счет реализации газификации органических отходов с подогревом сырья отходящими газами и частичным горением.

- низкие капитальные затраты;

Значительное уменьшение объема очистных сооружений за счет снижения объёма

газа, подвергаемого очистке.

- низкие эксплуатационные расходы.

Длительный ресурс работы электродов – 1000 ч.

Использование воздуха в качестве плазмообразующего газа.

В известных из области техники установках плазмотроны требуют частой замены электродов, дорогостоящего инертного газа.

АНАЛОГИ И КОНКУРЕНТЫ

Аналоги (Опытно-промышленные установки, основанные на использовании электродуговой плазмы):

Установка «Плутон» ГУП МосНПО «Радон» (Москва) для переработки твёрдых радиоактивных отходов.

Установка ООО «Техэкоплазма» (Москва) (опытно-промышленный образец) для утилизации токсичных химических отходов различного происхождения.

Плазменная шахтная печь периодического действия мощностью до 50 кВт и производительностью 20–30 кг/ч, ГНУ ИТМО (Беларусь) для переработки медико-биологических отходов непосредственно в медицинских учреждениях.

Недостатки аналогов: используемые плазмотроны требуют дорогостоящего плазмообразующего газа, электроды подвержены эрозии, что создаёт ограничения на увеличение мощности и требует частой замены электродов, высокие удельные энергозатраты.

В предлагаемой ЭПУ решены основные технические проблемы аналогов, препятствующие широкому распространению плазменной технологии для переработки техногенных отходов, а именно, высокие удельные энергозатраты, высокая концентрации возгонов тяжелых металлов в отходящих газах, что усложняет работу газоочистной установки, и высокие эксплуатационные затраты на обслуживание плазмотронов.

Основные конкуренты

1) Установка фирмы Westinghouse (USA).

Основана на плазменной утилизации отходов.

Недостатки: необходимость в дополнительных компонентах (кокс от 40 т/сут.); использование в качестве газа-окислителя воздуха, что приводит к образованию серы в синтез-газе (1 т/сут.), необходимы дополнительные системы газоочистки; очистки от частиц тяжелых металлов (до 20 т/сут.), которые вывозятся на свалку.

2) Основанные на огневом сжигании ТБО:

Установка ИН-50 фирмы ООО «Турмалин».

Спецзавод «Квант» (Новосибирск).

Санитарно-ветеринарный завод «Эколог» (Люберцы МО) производительностью 3 тыс. т/год при общей потребности г. Москва не менее 100 тыс. т.

Недостатки: требуется дополнительная химическая очистка отходящих газов, большие каптитальные затраты на очистные сооружения.

Основные потребители продукта:

- предприятия и учреждения, производящие МБО, в частности предприятия фармацевтической, биотехнологической промышленности, сельскохозяйственные предприятия, учреждения здравоохранения,

- предприятия, занимающиеся утилизацией отходов, которые заинтересованы в приобретении нового оборудования;

- предприятия энергомашиностроения, которые заинтересованы в приобретении прав на новую технологию.

Перспективы востребованности рынком.

Тенденции в сегменте МБО:

1. Устойчивая тенденция увеличения объемов отходов.
2. Переход от локальных инсинераторов (в отдельных медицинских учреждениях) к централизованному вывозу и утилизация МБО путём сжигания на крупных специализированных предприятиях с получением электроэнергии (США, Западная Европа).
3. Сортировка МБО на опасные и неопасные (неопасные захораниваются на полигонах, опасные сжигаются) (Ряд стран Западной Европы, Канада).
4. Поиск и использование альтернативных технологий, что вызвано ужесточением законодательств.

Самым распространённым способом утилизации медицинских отходов остаётся сжигание в специализированных инсинераторах. Даже в развитых странах (США, Западная Европа) сжигают до 50% медицинских отходов.

Источник: И.А. Простаков Обзор рынка обращения с медицинскими отходами. Москва. 2014. http://yaneuch.ru/cat_19/rynok-medicinskih-othodov/608187.3553454.page1.html

Тот факт, что в роли основных продуцентов медицинских отходов выступают столь крупные отрасли экономики и социальной сферы, как медицинские учреждения, фармацевтическая и биотехнологическая отрасли, гарантирует экспансивный рост рынка утилизации медицинских отходов.

ТЕКУЩИЙ СТАТУС РАЗРАБОТКИ

Имеются:

- Стенд для исследования тепло- и электрофизических характеристик электродуговых генераторов термической плазмы, оснащенный системами электро-, газо-, водоснабжения и современным приборным оборудованием.

- РКД на лабораторный электродуговой плазмотрон мощностью 20 кВт;

- лабораторный плазмотрон мощностью 20 кВт, работающий как в плавильном, так и в струйном режиме;

- результаты энергетических и ресурсных характеристик электродугового плазмотрона, полученные при испытаниях на экспериментальном стенде;

- экспериментальная электроплазменная установка производительностью до 20 кг/ч для переработки органических отходов с получением синтез-газа;

- РКД на экспериментальную электроплазменную установку производительностью до 20 кг/ч;

- результаты энергетических и ресурсных характеристик электроплазменной установки производительностью до 20 кг/ч для переработки органических отходов с получением синтез-газа, полученные при исследованиях.

- результаты исследований на безопасность выбросов. Элементный состав отходящих газов составил: CO2-4,5%, O2-0,5%, CO-22%, H2-14,5%, NO-0 ppm, NO2-0 ppm.

- техническое предложение на продукт в соответствии с ГОСТ 2.118–73,

- техническое предложение на процесс предварительной сушки сырья,

- техническое предложение на систему очистки и анализа состава синтеза-газа,
- техническое предложение на использование полученного синтез-газа.
- анализ рисков и перспектив ИС;
- маркетинговые и патентные исследования;
- ОИС;
- решение соинвестора, ОАО «СКБ Сибэлектротерм», г. Новосибирск, о вложении средств в проект и обеспечении рынка сбыта.

# 18. Институт ТРИБОЛОГИИ им. И.В. Крагельского

**Руководитель проекта:** Хованский Вячеслав Николаевич, директор ИТРИБ
itrib@yandex.ru

**Проект: Водородный электромобиль на твердом водородо-генерирующем топливе**

Назначение:

Замена автомобилей, работающих на углеводородном топливе, на водородные электромобили, работающие на экологически чистом и безопасном в эксплуатации твердом водородо-генерирующем топливе.

Описание, характеристики:

Разработан принципиально новый тип электромобиля на водороде, который получают из твердого водородо-генерирующего топлива только при работе автомобиля и только в нужных в данный момент для работы автомобиля количествах.

То есть автомобиль разработан по технологии (ноу-хау) «Автомобиль на водороде без водорода на борту».

100% экологическая чистота. Автомобиль не имеет выхлопной трубы, так как водородная энергетическая установка автомобиля работает по замкнутому циклу.

Преимущества перед известными аналогами:

Аналогов нет.

По сравнению с выпускаемыми в настоящее время серийными водородными электромобилями: - отпадает необходимость иметь (перевозить) на борту автомобиля баллоны с водородом при давлении 700 бар., а, следовательно, ещё и безопасность эксплуатации водородного электромобиля на твердом водородо-генерирующем топливе;

- не нужна инфраструктура водородных заправочных станций, так как заправка водородного электромобиля может осуществляться в любом местонахождении автомобиля, путем замены картриджей с твердым водородо-генерирующим топливом;
- стоимость твердого водородо-генерирующего топлива в 2 раза ниже стоимости компрессированного водорода до давления 700 бар. при заправке в баллоны, так как отпадает необходимость в промышленном производстве водорода «на стороне» для заправочных водородных станций, а также его хранение и транспортировка;

Область(и) применения:

Автомобилестроение.

Примечание:

Разработанные для Водородного электромобиля на твердом водородо-генерирующем топливе технологии и ноу-хау могут также быть успешно применены для других видов транспорта, а также в Водородной энергетике, жилищно-коммунальном хозяйстве (автономное получение электрической и тепловой энергии без общественных электро- и теплосетей), медицине и других отраслях экономики.

Правовая защита:

Patent of Japan No.: 6347835. Date of Patent: June 8, 2018

United States Patent No.: US 10,260,459 B2, Date of Patent: Apr.16, 2019

EUROPEAN PATENT No.: EP 3 025 891 B1, Date of Patent: October 7, 2020

В связи с изложенной информацией Институт трибологии предлагает китайской

компании Grove Hydrogen Automotive Co Ltd в рамках сотрудничества между нашими компаниями реализовать инновационный проект «Водородный электромобиль на твердом топливе».

Цели проекта:

А) Создание на базе патентов Института трибологии, выданных Японией в 2018 году, США в 2019 году и ЕВРОПАТЕНТА в 2020 году, нового типа водородного электромобиля на твердом топливе, который может продаваться и эксплуатироваться в странах, не имеющих инфраструктуры водородных заправочных станций.

Б) Разработка и изготовление промышленного образца водородного электромобиля на твердом топливе - ITRIB Auto FCV-HG, в качестве концепт кара нового типа водородного электромобиля, для принятия решения о возможности его дальнейшего серийного производства.

Базовой платформой для разработки серийного водородного электромобиля на твердом топливе может быть любой серийно выпускаемый в настоящее время водородный электромобиль на баллонном водороде: Toyota-Mirai, Honda Clarity, Mercedes-Benz GLC F-Cell, Hyundai NEXO, Grove Obsidian.

При разработке водородного электромобиля на твердом топливе ITRIB Auto FCV-HG в базовую платформу будет интегрирована водородная энергетическая установка с генератором водорода (HG) на твердом водородогенерирующем топливе (ТВГТ).

Оптимальной с экономической точки зрения базовой платформой для разработки концепт кара водородного электромобиля на твердом топливе ITRIB Auto FCV-HG является водородный автомобиль Grove Obsidian. (Технические характеристики ITRIB Auto FCV-HG прилагаются).

Российский автопром совместно с Grove Hydrogen Automotive Co Ltd станут первыми в мире производителями нового типа водородного электромобиля – водородный электромобиль на твердом топливе.

Реализация проекта:

1) Институт трибологии готов в рамках сотрудничества с Grove Hydrogen Automotive Co Ltd готов за три-четыре года разработать и изготовить промышленный образец водородного электромобиля на твердом топливе - ITRIB Auto FCV-HG, в качестве концепт кара нового типа водородного электромобиля, для принятия решения о возможности его дальнейшего серийного производства.

2) Grove Hydrogen Automotive Co Ltd предоставляет Институту трибологии для разработки и изготовления концепт кара два электромобиля Grove Obsidian и предоставляет в процессе выполнения проекта необходимое техническое консультирование по конструкции и функционированию водородного электромобиля Grove Obsidian.

Возможная дальнейшая коммерциализация результата предлагаемого проекта:

- Grove Hydrogen Automotive Co Ltd включает разработанный водородный электромобиль на твердом топливе в модельный ряд своих автомобилей как совместную разработку с Институтом трибологии под названием: Grove - ITRIB Auto FCV-HG.
- Институт трибологии организует серийное сборочное производство водородного электромобиля на твердом топливе, а Grove Hydrogen Automotive Co Ltd поставляет для серийного сборочного производства базовые платформы Grove Obsidian без установленных баллонов водорода на 700 атм).

- Институт трибологии организует промышленное производство водородных энергетических установок с генератором водорода (HG) на твердом водородо-генерирующем топливе (ТВГТ) и их поставку для серийного сборочного производства водородного электромобиля на твердом топливе ITRIB Auto FCV-HG.
- Институт трибологии организует также и экологически чистое промышленное производство картриджей с твердым водородо-генерирующим топливом (ТВГТ) для водородных электромобилей на твердом топливе.

Важное замечание!!!: Китай и Россия производят больше всех алюминия в мире, который является сырьем для твердого водородо-генерирующего топлива (ТВГТ), использующегося в водородном электромобиле на твердом топливе: HyTRIB Auto FCV-HG.

- Grove Hydrogen Automotive Co Ltd реализует водородный электромобиль на твердом топливе Grove - ITRIB Auto FCV-HG через свою дилерскую сеть.
- Институт трибологии для регионов реализации водородного электромобиля на твердом топливе Grove - ITRIB Auto FCV-HG разрабатывает проект создания инфраструктуры снабжения твердым водородо-генерирующеим топливом (ТВГТ) владельцев водородных электромобилей на твердом топливе и экологически чистой утилизации его отходов (гидроксида алюминия) на принципах возобновляемых источников энергии.

При этом стоимость твердого водородо-генерирующего топлива (ТВГТ) для владельцев водородных электромобилей на твердом топливе будет в два раза дешевле (и даже более) водородного топлива в баллонах под опасным давлением 700 атм.

# 19. Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук

**Руководитель проекта:** Носов Александр Михайлович, Доктор биологических наук, профессор
al_nosov@mail.ru

**Проект: Использование технологий in vitro для сохранения и рационального использования редких и/или эндемичных видов Panax spp. с потенциалом применения в медицинской, косметической и пищевой промышленности**

В мире значительную часть (более 40 %) лекарственных средств, многие ароматические вещества, пищевые добавки и другие ценные продукты получают из природного растительного сырья.

До последнего времени существовало два основных способа получения растительного сырья лекарственных и ароматических растений - сбор дикорастущих растений и выращивание их на плантациях. Быстрый рост рыночного спроса на растительное сырье приводит к сверхэксплуатации природных растительных ресурсов, при этом часто неквалифицированный массовый сбор растений наносит серьезный ущерб природным экосистемам. Еще одной проблемой растительного сырья является часто наблюдаемая низкая концентрация и нестабильный состав целевых биологически активных веществ (БАВ) в исходном растении как, например, в случае с противоопухолевым дитерпеноидом паклитакселом. В интактных растениях Taxus spp. паклитаксел находится в коре в концентрации не выше 0,1%, что делает его экстракцию и очистку трудным и дорогостоящим процессом.

Основным недостатком использования плантационного сырья нередко является его загрязненность поллютантами из-за обязательного применения различных пестицидов. Кроме того, при плантационном выращивании показана возможность существенного изменения состава синтезируемых целевых БАВ.

Новым решением является использование в качестве альтернативного источника растительных БАВ возобновляемого экологически чистого сырья – биомассы культур клеток и органов высших растений.

Суть этой биотехнологии состоит в получении биомассы культивируемых клеток и органов растений с заданными свойствами (качественный и количественный состав необходимых БАВ) в стерильных условиях в биореакторах.

Основные преимущества культуры клеток как возобновляемого растительного сырья:

- практически абсолютная экологическая чистота производства биомассы культуры клеток;
- гарантированное получение растительной биомассы с заданными характеристиками независимо от сезона, климатических и погодных условий;
- высокие скорости получения биомассы (до 2 граммов сухой биомассы с литра среды за сутки (для сравнения - прирост корня женьшеня на плантации - 1 грамм в год));
- гарантированное отсутствие в биомассе пестицидов, гербицидов, радиоактивных

соединений и других поллютантов;

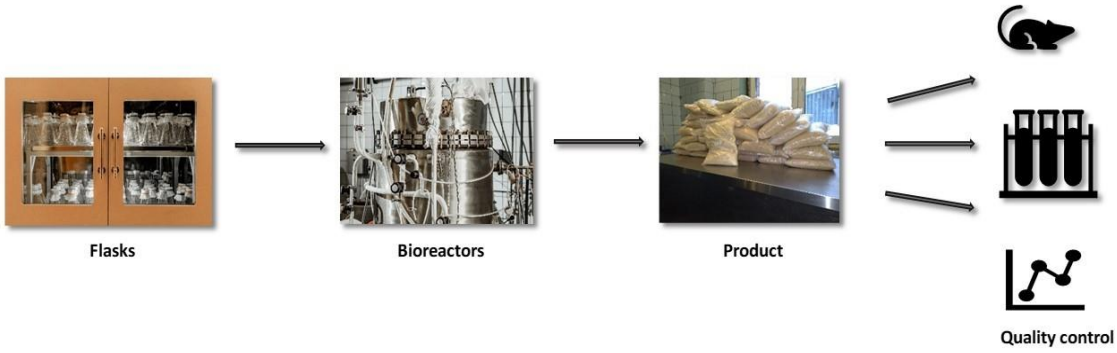
- при использовании эффективного промышленного штамма-сверхпродуцента – более высокое содержание целевого продукта, чем в интактном растении.

В результате фундаментальных исследований было показано, что клетки in vitro по ряду характеристик значительно отличаются от клеток интактного растения. В значительной степени это касается интенсивности роста клеток, а также особенностей синтеза и накопления в них биологически-активных веществ (БАВ) - вторичных метаболитов. Т.е. для промышленного использования культур клеток высших растений в качестве возобновляемого сырья также требуется значительный объем фундаментальных научных и технологических исследований. В первую очередь, это работы по созданию штамма-продуцента с использованием различных подходов (клеточная селекция, мутагенез и др.), работы по изучению и оптимизации ростовых и биосинтетических характеристик полученного штамма, разработка систем аппаратурного выращивания культур, вплоть до биореакторов промышленного объема. Принципиально важно разработать унифицированные подходы и алгоритмы каждого из основных этапов работ.

Реализация предлагаемого проекта направлена на решение этих научных задач.

Значимость реализации заявляемого проекта состоит в том, что использование вместо интактных растений культур клеток позволит радикально решить проблему дефицита исходного сырья, прежде всего редких, не произрастающих в России видов (решение проблемы импортозамещения); обеспечить получение биомассы, полностью свободной от поллютантов (гербицидов, пестицидов, тяжелых металлов и др.); осуществить индустриализацию и стандартизацию производства и возможность управления процессом образования целевых продуктов. В целом такой подход можно оценить как отраслеобразующую Hi-Tech-клеточную биотехнологию.

Суть предлагаемого проекта состоит в разработке методологии и создании новых отечественных биотехнологий получения возобновляемого растительного сырья - клеточной биомассы, обогащенной целевыми биологически-активными веществами (вторичными метаболитами), обладающими высокой биологической активностью. В частности, должен быть создан научно-технологический задел для получения штаммов-продуцентов и разработки методов их глубинного промышленного культивирования в биореакторах, обеспечивающих максимальный выход полезной биомассы, обогащенной целевыми БАВ.



Актуальность проекта основана на анализе доступной научной и коммерческой информации, из которого следует, что наибольший интерес из лекарственных веществ растительного происхождения представляют соединения с противоопухолевой, антивирусной активностью. Кроме того, особое внимание уделяется препаратам, продлевающим жизнь и улучшающим ее качество (стимулирующие препараты, адаптогены, иммуномодуляторы). Из адаптогенных и стимулирующих препаратов особым спросом пользуются препараты на основе представителей семейства Araleaceae - женьшень, аралия, полисциас. Кроме того, в последнее время минорные гинзенозиды разных видов женьшеня рассматриваются в качестве мощных противоопухолевых соединений. Учитывая, что большинство видов семейства аралиевых относятся к редким и исчезающим (женьшень настоящий в диком виде практически истреблен), создание биотехнологии получения биомассы культур клеток этих видов растений безусловно актуально.

В процессе реализации совместного проекта планируется усовершенствовать подходы для управления и оптимизации образования целевых биологически активных соединений в растительных клетках in vitro, а также отработать и оптимизировать отечественные биотехнологии для промышленного получения возобновляемого высококачественного растительного сырья на основе клеток представителей Panax spp. в качестве источника ценных изопреноидов с противоопухолевой, адаптогенной и стимулирующей активностью

Общественная значимость реализации проекта заключается в том, что использование вместо интактных растений культур клеток позволит радикально решить проблему дефицита растительного сырья редких, не произрастающих в России видов (решение проблемы импортозамещения - независимости от зарубежных поставок, патентов и технологий).

Для развития отечественной экономики выращивание культур клеток высших растений можно рассматривать как эффективный биотехнологический способ получения экологически чистого растительного сырья с высоким содержанием целевых биологически-активных веществ независимо от климатических и погодных условий. С использованием этой биотехнологии возможно создание оригинальных отечественных препаратов, получение которых на основе традиционного сырья нерентабельно или неосуществимо (это актуально прежде всего для редких, исчезающих видов растений, не произрастающих на территории России), возможно стандартизировать производства, управлять процессом биосинтеза целевых продуктов. В целом такой подход можно оценить как инновационную отраслеобразующую Hi-Tech-клеточную технологию.

Социальная значимость - наличие высококачественного возобновляемого растительного сырья позволит создать эффективные доступные нутрицевтики широкого потребления, а также функциональные продукты питания. В качестве примера можно привести нутрицевтик "Витагмал" с уникальным комплексом биологической активности (иммуностимулирующая, адаптогенная, антитератогенная), созданный заявителями проекта совместно с ЗАО "Биофармтокс" (ныне - ООО Биофармос, С-Петербург) на основе биомассы культуры клеток Polyscias filicifolia.

Экологическая значимость - создание биотехнологического способа получения растительного сырья позволит сократить или полностью прекратить сбор дикорастущих редких растений, в том числе браконьерский, поскольку единственный реальный путь пресечения браконьерского сбора – сделать его невыгодным за счет наличия доступного

сырья на рынок.

Научная новизна проекта состоит в выяснении закономерностей образования вторичных метаболитов Panax spp. (изопреноидов) в условиях in vitro; разработке подходов для управления и оптимизации образования этих соединений.

Вторым аспектом новизны проекта будет использование уникальных штаммов-продуцентов Panax spp., которые могут содержать уникальные биологически-активные вещества, например, малонильные производные гинзенозидов Rb группы в женьшене ползучем.

Технологическим фокусом работы будет использование полупроточного режима выращивания культур клеток, что повышает производительность процесса в 1,3–1.4 раза. Использование этого режима культивирования для биореакторов полупромышленного объема является приоритетной разработкой авторов проекта.

Наконец, новизна поставленных в проекте задач состоит в комплексном подходе к изучению возможностей аппаратного выращивания культур клеток – продуцентов биологически-активных веществ с учетом как индивидуальных физиологических особенностей клеток in vitro, так и технологических характеристик используемого оборудования. Такой подход будет способствовать разработке и созданию эффективных импортозамещающих биотехнологий на основе растительных клеток in vitro.

Основные конкуренты, аналоги:

В мире достаточно много лабораторий, которые занимаются получением и исследованием культур клеток высших растений. Однако большинство из этих групп использует культуры клеток лишь в качестве модельных систем, практически нет публикаций о комплексном исследовании культур клеток как уникальной биологической системы. Также отсутствуют работы по разработкам унифицированных подходов к оптимизации ростовых и биосинтетических процессов в клетках растений in vitro.

Относительно технологических аспектов использования культур клеток можно сказать, что к настоящему времени в мире известно лишь несколько эффективных биотехнологических производств, основанных на крупномасштабном выращивании культур клеток высших растений. В частности, известно получение нафтахинона шиконина из культуры клеток воробейника (Япония), противоопухолевого препарата таксола из клеток тиса (США - Германия, Корея). В частности, в Германии крупномасштабное производство биомассы культуры клеток тисса организовано на фирме Phyton г. Аренсбург, где создана промышленная линия с конечным биореактором объемом 75000 литров. К числу конкурентов это производство можно отнести лишь условно, учитывая незаполненный рынок по противоопухолевым таксоидам (по оценкам специалистов, объем рынка заполнен в лучшем случае на 50–60%)

С культурой клеток женьшеня проводятся работы, в частности, в Корее. На фирме SBN-Biotech организовано крупномасштабное выращивание адвентивных корней женьшеня настоящего в биореакторах объемом 10000 литров. Однако по сравнению с культурой клеток адвентивные корни in vitro растут медленнее (цикл выращивания 40–50 суток, максимальное накопление биомассы - 4 -5 граммов в литре). Несмотря на это, производство имеет значительный коммерческий успех, получаемая биомасса корней широко используется для производства лекарств и косметики

Имеющийся у коллектива задел по проекту:

Заявители проекта имеют значительный (более чем 30-летний) опыт работы с

культурами клеток высших растений и изучения вторичного метаболизма растительных клеток in vivo и in vitro.

Отдел биологии клетки и биотехнологии ИФР РАН был в числе первых лабораторий мира по исследованию культур клеток высших растений. Приоритет идеи использования культур клеток для изучения и получения вторичных метаболитов принадлежит создателю этого отдела член-корр. РАН Р.Г. Бутенко

На базе Отдела работает Всероссийская Коллекция Культур Клеток Высших Растений (ВРККК ВР), которая в настоящее время входит в Российскую коллекцию клеточных культур и является членом Всемирной Федерации коллекций культур, Европейской Ассоциации коллекций культур (ECCO) и включена в число Национальных коллекций культур мира. Фонд коллекции представлен культурами клеток растений 53-х видов из 26 семейств. Некоторые линии клеток поддерживаются как в форме каллусных тканей, так и в виде суспензионных и органных культур.

В Отделе имеется опытное мини-производство с биореакторами объемом до 630 литров. Коллективом разработаны регламенты и ТУ на промышленное получение биомассы растительных клеток биотехнологическим способом

Все оборудование коллектива входит в состав УНУ РФ Опытный биотехнологический комплекс (ОБК) ИФР РАН (ОБК ИФР РАН) (http://ckp-rf.ru/usu/308100/) и УНУ РФ Всероссийская Коллекция культур клеток высших растений (ВРККК ВР) ИФР РАН (ВРККК ВР ИФР РАН) (http://ckp-rf.ru/usu/308103/)

Штаммы культур клеток, способы выделения и очистки биологически-активных соединений, ряд получаемых продуктов и особенности конструкции биореакторов защищены авторскими свидетельствами и патентами, правообладателем большинства авторских свидетельств и патентов является Институт физиологии растений РАН.

Все участники проекта имеют определенные фундаментальные и прикладные приоритетные результаты по тематике проекта, они являлись или являются руководителями и исполнителями проектов РНФ, РФФИ или ФЦНТП.

# 20. Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

**Руководитель проекта:** Крылов Борис Владимирович, Заведующий лабораторией физиологии возбудимых мембран Института физиологии им. И. П. Павлова РАН, Доктор биологических наук, профессор РАН (диплом ВАК)
krylovbv@yandex.ru

**Проект: Механизмы обезболивающего действия новых веществ пептидной и непептидной природы, способных заменить опиаты**

Хроническая боль заставляет страдать более 20% людей в мире и это количество постоянно увеличивается. Главная проблема, которая требует решения, заключается в том, каким образом «боль как симптом», выполняющая защитную функцию, утрачивает свое сигнальное значение и трансформируется в «боль как болезнь». Около 3,5 млн онкологических больных ежедневно страдают от болей разной интенсивности и около 40% больных с промежуточными стадиями онкологического процесса и 60–90% с генерализацией заболевания испытывают боли в диапазоне от умеренных до сильных. Применение наркотических лекарственных препаратов в этих случаях сопряжено с серьезными опасностями, обусловленными многими побочными эффектами опиатов, включая угрожающую жизни пациента депрессию ЦНС с угнетением и даже остановкой дыхания. Поэтому актуальность нашего исследования определяется практической значимостью обнаруженных нами новых механизмов сигнализации в ноцицептивном нейроне. В первую очередь значимость наших исследований может проявиться при создании новых подходов к лечению хронической боли, требующего длительного применения анальгетических лекарственных средств. Хроническая боль определяется как «боль, которая продолжается сверх нормального периода заживления», причем срок ее существования составляет не менее 3 мес. К сожалению, в арсенале практической медицины до настоящего времени отсутствуют безопасные и эффективные анальгетики, способные заменить опиаты и опиоиды на второй и третьей ступени анальгетической лестницы ВОЗ, т. е. в тех случаях, когда для купирования хронической боли необходимо применять опиаты. Подойти к решению этой проблемы станет возможным только в том случае, если удастся обнаружить новые молекулярные механизмы переработки сигналов в ноцицептивной системе, причем эти механизмы по своей физиологической эффективности должны быть сравнимы с эффективностью опиоидной системой мозга. На наш взгляд, нам удалось сделать первые шаги в этом направлении благодаря обнаружению новых молекулярных мишеней, активация которых приводит к запуску сигнальных процессов в сенсорном нейроне. При выполнении настоящего проекта особое внимание будет уделено исследованию каскадных внутриклеточных процессов, запускаемых теми агентами, которые претендуют на роль новых анальгетических лекарственных субстанций. Будет исследован антиноцицептивный механизм действия очень низких (эндогенных) концентраций уабаина. Также будут изучены внутриклеточные каскады, запускаемые коменовой кислотой, являющейся лекарственной субстанцией разрабатываемого нами

нового неопиоидного анальгетика «Аноцептина®», успешно прошедшего первую фазу клинических исследований (Лопатина, Поляков, 2011). Коменовая кислота, являясь безопасной субстанцией, рецептор-опосредованным способом специфически модулирует каналы Nav1.8, а уабаин, примененный также в безопасной «эндогенной» наномолярной концентрации, трансдуктор-опосредованно модулирует те же каналы, воздействуя непосредственно на Na,K-АТФазу, что также ведет к снижению возбудимости ноцицептивного нейрона и к купированию боли (Крылов и др., 1999; Krylov et al., 2017). В мировой литературе отсутствуют данные о внутриклеточных сигнальных путях, активируемых указанными агентами в первичном сенсорном нейроне. Исключением здесь является наша работа, где показано возможное участие комплекса Na,K-АТФаза/Src в качестве трансдуктора сигнала (Penniyaynen et al., 2018; Penniyaynen et al., 2019; Plakhova et al., 2020). В указанных работах нами представлены данные об участниках внутриклеточного сигнального пути, запускаемого при прямой активации трансдукторной функции Na,K-АТФазы в первичном сенсорном нейроне. Отметим, что в клетках других тканей (например, в кардиомиоцитах) эти процессы значительно отличаются от обнаруженных нами (Cui, Xie, 2017). Поэтому задача выяснения специфичности рецептор- и трансдуктор-опосредованных сигнальных путей в первичном сенсорном нейроне является особенно актуальной, что необходимо для углубления наших знаний в области ноцицепции. Особый интерес, на наш взгляд, представляют исследования возможных механизмов лиганд-рецепторного связывания аргининсодержащих коротких пептидов с каналами Nav1.8 первичного сенсорного нейрона. Применение наших экспериментальных методов и теоретического метода конформационного анализа для объяснения механизма связывания аргининсодержащих коротких пептидов позволяют предположить, что ключевую роль здесь играют положительно заряженные гуанидиновые группы боковых цепей двух аргинильных остатков. Наши данные указывают на то, что механизм лиганд-рецепторного связывания не может быть реализован, когда указанные гуанидиновые группы в молекулах коротких пептидов оказываются на расстоянии, меньшем или большим определенного порогового значения. Другими словами, должно существовать характеристическое расстояние между указанными группами, существование которого обеспечивает специфическое лиганд-рецепторное связывание атакующей молекулы с каналом Nav1.8. Выполнение этого требования позволяет предположить, что удовлетворяющие ему аргининсодержащие короткие пептиды могут претендовать на роль анальгетических лекарственных субстанций периферического механизма действия. Поскольку в арсенале практической медицины нет эффективных и безопасных пептидных анальгетиков, способных заменить опиаты, планируемые нами исследования действия на каналы Nav1.8 коротких пептидов, коменовой кислоты и очень низких «эндогенных» концентраций уабаина являются актуальными и перспективными не только для фундаментальной физиологии, но и для практической медицины (Rogachevskii et al., 2022a,b).

Наши китайские коллеги видят свой вклад в рамках реализации настоящего проекта в следующем.

Опиаты являются одним из основных методов контроля не купируемой боли и широко используются у пациентов с различными хроническими нейропатическими и онкологическими болями. Однако повторное применение приводит к привыканию, толерантности, зуду, другим желудочно-кишечным реакциям, серьезно влияющим на качество жизни пациентов. В поисках альтернативы опиоидам российскими коллегами был

проведен ряд исследований, в ходе которых было установлено, что коменовая кислота, уабаин и короткие аргининсодержащие пептиды могут оказывать обезболивающее действие. В целях продолжения изучения механизма действия и терапевтических мишеней вышеперечисленных препаратов, проводимых российскими коллегами в рамках данного проекта, китайская сторона планирует следующие исследования, которые будут проведены на системном и клеточном уровнях. На поведенческой модели нейропатической боли (мыши) будет изучен обезболивающий эффект, привыкание и переносимость коменовой кислоты, уабаина и короткого пептида. Будут также проведены исследования сенсорных DRG нейронов на клеточном и молекулярном уровнях. Будет использован метод локальной фиксации потенциала (patch-clamp), метод белковых чипов, метод секвенирования диссоциированных нейронов. Будет выяснена та роль, которую играют исследуемые агенты (коменовая кислота, «эндогенный» уабаин, короткий пептид) на спинальном и супраспинальном уровнях в отношении подавления сенсибилизационных ноцицептивных эффектов. Исследования китайской стороны позволят расширить понимание механизмов обезболивания, которые могут запускаться исследуемыми агентами, являющимися альтернативной опиатов, а также эти исследования станут основой создания новых методов медикаментозного клинического лечения хронической боли.

Список литературы.

1. Лопатина Е.В., Поляков Ю.И. Синтетический анальгетик Аноцептин: результаты доклинических и клинических исследований.// Эфферентная терапия. 2011. 17(3): 79-81.

2. Крылов Б.В., Дербенев А.В., Подзорова С.А., Людыно М.И., Кузьмин А.В., Изварина Н.Л. Морфин уменьшает чувствительность к потенциалу медленных натриевых каналов // Физиол. журнал. 1999. Т. 85. №2. С.225-236.

3. Krylov B.V., Rogachevskii I.V., Shelykh T.N., Plakhova V.B. Frontiers in pain science. Volume 1. New non-opioid analgesics: understanding molecular mechanisms on the basis of patch-clamp and quantum-chemical studies. Bentham Science Publishers Ltd., Sharjah, U.A.E. 2017, 203 p.

4. Penniyaynen V.A., Plakhova V.B., Rogachevskii I.V., Krylov B.V. Src kinase is involved in comenic acid-triggered signaling pathways in sensory neurons. //Act. Nerv. Super. Rediviva. 2018.60(1). P. 19–27.

5. Penniyaynen V.A., Plakhova V.B., Rogachevskii I.V., Terekhin S.G., Podzorova S. A., Krylov B.V. Molecular mechanisms and signaling by comenic acid in nociceptive neurons influence the pathophysiology of neuropathic pain. // Pathophysiology. - 2019.- N26. P. 245–252.

6. V.B. Plakhova, V.A. Penniyaynen, I.V. Rogachevskii, S.A. Podzorova, M.M. Khalisov, A.V. Ankudinov, B.V. Krylov Dual Mechanism of Modulation of Nav1.8 Sodium Channels by Ouabain // Can. J. Physiol. Pharmacol. - 2020. - V. 98, 11. - P. 785–802 dx.doi.org/10.1139/cjpp-2020-0197.

7. Cui X., Xie Z. Protein interaction and Na/K-ATPase-mediated signal transduction. // Molecules. 2017, 22, 990; P.2-20.

8. I.V. Rogachevskii, V. B. Plakhova, V. A. Penniyaynen, S. G. Terekhin, S. A. Podzorova, B. V. Krylov. New approaches to the design of analgesic medicinal substances // Can. J. Physiol. Pharmacol. – 2022a. – Vol. 100, N 1. – P. 43-52.

9. Ilya V. Rogachevskii, Vera B. Plakhova, Valentina A. Penniyaynen, Arina D. Kalinina, Svetlana A. Podzorova, Dmitriy M. Samosvat, Georgy G. Zegrya and Boris V. Krylov. Arginine-Containing Tripeptides as Analgesic Substances: The Possible Mechanism of Ligand-Receptor Binding to the Slow Sodium Channel. International Journal of Molecular

Sciences.2022b. – Vol. 23, N 11. – Art. No: 5993. – [16] p. – DOI https://doi.org/10.3390/ijms23115993.

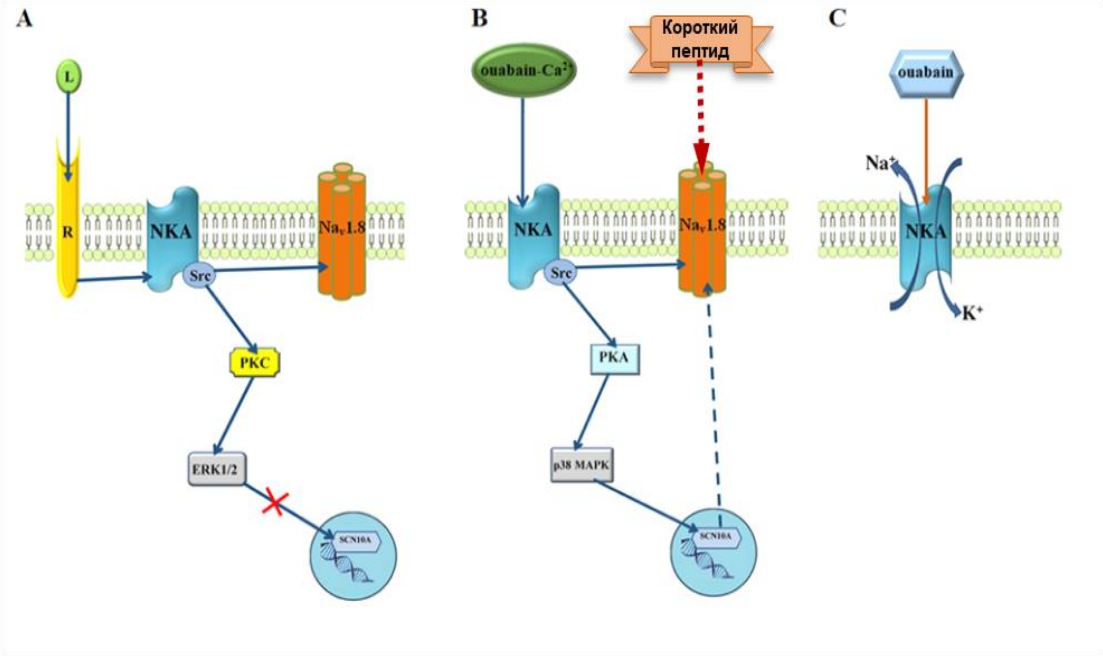



Рис.1.Три новые молекулярные мишени обнаружены в мембране ноцицептивного (болевого) нейрона, специфическое воздействие на каждую из которых должно приводить к купированию хронической боли. Изучены три агента, которые способны модулировать эти три обнаруженные мишени и претендовать на роль безопасных и эффективных лекарственных субстанций, способных по ряду показаний заменить опиаты: уабаин в наномолярных концентрациях, коменовая кислота и аргининсодержащие короткие пептиды. Каждая из перечисленных выше субстанций оказалась безопасной и эффективной на уровне доклинических исследований. Установлено, что эндогенный уабаин, существующий при физиологически адекватных условиях в форме кальциевого хелатного комплекса в наномолярных концентрациях, запускает Na, K-АТФаза/Src/PKA/p38 MAP -киназный путь. Коменовая кислота, также способна модулировать функциональную активность каналов Nav1.8. В отличие от действия уабаина, коменовая кислота активирует Na,K-АТФаза/Src/PKC зависимый ERK1/2 каскад. И, наконец, короткие пептиды связывается с той частью натриевого канала Nav1.8, которая переносит заряд его воротного устройства (I.V. Rogachevskii, V. B. Plakhova, V. A. Penniyaynen, S. G. Terekhin, S. A. Podzorova, B. V. Krylov. New approaches to the design of analgesic medicinal substances // Can. J. Physiol. Pharmacol. – 2022a. – Vol. 100, N 1. – P. 43–52.

Российскими авторами проекта были обнаружены три принципиально новые молекулярные мишени в мембране ноцицептивного (болевого) нейрона: опиоидоподобный рецептор, Na,K-АТФаза/Src комплекс как трансдуктор сигнала и активационное воротное устройство канала Nav1.8. Модуляция этих мишеней субстанциями пептидной и непептидной природы позволило выявить сильный обезболивающий эффект при специфическом воздействии на эти мишени. В результате обнаружены новые молекулярные агенты, способные претендовать на роль анальгетических лекарственных субстанций, способных заменить опиаты.

В соответствии с «лестницей боли», состоящей из трех ступеней по классификации Всемирной организации здравоохранения, применение опиатов начинается со второй ступени указанной лестницы.

Это приводит к возникновению «опиоидного кризиса», заставляющего страдать миллионы людей. Предлагаемый подход позволяет сделать важные шаги для преодоления этого кризиса при условии широкого применения разрабатываемого подхода в клинической практике. В арсенале практической медицины нет безопасных и эффективных анальгетиков, способных заменить опиаты.

Место разрабатываемых анальгетиков в ряду средств, применяемых для терапии боли, может быть определено частью той ниши, которую занимают опиоидные анальгетики.

Значительные объемы продаж могут быть осуществлены следующим образом.

Во-первых, за счет вытеснения наркотических анальгетиков (по разным оценкам, доля объема продаж наркотических анальгетиков в общем объеме продаж анальгетиков составляет около 10%). Согласно данным «Розничного аудита готовых лекарственных средств (ГЛС) в РФ» объем реализации ГЛС в год через аптечные учреждения превысил 2 млрд.долл. в розничных ценах. Доля анальгетиков составила 6% (120 млн. долл.). Из них доля наркотических анальгетиков составляет 10% (12 млн. долл.). Предполагаемый объем продаж разрабатываемых анальгетиков в течение 3-х лет после их вывода на рынок – 10% или 1,2 млн.долл.

Во-вторых, за счет использования разрабатываемых анальгетиков пациентами, которым необходимы опиоидные анальгетики, но ранее ими не пользовавшимися ввиду их резко негативных побочных эффектов и жесткой государственной системы контроля (в развитых странах для медицинских целей ежегодно используется более 50 кг наркотических средств на 1 млн жителей, а в России - всего 0,5 кг). В нашей стране врачи общей практики практически не выписывают опиоидные анальгетики больным с неонкологическими болевыми синдромами, поэтому многие пациенты с неонкологическими болевыми синдромами умеренной и высокой интенсивности остаются без полноценного обезболивания. Можно предположить, что количество пациентов увеличится как минимум, в 4–5 раз, тем самым, объем продаж может вырасти
до 1,2x5 = 6 млн.долл.

Совместные исследования проводятся нашими китайскими коллегами из

Xinhua Hospital affiliated to Medical school of Shanghai Jiaotong University (XH hospital), КНР

Руководитель - Dr. MA Ke, Chief Physician and Director of both the Pain Management Center and the Day-care Unit of Xinhua Hospital, Xinhua Hospital affiliated to Medical school of Shanghai Jiaotong University.

# 21. Институт электрофизики и электроэнергетики Российской академии наук

**Руководитель проекта:** Попов Виктор Евгеньевич, Заместитель директора, кандидат технических наук
vepopov@ieeras.ru

**Проект: Плазменная газификация отходов**

В рамках предлагаемого проекта планируется создать опытно-промышленный образец установки плазменной газификации твёрдых углеродсодержащих веществ, включая отходы.

Известно, что теплотворной способности многих видов твердых органосодержащих отходов (твердых бытовых, сельскохозяйственных, деревообработки и др.) достаточно для организации процессов их сжигания с целью уничтожения с последующей рекуперацией части энергии — в мире создано огромное количество мусоросжигающих заводов. Основные недостатки их хорошо известны: необходимость сжигания дополнительного топлива (мазут, природный газ) для поддержания процесса горения отходов, существенные выбросы загрязняющих и опасных веществ (диоксиновая проблема) в атмосферу либо значительные капитальные и эксплуатационные затраты в системах газоочистки, низкая эффективность преобразования исходной энергии отходов в электроэнергию.

Гораздо эффективней подвергать органическую массу отходов процессу газификации, в результате которого органическая составляющая отходов преобразуется в горючий газ — синтез-газ. Процессы выработки электроэнергии из газообразного топлива обладают значительно большей эффективностью по сравнению с твердым и жидким. Кроме того, для процесса газификации характерно существенное снижение (вплоть до полного отсутствия) содержания вредных веществ в получаемом газе. Применение же в этих процессах низкотемпературной плазмы по результатам проведенных исследований позволяет за счет ввода дополнительной энергии существенно повысить температуры переработки, что приводит к ускорению процессов и как следствие к снижению весо-габаритных параметров установок. В получаемом газе снижается доля балластных примесей (азот, углекислый газ, водяной пар), а доля теплоценных компонентов (монооксид углерода и водород) возрастает. В результате процесса получается газ по теплоте сгорания эквивалентный исходному топливу (т. е. теплота сгорания твердого топлива полностью переходит в теплоту сгорания газа). Кроме того, плазменный процесс не требует дополнительного топлива (и воздуха для его сжигания), а использует лишь электрическую энергию. Если полученный газ направить в современную энергетическую установку (например, на основе комбинированного паро-газового цикла), то количество выработанной электроэнергии с учетом собственных затрат будет больше (до 20 %) чем при отсутствии плазмы.

Таким образом реализация предлагаемого проекта позволит сократить (а при широкомасштабном внедрении полностью исключить) количество отходов, размещаемых в настоящее время в окружающей среде (на свалках и полигонах) и заместить существенную долю энергетических мощностей (до 15–20%).

Основным продуктом проекта является промышленный образец завода по

производству электроэнергии и тепла из отходов методом плазменной газификации реализованный в виде первой очереди состоящей из одного модуля производительностью по отходам 1,5–2 т/ч.

На заводе планируется принимать на переработку твердые бытовые и муниципальные отходы и отходы деревообработки. Возможна также переработка некоторых видов сельскохозяйственных отходов и отходов пищевой промышленности, отходов пластмасс, отходов легкой и целлюлозно-бумажной промышленности.

Отходы доставляются автомобильным транспортом с мест их сбора или образования и выгружаются в приемный бункер. Объемы бункера подбираются из условия запаса сырья на безостановочную работу завода в течение 3-х дней в случае перебоя (по каким-либо причинам) с поступлением отходов.

На этапе сортировки отходов осуществляется ручной или механизированный отбор из потока отходов металла, стекла и других неорганических включений с возможной их последующей реализацией в качестве вторсырья. Из отходов также необходимо удалить излишнюю влагу.

Измельчение и гранулирование отходов необходимо с точки зрения оптимизации процессов, происходящих внутри реактора, поскольку гранулометрический состав загружаемого топлива существенно влияет на газодинамический режим обтекания его окислителем и как следствие на выходные параметры процесса и полноту переработки.

Подача отходов в реактор-газификатор осуществляется непрерывно или квази-непрерывно в верхнюю часть реактора-газификатора с помощью механических средств через специальные шлюзовые затворы, препятствующие попаданию излишних и неучтенных количеств воздуха в реакционный объем.

Отходы полностью заполняют шахту реактора снизу доверху и по мере срабатывания перемещаются в нижнюю часть реактора. В верхнюю часть реактора также поступает поток воздушной плазмы от плазмотронов. Таким образом, твердая фаза и газообразные продукты движутся сверху вниз прямотоком. Реализуется обращенная схема газификации с псевдостационарным слоем. Разогретый окислитель (кислород в составе воздуха) вступает в реакцию с органическими веществами загруженных отходов, окисляет их, но не полностью, поскольку окислитель подается с недостатком. В результате часть твердого вещества сгорает, а часть образует горячий кокс (углерод отходов), на котором впоследствии (ниже по высоте реактора) протекают реакции восстановления диоксида углерода до монооксида, а водяного пара до водорода. В нижней части реактора организуется отбор полученного искусственного газа, состоящего в основном из этих компонентов, в котором, однако, присутствуют примеси азота (из подаваемого в реактор воздуха), диоксида углерода и водяного пара (не полностью восстановленных на горячем коксе) и других веществ, образовавшихся в процессе окисления отходов.

Несгораемые остатки отходов накапливаются в нижней части реактора, откуда постоянно или периодически удаляются через систему жидкого шлакоудаления.

Полученный сингаз удаляется из нижней части реактора и имеет достаточно высокую температуру (выше 1000 °C) и содержит кроме теплоценных компонентов некоторое количество примесей. В зависимости от состава отходов такими примесями могут быть HCl, HF, H2S, NOX и др. Первым этапом использования полученного газа является его охлаждение до температур применения в последующих технологических цепочках. Этот процесс реализуется с помощью специальных закалочных устройств либо

теплообменников и может быть организован с возможностью рекуперации излишнего тепла (производство пара для собственных нужд, сушка отходов и др.). Далее охлажденный сингаз поступает в систему газоочистки. Количество ступеней очистки и номенклатура аппаратов данного этапа выбирается на этапе проектирования с учетом требований по примесям последующего технологического оборудования.

В зависимости от условий в районе размещения установки (наличие потребителей энергоресурсов) возможна организация различных энергетических циклов либо с преимущественным получением тепла, либо с преимущественным получением электроэнергии. Возможно также производить жидкое топливо или другие продукты органического синтеза, либо чистый водород. Наконец можно просто поставлять сингаз стороннему потребителю.

В установке реализуется комбинированный способ газификации, что позволяет получать сингаз с минимальным содержанием влаги и смолистых компонент с одной стороны, и обеспечивать жидкое шлакоудаление с другой.

Технология основана на применении генераторов плазмы переменного тока - оригинальной разработки ИЭЭ РАН - обеспечивающих максимальную эффективность при низких капитальных и эксплуатационных затратах.

Область применения продукта проекта — это муниципальные образования с численностью населения, обеспечивающей необходимый для производительности завода поток твердых бытовых отходов. В рассмотрение также берутся потоки некоторых отходов от расположенных в районе размещения завода промышленных предприятий. Реализовывать тепловую и электрическую энергию также целесообразно локальным потребителям. В отдельных случаях возможна также реализация непосредственно получаемого газа.

Реализация проекта позволит существенно снизить техногенное воздействие на окружающую среду за счет уничтожения отходов жизнедеятельности человека и обеспечить энергетическую независимость потребителей региона от внешних источников, поскольку представляет собой объект малой энергетики.

Основной экономической выгодой от реализации проекта является превращение отходов в источник возобновляемой энергии. С течением времени номенклатура и состав отходов изменяются. Предлагаемая технология позволяет осуществлять переработку в широком диапазоне параметров.

**Руководитель проекта:** Попов Сергей Дмитриевич, Заведующий лабораторией плазменных технологий, кандидат технических наук
sergey_popov1973@mail.ru

**Проект: Технология производства зеленого водорода методом плазменного пиролиза газообразных и жидких углеводородов**

Проект направлен на создание технологии и оборудования для производства водорода и технического углерода в товарных объемах методом плазменного пиролиза природного газа и газовых конденсатов. В рамках предлагаемого проекта планируется создать опытно промышленную установку производительностью 20 кг водорода в час.

Командой исследователей Института электрофизики и электроэнергетики РАН разработано плазменное оборудование для реализации технологии плазменного пиролиза природного газа и газовых конденсатов, которая может быть предложена для производства водорода и технического углерода в промышленных масштабах.

В сравнении с традиционными методами производства водорода, предлагаемая технология выигрывает полным отсутствием выбросов диоксида углерода (по сравнению с процессом парового каталитического риформинга метана), а также существенно более низкими затратами электроэнергии в пересчете на 1 кг производимого водорода (в три раза ниже в сравнении с процессом электролиза). В случае получения электроэнергии от «зелёных» источников, производимый водород, как и в случае с электролизом, будет «зелёным».

Краткое описание предлагаемого технологического процесса

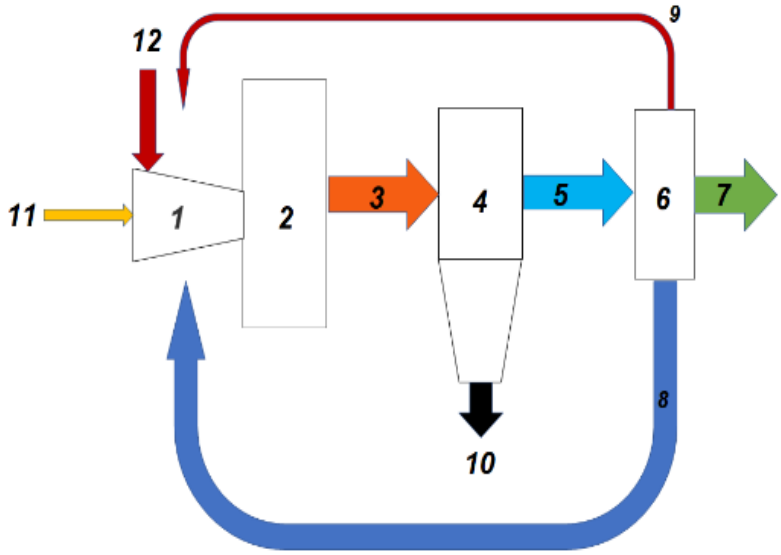
1. В высоковольтный электродуговой плазмотрон переменного тока подаётся инертный плазмообразующий газ (для рассматриваемого процесса являющийся балластным) и природный газ (газовый конденсат), где под воздействием электрических дуг начинается процесс пиролиза углеводородов.

2. Высокотемпературная струя из плазмотрона поступает в плазмохимический реактор, в котором завершается разложение углеводородов на водород и твердый углерод. Из реактора выходит горячий поток, состоящий из балластного газа, водорода, следовых количеств не прореагировавших углеводородов и твёрдых частиц технического углерода (сажи).

3. Полученная смесь охлаждается и из неё отделяются частицы технического углерода. Тепловую энергию можно рекуперировать, например, для предварительного подогрева природного газа на входе с целью экономии электрической энергии.

4. Методами газоразделения (мембраны, КЦА, криогенная техника) из газового потока выделяется водород, направляемый потребителю.

5. Балластный газ со следовыми количествами углеводородов возвращается в технологический процесс, обеспечивая экономию балластного газа и полноту переработки углеводородного сырья.




1 – высоковольтный электродуговой плазмотрон переменного тока, 2 – плазмохимический реактор, 3 – поток содержащий водород, твердый углерод, балластный газ, 4 – устройство выделения твердого углерода, 5 – смесь газов, 6 – установка по разделению газов, 7 – водород потребителю, 8 – балластный газ возвращается в технологический процесс, 9 – непрореагировавшие углеводороды возвращаются в технологический процесс, 10 – твердый углерод, 11 – электрическая энергия, 12 – природный газ или газовые конденсаты.

Высоковольтный электродуговой плазмотрон переменного тока и плазмохимический реактор являются разработками нашей команды и является ключевым элементом разрабатываемого нами технологического процесса производства водорода. Остальные узлы и технологические процессы давно и широко используются в промышленности и производятся многими мировыми компаниями.

В настоящее время водород для целей промышленности и транспорта производится преимущественно из ископаемых топлив, в основном из природного газа. По технологии SMR (паровой каталитический риформинг метана) в настоящее время производится около 90% водорода в мире. Данная технология имеет существенный недостаток – большие выбросы углекислого газа более 11 кг $CO_2$ на 1 килограмм производимого $H_2$. Получаемый этим способом водород называется серым. Единственная доступная на данный момент технология получения «зелёного» водорода – электролиз воды. В настоящее время по этой технологии производят не более 5% водорода в мире. Недостатком этой технологии являются высокие энергозатраты. Например, энергетические затраты на получение 1 кг водорода электролитическим способом на промышленных установках HySTAT фирмы HYDROGENICS составляют 55–60 кВт·ч. Сам процесс электролиза экологически чистый, и происходит без выделения $CO_2$, но если принять во внимание, что 70 % мировой электрической энергии вырабатывается на тепловых электростанциях, которые работают на ископаемых топливах (газ, мазут, уголь), то эмиссия $CO_2$ при производстве водорода методом электролиза может достигать 24 кг на 1 килограмм $H_2$.

Мы предлагаем технологию, которая будет потреблять до 21 кВт·ч электроэнергии для производства 1 килограмма H2. С учётом рекуперации энергии в технологическом процессе суммарные энергозатраты составят не более 18,1 кВт·ч на 1 килограмм H2, что при её генерации на тепловых электростанциях будет давать эмиссию CO2 не более 8 кг. При потреблении же электроэнергии от возобновляемых источников водород будет «зелёным».

| | **Плазменный пиролиз (наша технология)** | **Электролиз** | **SMR** |
|---|---|---|---|
| Затраты электрической энергии, кВт*ч на 1 кг H2 | **18,1** | 55 - 60 | ≈1 |
| CO2 выбросы в кг на 1 кг H2 Электричество вырабатывается на тепловых электростанциях | **7,24** | 22 - 24 | ≈11 |

Чистота водорода на выходе будет зависеть от применяемой технологии разделения:

Получаемый в процессе технический углерод является материалом, также имеющим рыночную стоимость, которая составляет от 300 до 1000 $ за тонну в зависимости от его марки и чистоты.

Область применения: Химическая промышленность, лакокрасочная промышленность, пищевая промышленность, металлургия, водородная энергетика, транспорт, производство автомобильных и авиационных шин, производство резинотехнических изделий.

Инвестиционная ценность проекта состоит в том, что спрос на технологии позволяющие уменьшать выбросы углекислого газа будет возрастать. Этот тренд будет актуальным как до 2060 года, когда Китай должен достичь углеродной нейтральности, так и после. Водород сейчас активно используется в разных отраслях промышленности в качестве сырья. Уже сейчас Китай производит 33 миллиона тонн водорода в год. В будущем, когда серьезно возрастет роль водорода в качестве энергоносителя, объемы производства водорода только увеличатся.

Наш проект предлагает новую технологию производства водорода из природного газа и газовых конденсатов без выбросов углекислого газа. Природный газ один из самых распространенных источников водорода, однако существующие технологии производства водорода из природного газа сопровождаются большими выбросами углекислого газа и требуют дополнительных затрат на улавливание и захоронение углекислого газа. Наша технология позволяет получать водород без выделения вредного CO2. На выходе мы получаем водород и технический углерод. Из одного килограмма природного газа можно

получить до 250 г водорода и до 750 г технического углерода.

Технический углерод является ценным химическим сырьем и широко используется в промышленности. Даже если технический углерод не нужен, его утилизация во много раз проще и дешевле чем утилизация углекислого газа.

Наша технология имеет расширенную ресурсную базу и позволяет производить водород и технический углерод не только из природного газа, но и из газовых конденсатов, что удешевляет доставку.

По нашей технологии можно строить мало, средне и крупнотоннажные производства, что с использованием в качестве сырья газового конденсата позволяет строить установки необходимой производительности в местах потребления водорода без привязки к газопроводам.

Предлагаемая нами технология в три раза энергоэффективнее, чем технология электролиза, что позволяет с одного киловатта электричества получать в три раза больше водорода.

Ключевым узлом технологического процесса есть разработанный нашей командой высоковольтный электродуговой плазмотрон переменного тока. Этот плазмотрон был создан нами на основе нашей научной школы и нашего опыта создания плазмотронов, и мы можем утверждать, что подобная разработка у конкурирующих команд может появиться не ранее чем через 3–5 лет.

Текущее состояние проекта.

Создан плазмотрон, работающий на смеси углеводородов (природный газ или пары жидких углеводородов) с газом носителем (аргон или азот).

Создана экспериментальная установка по плазменному пиролизу углеводородов производительностью по метану 4–8 кг в час.(1–2 кг водорода в час). Установка состоит из плазмотрона и плазмохимического реактора.

Проведены эксперименты, доказавшие возможность технологического процесса. Достигнута конверсия метана 85%.

В полученном техническом углероде 5% фуллерены C60/C70.

Следующим шагом в развитии данной технологии мы видим создание пилотной опытно промышленной установки производительностью 20 кг водорода и 60 кг технического углерода. Для реализации этого проекта нам необходимо финансирование около 3.5 млн USD и промышленный партнер.

На текущем этапе команда проекта обладает всеми необходимыми компетенциями для создания пилотной установки производительностью 20 кг/ч водорода и 60 кг/ч технического углерода, отработки технологического процесса и разработки проекта модуля производительностью по водороду 100 кг/ч на территории Российской Федерации. Есть возможность привлечь квалифицированный научный и технический персонал, есть доступ к производственным мощностям и есть место для расположения установки.

Для реализации проекта в Китае нашей команде необходимы партнеры, владеющие следующими компетенциями:

Знания в области промышленных норм и стандартов, знания в области финансов и маркетинга, бухгалтерского учета и законодательства, действующих на территории Китая.

В идеале в качестве партнера и инвестора мы ищем инжиниринговую компанию, которая бы обладала опытом проектирования и строительства промышленных объектов на территории Китая.

# 22. Иркутский национальный исследовательский технический университет

**Руководитель проекта:** Афанасьев Александр Диомидович, Руководитель УИЛ ИИ и МО, профессор, доктор физико-математических наук
afanasiev-ad2009@yandex.ru

**Проект: Российско-китайская программа онлайн магистратуры «Компьютерное зрение» на английском языке**

Предлагаем разработать совместно с китайским университетом партнером (партнерами) коммерческую основную образовательную программу (ООП) онлайн магистратуры «Компьютерное зрение». ИРНИТУ располагает опытом разработки программ в области искусственного интеллекта (ИИ), их продвижения на международном рынке и успешной коммерциализации*. Основная специальность выпускников – Data Scientist.

Предполагается трехлетний (или два с половиной) период обучения. Первый период (год или полгода) обучения являются «выравнивающим», студенты изучают онлайн общеобразовательные учебные курсы (английский, иностранный языки по выбору – русский или китайский, специальные главы математики и физики, язык программирования – Python). В конце 1-го периода предполагается прохождение оффлайн практики в течение 1 месяца, когда блоком читается ключевой для этого периода курс «Алгоритмы машинного обучения», и каждый студент выполняет индивидуальный проект, который сформулирован конкретным работодателем или максимально приближен к задачам реального бизнеса.

Второй и третий год обучения содержат ключевые курсы для изучения искусственного интеллекта, такие как:

1. ПРОГРАММИРОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ НА PYTHON С ПОМОЩЬЮ KERAS, TENSORFLOW, PYTORCH
2. НЕЙРОСЕТИ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ
3. АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ И ПРЕДИКТИВНЫЕ МОДЕЛИ
4. PYTHON ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ
5. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ NLP
6. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА 7. АЛГОРИТМЫ ML
8. ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ 9. PYTHON, OPENCV И SCIKIT-IMAGE ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ
10. КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА
11. РАСПОЗНАВАНИЕ РЕЧИ, ОБРАБОТКА АУДИО СИГНАЛОВ

Второй год обучения также завершается месячной оффлайн практикой в ИРНИТУ, которая включает блок учебного курса «Теоретические основы искусственного интеллекта» и выполнение индивидуального проекта каждым студентом. Все проекты должны иметь заинтересованного заказчика из бизнеса.

В конце третьего года обучения состоятся защиты магистерских диссертаций, которые, по сути, являются защитами проектов для бизнеса. На защиты приглашаются представители бизнеса России и Китая. Каждый выпускник должен иметь хотя бы одну публикацию по теме проекта.

* The Power of Modern Digital Technologies for the Specialist Training in Artificial Intelligence | SpringerLink

Основное преимущество проекта – онлайн метод обучения, который хорошо сочетается с основной работой студента (занятия вечером), а месячные оффлайн практики позволяют работодателям оценить студентов и сформулировать конкретную тему проекта интересного для бизнеса. Заметим, что время в Китае и Иркутске совпадает, что дает еще одно преимущество нашему университету.

Данный проект уникален и не имеет аналогов, поскольку онлайн проекты других университетов не предполагают поддержки своих обучающихся кураторами от китайского партнера, ни аудиторным фондом, ни компьютерной техникой и лабораторными установками.

Другое важное преимущество данного проекта в том, что обучение имеет ярко выраженную ориентацию на практику. Каждый студент уже после периода «выравнивания» должен иметь задачу, сформулированную бизнесом. Предпочтение отдается студентам, которые уже при поступлении имеют задачу, сформулированную заинтересованной компанией.

Область применения проекта – образование. Студенты изучат современные технологии Глубокого обучения нейронных сетей, научатся применять эффективные методы машинного обучения для решения прикладных задач.

Сектор Искусственного интеллекта (ИИ) является одним из наиболее быстро растущих в современной экономике. В результате ускоренного развития ИИ мировой ВВП вырастет на 14% в 2030 году. Это означает, что Искусственный интеллект обладает крупнейшими коммерческими возможностями.

Программа ориентирована на решение реальных задач для бизнеса. Студенты смогут применять свои навыки и знания для разработки бизнес-приложений. Учебные курсы направлены на развитие исследовательской компетенции, как наиболее востребованной в новом экономическом укладе.

У выпускников данной программы очень хорошие карьерные перспективы. Показателем востребованности выпускников рынком труда является заработная плата, которая, в Москве для начинающего инженера по ИИ, в 2–3 раза выше, чем средняя зарплата по РФ. В Европе и США зарплата специалиста в 3–5 раз больше, чем в РФ.

В социальном аспекте подготовка кадров по совместной программе (согласованной с китайскими университетами и бизнесом) является важным мостом для взаимного сотрудничества наших стран.

В перспективе российские выпускники получают практические знания о специфике бизнес-компаний в Китае и имеют возможность трудоустройства в Китае, китайские выпускники – о специфике бизнес-компаний в России и имеют возможность трудоустройства в России.

Мы предполагаем два типа взаимодействия между ИРНИТУ и китайскими партнерами:

1. Если китайский партнер (университет) не имеет опыта по преподаванию предметов уровня магистратуры в области ИИ, то ИРНИТУ берет на себя чтение основных курсов. Китайский партнер курирует студентов и имеет возможность преподавать часть учебных курсов по своему выбору.

2. Если китайский партнер (университет) имеет квалифицированных преподавателей для чтения учебных курсов по ИИ, то ИРНИТУ согласовывает конкретные предложения партнера в совместной ООП.

Дополнительно китайский университет может отправить на обучение по этой программе своего преподавателя с задачей создания какого-то конкретного учебного курса по ИИ.

**Руководитель проекта:** Пашков Андрей Евгеньевич, Директор научно-исследовательского и проектного института авиамашиностроительных технологий, Доктор технических наук, профессор
pashkov@istu.edu

**Проект: Автоматизированная технология формообразования-упрочнения панелей самолётов**

Крупногабаритные монолитно-фрезерованные панели обшивки являются наиболее сложными, ответственными и дорогостоящими деталями в конструкции планера самолёта. При изготовлении данных деталей необходимо обеспечивать достижение требуемой точности аэродинамического контура и ресурса конструкции. Задача достижения высокой точности формы панелей осложняется их конструктивными особенностями – сложной формой, малой жесткостью, тонкостенностью, переменной толщиной, наличием подкрепляющих рёбер и малой кривизной, для достижения которой требуется общая деформация, соизмеримая с упругой составляющей.

Для получения требуемой формы панелей применяют технологии свободной гибки на гидравлических прессах и дробеударного формообразования. Повышение сопротивляемости усталости и коррозии обеспечивается поверхностным деформационным упрочнением.

Недостатками прессовой гибки являются низкая точность контура деталей наличии огранки, высокая трудоемкость и зависимость от квалификации исполнителей.

Дробеударное формообразования в мировой практике реализуется односторонней и двухсторонней обработкой дробью на установках портального типа с программным управлением. Процесс получения деталей с поверхностями двойной кривизны является сложным и многошаговым, в нём сочетается обработка дробью различных диаметров, упругое заневоливание, растяжение кромок или подкрепляющих рёбер. При этом точность формы деталей после операции автоматизированного формообразования является недостаточной и для достижения требуемой точности применяются доводочная обработка. Данная операция, реализуемая с применением ручных дробеструйных установок, достаточно трудоёмка, требует высокой квалификации персонала и больших производственных площадей.

Поверхностное упрочнение выполняется обработкой дробью мелких фракций на дробемётных и дробеструйных установках. Проблему здесь представляет сохранение формы маложестких деталей, подверженных короблению при обработке дробью, в связи с недопустимостью правки из-за потери упрочняющего эффекта.

Целью проекта является обеспечение качества и повышение производительности производства длинномерных панелей самолётов за счет применения комплексной технологии формообразования-упрочнения и автоматизированного оборудования для её реализации.

Иркутский национальный исследовательский технический университет (ИРНИТУ) имеет опыт создания технологий формообразования-упрочнения подкреплённых панелей. Разработки успешно апробированы в производстве панелей крыла самолёта БЕ-200 на Иркутском авиационном заводе (ИАЗ).

Форма деталей в предлагаемых решениях достигается комбинированными методами, предусматривающими раздельное образование продольной и поперечной кривизны соответственно методами раскатки/посадки рёбер и дробеударной обработки наружной поверхности. При получении продольной кривизны деталей производится компенсация нежелательных деформаций, образующихся в ходе реализации операций формообразования и упрочнения, что обеспечивает требуемую точность.

Предлагаемый технологический процесс включает следующие операции:

- получение продольной кривизны детали раскаткой и/или посадкой рёбер;
- предварительное образование поперечной кривизны дробеударной обработкой наружной поверхности детали;
- контроль формы поперечных сечений детали;
- доводка поперечного контура детали;
- зачистка наружной поверхности детали лепестковыми кругами в случае снижения параметров шероховатости поверхности в результате обработки дробью;
- дробеударное упрочнение детали.

В качестве оборудования для реализации предлагаемой технологии в базовом варианте могут быть использованы

- разработанная ИРНИТУ специальная установка контактного типа для дробеударного формообразования, зачистки и обработки рёбер методами раскатки/посадки, представляющая собой станок с программным управлением, обеспечивающий перемещения рабочих органов по трем линейным и одной угловой координатам и возможность автоматического регулирования положения заготовки в процессе обработки (см. рисунок). Рабочими органами установки является дробеметный аппарат, устройства для зачистки лепестковыми кругами, раскатки и посадки рёбер;
- программная дробемётная или дробеструйная установка портального типа для упрочнения деталей.

Для повышения пропускной способности технологической линии могут быть применены

- универсальная установка типа MP 20000, компании Wheelabrator, обеспечивающей обработку разными фракциями дроби. На данной установке могут быть выполнены операции предварительного формообразования и поверхностного упрочнения деталей;
- специальная установка для обработки рёбер панелей методами раскатки/посадки, совмещённая со стендом для контроля формы;
- установка для зачистки в виде отдельной технологической позиции;
- автоматизированная сканирующая система для операционного контроля формы деталей в составе установки контактного типа.

В рамках проекта планируется:

- определение состава технологического комплекса с учетом конструктивных параметров и программы выпуска изделий заказчика, проектирование изготовление и поставка технологического оборудования;
- создание комплекса взаимоувязанных конечно-элементных моделей для предсказательного моделирования формоизменения деталей заказчика в процессе обработки, включающем операции раскатки/посадки рёбер, дробеударного формообразования, зачистки и упрочнения;

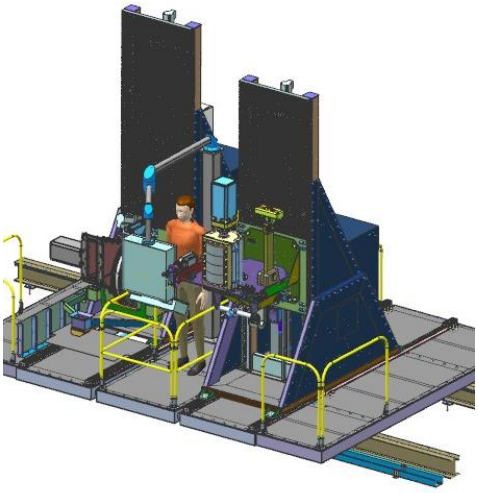
- определение на основе созданных моделей режимов обработки, обеспечивающих минимизацию коробления деталей при упрочнении за счет управляемого превентивного изменения формы на этапе образования продольной кривизны.

a)

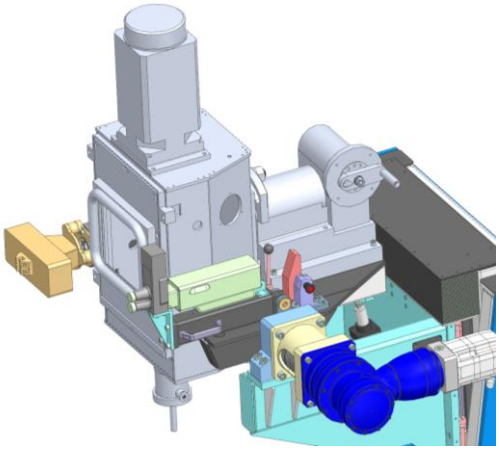
b)

c)

d)



e)



f)

Рисунок – Установка для дробеударного формообразования и зачистки УДФ-4, внедрённая на Иркутском авиационном заводе в производство панелей крыла самолёта БЕ-200 (a); сменные рабочие органы установки УДФ-4: дробеметный аппарат ЗД400М (b); зачистная головка ЗГР-1 (c); автоматизированная система фиксации детали (d); проект установки контактного типа для обработки деталей типа длинномерных панелей сложной формы методами раскатки/посадки рёбер, дробеударного формообразования и зачистки (e); кронштейн крепления рабочих органов с устройством для зачистки и рабочими органами для раскатки и посадки (f).

Основным отличием и преимуществом технологии формообразования панелей с применением установок контактного типа в сравнении с портальными установками зарубежных компаний [1-2], в которых деталь перемещается через закрытые рабочие камеры, является возможность формообразования деталей, установленных в продольном теоретическом контуре со свободным доступом к обрабатываемой поверхности для контроля формы в процессе обработки. Это позволяет значительно повысить достижимую точность формы деталей. Согласно [3] отклонения контура панелей крыла самолёта Galaxy после дробеударного формообразования с применением зарубежных технологических решений составили 6,4–12,7 мм в свободном состоянии и 0,5-1,3 мм с приложением нагрузки 1,05-2,46 кг/см2. При формообразовании панелей крыла самолёта БЕ-200 на установке УДФ-4, разработанной ИРНИТУ в 2012 г., отклонения контура составили не более 0,8 мм (согласно акту внедрения, утвержденному техническим директором ИАЗ).

Список источников информации

1. Harburn, B. and J.C. Miller (1982). Shot Peen Forming of Compound Contours. U.S. Patent 4,329,862 https://patentimages.storage.googleapis.com/e0/24/67/0448925480f5ae/US4329862.pdf

2. Barrett C.F. Peen Forming / Barrett Charles F. Manager Special Projects Metal Improvement Co. Inc. // Tool and Manufacturing Engineers Handbook. Special Forming Methods. SME. 1984 https://www.shotpeener.com/library/pdf/1984050.pdf

3. Ramati, S. Single piece wing skin utilization via advanced peen forming technology / S. Ramati, G. Levasseur, S. Kennerknecht // 7-th Int. Conf. on Shot Peening. – Warsaw. – Poland. – 2000. - (ICSP- 7). - P. 1-18. http://www.aerosphere.ca/docs/ICSP-7.pdf

Предлагаемая технология и оборудование применимы практически для всех типов деталей обшивки самолётов из металлических сплавов. В частности, при изготовлении листовых деталей обшивки самолёта операция получения продольной кривизны может быть реализована на универсальных гидравлических прессах или валковых листогибочных машинах.

Технико-экономическая эффективность проекта обусловлена повышением качества деталей (отклонения контура в пределах 0,5–0,8 мм) и производительности технологического процесса. Внедрение на ИАЗ комбинированной технологии формообразования панелей комбинированным методом раскатки рёбер и дробеударной обработкой взамен прессовой гибки обеспечило повышение производительности в 3–4 раза при существенном снижении отклонений контура деталей.

Дополнительный эффект от повышения точности формы деталей и оптимизации режимов упрочняющей обработки выражается в увеличении ресурса конструкции за счет создания в поверхностном слое деталей остаточных напряжений сжатия и минимизации монтажных напряжений.

# 23. Казанский (Приволжский) федеральный университет

**Руководитель проекта:** Судаков Владислав Анатольевич, заместитель директора по инновационной деятельности
sudakovav@gmail.com

**Проект: Изучение эффективности прогрева залежей СВН при разработке методом парогравитационного воздействия с применением погружной системы геофизического мониторинга**

В настоящее время в условиях истощения запасов нефти на большинстве крупных месторождений все более актуальным становится освоение трудноизвлекаемых запасов углеводородного сырья, к которым относятся сверхвязкие нефти и природные битумы.

Для эффективной разработки таких месторождений требуется применение новейших технологий воздействия на продуктивный пласт. Теория и мировая практика доказали, что наиболее перспективными являются термические методы, в частности парогравитационное воздействие (или SAGD).

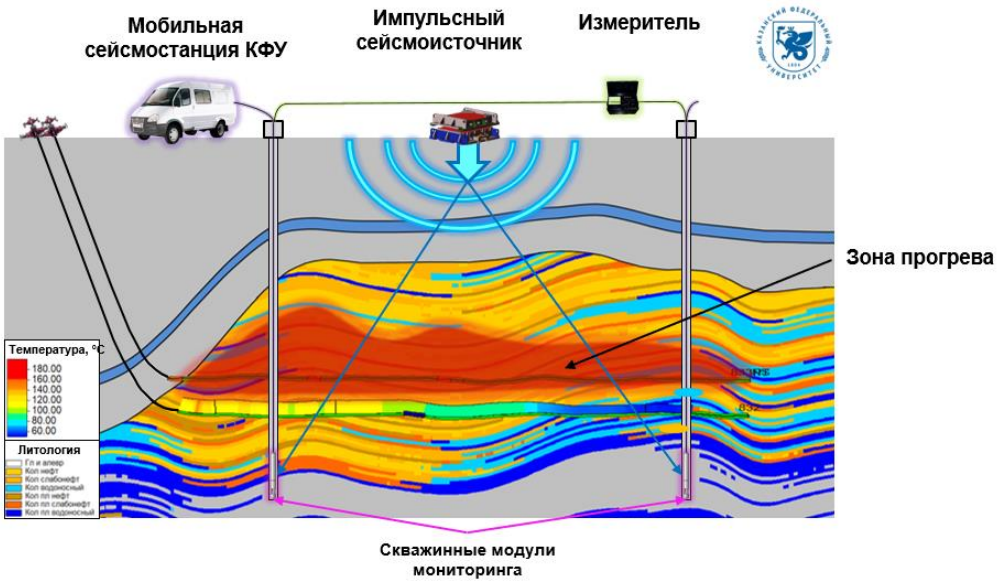
Также важным аспектом при разработке и доразведке залежей сверхвязкой нефти является мониторинг, так как одной из основных проблем разработки пласта по указанной технологии является картирование областей распространения пара, и особенно зон его прорыва.

Целью проекта является определение эффективности разработки залежей сверхвязкой нефти на основе комплекса геофизических и геохимических методов для повышения энергоэффективности и экологичности разработки мелкозалегающих залежей сверхвязкой нефти и природных битумов с использованием тепловых методов.

Геохимический мониторинг скважин основан на специфическом соотношении компонентного состава нефти из дифференцированных геологическими условиями участков продуктивных пластов. Для реализации указанного метода мониторинга проводится геохимический анализ образцов кернового материала, а затем по мере бурения добывающих скважин – проб нефти.

Для осуществления геофизического мониторинга используются методы электроразведки и сейсморазведки. Электроразведка проводится методом вертикальных электрических зондирований с измерением вызванной поляризации и симметричного электрического профилирования с измерением вызванной поляризации в профильно-площадном варианте и основаны на комплексном анализе изменения параметров электромагнитного поля (сопротивления, разности потенциала) в результате наличия битумов и воздействия пара на пласт. Сейсмические наблюдения на контрольно-измерительных скважинах в контуре залежи состоят из базовой и последовательных мониторинговых съёмок. Периодичность съёмок – раз в полгода. Сейсмическая съёмка также выполняется в варианте 2D с использованием усовершенствованного скважинного модуля мониторинга (СММ - У).

Схема проведения геофизического мониторинга с помощью прибора СММ-У:




СММ-У представляет собой погружной прибор, содержащий электрический и сейсморазведочный модули, а также датчик температуры, размещенные в одном корпусе изолированно друг от друга. Электрический модуль подсоединен к одной жиле геофизического кабеля, а сейсморазведочный модуль подсоединен к двум изолированным друг от друга жилам геофизического кабеля.

Макет прибора СММ-У:

Для уточнения зон остаточной нефтенасыщенности залежей высоковязкой и сверхвязкой нефти на основе геофизических исследований строятся карты комплексного параметра VR, учитывающего нормированное изменение скорости прохождения прямой волны и сопротивления, где низкие значения соответствуют снижению скорости прямой волны и сопротивления, соответственно – зонам прогрева, высокие значения соответствуют зонам охлаждения.

2. Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

Комплексная система геофизического и геохимического мониторинга обладает следующими преимуществами перед проведением альтернативной 4D сейсмикой:

- Простая система наблюдений, легко адаптируемая к условиям проведения работ

- Работы выполняются партией численностью не более 10 человек
- Более рациональное использование поисково-оценочных скважин – для размещения в них СММ
- При исследованиях используются волны самой простой природы – прямые проходящие, которые сохраняют свою интенсивность на значительных интервалах своей траектории
- Стоимость одной съемки на месторождении сверхвязкой нефти составляет порядка 5 млн рублей

3. Область применения проекта (технологии)

- проведение полевых и лабораторных мониторинговых исследований с целью изучения изменения геофизических полей и геохимических параметров продукции скважин
- анализ показателей разработки месторождения с учетом изменения положения глубинно-насосного оборудования
- создание геологической и геохимической моделей на базе отобранного керна и геофизических исследований скважин для изучения распространения углеводородов при закачке пара в масштабах залежи
- определение положения зон прогрева и уточнение процессов, происходящих при разработке залежей сверхвязкой нефти с использованием закачки пара

4. Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

Определение положения зон прогрева, рекомендации по изменению положения глубинно-насосного оборудования для увеличения нефтеотдачи и уточнение процессов, происходящих при использовании закачки пара для разработки залежей сверхвязкой нефти.

**Руководитель проекта:** Гумарова Ирина Ивановна, Ведущий научный сотрудник, кандидат физико-математических наук
i.piyanzina@gmail.com

**Проект: Компьютерный дизайн новых материалов**

По сей день основу микроэлектроники составляют устройства на основе кремния. Технология изготовления микросхем достигли невероятных масштабов: так, одни из последних исследований компании IBM позволили создать 2 нм чип. Однако, дальнейшее уменьшение размеров транзисторов с одновременным увеличением производительности процессоров возможно только в случае отказа от использования кремния, поскольку в нем на границе 5 нм проявляется эффект квантового туннелирования, мешающий работе рядом расположенных транзисторов. В связи с этим особую актуальность представляет собой компьютерный дизайн новых метаматериалов, гетероструктур, композитных полимеров с заранее заданными свойствами.

Проект направлен на поиск новых алгоритмов построения сложных многокомпонентных материалов (гетероструктур и композитных полимеров) с совершенно новыми полезными свойствами, не присущими ни одному из его составляющих, перспективных для использования в качестве компонент устройств функциональной микроэлектроники и спинтроники с использованием современных методов машинного обучения, квантовомеханических расчётов, молекулярной динамики.

У группы имеется большой научный задел, подтверждаемый большим числом публикаций в области квантовомеханических расчетов свойств новых материалов. В распоряжении лаборатории имеется несколько высокопроизводительных расчетных станций, на которых установлено современное программное обеспечение, позволяющее производить вычисления структурных, электронных, магнитных, оптических свойств твердых кристаллических и аморфных тел, жидкостей, газов, полимеров.

Область применения: Микроэлектроника, нефтегазовая индустрия.

**Руководитель проекта:** Варфоломеев Михаил Алексеевич, Заведующий кафедрой разработки и эксплуатации месторождений трудноизвлекаемых углеводородов, кандидат химических наук (доцент)
vma.ksu@gmail.com

**Проект: Технология закачки воздуха для увеличения нефтеотдачи и внутрипластовой генерации водорода при разработке месторождений трудноизвлекаемой тяжелой нефти**

Месторождения трудноизвлекаемой нефти рассматриваются как один из многообещающих источников для удовлетворения растущего спроса на энергию из-за истощения запасов традиционной легкой нефти. Однако разработка подобных месторождений не так проста за счет высокого энергопотребления и серьезных экологических проблем. Основной технологией, используемой в настоящее время для добычи тяжелой нефти, является закачка пара, применение которой выявляет все больше и больше проблем: низкая экономическая выгода из-за высоких теплопотерь, ограниченное количество потенциальных для применения коллекторов, экологические проблемы, вызванные сжиганием угля или природного газа для получения пара и огромное потребление пресной воды.

Разработка новых эффективных технологий для освоения месторождений тяжелой нефти является важной задачей, стоящей перед всем миром и в особенности перед Россией и Китаем, обладающими огромными запасами этого углеводородного сырья. Внутрипластовое горение (ВПГ) может быть многообещающим методом извлечения тяжелой нефти. По сути, это нагнетание воздуха в пласт для выработки тепла внутри пласта путем сжигания части нефти. В ходе закачки воздуха и окисления нефти происходит образование фронта горения, который позволяет вытеснять нефть в добывающие скважины за счет комбинированного вытесняющего механизма горячих флюидов и дымовых газов, что, таким образом, позволяет достигать высокого коэффициента нефтеотдачи.

При ВПГ отсутствуют теплопотери на поверхности и в нагнетательных скважинах за счет выработки тепла непосредственно внутри пласта, что делает эту технологию наиболее энергоэффективным тепловым методом добычи тяжелой нефти. В отличие от закачки пара, ВПГ меньше зависит от глубины пласта. Его можно использовать в разных типах коллекторов на любой стадии разработки пласта. Это более энергосберегающий, экологически чистый и эффективный метод повышения нефтеотдачи по сравнению с другими термическими методами, и он имеет большой потенциал при разработке месторождений тяжелой нефти. Кроме того, при его применении можно проводить облагораживание (частичную переработку) тяжелой нефти в пласте.

К настоящему времени по оценкам специалистов ежегодно потребляется до 80 мегатонн водорода, основными потребителями которого являются три сектора: химическая промышленность (~50%), нефтепереработка (~40%) и металлургия (~10%) [International Energy Agency. Global Hydrogen Review 2021]. В долгосрочных планах многих развитых стран рост потребления водорода прогнозируется также и за счет его применения в качестве топлива. Увеличение доли добычи трудноизвлекаемых нефтяных углеводородов, в частности, тяжелой нефти, по сравнению с традиционными источниками, также увеличивает потребность в водороде в том числе и для оптимизации процессов ее

разработки и облагораживания добываемого углеводородного сырья.

В ряде научных работ и пилотных испытаний было показано, что в ходе происходящих при ВПГ процессов генерируется водород. Однако механизм генерации водорода при окислении нефти представляет собой комплексный многостадийный процесс. Существует множество реакций, которые могут привести к образованию газообразного водорода во время процесса ВПГ, в том числе:

1) Акватермолиз. В результате акватермолиза тяжелых нефтей (реакции нефти и пара) образуется водород. Но общее количество газов, образующихся при акватермолизе, может быть невелико;

2) Термический крекинг (термолиз). Нагрев нефти в бескислородной среде, приводит к термическому крекингу более крупных углеводородов с образованием метана, этана, пропана и т. д., а также $H_2$, $CO_2$, CO;

3) Реакция конверсии водяного пара: $CO+H_2O=CO_2+H_2$;

4) Газификация кокса: $C + H_2O = CO + H_2$;

5) Реакция парового риформинга метана: $CH_4+H_2O = CO+H_2$. Полученный в этих реакциях водород может также учувствовать в других реакциях, таких как окисление или реакции метанирования: $C+2H_2=CH_4$; $CO+3H_2=CH_4+H_2O$; $2CO+2H_2=CH_4+CO_2$. Реакции метанирования являются основным фактором, влияющим на генерацию водорода.

Производство водорода внутри пласта в процессе ВПГ является новым и развивающимся направлением. Однако в настоящее время пока нет детальных систематических исследований по этой теме. Данный проект направлен на разработку фундаментальных основ для применения технологии ВПГ с целью одновременного повышения нефтеотдачи и производства водорода в пласте в процессе освоения месторождений тяжелой нефти.

**Руководитель проектов:** Амиров Рустэм Рафаэльевич, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой неорганической химии Химического института им. А.М. Бутлерова КФУ
ramirov@kpfu.ru

**Проект: Функциональные добавки для полимеров**

Проект направлен на разработку функциональной добавки (нуклеатор с термостабилизирующим эффектом) в виде сухого порошка для введения в полипропилен в процессе производства промышленных марок полимера или в процессе переработки (экструзия, литье, выдувное формование) полимера в изделия. Продукт предназначен для улучшения потребительских характеристик за счет повышения степени кристалличности и увеличения времени термического окисления полипропилена.

Основными новшествами и отличительными признаками является улучшение свойств полипропилена (ПП), где нуклеирующий агент обеспечивает единовременное улучшение комплекса свойств в части повышения температуры кристаллизации полимера, ускорения образования более мелких и многочисленных кристаллов (сферолитов), что в свою очередь обеспечивает работоспособность изделий из ПП при более высоких температурах, и повышение физико-механических свойств полимера, таких как модуль упругости, которые являются определяющими для изготовления изделий в многочисленных отраслях промышленности.

Заявленные технические результаты, достигаются тем, что в качестве функциональной структурообразующей добавки для ПП используются соединения кальция с оксиэтилидендифосфоновой кислотой. Продукт предназначен для применения в таких полимерах как: полипропилен и полиэтилен в качестве нуклеатора который также обладает термостабилизирующими свойствами. Возможными потребителями являются – нефтехимические компании по производству синтетических пластиков в Российской Федерации, а также многочисленные компании-переработчики термопластов в изделия, которым необходимо регулирование определенных эксплуатационных свойств полимерной матрицы. Самой крупной областью спроса являются товары народного потребления (тара/упаковка, игрушки, мебель, хоз. товары), на них приходится 30%. На втором месте с показателем 21% находятся пленки, на третьем с долей 20% - изделия из пленочной нити (бигбэги и мешки). Нетканые материалы (агроспандбонд, геотекстиль, гигиенические товары) обеспечивают 12% спроса. Отсутствие ярко выраженного лидера в направлениях сбыта обуславливает большую устойчивость рынка полипропилена.

Безусловно, анализируя посегментную динамику спроса, необходимо сделать поправку на специфические области применения различных марок полимеров пропилена, которые не являются взаимозаменяемыми (падение спроса в одном сегменте не всегда может быть компенсировано ростом спроса в другом, если речь идет об отдельно взятой марочной группе). Однако в целом по рынку полимеров пропилена ситуация выглядит равновесной и более перспективной, чем в других секторах полимерной промышленности. Это связано в том числе с тем, что полипропилен в ряде сегментов вытесняет другие полимеры. Об этом уже было отмечено на примере полистирольных пластиков и ПВХ, аналогичные процессы наблюдаются в случае литьевых марок полиэтилена, которые уступают место изделиям из полипропилена. В 2016 году мировой рынок добавок для

пластиков составил 48,2 млрд. долл. США, а уже к 2017 году он достиг отметки в 50,6 млрд. долл. США. По прогнозам аналитиков данный рынок будет расти на 5% в год и к 2021 году составит 64,6 млрд. долл. США. В целом добавки для пластиков будут приобретать все большее значение. Основными драйверами роста этого рынка будут: – Неуклонный рост и ужесточение технических стандартов производства полимерных изделий; – Ужесточение стандартов по таким изделиям, как продукция автопрома, толкающее на более активное применение пластиков и полимеров вместо более тяжеловесных материалов с целью повышения эффективности и экологичности. – Необходимость роста производительности труда в области производства пластиков и полимеров, а также снижение себестоимости названной категории продуктов. Эти факторы будут способствовать росту спроса на добавки для пластиков в масштабах мирового рынка.

# 24. Кемеровский государственный медицинский университет

**Руководитель проекта:** Федорова Юлия Сергеевна, доцент кафедры фармакологии, кандидат фармацевтических наук
fedorova_yuliya_sergeevna@mail.ru

**Проект: Разработка лекарственного средства для лечения инфекционных заболеваний, ассоциированных с образованием микропленок**

По данным ВОЗ (https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/oral-health) 3,58 миллиарда людей в мире страдают от инфекционных заболеваний.

Устойчивые инфекционные заболевания способны поражать все ткани и органы организма человека, достаточно значимы среди распространенных в мире болезней.

Основные факторы риска развития данных заболеваний – плохая гигиена (патогенное влияние микроорганизмов) и наследственность. Возникновение устойчивых инфекционных заболеваний может быть связано с нарушением гормональной системы (например, сахарный диабет), работы желудочно-кишечного тракта и заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Лечение устойчивых инфекционных заболеваний заключается в комплексе мер, направленных на устранение факторов развития и признаков заболевания. В большинстве случаев это комплексное лечение, включающее гигиену и медикаментозную терапию. Медикаментозное лечение заключается в обработке пораженных участков растворами антисептиков и применением антибактериальных и противовоспалительных препаратов. На сегодняшний день одним из основных недостатков является при частом использовании синтетических антибактериальных и противовоспалительных препаратов появление наличия ряда достаточно серьёзных побочных эффектов, резистентность микроорганизмов к ним, а также отсутствие лекарственного средства с выраженным сочетанным действием.

Таким образом, крайне актуальной задачей в настоящее время является создание новых лекарственных препаратов, с антибактериальной и противовоспалительной активностью, обладающих малой токсичностью и возможностью длительного использования без опасности развития побочных явлений и отрицательных последствий, а также обладающих отсутствием резистентности микроорганизмов к ним.

Исходя из вышесказанного, достаточный интерес вызывают лекарственные средства на основе растительных биологически активных веществ. Известно, что растительные лекарственные средства по сравнению с препаратами синтетического происхождения обладают более «мягким» действием и менее выраженным побочным эффектом. Вследствие этого на сегодня крайне актуально введение новых растительных лекарственных препаратов для лечения устойчивых инфекционных заболеваний, которые сочетают в себе противомикробное и противовоспалительное действие, при условии отсутствия к ним резистентности штаммов микроорганизмов. Одним из таких новых растительных средств может являться гель, полученный на основе природного ксантона α-мангустина (1,3,6-тригидрокси-7-метокси-2,8-бис-(3-метил2-бутенил)-9Н-ксантен-9-она),

выделенного из перикарпия плодов Garcinia mangostana L., обладающего противомикробным и противовоспалительным действием. Поэтому целью данного проекта является разработка и исследование нового антибактериального, противовоспалительного средства растительного происхождения на основе природного ксантона α-мангустина (1,3,6-тригидрокси-7-метокси2,8-бис-(3-метил2-бутенил)-9Н-ксантен-9-она) для применения в терапии устойчивых инфекционных заболеваний.

В настоящие время устойчивые инфекционные заболевания являются достаточно обширной группой в структуре заболеваемости населения. По данным последнего эпидемиологического обследования населения Российской Федерации выявлено, что 81 % в возрасте от 34 до 44 лет являются носителями инфекционных заболеваний. К 65 годам и старше этот показатель достигает 100 % (rosstat.gov.ru). Основные методы устранения устойчивых инфекционных заболеваний предполагают воздействие на микрофлору биопленки и направлены на формирование ответной реакции макроорганизма, на саногенетические и патогенетические механизмы патологического процесса. Применение в комплексном лечении устойчивых инфекционных заболеваний лекарственных препаратов с широким спектром фармакологической активности, влияющих, в том числе, на патогенез воспаления, имеет большое практическое значение.

Крайне актуальной задачей в настоящее время является создание новых лекарственных препаратов с антибактериальной и противовоспалительной активностью, обладающих малой токсичностью и возможностью длительного использования без опасности развития побочных явлений и отрицательных последствий, а также обладающих отсутствием резистентности микроорганизмов к ним.

Научная значимость проекта заключается в создании нового безопасного лекарственного средства с выраженными сочетанными эффектами – антибактериальным и противовоспалительным, а также с отсутствием к нему резистентности микроорганизмов. Данное лекарственное средство будет лишено негативных побочных эффектов, присущих известным противовоспалительным и противомикробным препаратам.

В настоящее время в мире ведутся разработки новых антибактериальных и противовоспалительных лекарственных средств, в том числе и на основе выделенных действующих веществ из растительных объектов, но ни один из разрабатываемых препаратов не имеет сочетанного антибактериального и противовоспалительного действия.

1) Антибактериальные лекарственные средства на различных стадиях разработки:

– Название препарата – Вабомер (Vabomere); разработчик – Rempex Pharmaceuticals, Medicines Company, США; действующее вещество – 3-[5- (диметилкарбамоил) пирролидин-2-ил] сульфанил-6-(1-гидроксиэтил)-4-метил-7-оксо-1-азабицикло [3.2.0] гепт-2-ен-2-карбоновая кислота; механизм действия – ингибитор карбапенемазы; лекарственная форма – наружное; стадия – получено разрешение FDA.

– Название препарата – Золифлодацин (AZD0914, ETX0914); разработчик – US-based Entasis Therapeutics and the not-for-profit Global Antibiotic Research & Development Partnership (GARDP), США; действующее вещество – (2R, 4S, 4aS)-11-фтор-2,4-диметил-8-((S)-4-метил-2-оксооксазолидин-3-ил) -1,2,4,4a-тетрагидро-2'H, 6H-спиро [изоксазоло [4,5-г] [1,4] оксазино [4,3-а] хинолин-5,5'-пиримидин]-2', 4' , 6'(1'H, 3'H)–триона; механизм действия – ингибитор биосинтеза белка бактерий; лекарственная форма – наружное; стадия – III фаза клинических исследований.

– Название – Гепотидацин (UNII-DVF0PR037D; GSK2140944); разработчик –

GlaxoSmithKline plc, Британия; действующее вещество – 3H, 8H-2a, 5,8a-Три азаацена-фтилен-3,8-дион, 2-[[4-[[(3,4-дигидро-2H-пирано [2,3-c] пиридин-6-ил) метил] амино]-1-p; механизм действия – ингибитор ДНК-топоизомеразы II триазааценафтилена; лекарственная форма – наружное; стадия – III фаза клинических исследований.

– Название – Тиоциллин (GE-2270); разработчик – Biosearch Italia S.p.A., Италия; действующее вещество – -[2-[2-(гидрокси)метил]-изопропил-(метоксиметил)-метил-[2-(метиламино)-2-оксоэтил]-тетраоксо-[alpha;] ил] тиазол-4-ил]-4,5-дигидрооксазол-4-карбонил]пирролидин-2-карбоксамид; механизм действия – ингибитор фактора элонгации бактерий Tu; лекарственная форма – наружное; стадия – II фаза клинических исследований.

– Название – CB-182804; разработчик – BioSource Pharm, Cubist Pharmaceuticals, США; действующее вещество – (2S, 3R)-2-[[(2S)-4-амино-2-[(2-хлорфенил) карбамоиламино-] бутаноил] амино]-N-[(2S)-4-амино-1-оксо-1-[[(3S, 6S, 9S, 12S, 15S, 18S, 21S)-6,9,18-трис (2-аминоэтил)-15-бензил-3-[(1R)-1-гидроксиэтил]-12-(2-метилпропил)2,5,8,11,14,17,20-гептаоксо-1,4,7,10,13,16,19-гептозациклотрикос-21-ил] амино] бутан-2-ил]-3-гидроксибутанамид; механизм действия – ингибитор фактора элонгации бактерий Tu; лекарственная форма – наружное; стадия – II фаза клинических исследований.

2) Противовоспалительные лекарственные средства на различных стадиях разработки:

– Название – ИМЛ; разработчик – ООО «Ифар», г. Томск, Россия; действующее вещество – 5-Метил-2-(пропан-2-ил)циклогексан-1-ил]{[2-метил-5-метокси-7-(4-хлорбензоил)-1H-индол-3-ил]ацетат}; механизм действия – ингибитор фермента циклооксигеназы (ЦОГ-1 и ЦОГ-2); лекарственная форма – неопределенна; стадия – доклинические исследования.

– Название – Тиовюрцин; разработчик – Институт проблем химико-энергетических технологий, г. Бийск, Россия; действующее вещество – 4-(3,4-дибромтиофенкарбонил)-2,6,8,12-78тетраацетил2,4,6,8,10,12гексааза-тетрацикло-[5, 5, 0,03,11,05,9]додекан; механизм действия – ингибитор фермента циклооксигеназы (ЦОГ-1 и ЦОГ-2); лекарственная форма – неопределенна; стадия – доклинические исследования.

Предложенное в данном проекте действующее вещество 1,3,6-тригидрокси-7-метокси2,8-бис-(3-метил2-бутенил)-9H-ксантен-9-она, по ранее полученным нами данным, обладает сочетанным антибактериальным и противовоспалительным действием.

**Руководитель проекта:** Федорова Юлия Сергеевна, доцент кафедры фармакологии, кандидат фармацевтических наук
fedorova_yuliya_sergeevna@mail.ru

**Проект: Разработка нового нейролептического средства**

В настоящее время социально значимой проблемой в мире во время пандемии является всплеск различных нарушений психики населения. Постоянно нагнетаемая тревожная обстановка средствами массовой информации, повышенное психологическое давление, введение строгих режимов самоизоляции и санитарно-гигиенических норм обуславливают развитие психических расстройств у населения, чему свидетельствуют данные из стран Азии, Европы и США (Xiang Y-T и соавт., 2020 г.; Козлов В.В., 2020 г.). По данным ВОЗ, около 1 миллиарда человек имеют какие-либо психические расстройства, а помимо этого в настоящее время миллиарды людей во всем мире затронуты пандемией COVID-19, которая оказывает дополнительное воздействие на их психическое здоровье.

Кроме расстройств, связанных с адаптацией в очагах массового распространения COVID-19, отмечаются такие тяжелые формы психических нарушений, как депрессия, повышенное тревожное состояние, бессонница, агрессия, нарушения когнитивных функций и др. Современные эпидемические инфекционные заболевания вызывают ряд серьезных психических расстройств, требующих профессиональной медицинской помощи.

Несмотря на огромное изобилие психотропных препаратов, обладающих внушительным набором видов биологической активности, и терапевтических свойств, механизмов действия, актуальность поиска новых психоактивных лекарственных веществ остается весьма высокой. Это обусловлено прежде всего недостаточной эффективностью имеющегося арсенала средств терапии социально значимых заболеваний, таких как депрессивные и биполярные расстройства, тревожные состояния и др. Большую проблему представляет выраженность побочного действия современных препаратов, использующихся для профилактики и лечения психических расстройств, начиная от седативного и депримирующего действия, существенным образом нарушающего повседневную деятельность человека. Одно из важнейших направлений этого поиска представлено разработкой новых нейролептических средств.

Профиль «идеального» антипсихотического средства состоит в следующем: препарат должен обладать мощным антипсихотическим действием, способствовать редукции продуктивной симптоматики, улучшать когнитивное функционирование, обладать высоким противорецидивным потенциалом, при этом не оказывая депримирующего действия и быть безопасным.

В настоящее время в мировой практике отсутствуют синтетические и полусинтетические лекарственные психотропные препараты, полностью отвечающие вышеперечисленным требованиям, поэтому весьма актуальным является поиск данной группы веществ среди растительных средств, которые могут служить источником новых оригинальных веществ и психотропной активностью.

Таким образом, одной из важнейших мировых задач в настоящее время является поиск и разработка средств, обладающих психотропной активностью, снижающих тревогу и агрессию без негативного влияния на психомоторные и когнитивные функции, способных предотвратить развитие психических нарушений у населения. Такими средствами являются,

в первую очередь, средства природного происхождения.

Научная значимость проекта заключается в создании нового безопасного нейролептического лекарственного средства, без выраженных побочных действий, в том числе угнетающего ЦНС, присущих группе известных нейролептиков, но при этом не уступающий им по терапевтической эффективности.

Новое нейролептическое средство На-009 – представляет собой выделенное действующее вещество из лекарственного растительного сырья (Hedysarum alpinum L.), представляющее собой производное порфирина, с сопоставимой эффективностью по сравнению с известными нейролептиками, но не обладающее выраженными побочными эффектами, присущими препаратам данной группы.

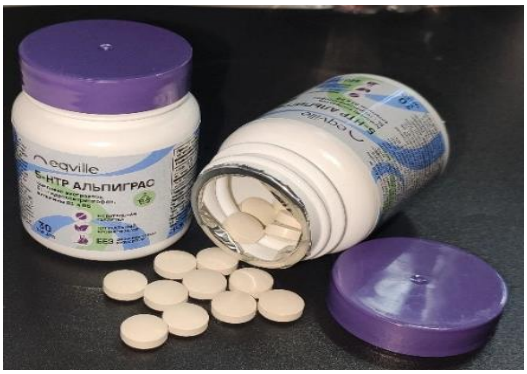
На-009 обладает высокоселективным антагонистическим действием по отношению к $D_2$ – рецепторам, расположенным в мезолимбической системе мозга, при этом не оказывает действия на другие рецепторы ЦНС. Поэтому, На-009 позволяет устранить все симптомы, связанные с нарушением функции $D_2$-рецепторов, но при этом не обладает выраженными побочными эффектами. За счет высокой селективности к $D_2$ – рецепторам и отсутствием активности в отношении других рецепторов ЦНС, На-009 не обладает депримирующим действием, что дает возможность его применения у людей, деятельность которых связана с повышенной концентрацией внимания. В настоящее время на мировом рынке не существует нейролептика, оказывающего высокоселективного влияния на $D_2$ – рецепторы.

Новое нейролептическое лекарственное средство с высокой терапевтической эффективностью, по силе не уступающей известным нейролептикам, безопасное и без негативного влияния на психомоторные и когнитивные функции, с отсутствием выраженных побочных действий, позволит существенно расширить арсенал препаратов для лечения психических нарушений в том числе и у пациентов, деятельность которых связана с повышенной концентрацией внимания (водители, монтажники и т. д.).

В настоящее время осуществлен выпуск продукта на рынок (ООО «Артлайф», г. Томск и ООО «Сибфармконтракт» (контрактное производство для ООО «eqville»), г. Томск с 2020 г. под торговыми названиями «АЛЬПИГРАС», «5-НТР АЛЬПИГРАС», «Альпирин»).

Потенциальными потребителями могут являться любые фармацевтические компании, занимающиеся производством лекарственных препаратов и БАД.

Объем вложений партнера напрямую зависит от предполагаемой формы выпуска продукта (БАД, препарат). Для реализации БАДа требуются минимальные вложения в производственную линию; так же возможно контрактное производство на ООО «Сибфармконтракт», г. Томск. Для выпуска препарата необходимо проведение клинических исследований, стоимостью от $3,4 млн.



# 25. Кубанский государственный университет

**Руководитель проекта:** Волченко Никита Николаевич, доцент, кандидат биологических наук volchenko.n@mail.ru

**Проект: Система мониторинга и очистки водоемов**

Горизонтальная платформа (при функционировании в реальных условиях - плавающая) с электронными датчиками мониторинга и зелеными растениями. Является биоинженерным устройством (биолого-аппаратным комплексом), плавающим в воде и осуществляющим 3 функции

- автоматический климатический мониторинг (температура воздуха, воды на разных глубинах, освещенность, солёность и др.).
- передачу сведений через GPS- или WiFi-связь пользователям или в сеть интернет в облачное хранилище
- очистку воды за счёт поглощения из неё эвтрофицирующих соединений (азот, фосфор и др.) и токсикантов (тяжелых металлов) гидрофитными растениями
- генерацию электричества для частичного питания устройства за счёт микробных топливных элементов как источников возобновляемой энергии
- визуально-декоративный эффект – в качестве биоарт-объекта городской среды, элемента урбанистики.

В состав входят следующие модули:

(1) плавающая платформа – многослойная сборная платформа с положительной плавучестью

(2) фитомодуль - водные растения в перфорированных горшках, вставляемые в ячейки платформы, контактируя с водной средой поглощают из неё загрязняющие вещества

(3) электронный модуль – регистрация характеристик среды электронными датчиками, сбор и накопление этих данных, передача их по беспроводному каналу связи

(4) модуль микробных топливных элементов – получение, накопление, преобразование электроэнергии за счёт деятельности микроорганизмов донных отложений

Опционально – возможно подключение через wifi к сети интернет и демонстрация трансляции данных электрогенеза в облако данных на сайт https://electrobacteria.ru/

На разработку получен патент РФ - RU2753349C1

“Биоплато для очистки водоёмов с электронным блоком” https://patents.google.com/patent/RU2753349C1/ru

# 26. Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия

**Руководитель проекта:** Плешков Владимир Александрович, Заведующий кафедрой селекции и генетики в животноводстве, кандидат сельскохозяйственных наук
6110699@mail.ru

**Проект: Совершенствование и апробация OPU технологии получения ценного генетического материала для ускоренного воспроизводства высокопродуктивного крупного рогатого скота молочного направления на основе эмбриональной селекции**

Традиционные методы воспроизводства не позволяют на должном уровне решать поставленные задачи по увеличению высокопродуктивного поголовья крупного рогатого скота. Современное эффективное животноводство невозможно без наукоемких инновационных методов используемых в репродуктивной биотехнологии животных.

На сегодняшний день традиционные методы селекции и воспроизводства отошли на второй план и являются дополнением к научно-обоснованным методам разведения и совершенствования пород крупного рогатого скота. В этих условиях особую актуальность придают мероприятиям, направленным на улучшение организации воспроизводства на основе современных биотехнологических методов. Использование геномно-эмбриональной селекции даст возможность существенно интенсифицировать селекционный прогресс за счет использования генетического потенциала, представляющего собой резерв генофонда у коров, обладающих уникальными хозяйственно-полезными свойствами, что невозможно достичь, применяя традиционные методы воспроизводства. Значительный рост уровня производства в молочном скотоводстве невозможен без использования таких биотехнологических методов репродукции как технологии трансплантации эмбрионов in vivo и in vitro, внедрение которых в практику тиражирования и совершенствования молочного скота, оказалось одним из самых успешных биотехнологических проектов за последние десятилетия.

Множество отечественных и зарубежных исследований определили, что, применение технологии трансплантации эмбрионов, полученных методом in vitro, позволяет эффективно решать селекционные задачи, моделируя высокоудойные стада в более короткие сроки по сравнению с традиционными методами разведения, увеличивает число потомков от индивидуальных животных, минимизирует распространение заболеваний и обеспечивает сохранение генофонда.

Быстрое развитие биотехнологических методов воспроизводства, и в частности такого метода, как технология получения донорских ооцитов путем аспирации овариальных фолликулов из яичников живых животных (OPU) в сочетании с технологией оплодотворения ооцитов in vitro от ценных в генетическом отношении животных, открывает возможности к многократному ускорению селекционного процесса в плане получения и тиражирования высокопродуктивных линий молочного скота с желаемыми фенотипическими качествами, на получение которых даже самыми современными методами селекции потребуется не одно десятилетие.

На сегодняшний день основной задачей программы развития молочного скотоводства является увеличение поголовья высокопродуктивного скота, что невозможно достигнуть без применения инновационных методов воспроизводства, в частности технологии трансплантации эмбрионов, полученных методом in vitro.

Технология оплодотворения ооцитов, созревших вне организма, в основе которой лежит возможность получения эмбрионов из клеток, полученных методом аспирации из фолликулов яичников живых животных (OPU – технология) позволяет эффективно решать селекционные задачи, моделируя высоко-удойные стада в более короткие сроки по сравнению с традиционными методами раз-ведения, увеличивает число потомков от индивидуальных животных, сокращает генетические интервалы, минимизирует распространение заболеваний, обеспечивает сохранение генофонда, генетического разнообразия.

Биологическими особенностями коров обусловлено вынашивание одного теленка в течение года, что в отличие от быков-производителей является ограничивающим фактором для тиражирования высокопродуктивных дочерей от высокопродуктивных матерей. Большинство хозяйств выращивают и оценивают коров и нетелей самостоятельно на всех технологических этапах. В связи с чем имеют возможность сформировать группы животных по желаемому фенотипу и генотипу, своевременно провести всестороннюю оценку животного, включающую его продуктивный потенциал и воспроизводительные способности и на основании полученных данных вынести решение о дальнейшем его использовании.

Развитие репродуктивных биотехнологий в животноводстве позволило получать от одной высокопродуктивной коровы множество потомков в течение одного года.

В настоящее время большое внимание сосредоточено на изучении генетического материала и препаратов на соответствие их стандартам качества, в том числе проводятся исследование ооцитов, полученных разными методами. Для успешного развития животноводства при внедрении современных биотехнологических методов воспроизводства, важно наряду с оценкой быков по качеству потомства и качественными характеристиками спермы изучать качественные характеристики ооцитов.

Разработанный алгоритм основанный на технологии оплодотворения ооцитов, созревших вне организма, в основе которой лежит возможность получения эмбрионов из клеток, полученных методом аспирации из фолликулов яичников живых животных (OPU технология) позволяет эффективно решать селекционные задачи, моделируя высокоудойные стада в более короткие сроки по сравнению с традиционными методами разведения, увеличивает число потомков от индивидуальных животных, сокращает генетические интервалы, минимизируя распространение заболеваний, обеспечивает сохранение генофонда и генетическое разнообразие.

Учеными разрабатывается состав среды для культивирования эмбрионов in vitro, имитирующий среду матки, а также новая схема крио-консервации эмбрионов, что позволит увеличить количество жизнеспособных эмбрионов на 10–15%. Использование технологии получения донорских ооцитов путем аспирации овариальных фолликулов из яичников живых животных (OPU) в сочетании с технологией оплодотворения ооцитов in vitro позволит получать в среднем до 150 телят от 1 высокопродуктивного донора в год.

Область применения: Животноводство.

Использование разработанного алгоритма позволит получать и тиражировать ценный генетический материал для укоренного воспроизводства высокопродуктивного крупного рогатого скота молочного направления продуктивности.

Новые методы вспомогательных репродуктивных технологий появляются и стремительно развиваются, включаются в практику иногда даже без твердых доказательств полезности и безопасности. Большая часть исследований о влиянии культивирования на онтогенез, проводятся на эмбрионах мыши или кролика, при этом результаты используется для интерпретации процесса развития эмбрионов in vitro. Для более подробного понимания механизмов действия различных факторов и их эффективности в технологии in vitro требуется дальнейшее проведение исследований.

Например, не существует единого мнения касательно лучшего состава для культивирования эмбрионов: количество белка, аминокислот, витаминов, наличие и качественный состав цитокинов и гормональных компонентов, которые подбираются относительно свободно.

Значительный прогресс в создании универсальных коммерчески доступных культуральных сред является важной частью успеха применения технологии in vitro. В настоящее время существует множество коммерческих доступных решений для оснащения лаборатории, и множество видов культуральных сред, однако, по-прежнему продолжается поиск идеальных условий культивирования и лучшего состава питательных сред для повышения эффективности методов in vitro.

Показатели успеха технологии in vitro растут, а в научном сообществе обсуждаются возможности улучшения эффективности метода, до уровня, превосходящего естественные репродуктивные циклы. Тем не менее, данные о роли состава культуральных применяемых в технологии in vitro часто недостаточны или противоречивы.

Существующие данные говорят, что условия культивирования оказывают влияние на развитие ооцитов и эмбрионов до и после имплантации и, возможно, даже на здоровье будущего потомства. Более того, есть исследования показывающие, что компоненты питательных сред могут вызывать эпигенетические изменения, затрагивающие эмбриональное развитие и формирующие склонность к некоторым заболеваниям у потомства.

В практике животноводства используются коммерчески доступные культуральные среды, но их точный состав скрыт коммерческой тайной. В этом отношении остается до конца не изученным насколько все эти компоненты необходимы для развития эмбриона, и какой вклад вносит каждый из компонентов на этапе формирования эмбриона.

Таким образом, культуральные среды доступные для эмбриологических лабораторий, а также компоненты входящие в состав этих сред требуют дополнительного экспериментального изучения на всех этапах развития ооцитов и эмбрионов.

Применение в животноводстве современных репродуктивных биотехнологических методов позволит увеличить число потомков высокопродуктивных коров, наряду с выдающимися быками-производителями. Наше исследование по применению репродуктивных биотехнологий с целью тиражирования высокопродуктивных животных и увеличения поголовья крупного рогатого скота показывает хорошие результаты.

Важно отметить, что ооциты возможно получать как путем аспирации с применением OPU технологии, так и на убойных пунктах после забоя высокопродуктивных коров, выбракованных по различным причинам. В этом отношении становится необходимым

изучение развития ооцитов и эмбрионов на всех этапах роста и развития. Актуальным вопросом для будущих исследователей является разработка и создание питательных сред и оптимальных условий культивирования, приближенных к естественным, как для ооцитов, так и для эмбрионов, что позволит увеличить процент выхода ооцитов и эмбрионов высокого качества.

Рисунок 1. Подбор коров доноров

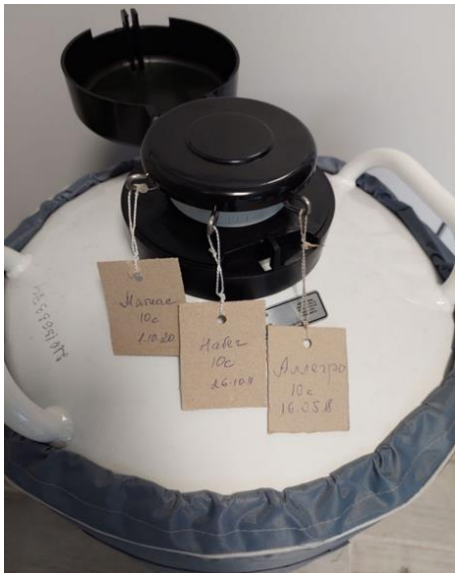


Рисунок 2. Сосуд Дьюара с замороженной спермой быков-производителей голштинской породы черно-пестрой масти

Рисунок 3. Процедура аспирации ооцит-кумулюсных комплексов из яичников коров доноров под контролем УЗИ

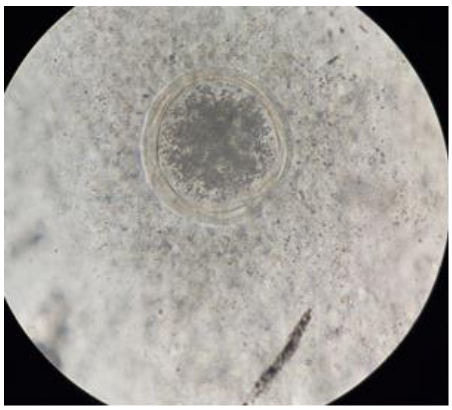


Рисунок 4. Отбор ооцит-кумулюсных комплексов по экспансии клеток кумулюса

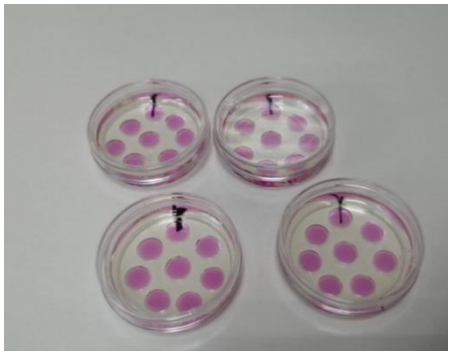


Рисунок 5. Питательная среда для работы с эмбрионами in vitro

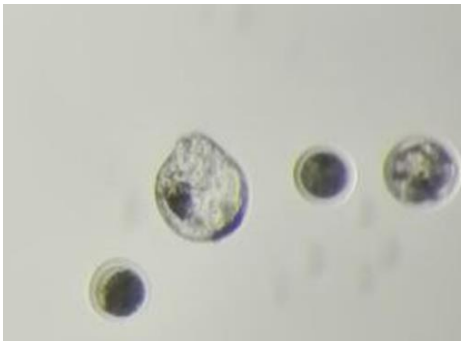


Рисунок 6. Вылупляющаяся бластоциста, трофэктодерма начала выходить через зону пеллюцида

# 27. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И. И. Иванова

**Руководитель проекта:** Глебова Илона Вячеславовна, заведующий кафедрой общей зоотехнии, доктор сельскохозяйственных наук, доцент
snow1968@inbox.ru

**Проект: Повышение продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы в условиях реализации стратегии инновационного импортозамещения и обеспечения национальной безопасности на основе разработки кормовых продуктов с содержанием биологически активных комплексов и нативных микронутриентов**

Проект позволяет расширить теоретическую базу данных в «Зоотехнии» применения и механизма действия биологически активного комплекса аквакультур в скотоводстве, свиноводстве и птицеводстве. Исследования направлены на применение спирулины локального производства (п. Поныри Курской области), находящейся в шаговой доступности и имеющей постоянный химический состав (благодаря стабильности условий ее производства). На современном этапе наиболее актуальна деятельность, направленная на активную поддержку выполнения Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынка сельскохозяйственной продукции сырья и продовольствия на 2013-2025 годы, утвержденная постановлением Правительства РФ от 14 июля 2012 г №717 (постановлением Правительства Российской Федерации от 18 марта 2021 года N 415), которая предусматривает обеспечение продовольственной независимости России путём ускоренного импортозамещения в отношении мяса крупного рогатого скота и молока.

Ожидаемым результатом выполнения госпрограммы является увеличение производства скота на убой до 14,45 млн. тонн в живом весе; рост производства молока в сельскохозяйственных организациях до 17,78 млн. тонн. Достижение результатов выполнения госпрограммы развития сельского хозяйства основано на использовании в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы кормов собственного производства, обогащенных нативными биологически активными добавками, рецепты которых, планируется, будут активно разрабатываться в ходе выполнения проекта.

Предлагаемый продукт «ЦианоФит-М» является кормовым продуктом, содержащим кавитационно активированную сине-зеленую водоросль спирулину (Arthrospira platensis) в нанодиспергированной форме. Человеком и различными видами животных употребляются в пищу в основном два вида: Arthrospira platensis и Arthrospira maxima, имеющие коммерческое название «Спирулина».

Спирулина для комбикормового продукта, производится на базе НИЦМБ БИОСОЛЯР МГУ (производственная площадка расположена в п. Поныри), а затем обогащается и активируется по авторским методикам разработанным научно-исследовательским коллективом Курской ГСХА, под руководством заведующей кафедрой общей зоотехнии, д.с.-х. наук Глебовой И.В.

Кормовой продукт «ЦианоФит-М» предназначен как для использования крупными

животноводческими комплексами Центрального Черноземья, а также фермерскими хозяйствами, частными подворьями, содержащими КРС

Следует отметить важные параметры предлагаемого кормового продукта «ЦианоФит-М»:

1. Натуральный - производится из компонентов природного происхождения, совместим со всеми ингредиентами кормов, лекарственными средствами.
2. Безопасный - не оказывает негативного воздействия на организм животных, не вызывает отрицательного побочного влияния.
3. Действенный - достаточно высокая скорость воздействия на организм. Позволяет значительно повысить рентабельность сельскохозяйственного производства.
4. Доступный - производится в Курской области (в шаговой доступности)
5. Легко применяемый для сельскохозяйственных животных - добавляется в корм или выпойку для телят

Кормовой продукт, содержащий спирулину, апробирован на предприятиях агропромышленного комплекса:

Предприятие АПК: «Учхоз «Знаменское» Курской ГСХА имени профессора И.И. Иванова» и филиал «Курчатовский свекловод» ООО «Курск-Агро»

Поголовье: телята голштинской черно-пестрой породы, молочного направления (ремонтные телочки)

Предприятие АПК: СПК «Амосовский» Медвенского района Курской области

Поголовье: телята симментальской красно-пестрой породы

Предприятие АПК: филиал «Большесолдатский свекловод" ООО «Курск-Агро» Большесолдатского района Курской области

Поголовье: дойные коровы голштинской черно-пестрой породы

Предприятие АПК: ФГБОУ ВО Оренбургский аграрный университет

Поголовье: цыплята бройлеры кросс Arbor Acres

Предприятие АПК: ООО птицефабрики «Новороссийск» и «Нотухаевская» Краснодарский край

Поголовье: цыплята-бройлеры кросс Ross-308

Применение кормового продукта «ЦианоФит-М» для КРС способствует снижению количества неусвоенного корма и повышению продуктивности за счет витаминов, аминокислот, фитогормонов, ферментов и микроэлементов. «ЦианоФит-М» позволяет активизировать синтез лактозы, а, следовательно, повышать молочную продуктивность. Динамика изменения удоев при внесении в рацион кормления биомассы спирулины представлена на слайде. В ходе одного из производственных экспериментов в Большесолдатском районе были сформированы контрольная и три опытные группы коров голштинской породы. Опытные группы животных получали по 0,75 г, 1,5 и 3 г биомассы спирулины в сутки соответственно. Наиболее интенсивно повышение суточного удоя наблюдалось во 2-ой и 3-ей опытных группах, в среднем от 1 до 3 литров. В целом в течение 70 дней эксперимента наблюдается не только повышение суточного удоя, но и пролонгированное действие кормового продукта на лактационную кривую, то есть внесение в рацион кормления биомассы спирулины способствовало более длительному сохранению достаточно высокого уровня лактации.

Также применение кормового продукта "ЦианоФит-М" в ряде хозяйств положительно сказывалось на снижении заболеваемости, состоянии здоровья и активности иммунной системы коров: количество соматических клеток в молоке коров снижается в среднем на 20–25% по отношению к группам сравнения, средний процент заболевания маститом понижается в 1,5-2 раза.

На современном этапе развития животноводства применяются кормовые добавки с антибиотиками, пребиотиками и другими препаратами. Предлагаемый кормовой продукт обладает пробиотическимим свойствами.

-преимущества проекта в сравнении с прототипами или аналогами - имеющийся в разработке продукт «ЦианоФит-М» практически полностью может замещать биологически активные препараты повышения молочной продуктивности и кормовые антибиотики. Полного, равноценного аналога предлагаемого кормового продукта в России и за рубежом нет.

-области применения проекта – кормление сельскохозяйственных животных и птицы

-коммерциализация - Средства, необходимые для завершения проекта, требуются для создания комбикормовой линии на базе Курской ГСХА, организации серийного производства, а также маркетингового продвижения кормового продукта на рынке, в сумме порядка 850 000 рублей. Срок окупаемости инвестиций составит до 6 месяцев с момента запуска серийного производства.

- другие важные сведения - Экономический эффект применения премикса "ЦианоФит-М" превышает затраты в среднем в 5,6 раз. При затратах на внесение премикса 10 руб./голову в сутки дополнительный доход при себестоимости молока 21,3 руб./кг составляет 20–40 руб./голову в сутки.

# 28. Липецкий государственный педагогический университет имени П. П. Семенова–Тян–Шанского

**Руководитель проекта:** Добромыслова Ольга Юрьевна, старший преподаватель
tit@lspu-lipetsk.ru

**Проект: Винтовой столб преимущественно для забора**

1. Описание проекта

Столб содержит выполненную из профильной трубы, например квадратного сечения, опорную стойку 1, заглубляемую в грунт часть, состоящую из цилиндрической трубы 2, снабженную на нижнем конце режущей винтовой лопастью 3, с закрепленной на ней стопорной пластиной 4, с помощью шарнира 5.

Для облегчения вкручивания столба можно использовать вороток, который представляет собой короткий отрезок трубы, сечение которой подобно сечению профильной трубы, например квадрат-квадрат, с поперечным размером, немного превышающим поперечный размер стойки. К отрезку трубы прикреплены радиальные рычаги.

При вкручивании столба и углублении режущей винтовой лопасти 3 в грунт стопорная пластина 4 беспрепятственно следует за лопастью, а при попытке выкручивания становится перпендикулярно лопасти 3, создавая условия невозможности извлечения столба из грунта.

2. Преимущества проекта (в сравнении с прототипами и аналогами)

Общеизвестны и широко применяются винтовые столбы и сваи [с информацией можно ознакомиться в сети Интернет по адресу http://www.comfortclub.ru/publ/63-l-0-499]. Винтовой столб представляет собой металлическую, как правило, стальную трубу, с заостренным концом и спиралевидной приваренной лопастью с режущей кромкой. Такие столбы легко вкручиваются в грунт, разрезая корневую систему почвы и раздвигая небольшие камни.

Известна винтовая заборная стойка [патент РФ на полезную модель № 99804, опубл. 27.11.2010], которая также выполнена из металлической цилиндрической трубы, на нижнем конце которой имеется шнек (винтовая лопасть), и наконечник ступенчатой формы с заостренным концом.

Эта и другие известные конструкции, выполненные на основе цилиндрических труб, просты в изготовлении. Широкая винтовая лопасть на конце позволяет без особого труда ввинтить столб и надежно его закрепить в грунте, препятствуя его выдавливанию при сезонных выпучиваниях грунта.

Недостатком подобных конструкций является простота несанкционированного выкручивания столба из грунта из места его установки.

Задача, на решение которой направлена полезная модель, - предотвращение несанкционированного выкручивания столба с места его установки.

Технический результат достигается тем, что столб металлический, содержащий опорную стойку и загружаемую в грунт часть, выполненную из цилиндрической трубы и снабженную режущей винтовой лопастью, на конце которой с помощью шарнира

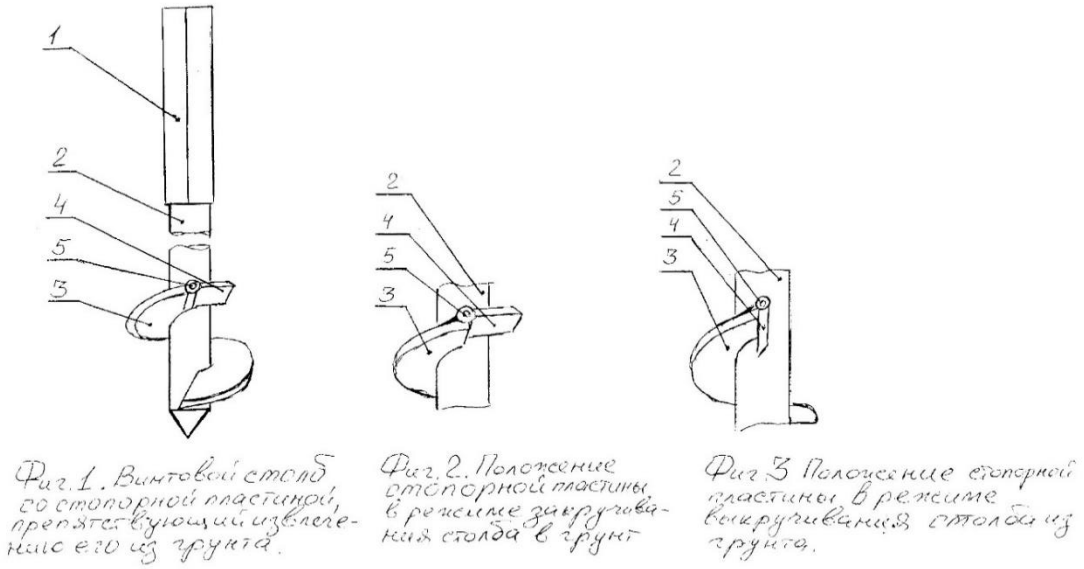
закреплена стопорная пластина, которая при закручивании столба в грунт беспрепятственно следует за лопастью, а при попытке его выкручивании становится перпендикулярно лопасти и препятствует его извлечению из грунта.

3. Область применения проекта (технологии)

Полезная модель относится к области строительства, коммунального или сельского хозяйства и может найти применение при создании ограждений, заборов и опор различного назначения.

4. Перспективы коммерциализации

Применение полезной модели для предотвращения несанкционированного выкручивания столба с места его установки.



**Руководитель проекта:** Тигров Вячеслав Петрович, Заведующий кафедрой, профессор/доктор педагогических наук
tit@lspu-lipetsk.ru

**Проект: Метла**

1. Описание проекта

Метла содержит черенок 1, декоративный колпак 2 с прутьями 3 закрепленными в нем при помощи пластической массы 4, с возможностью перемещения вдоль черенка и винтом-барашком 5, а на конце черенка 1 установлен при помощи шурупа 6 пластиковая втулка 7 с закрепленными в ней при помощи пластической массы 4 прутьями 8 меньшего диаметра в сравнении с прутьями 3.

При подметании ровных поверхностей улиц, дворов прутья 3 передвижением декоративного колпака 2 вдоль черенка 1 устанавливаются на одном уровне с прутьями 8. При выметании из узких щелей, небольших ямок и впадин винт-барашек 5 откручивается, декоративный колпак 2 с прутьями 3 поднимается вверх по черенку 1 как показано на фиг. 2 и фиксируется винтом-барашком 5.

Такая конструкция метлы избавляет пользователя тратить время на замену инвентаря при изменившихся условиях работы.

2. Преимущества проекта (в сравнении с прототипами и аналогами)

Известна метла, содержащая черенок, подметающий элемент из полимерного материала, выполненный в виде прутьев, соединенных в пучок, закрепленных на черенке и прикрытых декоративным колпаком (полезная модель RU №127297).

Недостатком известной конструкции метлы является неудобство использования для выметания мусора в узких щелях, небольших ямках и впадинах из-за большого диаметра пучка прутьев.

Задача, на которую направлена предлагаемая полезная модель, повышение функциональных свойств метлы.

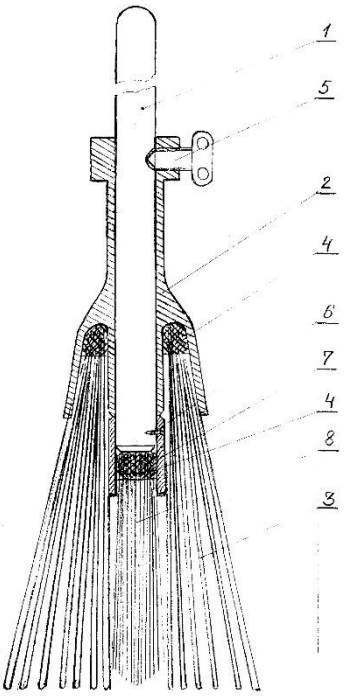
Технический результат достигается тем, что декоративный колпак с закрепленными на нем прутьями при помощи пластической массы может перемещаться вдоль черенка и фиксироваться с помощью винта-барашка в нужном месте, а на конце черенка устанавливается при помощи шурупа пластиковая втулка с закрепленным в ней при помощи пластической массы узким пучком, содержащим прутья меньшего диаметра.

3. Область применения проекта (технологии)

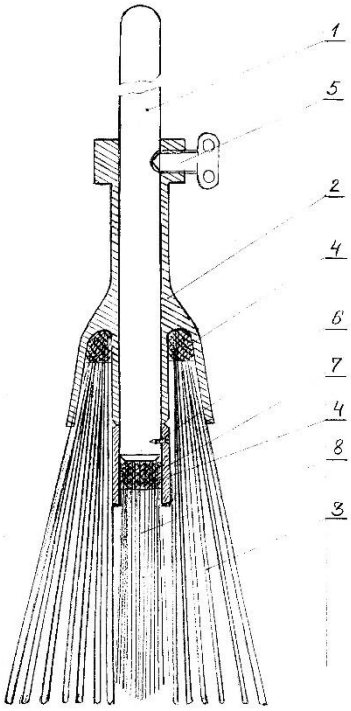
Полезная модель относится к очистной технике коммунального хозяйства, а конкретно к метлам дворницким с прутьями, изготовленными из полимерных материалов, например, из полипропилена, используемых для подметания улиц, дворов, садово-парковых территорий и т. д.

4. Перспективы коммерциализации

Применение полезной модели более тщательно выметать мусор в узких щелях, небольших ямках и впадинах из-за небольшого диаметра пучка прутьев.




Фиг.1 – метла в режиме подметания ровных площадок улиц и дворов




Фиг.1 – метла в режиме подметания ровных площадок улиц и дворов

**Руководитель проекта:** Шипилова Татьяна Николаевна, доцент, кандидат педагогических наук
tit@lspu-lipetsk.ru

**Проект: Пандус**

1. Описание проекта

Пандус содержит шарнирное крепление 9, стяжки 3, втулки 4, пружины 8, направляющие колеи, состоящие из шарнирно соединенных пластин 1 и 2 из листового материала, систему управления, состоящую из рычага 6, тросов 7 и фиксаторов 5.

Устройство работает следующим образом: для приведения в рабочее положение пандус за счет шарнирного крепления 9 укладывается на лестничный марш, а втулки 4 при помощи рычага 6 и тросов 7 на стяжках 3 сдвигаются друг к другу, сжимая пружины 8 и формируя шарнирно соединенные пластины 1 и 2 в жесткую конструкцию, при этом фиксаторы 5 по необходимости обеспечивают возможность регулировки ширины колеи. Для приведения пандуса в нерабочее положение рычаг 6 поворачивается в противоположную сторону, при этом ослабляется натяжение тросов 7 и за счет пружин 8 втулки 4 по стяжкам 3 возвращаются в исходное положение, а шарнирно соединенные пластины 1 и 2 выстраиваются в плоскость, которая в поднятом положении за счет шарнирного крепления 9 у стены лестничного прохода занимает минимальный объем.

2. Преимущества проекта (в сравнении с прототипами и аналогами)

Существуют пандусы, которые устанавливаются в местах сложившейся застройки, где невозможна установка стационарных пандусов и подъемников с горизонтальной платформой из-за малой ширины лестничных пролетов и больших углов наклона лестницы.

Известен пандус, содержащий две направляющие колеи, соединенные стяжками, шарнирное крепление с одной из сторон пандуса, позволяющее убирать пандус в нерабочее положение, не занимая лестничный проход (описание к полезной модели №59665, опубл. 27.12.2006 г.).

Недостатком известного пандуса является то, что даже в нерабочем положении он значительно сужает ширину лестничного прохода, за счет использования в конструкции швеллера в виде направляющей колеи.

Задачей, на решение которой направлена заявляемая полезная модель, является увеличение ширины лестничного прохода при нерабочем положении пандуса.

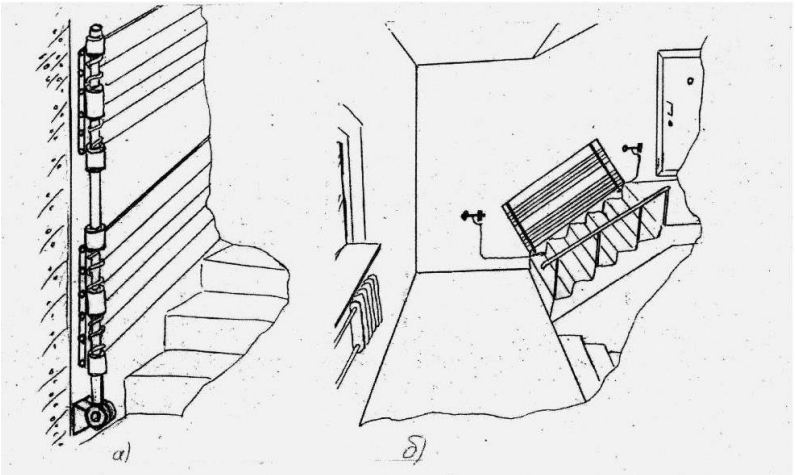
Технический результат достигается тем, что пандус, содержит шарнирное крепление, стяжки, а направляющие колеи выполнены из полос листового материала (сталь, композитные материалы), шарнирно соединенные между собой и имеющие возможность за счет втулок расположенных на стяжках и пружин между втулками раскладываться в плоскостное нерабочее положение при помощи рычага и тросов, занимая минимальный объем у стены лестничного прохода и складываться в жесткую конструкцию, принимая рабочее положение, причем необходимое расстояние между направляющими колеями регулируется их перемещением вдоль стяжек.

3. Область применения проекта (технологии)

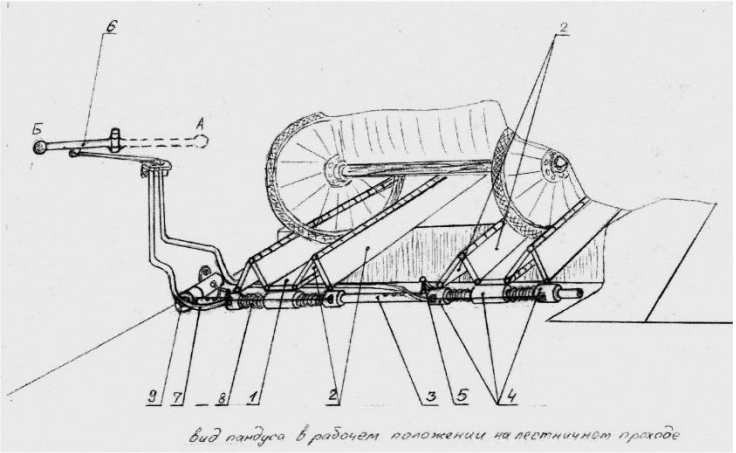
Полезная модель предназначена для облегчения передвижения инвалидов колясочников и граждан с детскими колясками вдоль лестничных маршей.

4. Перспективы коммерциализации

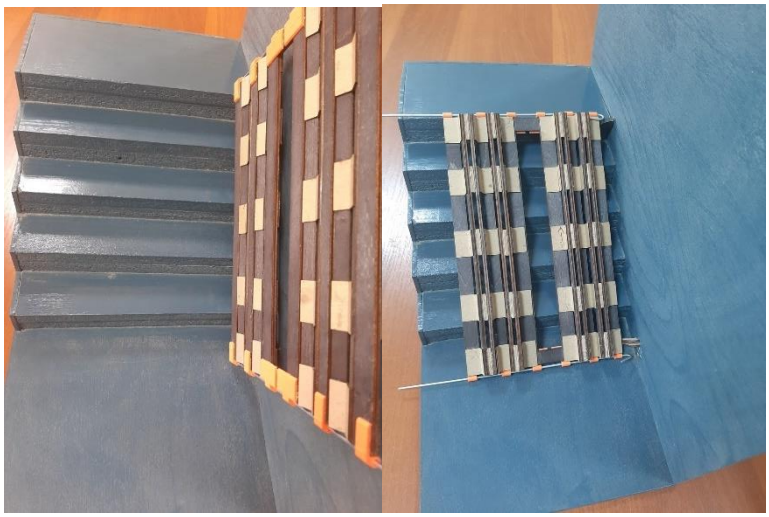
Применение полезной модели позволит обеспечить комфортное передвижение инвалидов колясочников и граждан с детскими колясками вдоль лестничных маршей.




вид пандуса в нерабочем положении: а) положение у стены лестничного прохода б). положение на лестничном проходе




вид пандуса в рабочем положении на лестничном проходе



# 29. Московский авиационный институт

## (Национальный исследовательский университет)

**Руководитель проекта:** Юрий Александрович Равикович, проректор МАИ по научной работе
ponyaev@yandex.ru

**Проект: Новые энергосберегающие технологии для низкоуглеродного пассажирского авиатранспорта с гибридной электро-энергетической установкой с эффектом высоко-температурной сверхпроводимости**

Описание проекта: развитие приоритетных совместных научных исследований и разработок на основании участия в международном европейском проекте FUTPRINT50 по созданию гибридных электрических силовых установок для экологических низкоуглеродных гражданских пассажирских самолётов и дирижаблей с энергосберегающими системами.

Преимущества проекта:

- Низкие затраты энергии и существенное снижение потерь при серхпроводимости (уровня жидкого азота);
- Высокая весовая отдача электрических приводов и двигателей при их компактности (малый объем компонентов);
- Малозатратные энерго-весовые ресурсы на криогенные системы охлаждения замкнутого цикла и использование локального эффекта Пельтье-Зеебека.

Перспективы коммерциализации:

- Удовлетворение все более жестким экологическим требованиям по декарбонизации воздушного транспорта в мире к 2030/2040;
- Возрастает спрос на реализацию-потребление от возобновляемых источников энергии и переход к гибридным электрическим системам на воздушном, наземном, железнодорожном и водном к 2030\2035 (известна стратегия правительств ведущих стран - Норвегии, Германии, Франции, ОАЕ и Китая и др.);
- Положительное влияние бурного всплеска заинтересованности и роста потребительского спроса на электро мобильный (EV) автотранспорт и развитию зарядной сети с мобильной инфраструктурой в Китае, Европе, Америке и России с 2020–2025 на 2030–2040.

# Experimental Research from 1994 up now

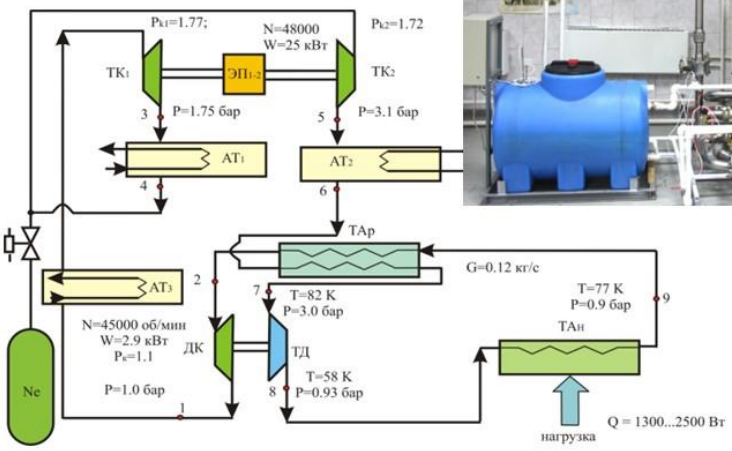
10 kW motor/generator with HTS rotor and stator winding
50 kW Generator/motor with HTS rotor winding and copper stator winding

Motor/generator with HTS rotor and stator winding with ring coils is under construction.

| Year | Output Power, kW | International Cooperation |
|---|---|---|
| 1994 | Motor 0,1 | Institute for High Physical Technology (Jena, Germany) |
| 1995 | Motor 0,3 | Institute for High Physical Technology (Jena, Germany) |
| 1997-2000 | Motor 10 | IFW (Dresden, Germany), Stuttgart University (Stuttgart, Germany), Institute for High Physical Technology (Jena, Germany), "Oswald Elektromotoren GmbH" (Miltenberg, Germany) |
| 2000-2003 | Motor 1,5 | Oxford University (Oxford, UK) |
| 2005-2008 | Motor 500 | Institute for High Physical Technology (Jena, Germany), "Oswald Elektromotoren GmbH" (Miltenberg, Germany) |
| 2008-2011 | Motor 150 | Self R&D and Patents |
| 2012-2014 | Generator 960<br>Motor 600 | Self R&D and Patents |
| 2012-2019 | Generator 1000<br>Motor 200<br>Fly Wheel 5MJ | Self R&D and Patents |

# R&D Test bench

Cryo- maintenance system for high-temperatures superconductors of electric generators and electric motors



# 30. Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

**Руководитель проекта:** Терехов Валерий Игоревич, кандидат технических наук
t.sakhratova@bmstu.ru

**Проект: Оценка потенциала депонирования углерода лесными массивами с помощью создания цифрового двойника леса**

Представленный проект позволит оценивать потенциал депонирования углерода лесными массивами для компенсации негативного воздействия технологий, изделий и их компонентов на природную среду, а также смоделировать на будущее динамику депонирования углерода в зависимости от изменения состояния лесных насаждений.

Цель: Создание прототипа цифрового двойника локального участка леса на основе данных дистанционного зондирования и натурных измерений, 3D-модели исследуемого участка, моделирования динамики многовидовых лесных насаждений и характеристик почвы в целях климатического мониторинга.

Ключевым результатом проекта будет создание прототипа цифрового двойника локального участка леса.

Принцип работы: Наземным и воздушным лидарами, а также спектрозональной съемкой с БПЛА проводится подеревная таксация локального участка леса с определением рельефа, стволов, формы крон деревьев, подроста, упавших стволов, подлеска и пр.

На основе полученных данных строится 3D модель исследуемого локального участка леса.

Для определения содержания углерода и азота в разных почвенных горизонтах проводятся почвенные исследования. Сбор исторических данных служит для изучения истории посадки и эксплуатации исследуемого участка леса, а также оцифровки таксационных описаний за последние 40–50 лет, характеризующие его развитие.

На основе подеревной таксации, почвенных исследований и 3D-модели исследуемого участка леса производится настройка моделей динамики таксационных показателей многовидовых разновозрастных лесных насаждений и модели почвенной динамики на характеристики исследуемого локального участка леса.

После этого будут проведены вычислительные эксперименты, моделирующие режим лесопользования исследуемого локального участка леса. Результаты будут сопоставлены с данными лесной таксации и текущего состояния исследуемого локального участка леса. Опираясь на эти результаты, будет разработан алгоритм ретроспективного анализа локального участка леса, использующий комплекс моделей динамики таксационных характеристик многовидовых разновозрастных лесных насаждений и модели почвенной динамики. Планируется проведение серии вычислительных экспериментов, позволяющих промоделировать состояние исследуемого локального участка леса с шагом в 5 лет на период с 1970 по 2070 год.

Преимущества перед аналогами: прототип цифрового двойника позволяет получить прогноз развития лесных насаждений до 100 лет при разных способах ведения лесного хозяйства и провести ретроспективный анализ поглотительной способности углерода на период до 50 лет.

Результаты проекта могут быть востребованы Рослесхозом, предприятиями лесопромышленного комплекса, предприятиями-заказчики лесных климатических проектов, карбоновыми полигонами Минобрнауки.

Перспективы коммерциализации: импортозамещение таких программных продуктов как: Lidar 360 Forest, TerraSolid. Эффект от разработки для государства состоит в анализе и обосновании выбора стратегии ведения лесного хозяйства и лесопользования в эксплуатационных и защитных лесах РФ с позиций их климаторегулирующих функций.

# 31. Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского (Первый казачий университет)

**Руководитель проекта:** Козлов Алексей Борисович, старший преподаватель кафедры «Фотоника», ведущий инженер НИИ «Полюс» им. М. Ф. Стельмаха, приглашенный лектор курса «Физика лазеров» Хуаджонского университета науки и технологий (КНР)
akaban@mail.ru

**Проект: Проект совместной разработки дискового лазера с Хуаджонским технологическим университетом (HUST, Ухань).**

Рассматриваемый класс дисковых лазеров относится к классу твердотельных лазеров (ТТЛ) с полупроводниковыми источниками накачки (DPSSL лазеры).

Традиционно для лазеров, использующих в качестве активного элемента – кристалл цилиндрической формы основной проблемой, снижающей эффективность генерации, является наличие неконтролируемых термооптических искажений в активной среде. Решение данной проблемы может быть найдено увеличением длины и уменьшением диаметра лазерного кристалла – технология волоконного лазера, и увеличением диаметра и уменьшением длины (толщины) лазерного кристалла – технология лазеров на тонких дисках (дисковых лазеров, лазеры на активных зеркалах).

Основной причиной развития концепции дисковых лазеров послужила необходимость создания высокомощных (более 1 кВт) стабильных источников лазерного излучения с суммарным КПД превышающим 10–15% и имеющим высокие показатели параметра качества пучка (M2<10). Существенную роль в интенсификации развития дисковых лазеров сыграло появление высокоярких полупроводниковых источников накачки, дающих возможность создать компактный узел накачки активного элемента, приблизить толщину активной среды к оптимальным значениям. В настоящее время лазерный кристалл дискового активного элемента большинства промышленно выпускаемых лазеров изготавливается из кристаллов ИАГ:Yb3+ и имеет диаметр 5–20 мм при толщине толщиной 150–300 мкм. Подобная геометрия существенно уменьшает эффект появления тепловой линзы и позволяет получать высокую выходную мощность в сочетании с высоким качеством луча. Сегодня параметры пучка излучения для дисковых лазеров с выходной мощностью 1–16 кВт лежат в диапазоне M2= 2÷8. В качестве источника накачки используются линейки лазерных диодов. КПД «от розетки» промышленно выпускаемых дисковых лазеров составляет сегодня 25%.

1.1 Использование дисковых лазеров в промышленности.

Большое разнообразие сфер применения промышленных лазеров показывает, что в области обработки материалов нет какого-то одного оптимального лазера. Каждая технология имеет свои преимущества, которые можно использовать в зависимости от требований задачи. До недавнего времени в качестве мощных технологических лазеров использовались, в основном, CO2 лазеры с длиной волны λ=10,6 мкм. Одной из главных

причин, сдерживающих применение твердотельных лазеров, был их существенно более низкий КПД: всего 3–4% для лазеров на ИАГ:Nd, в сравнении с КПД 8-10% у CO2-лазера, и невысокие уровни выходной мощности. Ситуация изменилась с появлением на рынке промышленных образцов дисковых и волоконных лазеров, обладающих существенно большим КПД и киловаттными уровнями выходных мощностей при высоком качестве параметров пучка излучения. Ключевым преимуществом дисковых лазеров (на базе ИАГ:Yb3+) и волоконных лазеров над CO2 лазерами является меньшая длина волны излучения (λ=1,03-1,07 мкм в сравнении с λ=10,6 мкм), что позволяет в 5–10 раз увеличить производительность оборудования металлообработки из-за более низкого коэффициента отражения. С другой стороны, по мнению специалистов компании Trumpf (Германия) – лидера в области производства лазерного оборудования для промышленного применения, с точки зрения качества резки листового металла CO2 лазер является сегодня эталоном. Поэтому если основное требование уделяется качеству кромки резки и универсальности, то CO2 лазер является предпочтительным решением, несмотря на большие габаритные размеры и меньшую эффективность.

Если сравнивать дисковый и волоконный лазеры, то волоконный лазер будет иметь преимущества в диапазоне уровней мощности до 1 кВт, а дисковый лазер, наоборот, предпочтительнее использовать в диапазоне больших мощностей – более 1 кВт.

По мнению исполнительного директора компании «Trumpf laser technology division» для лазеров высокой мощности сегодня и в будущем будут доминировать дисковые лазеры. Они дают пока лучшее решение для промышленного применения в киловаттном (1–20 кВт) диапазоне мощностей.

Ключевое преимущество дискового лазера над волоконным лазером в киловаттном диапазоне заключается в большей излучающей поверхности активного элемента и, как следствие, меньшей рабочей плотности мощности. У волоконного лазера повышение плотности мощности негативно влияет на эксплуатационную надежность резонатора – при небольших величинах диаметра волокна (50–200 мкм) существенное ограничение для получения высоких энергий лазерного излучения накладывает предельное значение плотности мощности излучения в волокне, за границами которого могут возникать нелинейные оптические эффекты, затемнение волокна, его старение. В то же время увеличение диаметра оптоволоконной «сердцевины» приводит к ухудшению качества луча. Стоит отметить также, что дополнительным недостатком волоконного лазера является его высокая чувствительность к отраженному лучу, воздействие которого на диоды накачки может вывести их из строя. Поскольку резонатор дискового лазера нечувствителен к отражению, даже когда материал обладает высокой отражающей способностью, его можно обрабатывать без риска повреждения как активного элемента, так и источников накачки.

Дисковый активный элемент – это простой и легко наращиваемый элемент платформы, который позволяет эффективно генерировать излучение с высокими параметрами пучка излучения. Модульная конструкция дискового лазера позволяет заменять отдельные модули лазера для сервисного обслуживания, гарантируя тем самым, что в случае нарушения нормальной работы лазера время простоя, так же, как и стоимость ремонтных работ, будут минимальны. Так, в современных лазерах компании Trumph линейки лазерных диодов могут быть заменены персоналом, не обладающим специальной квалификацией в течение нескольких минут. В волоконном лазере, напротив, из-за моноблочной конструкции резонатора потребитель не сможет заменить вышедший из строя модуль

самостоятельно без квалифицированной помощи.

Выделим основные преимущества дисковых лазеров киловаттных диапазонов:

- Высокие уровни выходной мощности и энергии излучения при высоких параметрах качества пучка M2: 2–10.
- Низкая чувствительность к эффекту обратного отражения.
- Высокая надежность, связанная с низкой энергетической нагруженностью активных элементов.
- Модульная структура лазера, позволяющая относительно просто наращивать мощность выходного излучения использованием нескольких дисковых элементов в связанном резонаторе.
- Низкая стоимость обслуживания.

В настоящее время, выходная мощность лазерного излучения технологических дисковых лазеров на ИАГ:Yb3+ достигла – 16 кВт с пространственной характеристикой пучка излучения 8 мм·мрад и интегральной эффективностью 25% (модель Trumpf TruDisk 16002). На рисунке 1 приведена фотография дискового лазера выходной мощностью 4 кВт, выпускаемого компанией Trumpf, выполненного на базе одного дискового активного элемента.

Как говорилось выше, в случае необходимости использования источника лазерного излучения, работающего в непрерывном режиме генерации, и обладающего выходной мощностью в несколько сотен ватт и M2~1 применение волоконного лазера экономически более выгодно. Это подтверждает практически полное отсутствие на рынке дисковых лазеров на базе ИАГ:Yb3+ с выходной мощностью в сотни ватт. Исключением является лазеры, предназначенные для использования в технологических целях обработки полупроводниковых пластин, солнечных элементов, работающие в режиме модуляции добротности. К подобным устройствам можно отнести лазер JenLas® disk G100 компании Jenoptik. Средняя выходной мощностью лазерного излучения JenLas® disk G100 составляет P=100 Вт (энергия в импульсе до 8 мДж, длительность импульса до 300 нс) на длине волны λ=515 нм.

Мощность волоконных лазеров (при модульной структуре соединения) достигает 50 кВт (по данным компании IPG). Серийно компанией IPG выпускаются волоконные лазеры с мощностью выходного излучения до 10 кВт на длине волны излучения 1070 нм (Серия YLS) в многомодовом режиме и мощностью выходного излучения до 1 кВт в одномодовом режиме генерации (IPG YLR-1000-Y12). Интегральная эффективностью выпускаемых моделей лазеров достигает 30%.

**Руководитель проекта:** Гноевых Юлия Сергеевна, старший преподаватель
natnaukaomsk@mail.ru

**Проект: Вермикомпостирование как метод решения экологической проблемы утилизации органических отходов**

На урожайность культур очень сильно влияет естественная плодородность земли. При оценке естественного плодородия используют такие показатели как агрофизические, биологические и агрохимические.

При отсутствии естественного почвенного плодородия несмотря на применение различных средств механизации сельского хозяйства нельзя рассчитывать на высокие показатели урожайности, а, следовательно и на рентабельность.,

Биотехнология способствует экологическому балансу природных систем, интегрирует систему сельского хозяйства в единое экологическое целое. Привлекательность метода вермикомпостирования заключена в биологической основе.

Конечным продуктом исследования является полученный в ходе разложения органических отходов - биогумус.

Традиционная технология производства биогумуса состоит из четырех этапов

- подготовка питательного субстрата;
- закладка червей;
- подкормка;
- выборка биогумуса и червей;

Применение биологического метода и позволяет рассматривать его как один из путей реанимации плодородия почвы и решения экологических проблем.

Преимущества проекта в сравнении с прототипами или аналогами:

Создание эколого-технологического цикла малоотходной и экологически безопасной технологии переработки органических отходов с использованием живых систем

Экономичный, быстро- окупаемый проект.

Область применения:

- Создать вермиферму для утилизации органических отходов;
- Конечным продуктом разложения отходов считать биогумус.

Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

Сбыт готовой продукции и взаимодействие с покупателями.

Готовым продуктом верми-фермы является чистый биогумус, расфасованный в мешки разного объема, а также смеси для посадки растений.

Побочный продукт – самих червей, можно предлагать рыбакам, зоомагазинам, птицефабрикам для производства мясо костной муки, а также продавать их непосредственно как производителей экологически чистого удобрения.

В перечень потенциальных покупателей можно включить такие группы потребителей, как дачники и владельцы приусадебных участков, любители домашнего цветоводства, органические фермы, садовые питомники и КФХ, основным видом деятельности которых является тепличное хозяйство или выращивание овощей и ягод в открытом грунте. Чтобы добраться до целевой аудитории и представить ей свой продукт, придется использовать несколько каналов сбыта.

Прямые продажи: доставка образцов продукции в садовые товарищества с предложением приобрести биогумус.

Директ-маркетинговые мероприятия:

- посещение тематических мероприятий для фермеров или дачников с презентацией своего товара;

- участие в специализированных выставках-ярмарках для цветоводов, дачников и огородников;

- рассылка коммерческих предложений сельхозпроизводителям и фермерам региона.

Дистанционная продажа:

- поставка в магазины, специализирующиеся на продаже зоотоваров, товаров для рыбаков и для дачников;

- реализация продукции верми-фермы через интернет-магазин.

Первоначальные вложения в бизнес включают в себя следующие статьи затрат:

Расходы на помещение. Покупка или аренда, а также его обустройство в соответствии со спецификой производства в зависимости от региона и самого объекта недвижимости – от 50 тысяч до 100–250 тыс. рублей. Выгоднее найти более просторное помещение с уже имеющейся инфраструктурой, то есть с отоплением и вентиляцией, и потратиться только на размещение компостеров, а не нести все затраты на ремонт и подведение коммуникаций.

Компостеры. Покупка готовых пластиковых, либо самостоятельное сооружение деревянных ящиков - от 100 до 5000 рублей за каждый вермикультиватор площадью 2–3 кв. м. То есть на 50 кв. метров нужно потратить 2500–125 000 рублей.

Приобретение колонии червей. За 1000 червей придется заплатить порядка 3–5 тысяч рублей, этого количества хватит для заселения 2 кв. м. вермикомпостера. Если разбить вермикомпостирование на 50 квадратных метрах, то нужно потратить не менее 125 тысяч рублей на первоначальную популяцию.

Оборудование. Для сепарации, просушки, взвешивания и упаковки (весы, устройство для запаивания пакетов, механическое сито – «грохотка», стеллажи) обойдется в 30–45 тысяч рублей.

Рабочий инвентарь. Тачки или тележки, лопаты, ведра, вилы для рыхления, система полива, приборы для измерения температуры и кислотности субстрата – 20–60 тысяч рублей.

Покупка сырья (органические отходы). Около 500–1000 рублей за тонну. Ежегодно нужно порядка 30 тонн на сумму в 15–30 тысяч рублей;

Единовременные регистрационные затраты. ИП – 2–5 тысяч рублей в зависимости от стоимости изготовления печати и открытия расчетного счета.

Итого: Общая стоимость работ:485 000-500 000 тыс. руб.

Результаты проекта

Стартовые инвестиции возвращаются через 5–6 месяцев. Рентабельность целиком зависит от масштабов производства.

От переработки одной тонны навоза и других органических отходов получается около 600 кг готовой продукции. Себестоимость продукции 1–2 руб. за кг. Стоимость же килограмма биогумуса в среднем составляет 50–80 руб. за кг.

В перспективе, с ростом прибылей, возможна организация производства вытяжки из гумуса – гумистара. Это производство требует специального высокотехнологичного

оборудования. Однако это переход на новый уровень для бизнеса. Полуторалитровая бутылка средства стоит 350–400 руб.

Излишки червя можно реализовать в рыболовные магазины. Стоимость одной особи – 3–5 руб. Если учесть, что червь живет около шестнадцати лет и дает потомство около двух тысяч червей в год, то и эта часть бизнеса гарантирует высокие прибыли при минимальных вложениях.

Биогумус имеет высокий экспортный потенциал. Зарубежные ученые в ходе научных исследований уже давно установили, что овощи и фрукты, выращенные на биогумусе, содержат на 30% больше витаминов.

В цивилизованном мире данное направление весьма активно развивается.

**Руководитель проекта:** Куликов Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, доцент
d.kulikov@mgutm.ru

**Проект: Разработка базовых превентивных нутриентных рационов питания для организации питания целевых групп**

Разработка базовых превентивных нутриентных рационов питания для организации питания целевых групп строится на разработке и внедрении цифровой платформы комплектования рационов условно персонализированного питания и восстановления (коррекции) элементного статуса (баланса макро- и микроэлементов), в основу которой положен паспорт здоровья человека, учитывающий наличие алиментарно-зависимых заболеваний, а также система коррекции дефицита эссенциальных микро- и макроэлементов с помощью неинвазивного скринингового метода донозологической гигиенической диагностики.

Наиболее перспективным способом организации социального питания является организация системы таблет-питания или работа digital dark kitchen на основе принципов персонализированного питания. Кроме того, проектом предусмотрено;

- создание программного обеспечения, агрегирующего данные о питающемся (антропометрические показатели – рост, вес, индекс массы тела, массо-ростовой индекс, масса по росту, динамометрия кисти;

- показатели физической активности – величина основного обмена, энергопотребление;

- физические качества и другие объективные показатели здоровья – состав тела, биохимия, аллергии (пищевые непереносимости), микробиом;

- генетические показатели – достоверно идентифицированные аллели генов по группам болезненных состояний) и о качестве питания (получаемые посредством ведения потребителями социального питания дневников питания).

Создание системы мониторинга питания лиц, находящихся на лечении в учреждениях здравоохранения и проживающих в учреждениях социальной защиты, состоящей из:

- программного обеспечения, посредством которого информация из электронного дневника питания заносится в облачное хранилище;

- программного обеспечения по обработке поступивших данных и составлению отчета о нутритивном статусе с рекомендациями о корректировках в питании с учетом диетологических и врачебных назначений;

- создание облачного хранилища с данными мониторинга и интерфейсов доступа;

- доступ специалистов (медиков, технологов, нутрициологов и др.) к данным о качестве и режиме питания. Кроме того, проект предусматривает разработку автоматизированной системы доставки таблет-питания до отделений и корпусов больниц и учреждений социальной защиты. В проекте отражены научно обоснованные принципы врачебных и диетологических назначений на основе платформы 1С Диетическое питание.

В рамках проекта изучается элементный статус целевых групп на основании определения содержания химических элементов в образцах слюны и волос позволяет получить объективные данные об эффективности использования организмом поступающих микронутриентов в конкретных условиях проживания с учетом особенностей обмена

веществ и состояния здоровья целевой группы населения.

Применение анализа на основе масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) – современного высокопроизводительного метода анализа химического состава многокомпонентных объектов – позволяет исследовать большое количество биологического материала с получением в короткий срок достоверных данных, соответствующих мировым стандартам.

Неинвазивность и доступность для персонала школ и медучреждений методик обследования детей, в которых они примут непосредственное участие, позволит им получить опыт самостоятельного проведения подобных проектов в будущем (образовательная часть для специалистов системы образования и здравоохранения).

Область применения проекта: организация питания социальных групп населения (общеобразовательные учреждения, учреждения здравоохранения, учреждения социальной защиты населения).

Целевые показатели научно-исследовательской работы:

- снижение нагрузки на региональную систему здравоохранения за счет сокращения срока пребывания учащихся в учреждениях здравоохранения на 10% и предупреждения ряда хронических заболеваний, которые требуют бюджетных расходов на лекарства и обеспечение наблюдения у врачей;
- снижение потребности в организации специализированного питания в ОУ на 55%;
- снижение частоты сезонных вирусных инфекций;
- предупреждение заболеваний органов ЖКТ, сердечно-сосудистой, нервной и эндокринной систем, опорно-двигательного аппарата;
- снижение числа детей и подростков: часто и длительно болеющих, с сезонными вирусными заболеваниями – на 10%, с заболеванием болезни эндокринной системы, расстройствами питания и нарушения обмена веществ– на 15%, ЖКТ – на 20%; болезнями кожи – на 20%; СДВГ, неврозами – на 10%;
- улучшение показателей физического развития, функционального состояния и успеваемости на 10–20%.

Внедрение базовых превентивных нутриентных рационов питания для организации питания целевых групп обеспечит экономический эффект:

- железо – 80 руб. затрат на коррекцию сохраняет 2880 руб.;
- цинк – 80 руб. затрат на коррекцию сохраняет от 1120 до 4000руб;
- йод – 80 руб. затрат на коррекцию сохраняет 3200 руб.(может быть увеличено 30000 руб. при развитии технологии).

# 32. Московский политехнический университет

**Руководитель проекта:** Пабло Итурралде
faustova.edc@gmail.com

**Проект: Беспилотная универсальная транспортная система для парковой зоны-Smart Шаттл**

Беспилотное транспортное средство для передвижения на различных парковых зонах, оборудованное системой автоматического управления.

Наша разработка — это целевая работа над созданием полного российского беспилотного транспорта. В отличие от других беспилотных средств, уникальным является то, что наша разработка работает на электротяге. Это позволяет наносить меньший вред окружающей среде.

Программное обеспечение, рама, корпус, узлы и т.д. — разработка российских специалистов.

Транспортное средство, оборудованное специальной системой автоматического управления.

- Программное обеспечение распознает объекты, знаки и путь
- Камеры, радары, система глобального позиционирования, ультразвуковые датчики
- Внутрикабинное техническое зрение и контроль безопасности пассажиров
- Безопасные закрытые колесные арки
- Работает на электроприводе, безопасен для окружающей среды
- Компактный и маневренный

Сфера применения:

- Новые зеленые города
- Потребитель (примеры)

1. "Город здоровья"
Расположение: Кавказские Мин. Воды
Девелопер: ГК "Олимпик Сити"
Сроки строительства: 1 этап - до 2022 г.
Концепция: комплексный проект оздоровительного назначения
Инвестиции: 287 млрд руб.
2. "Экономик-Сити"
Расположение: п. г. т. Забайкальск
Девелопер: ГК "Олимпик Сити"
Концепция: развитие территорий Сибири и Дальнего Востока, создание точек роста
Мобильность как услуга (MaaS)
3. Ж/Д, Аэропорты
4. Технопарки, бизнес-парки, университетские городки
Сколково, Иннополис, “Новые кампусы мирового уровня (Москва, Томск и

Новосибирск)

5. Парки (развлекательные, зеленые)

6. Олимпиады, матчи и т. д.

7. Приморские набережные, отели, пансионаты

8. Социальная мобильность пожилых людей (дом-больница)

Специалисты Московского Политеха создали беспилотное транспортное средство на электротяге, рассчитанное на четырёх пассажиров — SMART ШАТТЛ. Беспилотник можно использовать как экскурсионный автобус для передвижения по различным заданным маршрутам, либо для перевозки малогабаритных грузов.

В 2022 году в августе будет изготовлен предсерийный образец шаттла и новый прототип для перевозки грузов. Также планируется пилотный запуск шаттла для перевозки людей по заданному маршруту.

Московским Политехом был создан в марте 2022 года новый межотраслевой кластер в сфере электротранспорта и беспилотной техники.

Идеей запуска кластера является создание объединения научных, образовательных и производственных организаций для развития инфраструктуры беспилотного и электротранспорта в Москве.

Участниками данного кластера уже являются компании: SMP Racing, Автотор Холдинг, ИРЗ ТЭК, Гейтс СНГ, ИЦ Смарт, Русал и другие.

Московский Политех выполняет разработку категории М1, включая разработку шасси, кузова, кабины и комплекта тягово-энергетического электрооборудования. Проведение стендовых испытаний, составляющих комплекта тягово-энергетического электрооборудования. Изготовление экспериментального образца. Проведение стендовых и дорожных испытаний экспериментального образца легкового автомобиля.

На данный момент успешно сдан Промежуточный отчет по проекту, а именно этапы I-V. Были произведены теоретические исследования и анализ существующих легковых электромобилей и методов испытаний КТЭО, патентное исследование конструкций, сформированы Техническое предложение и Эскизный проект, произведены математическое моделирование и разработка цифрового двойника универсального носителя агрегатов автомобиля, энергетический и тягово-скоростной расчеты, виртуальные испытания. Также подготовлен Технический проект.

Команда инженеров и талантливых студентов Московского Политеха приступила к VI этапу проекта - формированию Рабочей конструкторской документации.

# 33. Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС

**Руководитель проекта:** Левашов Евгений Александрович, Head of the Department "Powder Metallurgy and Functional Coatings", Director of SHS-Center
levashov.ea@misis.ru

**Проект: Высокопроизводительный алмазный инструмент для стройиндустрии и камнеобработки**

Инструмент обладает высоким потенциалом поскольку:

- имеет выдающиеся служебные характеристики (производительность и ресурс);

- позволяет гибко и широко варьировать служебные свойства, адаптируя их к конкретным задачам;

- используют при получении недефицитные элементные компоненты.

Примеры исполнения:

- диск диаметром 600 мм для работы по аэродромным покрытиям при резке «свежего» бетона при изготовлении термокомпенсационных швов прорезает не менее 600 метров при глубине реза 13 см. Такой ресурс обеспечивает издержки на алмазный инструмент, составляющие менее 5% от стоимости всех работ. Это позволяет проводить работы в минимальное время, что важно в работах на аэродромах и дорогах;

- диск диаметром 900 мм при работе по предварительно напряженному армированному железобетону на линиях заводов железо-бетонных изделий (ЖБИ) позволяет изготовить до 2000 изделий (пустотные плиты перекрытий и дорожные плиты, балки, сваи и т. п.). Такой ресурс обеспечивает самые низкие на рынке издержки на инструмент в расчете на 1 изделие, в частности, менее 1% от стоимости плиты перекрытия.

Фотографии опытных образцов инструмента с новыми связками и их применение приведены на рисунках 1–4.

Инновационная продукция может успешно конкурировать с инструментом аналогичного назначения из зарубежных стран, например, из Австрии (фирма « Tyrolit» ), Германии (фирма «Cedima»), Люксембурга (фирма «Hilti»), Китая (фирма «Exin») и из Республики Корея (фирма « Shinhan»).

Сфера применения изобретения

Композиции используются при изготовлении алмазного инструмента (сегментные круги и кольцевые сверла, шлифовальный инструмент различной конфигурации) в стройиндустрии, производстве строительных материалов и реконструкции объектов инфраструктуры таких как:

- шоссейные дороги и взлетно-посадочные полосы аэродромов (изготовление деформационных швов в бетонных покрытиях);

- металлургические, стекольные предприятия и заводы огнеупорных материалов (ремонт высокотемпературных печей и изготовление огнеупорных изделий для них);

- АЭС, ГЭС, мосты и другие гидротехнические сооружения (ремонт и демонтаж

железобетонных конструкций);

- массовое жилищное строительство (изготовление плит перекрытий и других конструкционных элементов из предварительно напряженного железобетона, а также прокладка инженерных коммуникаций в зданиях и сооружениях).

Для новых видов связок областью применения является также инструмент для производства облицовочных плит из натурального камня для защиты стен и пола общественных объектов (торговые залы, подземные переходы и автомобильные паркинги) и жилищных зданий.

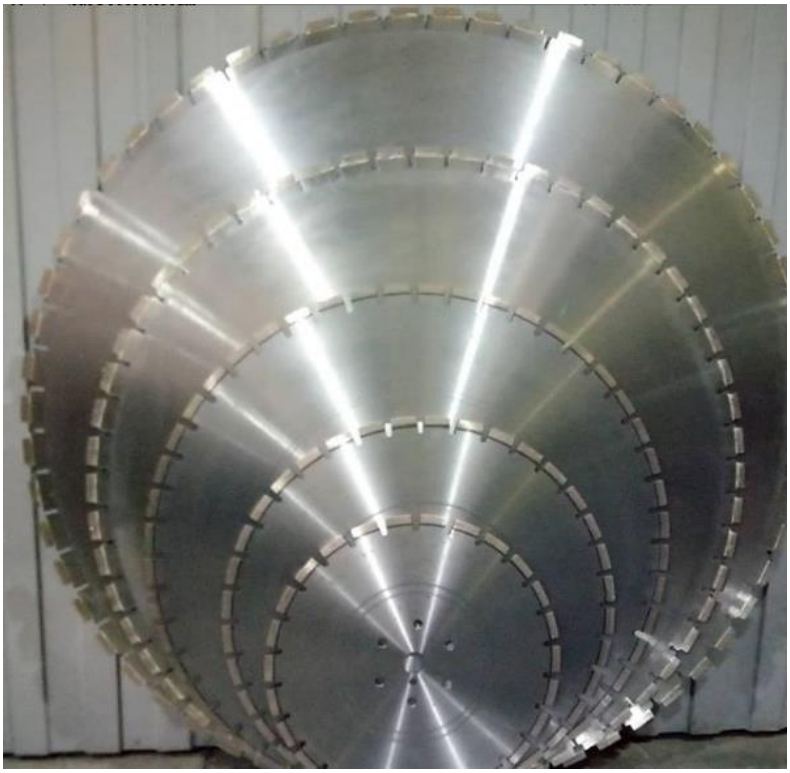
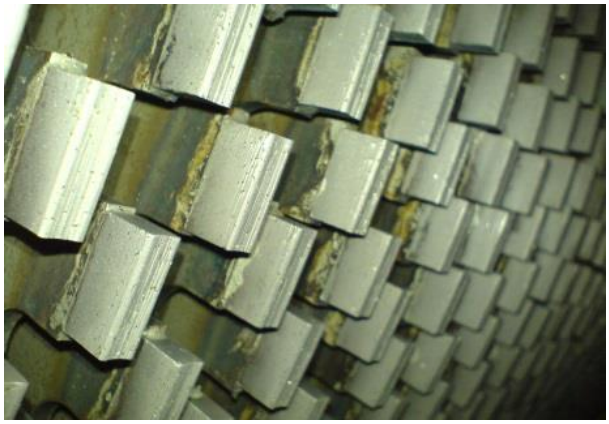


Рис.1. Образцы режущих алмазных дисков типа 1A1RSS разных диаметров

Рис.2. Испытания режущих дисков диаметром 500 мм при изготовлении термокомпенсационных швов в особо прочном бетоне аэродромного покрытия



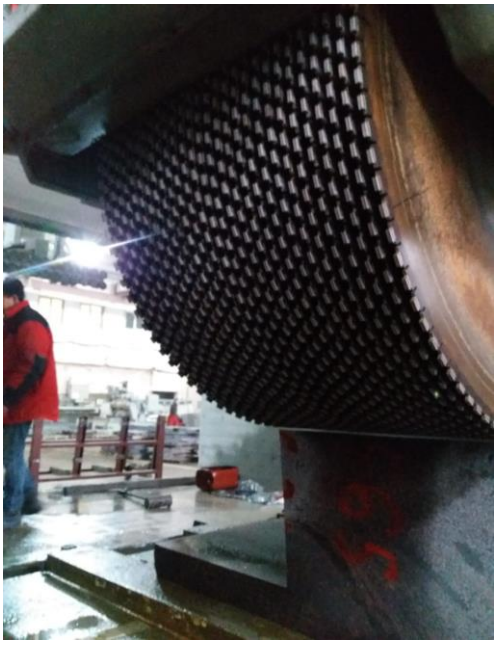


Рис.3 Пакет дисков диаметром 1200 мм для изготовления облицовочных плит из гранитных блоков

Рис.4. Диск диаметром 900мм для резки предварительно напряженного железобетона на технологической линии изготовления пустотных плит перекрытий

**Руководитель проекта:** Сенатов Фёдор Святославович, Директор центра, кандидат физико-математических наук
Senatov@misis.ru

**Проект: Биомиметический многослойный имплантат с повышенной биологической активностью для реконструкции костно-хрящевых дефектов**

В настоящее время костно-хрящевой биомиметический каркас с высокой биосовместимостью и механическими свойствами, имитирующий структуру нативной кости и хряща рассматривается как перспективное инновационное направление медицины, направленное на восстановление костно-хрящевых дефектов.

В этом проекте мы предлагаем разработку имплантат на основе композиционного материала сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ) / биокерамика с пористой структурой, исследование физико-химических свойств, биологических характеристик и оценку биосовместимости, остеоинтеграции и комплекса механических и трибологических свойств при имплантации.

В предлагаемом проекте костно-хрящевой имплантат на основе композиционного материала сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ) / биокерамика с пористой структурой будет сконструирован путем механической активации, послойного термопрессования и удаления порообразующего агента и т.д. Остеомиметическая часть имплантата будет образована многослойным пористым СВМПЭ с градиентом пористости, что позволит остеогенным клеткам заселить полость имплантата, инъецировать сосудистой сетью, зафиксировать соединительно-тканными волокнами и положить начало неоостеогенезу. Хондромиметическая часть имплантата будет образована сплошным СВМПЭ с ориентированной структурой для имитации волокон внешних слоев гиалинового хряща.

Научная новизна исследования заключается в изучении закономерностей формирования структуры материала гибридного имплантата, имитирующего (1) внешние слои хряща сустава за счет формирования ориентированных вдоль плоскости скольжения макромолекул СВМПЭ с повышенной износостойкостью и пониженным коэффициентом трения и (2) внутренние кальцинированные слои за счет формирования высокопористого композиционного материала СВМПЭ/биокерамика, а также особенностей механического и трибологического поведения имплантата.

Новизна решения проблемы заключается в:

1) создании прототипа медицинского изделия для реконструкции костно-хрящевых дефектов,

2) создании новых вариантов биоматериалов и разработки способа формирования пористой и ориентированной структуры для имитации разных слоев хряща сустава.

Предложенный подход позволит организовать выпуск конкурентоспособной продукции, удовлетворяющий современным требованиям.

Предлагаемые к освоению гибридные каркасы для остеосинтеза и клеточно-инженерные конструкции на их основе имеют физико-механические и медико-биологические характеристики, превышающие таковые для отечественных аналогов и сравнимые с таковыми для зарубежных. При этом ожидаемая стоимость предлагаемых материалов даже на этапе опытного производства будет ниже цены

конкурентов, что обеспечит конкурентоспособность создаваемого товара, и будет способствовать импортозамещению.

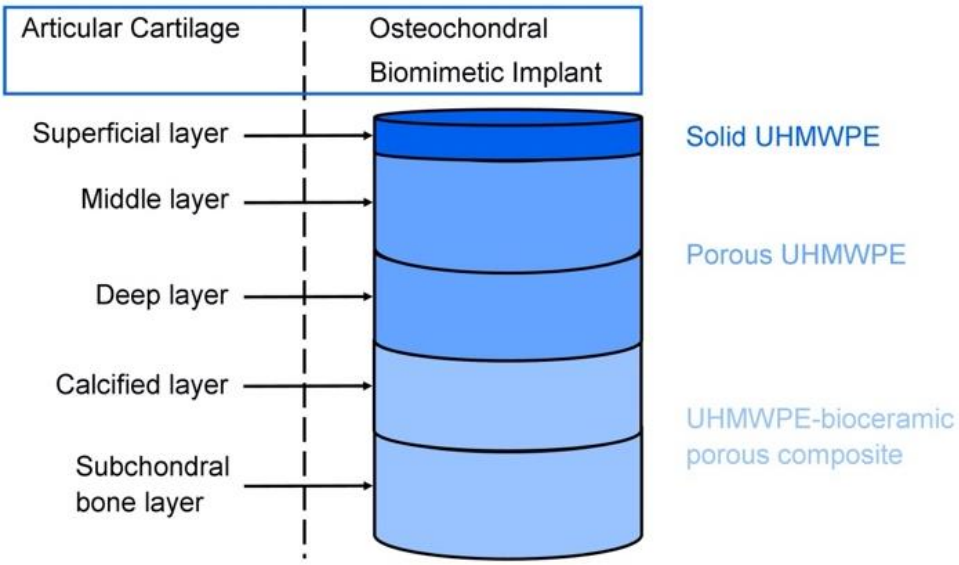



Рисунок 1 – Концепция предлагаемого в Проекте многослойного биомиметического имплантата

# 34. Мичуринский государственный аграрный университет

**Руководитель проекта:** Дубровский Максим Леонидович, Заведующий лабораторией, кандидат сельскохозяйственных наук
element68@mail.ru

**Проект: Получение и отбор слаборослых клоновых подвоев яблони для садов интенсивного типа для культивирования в климатических условиях Российской Федерации и Китайской народной республики**

В настоящее время в России и Китае активно развивается интенсивное садоводство, основную долю в котором играют насаждения яблони. Территории этих государств имеют огромную площадь с разными природно-климатическими условиями. Освоение рискованных для садоводства территорий возможно только при наличии современных высокоадаптивных сорто-подвойных комбинаций яблони, которые могли бы значительно снизить риски повреждения или гибели растений из-за воздействия на них негативных абиотических и биотических стрессоров.

Получение, отбор и экологические испытания новых гибридных форм клоновых подвоев яблони в условиях РФ и КНР позволит повысить эффективность культивирования производственных насаждений яблони в регионах с контрастными агроклиматическими условиями.

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ является одним из мировых лидеров в селекции слаборослых клоновых подвоев яблони для суперинтенсивных промышленных насаждений. По состоянию на июнь 2022 г. в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ, внесено 24 клоновых подвоя яблони селекции Мичуринского ГАУ (что составляет 48% от общего количества клоновых подвоев в реестре, представленных 50 формами), на 8 из них получены патенты на селекционное достижение (Малыш Будаговского, 76-3-6, 83-1-15, 87-7-12, 70-20-20, 70-20-21, 71-7-22, 75-1-62). В настоящее время 4 новых клоновых подвоя яблоня селекции Мичуринского ГАУ проходят испытания в Государственной комиссии по испытанию и охране селекционных достижений (ФГБУ «Госсорткомиссия»).

Сады на клоновых подвоях селекции ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ характеризуются следующими особенностями:

• высокая совместимость подвоев с лучшими районированными и перспективными сортами;

• высокая морозостойкость и зимостойкость корневой системы, выдерживающей до -16°С – по данному признаку зарубежных клоновых подвоев-аналогов нет;

• высокая устойчивость подвоев к бактериальному ожогу (в отличие от большинства зарубежных подвоев) и парше;

• ускоренное вступление в плодоношение – цветение саженцев на карликовых и суперкарликовых подвоях уже в питомнике, наступление периода товарного плодоношения в саду на 3-...5-й год;

• высокая урожайность: в условиях Средней полосы России – в среднем от 25 до 40 т/га; в южных регионах России (Кубань, Северный Кавказ) – до 60–70 т/га.

Формы подвоев яблони селекции Мичуринского ГАУ служат основой для создания зимостойких интенсивных яблоневых садов во всех регионах России и, прежде всего, в регионах с экстремальными зимними условиями. В настоящее время в средней зоне садоводства России интенсивно проводится закладка молодых яблоневых садов на подвоях 54–118, 62–396 и Парадизка Будаговского (В9) селекции Мичуринского ГАУ.

В мировой практике садоводства не существует подвоев, которые могли бы конкурировать по морозостойкости с подвоями селекции Мичуринского ГАУ, тогда как последние успешно конкурируют по устойчивости с зарубежными подвоями в странах Европы и Америки.

Уникальный признак большинства мичуринских подвоев – антоциановая окраска побегов (краснолистность), что повышает их устойчивость к неблагоприятным природно-климатическим условиям благодаря повышенному содержанию в тканях природных антиоксидантов – антоцианов и облегчает выявление поросли в питомнике.

Перспективные подвои для суперинтенсивного садоводства Малыш Будаговского, 57–491, 70-20-21 позволяют размещать деревья по уплотнённым схемам (более 1,5 тыс. шт./га); обладают высокой морозостойкостью корневой системы (до -18ºС); ускоряют вступление в плодоношение (на 2–3 год); увеличивают урожайность до 40-60 т/га.

Районированные и перспективные формы клоновых подвоев яблони селекции Мичуринского агроуниверситета переданы зарубежным фирмам по генеральной лицензии для изучения и последующего коммерческого размножения, а также использования в качестве доноров морозостойкости и устойчивости к болезням.

С 1991 г. действует лицензионное соглашение с французской компанией «Davode-Ligonnier», по которому она испытывает (в течение 10 лет с дальнейшим продлением договора), с целью дальнейшего размножения и продажи в странах ЕЭС,7 слаборослых клоновых подвоев яблони селекции Мичуринского ГАУ, в том числе полукарликовые формы 71-3-150; 54-118; 64-194 и карликовые формыВ9, 69-28-11; 62-396. В 2018 г. данный договор продлен, компания «Davode-Ligonnier» реорганизована в крупнейший плодовый питомник Франции «Dalival», а испытания подвоев проводятся в его подразделении – селекционной компании IFO (International Fruit Obtention).

С 1997 г. действует лицензионное соглашение с компанией «Botden & van Willegen» (Нидерланды) на размножение и продажу этой фирмой на территории ЕЭС карликовых подвоев В146 (57–146), В469 (57–469), В491 (57-491) селекции Мичуринского ГАУ.

В 1999 г. подписан договор с компанией «Varieties International» (США), согласно которому 15 подвоев селекции Мичуринского ГАУ испытаны в США, в том числе среднерослые формы 57-490, 70-20-20; полукарликовые формы 64-194, 54-118, 70-6-8, 67-5(32) и карликовые формы 69-28-11, ПБ (Парадизка Будаговского, В9), 62-396, 60-160, 71-7-22, 57-491. По результатам испытания данной компаний на карликовый подвой 62–396 селекции Мичуринского ГАУ получен Патент США на селекционное достижение APPLE TREE ROOTSTOCK NAMED «MICH 96» (№ US PP 21, 223 P3 от 24.08.2010 г.) и зарегистрирован товарный знак В10. На среднерослый подвой 70-20-20 зарегистрирован товарный знак В119. В 2017 г. договор между ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ и компанией «Varieties International» был продлен.

Для единства оценки устойчивости и производственного потенциала изучаемых

клоновых подвоев яблони в природно-климатических условиях РФ и КНР в рамках проекта будет разработана экспериментальная методика анализа устойчивости растений к неблагоприятным факторам окружающей среды.

Клоновые подвои яблони селекции ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ получены в результате сложной схемы отдаленных скрещиваний и объединяют в своем генотипе наследственный материал нескольких высокоустойчивых природных видов рода Malus Mill., благодаря чему характеризуются генетической уникальностью и комплексом ценных биологических и хозяйственно-производственных признаков. Их корневая система способна выдерживать без повреждений снижение температуры почвы в бесснежный период до -16°С, а отдельных форм – до -18°С (основной клоновый подвой, используемый в большинстве стран мира – М9 без повреждений выдерживает температуру почвы в корнеобитаемом слое всего до -8...-10°С). Большинство форм подвоев селекции Мичуринского ГАУ имеют антоциановую пигментацию листьев и древесины, что облегчает удаление поросли в питомнике. Характеризуются высокой продуктивностью в маточнике и хорошей приживаемостью привойных компонентов в питомнике, высоким выходом стандартного посадочного материала. У отдельных подвойных форм установлена генетическая детерминация признака сдержанного роста кроны плодового дерева. Ряд генотипов характеризуются повышенной генетической устойчивостью к бактериальному ожогу плодовых культур (Erwinia amylovora (Burrill) Winslow et al.), мучнистой росе (Podosphaera leucotricha Salm). Отдельные формы клоновых подвоев характеризуются повышенной жаростойкостью и солеустойчивостью в условиях экспериментального моделирования повреждающих абиотических факторов и анализа функционирования фотосинтетического аппарата.

Область применения проекта: интенсивное садоводство.

Яблоня является основной плодовой культурой во многих регионах мира, в том числе в России и Китае. Несмотря на сложившийся в течение длительного периода сортимент, при возделывании ее насаждений в настоящее время возникают новые серьезные проблемы, требующие поиска разносторонних способов их решения, – общемировые и локальные тенденции изменения климата; дефицит ценных плодородных земель; сложности в организации систем орошения и фертигации; появление более патогенных популяций и разновидностей основных вредителей и болезней, в том числе карантинных; значительное удорожание средств защиты растений, удобрений, технических средств и необходимого специального оборудования и др. Одним из способов решения данных проблем является создание новых высокоустойчивых, продуктивных сортов и клоновых подвоев яблони, позволяющих получать качественный посадочный материал и рекомендовать его для возделывания в менее благоприятных природных областях.

Новые полученные генотипы клоновых подвоев яблони характеризуются повышенной устойчивостью к основным негативным абиотическим и биотическим факторам среды и высокими технологическими показателями, что позволяет использовать их для освоения под производственные насаждения новых менее благоприятных аграрных территорий. При этом значительно возрастает сохранность растений в данных условиях и снижаются технологические материальные затраты. Расширение площади плодовых насаждений будет способствовать развитию аграрной инфраструктуры, созданию новых рабочих мест и совершенствованию социальной сферы для населения прилегающих территорий, повышению экономических показателей развития соответствующего региона.

Разработанные и оптимизированные биотехнологические методы могут быть использованы в научных и научно-образовательных учреждениях для ускорения селекционного процесса садовых культур и получения высококачественного посадочного материала.

В связи с вышеизложенным, исследования в рамках предлагаемого научного проекта имеют актуальное научное и производственное значение для научно-технологического и экономического развития регионов РФ и КНР.

# 35. Мурманский арктический государственный университет

**Руководитель проекта:** Меньшакова Мария Юрьевна, Заведующий лабораторией, кандидат биологических наук
dendrobium@yandex.ru

**Проект: Биохимические инновационные технологии очистки сточных вод производственного происхождения**

Целью проекта является разработка круглогодично действующей технологии очистки промышленных сточных вод от токсичных соединений и сопутствующей биодобычи цветных металлов (в том числе, редкоземельных металлов и платиноидов).

Основные задачи проекта.

- разработка принципиальной схемы применения технологии «Вермифит» для конкретного предприятия с учетом состава сточных вод, их температуры, кислотности, объемов сброса существующих систем очистки;
- оценка возможностей многократной регенерации вермикулита растениями в условиях конкретного производства;
- разработка ассортимента растений и микроорганизмов (в том числе, ризосферных), пригодных для дифференцированной гипераккумуляции различных металлов в условиях различного климата и реакции среды, проведение первичной селекционной работы и подготовка семенного материала;
- выявление направлений распределения металлов в растениях, путей их связывания в клетке и экстрацеллюлярном пространстве, механизмов и пределов устойчивости растений к токсичному действию металлов;
- разработка комплексов растений и ризосферных бактерий, микоризных грибов для повышения эффективности биоэкстракции;
- разработка агротехнических приемов, повышающих эффективность аккумуляции;
- разработка основных технологических приемов, обеспечивающих интеграцию новой технологии в работу действующих предприятий и объектов.

Принцип действия гибридной технологии «Вермифит» основан на сочетании физических методов очистки (адсорбция вермикулитом) и биологической очистки (поглощение тяжелых металлов корнями растений). Вермикулит является природным химически-инертным материалом. Загрязненный вермикулит может впоследствии многократно регенерироваться с помощью растений, что делает технологию низкоотходной. При наличии в составе сточных вод значительного количества нефтепродуктов, очистка может производиться только с помощью вермикулита с последующей фиторегенерацией или биорегенерацией с применением бактериальных препаратов на основе бактерий рода Pseudomonas и Bacillus. Кроме того, гибридный метод подразумевает сочетание фитоэкстракции в летнее время и адсорбцию вермикулитом в зимнее время.

Проектируемая технология должна стать частью действующего производства, и не должна требовать возведения дополнительных дорогостоящих производственных сооружений. Проект направлен на разработку биотехнологии извлечения тяжелых металлов в различных климатических условиях, в которых расположены действующие предприятия металлургии. Высокой эффективности извлечения предполагается достичь путем разработки комплексов высших растений и ризосферных организмов.

Ожидаемые результаты

1) Будет разработана и внедрена технология очистки промышленных сточных вод от токсичных соединений и сопутствующей биодобычи цветных металлов, которая сочетает биологическую очистку и физические методы (адсорбцию), обеспечивая круглогодичный процесс эффективной очистки и снижения количества отходов. Эта технология имеет следующие основные преимущества:

- максимальное извлечение загрязнений с учетом индивидуальных параметров сточных вод;
- стоимость установки и внедрения технологии не превышает 20 млн. руб., с возможностью индивидуального проектирования и учетом технических параметров выпуска на предприятии (объем и скорость пропускания выпуска, концентрация тяжелых металлов, температура сточных вод, ландшафтные особенностей расположения выпуска и т. д.);
- расходы на содержание оборудования (капремонты и текущие ремонты) и сооружения, а также обслуживание текущей работы не менее чем в два раза ниже по сравнению с известными традиционными технологиями, составляя около 1,5 млн. руб. в год, и стоимость куб. м. очищенных сточных вод снижается соответственно в 2,5 раз по сравнению с таковыми затратами при применении физико-химических методов очистки;
- круглогодичная высокоэффективная очистка сточных вод без сезонных перерывов за счет комбинирования двух методов извлечения: в летнее время будет применяться биотехнологический компонент, в зимнее будет производиться адсорбция полезных элементов вермикулитом с последующей фитоэкстракцией катионов тяжелых металлов из вермикулита в последующий летний сезон;
- доступность недорогих расходных материалов;
- устойчивость технологии к аварийным высоким сбросам сточных вод и снижение штрафных санкций за превышение ПДК.
- растения-фиторемедиаторы выделяют в атмосферу значительное количество кислорода;
- технология может применяться как на технических водоемах (отстойники сточных вод), так и для очистки природных водоемов, ранее загрязненных сточными водами или аэрозолями, а также грунта техногенных пустошей вокруг металлургических предприятий.

2) Биотехнологический подход извлечения полезных элементов обеспечит извлечение таких элементов как медь, никель, цинк, кадмий, вольфрам, олово, ванадий, ниобий, марганец, молибден, а также золота и металлов платиновой группы из сточных вод, хвостов, вскрышной породы металлургических и горно-обогатительных производств, то есть малоценного сырья и отходов, извлечение из которых традиционными методами невозможно или нерентабельно. В результате внедрения данной технологии будет получены дополнительные объемы различных металлов. При этом будет возрастать

экологизация производства металлов: водное зеркало промышленных отстойников, а также хвостохранилища будут покрыты зеленой массой растений, возрастет поглощение углекислого газа, вырастет продукция кислорода, снизится содержание пыли в воздухе промплощадок и населенных пунктов.

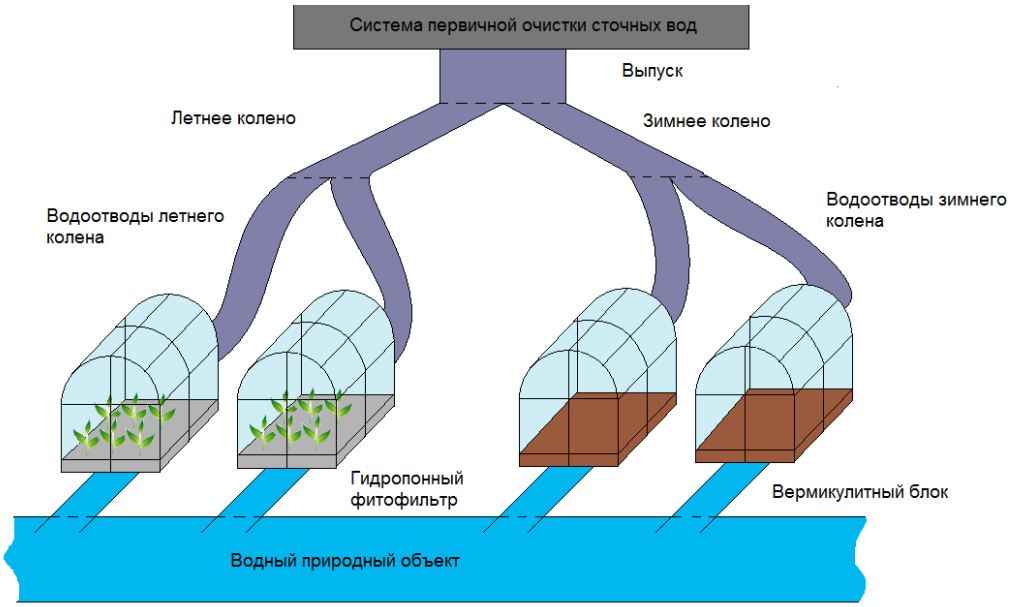
3) Оценивая ожидаемую эффективность проекта, необходимо учитывать, что плюсом создаваемых технологий является то, что одновременно происходит и очистка сточных вод и извлечение тяжелых полезных металлов, что приводит к снижению платы за НВОС (негативное воздействие на окружающую среду) на 80%.

Кроме того, технология дает предельно высокую эффективность очистки сточных вод:

- в зимний период за счет многократной регенерации загрязненного вермикулита до 15 млн. руб. в год (рост эффективности на 80%);

- в летнее время за счет адаптации растений-гипераккумуляторов до 5 млн. руб. в год (рост эффективности на 50%).

Кроме того, с помощью данной технологии возможна очистка ранее загрязненных водоемов вблизи металлургического и горно-обогатительного производства (в том числе, имеющих рыбохозяйственное значение) от ионов тяжелых металлов. Продажа полученных металлов позволяет получить дополнительную сопутствующую прибыль для предприятий.



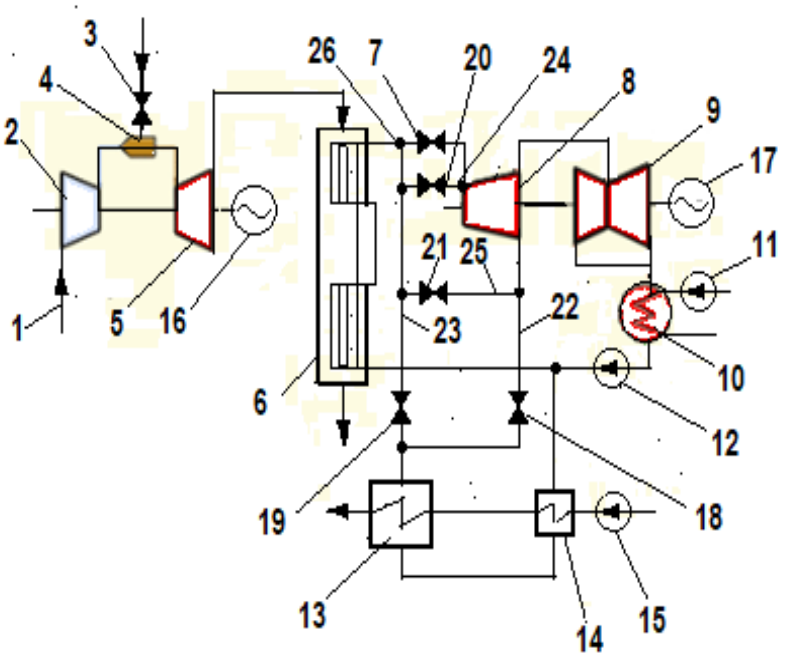

Принципиальная схема системы доочистки сточных вод по технологии «Вермифит»

# 36. Национальный исследовательский университет «МЭИ»

**Руководитель проекта:** Аракелян Эдик Койрунович, профессор, доктор технических наук
Edik_arakelyan@inbox.ru

**Проект: Способ работы парогазовой установки в период прохождения провалов графика электропотребления**

Предметом разработки является разработка нового способа эксплуатации ПГУ в переменных режимах. при прохождении провалов графиков электропотребления .Изобретение относится к энергетическому энергомашиностроению, более конкретно, к способу работы парогазовой установки (ПГУ) в периоды прохождения провалов графика электропотребления с переводом паровой турбины в моторный режим. При работе известных ПГУ в режиме ГТУ-ТЭЦ, вырабатываемый в котлах утилизаторах пар обычно сбрасывается в подогреватели сетевой воды мимо паровой турбины, которая по существующим инструкциям останавливается, что связано с изменениями графиков нагрузки. При останове паровой турбины отключают генератор от сети, вспомогательное оборудование паровой турбины переводят в нерабочее состояние, а весь генерированный котлом утилизатором пар сбрасывают в сетевые подогреватели. Соответственно утилизация теплоты газов, покидающих газовую турбину по контуру низкого давления котла утилизатора, осуществляется с относительно низкой эффективностью, что является существенным недостатком современных ПГУ .Известен способ работы парогазовой установки в период прохождения провалов графика электропотребления в составе газовой турбины, котла утилизатора, многоцилиндровой паровой турбины, конденсатора и генератора, включающий перевод паровой турбины в моторный режим с распределением пара высокого и низкого давлений между подогревателями сетевой воды и ступенями паровой турбины обеспечивает допустимое регулирование электрической нагрузки энергосистемы при работе ее в режимах ГТУ-ТЭЦ, на примере перевода многоцилиндровой паровой турбины Т-125/150 ПГУ-450 в моторный режим, в сравнении с режимом регулирования ПГУ при полном останове турбины. В моторном режиме вращение ротора паровой турбины осуществляется генератором при номинальной частоте вращения, при этом в конденсаторе турбины поддерживается давление, близкое к номинальному, а охлаждение проточной части, нагревающейся за счет трения, осуществляется паром сниженной температуры, подаваемым в ресивер ЦНД или в один из отборов ЦСД.




Фиг. 1

В соответствии с предложенным способом в состав ПГУ входят следующие узлы и агрегаты: воздухопровод 1, воздушный компрессор 2, регулирующий топливный клапан 3, камера сгорания 4, газовая турбина 5, котел утилизатор 6, главная паровая задвижка 7, паровая турбина, включающая цилиндры высокого 8 и низкого 9 давлений, конденсатор 10, циркуляционный и конденсационный насосы 11, 12, подогреватель сетевой воды 13, охладитель 14, сетевой насос 15 и генераторы 16, 17. В состав схемы ПГУ также включены регулирующие клапаны 18, 19, 20, 21 и паропроводы 22, 23, 24, 25, 26.

Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами.

Преимуществом предлагаемого способа работы ПГУ при прохождении провалов нагрузок является то, что обеспечивается эффективное регулирование электрической мощности ПГУ при максимальной скорости пуска паровой турбины уже при переводе ее из моторного режима в режим выдачи активной нагрузки и нагружения турбины до заданных значений электрической нагрузки на 15-20минут, для чего перед переводом паровой турбины из моторного режима в режим набора нагрузки, температуру паровпускных органов поддерживают на уровне, равном известной температуре пара, подаваемого из котла утилизатора . В итоге регулирование температуры пара и металла рабочих и направляющих лопаток паровой турбины в допустимых границах осуществляют изменением расхода и параметров подаваемого пара..

К преимуществам предложенного способа с использованием моторного режима, как было отмечено, следует отнести также улучшение показателей надежности паровой турбины благодаря исключению циклических температурных колебаний ее паровпускных органов и вибрационных колебаний в последних ступенях цилиндра низкого давления с возможностью работы генератора паровой турбины в режиме синхронного компенсатора

Дополнительные преимущества предложенного способа с использованием моторного режима в составе ГТУ-ТЭЦ заключаются в том, что паровая турбина непрерывно находится в горячем состоянии, что дает возможность использовать ее в любой момент времени как аварийный резерв и сократить продолжительность последующего нагружения.

Область применения: предлагаемый способ работы ПГУ при прохождении провалов графика электропотребления может быть применен для всех типов ПГУ, участвующих в регулировании графиков электропотребления, а так же, как способ резервирования мощности паровой турбины в режимах резервирования ПГУи в аварийных режимах при работе ПГУ в конденсационном и теплофикационном режимах.

При работе паровой турбины в моторном режиме генератор паровой турбины может работать в режиме синхронного компенсатора.

Экоомические выгоды связаны со следующими факторами:

- исключение потерь тепла, связанной с вынужденным сбросом части пара через БРОУ в конденсатор при пуске остановленной паровой турбины;
- возможность работы генератора паровой турбины в режиме синхронного компенсатора с целью регулирования качества электроэнергии в энергосистеме;
- улучшение показателей надежности паровой турбины за счет исключения циклических температурных колебаний ее паровпускных органов, характерных при ее пуске (на этапах набора оборотов и работы на холостом ходу).
- Увеличение прибыли станции, как следствие быстрого пуска и нагружения паровой турбины и ПГУ после прохождения провала нагрузок.

После публикации материалов ,связанных с предлагаемым способом работы ПГУ к авторам из ряда зарубежных фирм, были предложения по патентованию способа.

**Руководитель проекта:** Бухаров Александр Васильевич, профессор, доктор технических наук, старший научный сотрудник
boukharov@mail.ru

**Проект: Новый тип теплообменного оборудования для сброса избыточного тепла с космических аппаратов и солнечных электростанций космического базирования мегаваттного класса**

Одной из важнейших задач в области космических систем и технологий является создание новых перспективных систем теплоотвода от космических аппаратов. С точки зрения максимального теплоотвода особый интерес представляют радиационные капельные холодильники излучатели – КХИ. В излучателях такого типа используются монодисперсные капельные потоки из вязких жидкостей. Капли выбрасываются в космическое пространство в виде регулярной структуры (капельной пелены), излучают тепло, охлаждаются и собираются в сборнике капель. По величине теплоотвода и отношению полезного веса системы теплоотвода к излучаемой тепловой мощности КХИ превосходят все известные космические теплообменники. Особенно эффективно использование КХИ в тех случаях, когда мощность теплоотвода от космического аппарата превышает 100 кВт, а при мощностях больших 10 МВт конкуренцию КХИ не может составить ни одна из существующих систем теплоотвода.

**Руководитель проекта:** Бухаров Александр Васильевич, профессор, доктор технических наук, старший научный сотрудник
boukharov@mail.ru

**Проект: Разработка технологии и создание на её базе установок нового типа по дезактивации и очистки радиоактивно загрязнённых поверхностей потоками одинаковых ледяных гранул**

Использование ледяных гранул при очистке поверхностей даёт ряд существенных преимуществ по сравнению с другими способами очистки (песок, вода под давлением, дробь гранулы CO2 и т. д.).

К преимуществам можно отнести следующее:

• процесс является экологически чистым, вода легко отделяется от загрязнения с помощью фильтрации;

• замкнутость цикла;

• для очистки требуются электричество и вода;

• процесс безопасен - отскочившие гранулы быстро переходят в жидкое состояние и не травмируют обслуживающий персонал.

Процесс очистки выглядит следующим образом: ледяные гранулы разгоняются газом и ударяются об очищаемую поверхность. В точке удара кинетическая энергия гранул переходит в энергию микросжатия поверхности. Возвращаясь в исходное состояние, поверхность сбрасывает с себя загрязнение вместе с остатками ледяных гранул.

В результате поверхность полностью очищается, а загрязняющая компонента оказывается связана с водой.

Последующая фильтрация позволяет отделить загрязнение от воды. Вода может использоваться повторно для приготовления ледяных гранул, а загрязнение утилизируется.

Замкнутый цикл полностью обеспечивает экологическую безопасность очистки.

С помощью ледяных гранул можно очищать от краски, ржавчины, маслогрязевых отложений, радиоактивного загрязнения.

Установки, использующие для очистки поверхностей ледяные гранулы, могут найти применение в следующих областях: очистка от старой краски железнодорожной, авиационной и автомобильной техники; очистка технологического оборудования пищевых и лекарственных производств; очистка строительных конструкций и т. д.

**Руководитель проекта:** Бухаров Александр Васильевич, профессор, доктор технических наук, старший научный сотрудник
boukharov@mail.ru

**Проект: Монодисперсные твёрдые корпускулярные мишени из инертных газов для пучковых и лазерных технологий**

Новое поколение лазеров даёт возможность проводить эксперименты по изучению взаимодействия лазерного излучения с веществом мишени при ультрарелятивистской интенсивности. Поведение вещества при таких интенсивностях не может быть описано законами обычной физики. Это совершенно новое направление физики, являющееся одним из наиболее перспективных направлений современной науки. В проводимых в настоящее время экспериментах по изучению взаимодействия лазерного излучения с веществом обычно используют или твёрдые мишени, или жидкие мишени, или газообразные мишени. У каждого типа мишеней есть свои плюсы и минусы. Наиболее интересно исследование фундаментальных физических процессов взаимодействия ультракоротких лазерных импульсов высокой интенсивности с твёрдыми криогенными мишенями. Мишени этого типа объединяют все положительные свойства всех остальных типов мишеней. Интерес к использованию в экспериментах таких мишеней связан с возможностью использования результатов исследования: для создания новых источников ультрафиолетового излучения EUV; для создания компактных ускорителей электронов и ионов; для создания компактных источников протонов для радиографии и медицины; для производства изотопов; для получения коротких импульсов нейтронов и других ядерных излучений; для медицинской диагностики . Успешное продвижение в изучении взаимодействия лазерного излучения с веществом мишени и последующем практическом использовании, полученных результатов, связано как с оптимизацией параметров лазерной системы, так и с оптимизацией параметров мишени. В предлагаемой разработке предполагается в качестве мишени использовать монодисперсные твёрдые корпускулярные мишени из инертных газов.

Корпускулярная мишень обладает следующими важнейшими свойствами, отличающими её от мишеней других типов: возобновляемостью мишени; малыми размерами частиц (диаметр гранул не превосходит нескольких десятков микрон); стабильностью размеров и траектории движения – разброс по диаметрам и траектории движения гранул не превосходит долей миллиметра.

**Руководитель проекта:** Елецкий Александр Валентинович, профессор, доктор физико-математических наук
eletskii@mail.ru

**Проект: Накопитель тепловой энергии на основе фазоизменяемых материалов**

Предметом разработки является накопитель тепловой энергии на основе фазоизменяемых материалов. В этом устройстве тепловая энергия запасается (выделяется) в результате фазового перехода в фазоизменяемом материале (ФИМ). Для повышения теплопроводности ФИМ используется присадка из наноуглеродных частиц (углеродные нанотрубки, графен, оксид графена, аморфный наноструктурированный графит), коэффициент теплопроводности которых на 4–5 порядков превышает соответствующее значение для ФИМ. При пропускании горячей воды через накопитель в ФИМ происходит фазовый переход, в результате которого устройство аккумулирует тепловую энергию. Эта энергия может быть извлечена из накопителя в результате пропускания через устройство холодной воды, которая нагревается в результате фазового перехода.

Преимуществами рассматриваемого проекта являются его относительная простота конструкции и модульная структура устройства, благодаря которой объем запасаемой энергии может быть повышен в результате увеличения числа одинаковых модулей.

Применение планируемого устройства предполагается при получении энергии с помощью возобновляемых источников энергии, для которых период максимального производства энергии не совпадает с периодом ее максимального потребления.

Использование рассматриваемого накопителя тепловой энергии требует минимального расхода энергии (только на обеспечение работы насосов). Рассматриваемое устройство характеризуется отсутствием выбросов вредных веществ и отсутствием негативного воздействия на окружающую среду и условия жизни.

**Руководитель проекта:** Иванов Михаил Яковлевич, Грибин Владимир Георгиевич
Профессор, доктор физико-математических наук, Исполняющий обязанности заведующего кафедрой ПГТ, профессор, доктор технических наук
mikhivan@yandex.ru gribin@mpei.ru

**Проект: Технология оптимального проектирования паровых и газовых турбин**

В настоящее время проектирование паровых и газовых проводится на основе многоуровневых методов согласованного моделирования аэродинамического, теплового и прочностного состояния всей поточной части (вплоть до четырехмерных (z, r, ф, t) методик). В работе планируется создание и применение новой современной технологии оптимального проектирования паровых и газовых турбин. Будут продемонстрированы конкретные примеры реализации разработанной методологии.

Первая часть проекта рассматривает научные основания и пути развития мощных ГТУ и парогазовых установок на их базе. Рассматриваются научные проблемы и достижения в разработке и исследовании турбомашин (компрессоров и турбин) и диффузоров ГТУ и ПГУ.

На заключительном этапе проекта планируется реализация разработанной методологии для оптимизации производимых и новых паровых и газовых турбин.

Приведем ряд характерных результатов.

1. Пример разработки 2-ступенчатой охлаждаемой ТВД для стационарной ГТУ в классе мощности 16 МВт. На рис.1-3. представлены результаты проектирования.

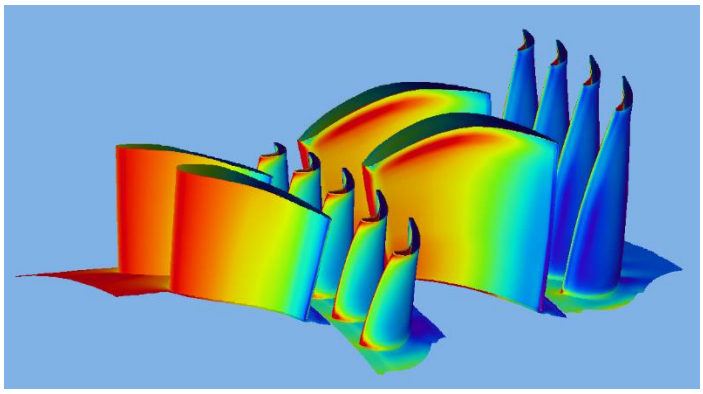


Рис.1. Проточная часть турбины

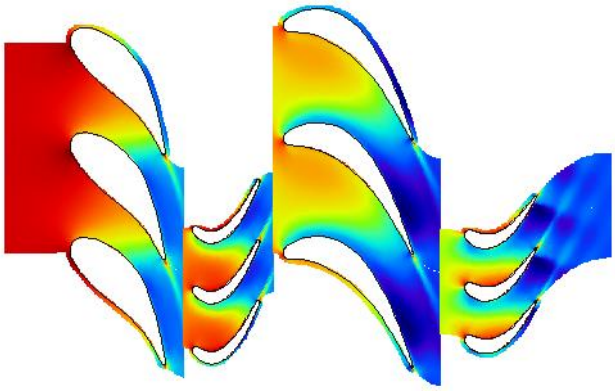


Рис.2. Распределение скорости по среднему сечению проточной части

2. Разработка ТВД и ТНД для стационарной установки с мощностью 25 МВт.

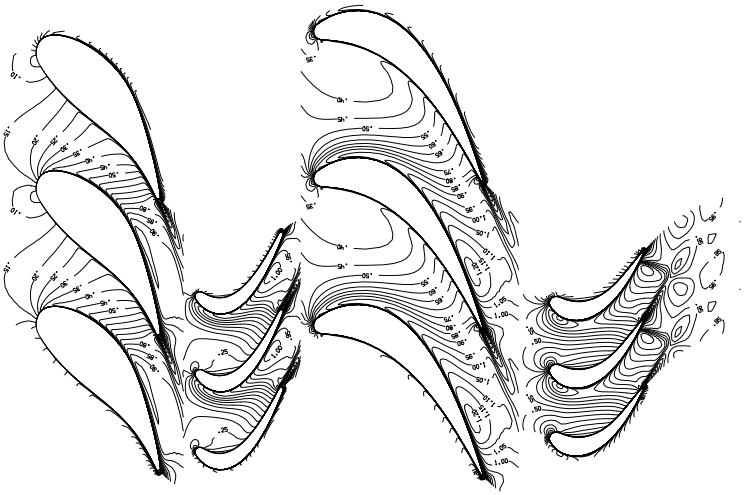


Рис.3. Распределение числа Маха в среднем сечении

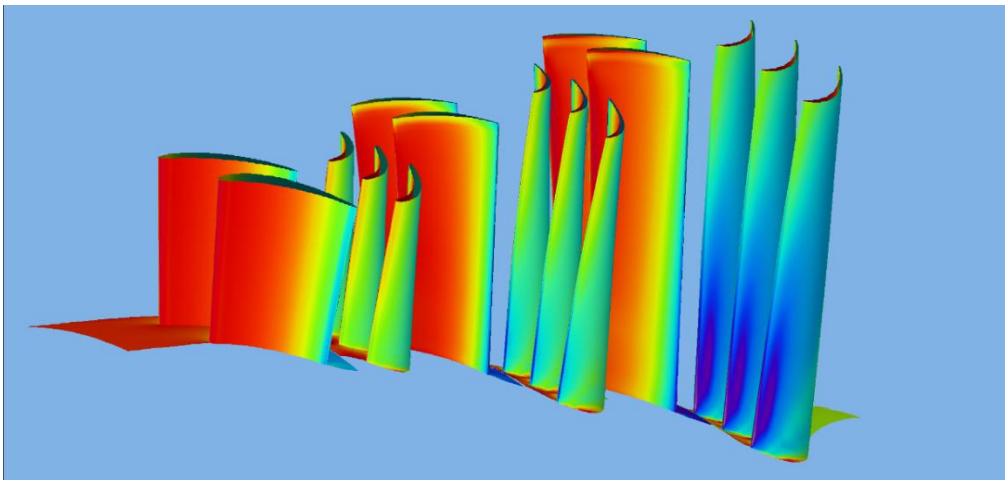


Рис.4. Турбина 2+1, распределение скорости на поверхностях лопаток

3. ЦВД паровой турбины.

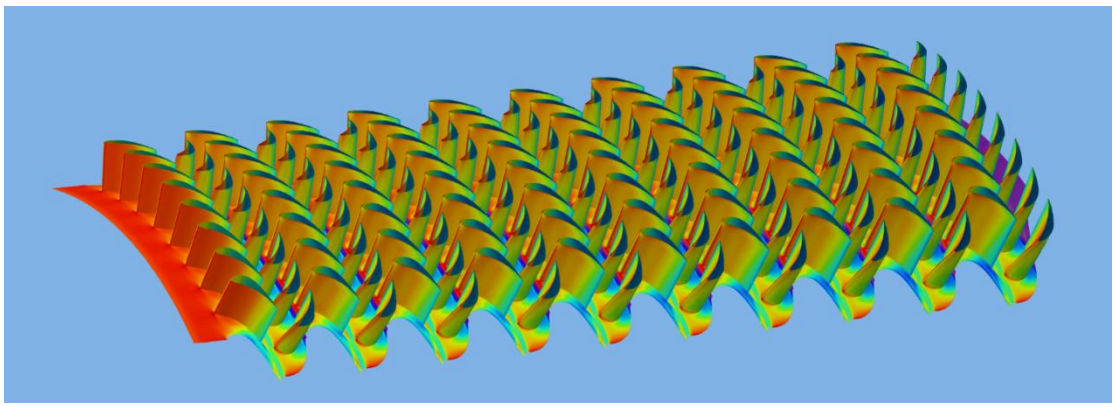
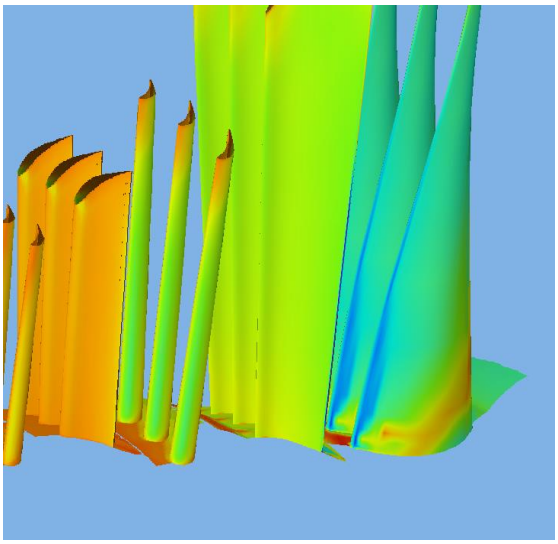


Рис.5. Проточная часть ЦВД

Уравнения состояния перегретого пара берется в виде

$$g(p,T)/RT = \gamma(\pi,\tau) = \gamma^0(\pi,\tau) + \gamma^r(\pi,\tau);$$

4. Течение влажного пара в ЦНД паровой турбины.



$$\frac{h''-h'}{T} = (V''-V')\frac{dp_s}{dT}$$

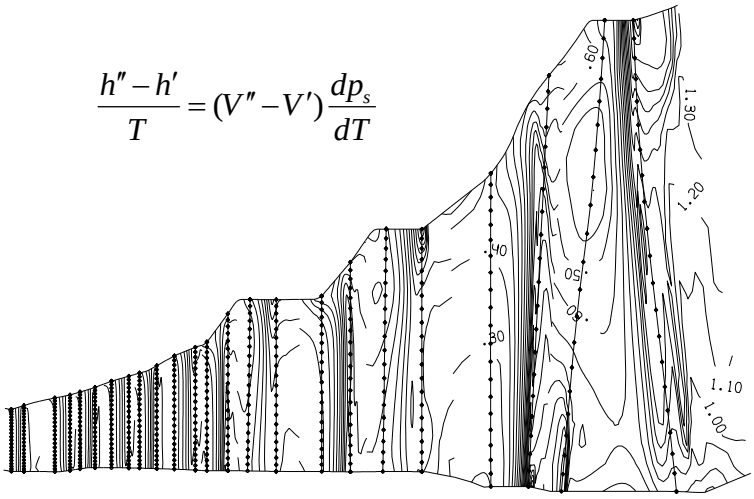



Рис.6. Распределение степени влажности и линии постоянства скорости

Предлагаемый проект имеет целью реализацию разработанной методологии для оптимизации производимых и новых (разрабатываемых в КНР и России) паровых и газовых турбин. В настоящее время отсутствует подобная методология в мировой практике, и ее разработка позволит создавать новые конкурентоспособные ГТУ и ПГУ с высоким термическим КПД.

**Руководитель проекта:** Волошин Александр Александрович, Заведующий кафедрой РЗиАЭ, директор Центра НТИ, кандидат технических наук, доцент
voloshin.aa@yandex.ru lebedev.anan@yandex.ru

**Проект: Интеллектуальная система электроснабжения микроэнергосистем с ВИЭ**

Разработка оптимальных принципов управления с применением методов искусственного интеллекта и архитектур построения интеллектуальных распределительных электрических сетей обеспечиваться применением программно-аппаратных решений. В общем виде архитектура таких решений должна включать в себя следующие основные компоненты:

- интеллектуальные системы управления верхнего уровня, обеспечивающие высокоуровневую оптимизацию режимов работы систем электроснабжения с учётом потребностей всех участников рынка электроэнергии;
- интеллектуальные распределённые системы управления электроснабжением среднего уровня, обеспечивающие синхронизацию режимов работы отдельных сегментов электрическое сети, интеграцию в контур управления крупных накопителей электроэнергии и распределенных источников энергии;
- энергетические роутеры (энергороутер), обеспечивающие двунаправленное управление потоками электроэнергии в сложно связанных распределительных электрических сетях, в состав которых входят различные субъект рынка;
- интеллектуальные устройства потребителя (локальные энергоблоки), обеспечивающие управление перетоком энергии.

С точки зрения систем электроснабжения верхнего уровня энергороутер может являться потребителем и источником электроэнергии и должен участвовать в системе режимного управления, в том числе для поддержания заданного перетока мощности с учетом необходимости обеспечения статической и динамической устойчивости всей системы электроснабжения. При реализации интеллектуальной сети электроснабжения энергетические роутеры поддерживают не только общий баланс мощности, но и взаимодействует с другими энергороутерами, обеспечивая различные режимы конфигурации электрической сети: регулируя потоки электроэнергии между контролируемой микрогрид и энергосистемой, либо, временно изолируя микрогрид от энергосистемы в целях защиты ее режимов, также исключая операции энергообмена в участках с низким приоритетом.

Интеллектуальные системы управления верхнего уровня должны обеспечивать высокоуровневую оптимизацию режимов работы систем электроснабжения с учётом потребностей всех участников рынка. Среди таких потребностей должно быть выделено доступное дешевое электроснабжение для неосвоенных территорий, надежное электроснабжение с необходимым качеством и требования к экологически чистому электроснабжению.

Интеллектуальные распределённые системы управления электроснабжением среднего уровня, должны обеспечивать синхронизацию режимов работы отдельных сегментов распределенной электрической сети, интеграцию в контур управления накопителей электроэнергии и возобновляемых источников энергии.

Энергетические роутеры уровня потребителя на базе локальных энергоблоков должны

осуществлять электроснабжение потребителей любого типа и сложности как в автономной микроэнергосистеме, неподключенной к централизованной энергосистеме, так и производить ее включение на параллельную работу с энергосистемой. Использование энергетических роутеров должны обеспечить возможность интеграции возобновляемых источников электроэнергии и накопителей, осуществления энергетических трансакций для эффективного использования электроэнергии, в том числе при передачи излишков мощности между активными потребителями.

Пример организации такой распределенной интеллектуальной системы электроснабжения микрогрид представлен на рисунке 1.

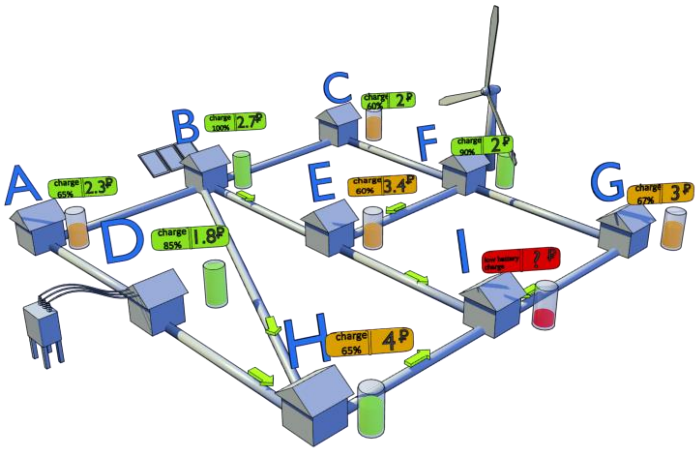



Рисунок 1. Пример организации распределенной интеллектуальной системы электроснабжения микрогрид

В любой точке подключения и режиме работы распределенной электрической сети энергетические роутеры должны обеспечивать согласование уровней и направлений перетока активной и реактивной мощности между выделенными в составе сети энергетическими кластерами, различными участниками рынка электроэнергии. В общем случае энергороутеры должны выполнять функции:

- интеллектуальное устройство потребителя электроэнергии;
- накопление электроэнергии;
- перераспределение электроэнергии посредством торгов на локальных розничных рынках электроэнергии;
- прогнозирование и управление генерацией и нагрузкой энергокластеров/активных потребителей;
- подключение возобновляемых источников энергии и дизель-генераторов.

Таким образом применение специализированных программно-технических средств подобных энергетическим роутерам и внедрение распределенных систем управления ими на базе методов искусственного интеллекта обеспечить реализацию интеллектуальных распределительных электрических сетей, обладающих необходимыми свойствами гибкости и требуемым уровнем надежности.

Преимущества проекта в сравнении с прототипами или аналогами.

Повышение надежности распределительных электрических сетей с ВИЭ благодаря применению специальных методов интеллектуального управления и

программно-аппаратных средств гибкого и взаимозависимого распределения электроэнергии и ценообразования.

Возможность образования ценозависимого потребления электроэнергией благодаря организации локальных рынков электроэнергии, ее накоплению и управлению нагрузкой потребителей.

Сокращение сроков внедрения смартгрид и микрогрид решений благодаря применению базовой архитектуры построения распределенной интеллектуальной системы электроснабжения на основе энергетических роутеров и локальных энергоблоков, обладающей свойствами самоорганизации и самонастройки.

Расширение внедрения технологий смартгрид и микрогрид в развитых странах, упрощение их масштабирования в развивающихся странах, применяющих возобновляемые источники энергии для обеспечения электроснабжения не электрофицированных потребителей и слаборазвитых в энергетике странах.

Область применения проекта: распределительные электрические сети, мигроэнергосистемы, кооперации частных домохозяйств с ВИЭ, микроэнергосистемы со слабыми электрическими связями с энергосистемой.

Перспективы коммерциализации.

Коммерциализация результатов интеллектуальной деятельности, лицензионное производство программно-аппаратных комплексов, ценозависимое производство и потребление электроэнергии, электрификация слаборазвитых энергорайнов, улучшение экологической обстановки.

**Руководитель проекта:** Проскуряков Константин Николаевич, Профессор/доктор технических наук
proskuriakovkn@mpei.ru

**Проект: Совместное производство энергии с помощью малого ядерного реактора и сети микро-возобновляемых источников энергии**

Это инновационное исследование использует микросеть в качестве примера для изучения совместного производства ядерной и возобновляемой энергии путем использования многоцелевого малого реактора в качестве резервного источника питания, чтобы справиться с периодическими колебаниями возобновляемой энергии (например, энергии ветра и солнца). Технология ядерной безопасности будет использоваться для обеспечения безопасной, стабильной и экономичной работы малого ядерного реактора и сети поставок возобновляемой энергии.

Основные направления исследований предлагаемого проекта:

(1) Концепция многоцелевого малого реактора и перспективы его применения

(2) Стратегия управления Малым реактором в микросистеме возобновляемых источников энергии

(3) Подход к обеспечению безопасности многоцелевого малого реактора и нормативная база

(4) Промежуточная экономическая оценка и показатель эффективности с учетом рисков

Все вышеперечисленные 4 направления до настоящего времени не были тщательно изучены в целом в связи с тенденцией развития устойчивости энергосистемы. Результаты этого исследовательского проекта способствуют следующим исследованиям и разработкам в области реакторных технологий, а также могут быть применены в региональных интеллектуальных энергосистемах.

Область применения проекта: Микросистема, промышленный парк, централизованное теплоснабжение , интеллектуальная сеть и т. д.

Предлагаемый многоцелевой малый ядерный реактор в сети возобновляемых источников энергии будет играть значительную роль в передовых научных исследованиях, энергосбережении и сокращении выбросов $CO_2$, сокращении ядерных отходов, будущей энергосистеме, стратегическом развитии энергетики и других аспектах.

Результаты исследований применимы к малым реакторам мощностью от 10 МВт до 1 МВт (микро реактор) и могут быть применены в малых и средних промышленных парках. При использовании технологии принудительной циркуляции результаты исследований можно использовать для исследований и разработок реактора мощностью 100 МВт, который подходит для тяжелых промышленных парков, островов и региональных интеллектуальных энергосистем.

Ведущее направление исследований и разработок в области технологий малых реакторов, комплексного использования новой энергии и возобновляемых источников энергии, обеспечивающее комплексное решение для гибкого энергоснабжения (теплового и электрического) вдоль "Пояса и пути", Северо-Западного региона Китая, Дальнего Востока России и других европейских стран.

Общее описание проблемы, на решение которой направлен проект.

Требования многолетней эксплуатации в маневренных режимах могут быть

обеспечены при минимизации динамических нагрузок на конструкции реакторной установки.

В этих условиях проблемы предотвращения гидродинамической неустойчивости и аномального роста уровня вибраций оборудования и возникновения наиболее опасного роста динамических нагрузок при резонансном взаимодействии вибраций конструкций с акустическими колебаниями теплоносителя становятся первоочередными и определяющими саму возможность реализации известных проектов энергетических установок с реакторами малой мощности, предназначенными для эксплуатации в маневренных режимах. Подходы к безопасности многоцелевого малого реактора в данном проекте основаны на обосновании выбора его прототипа и определения условий эксплуатации, при которых возможно возникновение гидродинамической неустойчивости и возникновения резонансов вибраций конструкций с акустическими колебаниями теплоносителя.

В настоящее время в мире наиболее широко используются для анализа тепло-гидравлических процессов коды типа RELAP5. Однако, несмотря на все свои достоинства, современные интегральные коды улучшенной оценки имеют ряд ограничений, которые вытекают из упрощений, используемых в моделях, что вносит определенные погрешности при моделировании сложных процессов энергетических объектов. В частности, коды улучшенной оценки типа RELAP5, КОРСАР и т. п. являются одномерными, что является достаточным по точности при моделировании процессов, связанных с движением теплоносителем по трубам. В то же время для описания целого ряда процессов в активной зоне реактора, в парогенераторе и т. п. для большей корректности необходимо использовать трехмерное моделирование теплогидравлических процессов. Особенно это касается анализа перспективных установок, где процессы могут существенно отличаться от тех, на основе которых и для которых создавался интегральный код.

В настоящее время имеется существенный мировой опыт использования кодов вычислительной гидродинамики (CFD) для решения целого ряда задач, в том числе и в энергетике, который доказал перспективность данного направления. Эти коды на основе решения уравнений Навье-Стокса и используя различные модели турбулентности, позволяют с большой точностью прогнозировать гидродинамические и теплофизические свойства потоков различных сред, имеющихся в энергетических объектах.

Использование CFD кода для моделирования

в целом является чрезвычайно ресурсозатратным и недостаточно эффективным. Для повышения эффективности моделирования реакторной установки предлагается выработать решение по моделированию трехмерных эффектов на основе комбинирования уже имеющихся отлаженных и верифицированных кодов. Для этого предлагается для моделирования всей ЯЭУ, как и ранее использовать интегральный код. В то же время для уточненного анализа трехмерных эффектов в отдельных местах модели использовать CFD коды.

Совместные исследование МЭИ и Шанхайского университета электроэнергетики (SUEP) предназначены для последующей разработки: интегрированных спецификаций конструкции прототипа малого реактора, таких как технология пассивной естественной циркуляции (охлаждения), регулирования мощности реактора в широком диапазоне, возможности отсутствие дозаправки топливом в течение всего срока службы, а также установки малого реактора на наземном и водном транспорте.

**Руководитель проекта:** Султангузин Ильдар Айдарович, профессор кафедры ПТС, доктор технических наук, профессор
SultanguzinIA@mpei.ru

**Проект: Исследование и разработка энергоэффективных зданий, городов и транспортной инфраструктуры с нулевым выбросом парниковых газов и сезонным аккумулированием тепловой энергии и водорода**

Во многих странах мира потребление энергии зданиями составляют значительную долю (40% и более) используемых энергетических ресурсов. Устойчивый рост энергопотребления жилых и общественных зданий тесно связан с увеличением численности населения и повышением уровня благосостояния. Одним из ключевых направлений, подтвердивших свою энергетическую эффективность, является строительство пассивных домов. Однако для суровых климатических условий многих регионов России технологии пассивного дома недостаточно для снижения энергопотребления зданий до значений, близких к нулю. Для перехода энергоэффективного дома к нулевому энергопотреблению возможны 2 пути: использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и сезонное аккумулирование энергии. Использование солнечной и ветровой энергии может позволить привести к нулевому энергетическому балансу, т. е. недостаток энергии на отопление в зимний период компенсируется избытком ВИЭ в летний период. Если же добавить к использованию ВИЭ сезонное аккумулирование энергии, то возможно выйти на нулевое энергопотребление здания в течение года.

Возможны 2 вида сезонного аккумулирования: тепловой энергии и электрической. Аккумулирование тепловой энергии в подземной емкости может позволить снизить энергопотребление осенью и в начале зимы, а также весной за счет использования тепловой энергии непосредственно от солнечных коллекторов. В середине зимы в климатических условиях России практически невозможно обойтись только аккумулированием тепловой энергии, в этом случае необходим дополнительный источник тепла, например, тепловой насос, который будет продолжать забирать тепло из теплового аккумулятора при снижении температуры в нем от 20℃ до нуля.

Сезонный тепловой аккумулятор емкостью 37 м3 по воде, оснащенный 12-ю наземными солнечными коллекторами, начал свою работу с февраля 2022 года (рис.1). К середине июня вода в аккумуляторе прогрелась до 50 ℃. Расчеты показывают, что к началу отопительного сезона осенью температура в нем достигнет 85 ℃. Сакуумулированного тепла должно хватить на отопление дома до середины декабря при резервном тепловом насосе, который будет работать в 3 раза меньше: с середины декабря до середины февраля. С февраля по апрель 2022 года отопительная нагрузка теплового насоса уменьшилась в среднем на 60%, т. к. отопление дома стало осуществляться за счет 4-х солнечных коллекторов на крыше и 12-ти наземных солнечных коллекторов.

Основу дома с нулевым потреблением энергии составляют ВИЭ в виде солнечной электростанции. Фотоэлектрическая система с номинальной мощностью 12 кВт, состоящая из 30 солнечных модулей (рис.1), подключается к трёхфазной электрической распределительной сети переменного тока 400 В. Солнечные панели расположены на крыше дома. В мае 2022 года начался отпуск избыточной электроэнергии в сеть в соответствии с законом о микрогенерации. К середине июня отпуск электроэнергии в сеть

превысил внутреннее потребления более чем в 2 раза. Система энергоснабжения энергоэффективного дома оснащена измерительными приборами (расходомерами, термопарами, электросчетчиками и др.) общим количеством более 300 и позволяет производить компьютерный мониторинг и управление комфорта во всех помещениях здания в течение всего года с минимальными энергетическими затратами. На всех этапах строительства и эксплуатации дома осуществляется BIM-, BEM- и CFD-моделирование для решения дизайнерских, конструктивных и энергетических задач.

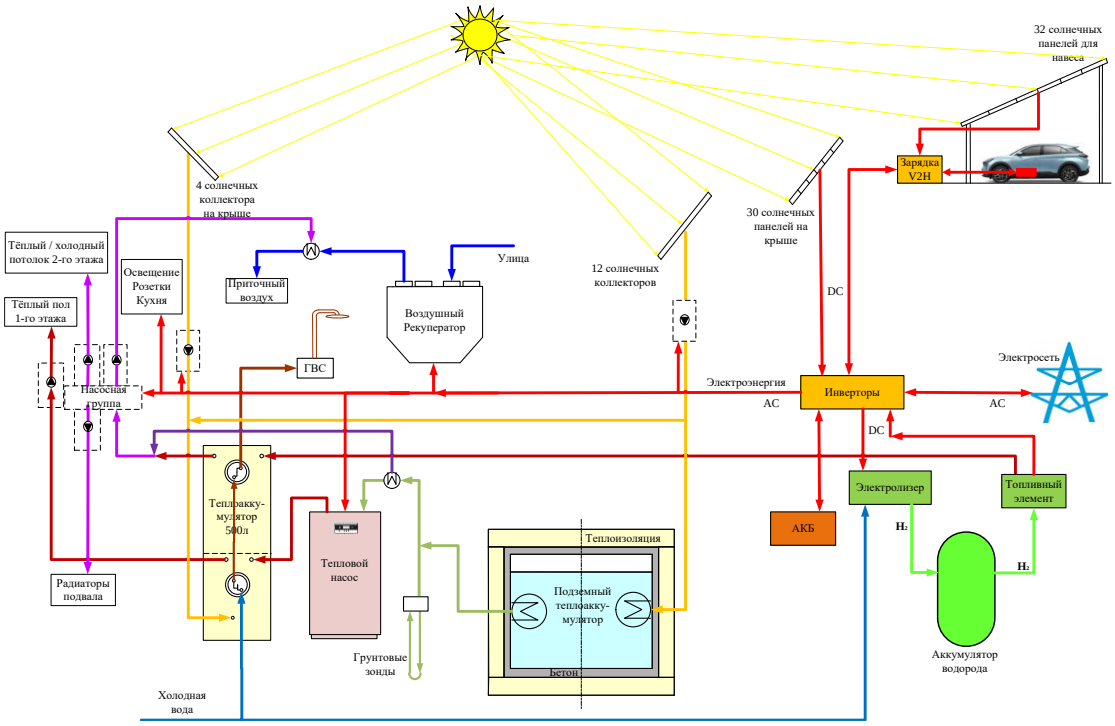



Рис. 1. Схема энергоснабжения дома с электромобилем и нулевыми выбросами

Рис. 2. Энергоэффективный дом с солнечными панелями и коллекторами, со строящимся навесом для электромобиля и сезонным тепловым аккумулятором

В настоящее время устанавливается навес из 32 солнечных панелей мощностью 10 кВт для зарядки электромобиля (рис. 2). Это позволит в 2022 году выйти на нулевые выбросы парниковых газов, т. к. дом и электромобиль будут снабжаться электроэнергией только от ВИЭ. Зарядная станция с функцией «Vehicle To Home» (V2H) позволит возвращать в дом часть электроэнергии от заряженного электромобиля, когда он не используется, что многократно увеличит период автономного энергоснабжения дома при длительном отсутствии солнечных дней.

Необходимо сезонное аккумулирование электроэнергии, которое может быть реализовано за счет производства водорода с помощью электролиза воды и сезонного хранения водорода.

В настоящее время в России отсутствуют разрешительные документы на хранение водорода под высоким давлением для энергоснабжения жилого дома. В связи с этим проект производства водорода электролизом, его сезонного хранения и использования через топливные элементы для энергоснабжения дома в зимний период откладывается до принятия разрешительных документов. Сейчас прорабатываются научно-технические вопросы реализации проекта сезонного аккумулирования водорода.

Целью проекта энергоэффективного дома, нулевой углеродный след которого планируется достичь в 2022 году, является отработка технологии, которая позволит оперативно проектировать дома, поселки и даже города с нулевым углеродным следом и энергетическим балансом. Данная технология BIM- и BEM- проектирования новых зданий и реконструкции старых позволит с минимально возможными затратами решить дизайнерские, конструктивные и энергетических задачи индивидуальных заказчиков, строительных организаций, администраций поселков и городов для повсеместного достижения нулевого углеродного следа к 2060 году, как в России, так и в Китае.

Для реализации полномасштабного внедрения домов с нулевым потреблением в течение года необходимо проводить совместные научные исследования и реализовывать масштабные проекты специалистами разных стран в направлениях сезонного аккумулирования различных видов энергии.

Для реализации стратегии поэтапного перевода городов на нулевой углеродный след к 2060 году планируется применять разработанную нами программу расчета и оптимизации топливно-энергетического баланса города ОптиТЭБ.

Данное программное обеспечение позволяет отображать информацию в удобном для анализа графическом виде с возможностью оптимизации потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в различных секторах за счет использования энергосберегающих технологий (реконструкции тепловых электростанций на основе парогазовых технологий, строительства энергоэффективных и пассивных домов, использования ВИЭ, изменения транспортной инфраструктуры города на основе электротранспорта и водорода с зарядными станциями в режиме «Vehicle To Grid» (V2G) и навесами из солнечных панелей во дворах многоквартирных домов, административных зданий и торговых центров.

**Руководитель проекта:** Куменко Александр Иванович, Профессор, доктор технических наук
1949kai@mail.ru

**Проект: Разработка многоопорного многофункционального научно-учебного испытательного комплекса для проведения современных исследований и подготовки кадров в области наладки и диагностики валопроводов паровых и газовых турбоагрегатов и другого крупного роторного оборудования различных отраслей**

Цели проекта: Повышение надежности турбоагрегатов и роторного энергетического оборудования за счет разработки и внедрения инновационных решений, проведения исследований и организации дополнительной инженерной подготовки специалистов ОТД филиалов энергокомпаний и повышения квалификации кадров в области ремонта, наладки и диагностики основного и вспомогательного роторного оборудования ТЭС и АЭС на основе комплексного системного подхода. Проведение на базе многофункционального научно-учебного испытательного комплекса исследовательских работ для выявления диагностических признаков дефектов и подтверждения характеристик инновационных решений в области проектирования роторных систем. Проверка методов расчета подшипников и комплекса динамических характеристик роторных систем.

2. Особенности проекта: впервые предлагается учебно-исследовательский стенд с регулируемым положением опор и изменение их жесткости. Аналога многоопорному стенду на подшипниках скольжения с полной системой датчиков вала (по две пары датчиков слева и справа для регистрации перекосов в подшипниках) нет. В Европе на выставках показывают существенно упрощенные стенды. Имеется возможность исследование базовых параметров роторной системы, начиная от свойств масла, геометрии подшипников (зазоры, степень эллиптичности, подвижные вкладыши, карманы гидроподьема и подачи масла) на все виды колебаний с имитацией технологических и эксплуатационных дефектов, плавного регулирования расцентровок опор, со сменными вставками для имитации трещин, разрушения болтов полумуфт, задеваний и др. Предлагается анализ и графическое представление всех видов колебаний, явлений, процессов, в том числе субгармонических и многокомпонентных низко- и высокочастотных колебаний, исследование зон прямой и обратной прецессий, анализ изгибных и изгибно-крутильных колебаний и напряжений. Планируется совершенствование всех видов математических моделей всех свойств подсистем и системы в целом и разработка их цифровых двойников для представления динамических характеристик, в том числе:

Частотно-зависимые матрицы статической податливости, динамической жесткости и демпфирования посистемы статора-фундамента опорной системы роторов;

Частотно зависимые матрицы нелинейной статической податливости, динамической жесткости и демпфирования в масляном слое подшипников;

Частотно зависимые матрицы жесткости и демпфирования длинного валопровода;

Характеристики вынужденных колебаний (АФЧХ) валопровода и системы «турбоагрегат-фундамент» в целом от произвольной системы неуравновешенностей, остаточных прогибов и несовершенств сборки роторов по полумуфтам при технологических отклонениях в сборке и центровке валопровода т/а;

Характеристики устойчивости движения валопровода по частоте вращения и расходу рабочего тела при технологических отклонениях в сборке и центровке валопровода т/а;

Матрицы жесткости валопровода от единичных перемещений опор;

Расчетные и экспериментальные характеристики напряженного состояния под воздействием всех видов возмущений от статических поперечных сил и собственного веса, отклонений в центровках и всех видов основных дефектов, вызывающих колебания.

Мониторинг расцентровок опор;

Мониторинг неуравновешенностей валопровода и др..

Цифровые двойники начинаются с «Геометрических цифровых двойников»;

Затем следует автоматический переход от геометрических цифровых двойников к технологическим и проектным. Затем от проектных к эксплуатационным и ремонтным с устранением недостатков проектных характеристик. Под эксплуатационным двойником подразумевается широкий спектр характеристик, получаемых при пусках остановах агрегата в области надежности, в том числе вибрационной, экономичности, ресурса и пр.

При необходимости модернизации выполняется разработка цифрового двойника узла или агрегата в целом. Часть упомянутых задач выходит за рамки данного проекта, но их надо иметь в виду.

3. Общие задачи проекта:

В рамках инженерной подготовки кадров отделами технической диагностики (ОТД) ТЭС и АЭС должна быть выполнена подготовка комплекса учебно-исследовательских работ по совершенствованию:

3.1 Совершенствование методов многоплоскостной балансировки многоопорных роторов;

Расчетно-экспериментальная оценка чувствительностей в недоступных плоскостях.

3.2 Методов центровки роторов по полумуфтам;

3.3 Методов диагностики многоопорных роторов и вспомогательного оборудования;

3.4 Изучение методов переноса корректирующих грузов на бочку ротора;

3.5 Изучение новых способов обработки сигналов для выявления диагностических признаков дефектов, в том числе с датчиками измерения статических и динамических перемещений вала;

3.6 Моделирования типовых дефектов (более десятка).

3.7 Разработка и использование автоматических средств диагностики на основе современных цифровых технологий, включая применение искусственного интеллекта..

4 Руководитель и отв. исполнители работы

Рук. работы д.т.н., проф. НИУ МЭИ Куменко АИ.,

отв. исполнитель д.т.н., проф. РАН Назолин А.Л.

5 Соисполнители: ООО «НПЦ Виконт» (г. Москва), ООО НПП «Вибробит» (г. Ростов-на-Дону), завод «Балмаш» (г. Москва).

6 Потребители результатов проекта: КБ, Институты, Фирмы, Заводы, проектирующие и производящие классические и атомные паровые и газовые турбины, генераторы, крупные насосные установки, вентиляторы дымососы, крупное роторное оборудование.

7. В рамках подготовки и повышения квалификации специалистов, обеспечивающих,

контролирующих и принимающих результаты ремонтных работ планируется создание цикла лабораторных работ:

7.1 Лабораторная работа (ЛР) № 1 Измерения вибрации и сопутствующих тепловых, механических электрических параметров турбоагрегата;

7.2 ЛР № 2 Изучение методов оценки погрешностей при измерениях;

7.3 ЛР № 3 Применение спектрального анализа для анализа вибрационного состояния;

7.4 ЛР № 4 Балансировка ротора

7.5 ЛР № 5 Балансировка многоопорного валопровода

7.6 ЛР № 6 Центровка роторов по полумуфтам. Оценка корректирующих центровок.

7.7 ЛР № 7 Диагностика ротора с трещиной

7.8 ЛР № 8 Диагностика ротора при разрушении болтов полумуфт

7.9 ЛР № 9 Диагностика роторов с «коленчатостью»

7.10 ЛР № 10 Диагностика роторов с дефектом типа «маятник»

7.11 ЛР № 11 Диагностика роторов с остаточным прогибом

7.12 ЛР № 12 Балансировка роторов с остаточным прогибом.

7.13 ЛР № 13 Измерение крутильных и изгибно-крутильных колебаний (ИКК)

7.14 ЛР № 14 Диагностика дефектов по изменению характеристик ИКК.

7.15 ЛР № 15 Диагностика слабых задеваний роторов о статор

7.16 ЛР № 16 Диагностика люфтов на опорных поверхностях и отрывов опор

7.17 ЛР № 17 Диагностика расцентровок опор. Изучение влияния взаимного положения опор на вибрацию вала и динамические свойства системы. Имитация расцентровок опор путем регулировки их пространственного положения.

7.18 ЛР № 18 Диагностика НЧВ (автоколебаний)

7.19 ЛР № 19 Диагностика субгармонических колебаний.

7.20 ЛР № 20 Настройка и оптимизация гасителей колебаний для борьбы с вибрациями на нескольких частотах.

7.21 ЛР № 21 Определение дефектов роторов типа трещина методом удара.

7.22 ЛР № 22 Влияние переноса грузов на сбалансированность ротора. Практическое применение методов переноса грузов для снижения вибраций и повышения надежности.

8. В рамках НИОКР должна быть создана основа для выполнения комплекса расчетно-экспериментальных исследований в области вибрации и автоматической диагностики роторных систем

8.1 Изучение субгармонических резонансов и сопутствующих им физических процессов с учетом нелинейных процессов

8.2 Моделирование характеристик жесткости и демпфирования опорно-упорных подшипников

8.3 Моделирование вынужденных колебаний валопровода от неуравновешенностей и несовершенств сборки, сравнение расчетных и экспериментальных характеристик

8.4 Моделирование исследование изгибно-крутильных колебаний

8.5 Разработка специальных вставок между роторами для имитации не менее 15 дефектов

8.6. Разработка системы управления взаимным перемещением опор для управления и борьбы с вибрациями

8.7 Изучение границ устойчивости при изменении параметров подшипников и роторов. Оптимизация параметров подшипников

8.8 Изучение вибраций для подшипников с антифрикционными углепластиками.

8.9 Изучение вибраций роторов с трещинами. Обобщение диагностических признаков дефектов роторов с трещинами.

8.10 Проверка эффективности предлагаемых алгоритмов поиска и своевременного выявления дефектов на ранней стадии их развития путем физического моделирования стандартного набора дефектов (неуравновешенность, коленчатость, маятник, трещина в роторе, разрыв болтов, радиальные и торцевые задевания в уплотнениях, задевания о баббит, люфты, отрывы, перекосы цапф и др.),.

8.11 Разработка и внедрение инновационных решений и получение патентов в области совершенствования энергетического оборудования.

8.12 Разработка систем превентивной диагностики и предиктивной аналитики на базе современных цифровых платформ и искусственного интеллекта. Разработка цифровых двойников статических и динамических характеристик турбоагрегатов.

9. Актуальность работы. В Вузах отсутствует подготовка специалистов в области ремонта, диагностики и пуско-наладочных работ на турбоагрегатах. Система обучения, проводимая ремонтными трестами практически уничтожена. Предлагается создать научно-техническую база для инженерной подготовки специалистов ОТД и повышения квалификации кадров для энергетики в области планирования и проведения ремонта, наладки и диагностики основного и вспомогательного роторного оборудования ТЭС. Такая база одновременно может быть использована для совершенствования систем мониторинга и диагностики, применяемых на филиалах, проведения исследовательских работ для выявления и обобщения диагностических признаков дефектов, для верификации новых методов диагностики технического состояния турбоагрегатов и программных модулей экспертных систем предиктивной аналитики.

10. Научные и научно-технические результаты выполнения проекта

В результате реализации проекта

- должны быть получены математические и физические модели изгибно-крутильных колебаний валопровода и экспериментальный стенд для отработки и верификации методов наладки и диагностики технического состояния валопроводов на подшипниках скольжения и отработки программных модулей экспертных систем, в том числе модулей предиктивной аналитики с использованием искусственного интеллекта, создана платформа регистрации и обработки данных, которая позволит проверять любые новые методы диагностики технического состояния турбоагрегата.
- должна быть создана научно техническая база для инженерной подготовки специалистов отделов технической диагностики филиалов и повышения квалификации кадров в области ремонта, наладки и диагностики основного и вспомогательного роторного оборудования ТЭС, для совершенствования систем мониторинга и диагностики, применяемых на филиалах, проведения исследовательских работ для выявления и обобщения диагностических признаков дефектов, для верификации новых методов диагностики технического состояния турбоагрегатов и программных модулей экспертных систем предиктивной аналитики;

11. Наличие аналога, перечень объектов интеллектуальной собственности РИД.

Аналог учебно-научного комплекса распложен на территории НПЦ «Динамика» в г. Омск имеет ограниченные возможности. В новой конструкции будут учтены недостатки

конструкции опорных подшипников, полумуфт, впервые будет выполнена проставка для имитации дефектов. Других аналогов нет. Ряд вопросов будут решены впервые в мире. Планируются не менее чем 4 заявки:

*Метод и система обнаружения трещины;

*Система контроля задеваний;

*Метод обнаружения задеваний;

* Научно-методический комплекс;

*Метод балансировки роторов с использованием датчиков вала.

* В перспективе будут отрабатываться Способы и Методы обнаружения ряда других дефектов

*На основе исследований и проверки ряда инновационных решений так же могу быть созданы объекты для патентования.

# 37. Научно-исследовательский институт акушерства гинекологии и репродуктологии им. Д.О. Отта

**Руководитель проекта:** Глотов Андрей Сергеевич, Руководитель отдела геномной медицины, доктор биологических наук
anglotov@mail.ru

**Проект: Многоцентровая исследовательская биоресурсная коллекция Репродуктивное здоровье человека**

Биоресурсная коллекция «Репродуктивное здоровье человека»

Цель проекта: создание и развитие биоресурсной коллекции образцов биоматериала пациентов с многофакторными и моногенными наследственными заболеваниями, значимыми для репродукции.

Сетевая БРК будет включать коллекции биологических образцов различного типа от пациентов с нарушениями репродуктивной функции (включая заболевания репродуктивной системы, мужское/женское бесплодие), а также образцы контрольной группы. В состав войдут коллекции биообразцов ФГБНУ «НИИ АГиР им. Д.О.Отта», СурГУ, ФГБНУ «МГНЦ».

Организация сетевого центра БРК «Репродуктивное здоровье человека» будет включать развитие высокопроизводительной инфраструктуры сетевого биобанка на базе каждого из участников проекта, создание общей уникальной многоцентровой БРК «Репродуктивное здоровье человека», реализацию научных и прикладных решений в области генетических технологий в репродукции, включая модели прогнозирования нарушений репродуктивной функции на основе нейронных сетей, общую базу генетических данных и мероприятия по подготовке специалистов в области биобанкирования, которые будут реализованы в рамках единого управления с созданием координационного центра проекта, необходимого для взаимодействия с внешними российскими и международными пользователями и внедрения разработок проекта в биомедицинскую практику.

Проект обладает высокой степенью реализуемости, так как он соответствует основным современным вызовам, имеет перспективу коммерческого внедрения (в его результатах заинтересованы СПБ ГКУЗ МГЦ, ООО “Сербалаб”, ООО “Квадрос Био”, ООО “Медикана Фарм” и другие). Участники проекта взаимодействуют с более чем 30 различными организациям. Все заявленные организации, руководитель проекта и основные исполнители имеют опыт и задел в выполнении подобных исследований (опубликовано свыше 100 статей, получено 11 РИД, 5 грантов). В проекте примут участие 26 основных исполнителей, из которых 4 доктора медицинских или биологических наук и 10 кандидатов медицинских или биологических наук. Руководитель проекта Глотов А.С. участвовал в создании уникального объекта мирового уровня - Биобанка СПбГУ. Глотов А.С. имеет опыт руководства научными проектами, включая международный «Development of measures for improving the quality of diagnosis and prevention of type 2 diabetes» в рамках программы

«Estonia-Russia Cross Border Cooperation Programme», и другие.

Область применения: биобанки, биоколлекции, генетические диагностикумы, фарминдустрия, регенеративная и персонализированная медицина, национальные регистры, лонгитюдные исследования, генетическая эпидемиология

Базы данных и биоинформатика.

Перспективы коммерциализации.

Для государства:

создание национального ресурса репродуктивных биоматериалов человека,

экспертный центр биоданных

образовательная площадка

Для бизнеса:

Новые высокотехнологичные рабочие места

Новые продукты (тест-системы, лекарства, биоинформатические программы)

Для человека:

Оценка индивидуального генетического риска

Генетическая диагностика в каждой семье

Сохранение репродуктивного биоматериала

К основным результатам и индикаторам проекта следует отнести: создание сетевого исследовательского центра БРК, инвентаризацию и систематизацию не менее 20500 биообразцов (от 2700 пациентов), пополнение БРК биоматериалом на не менее, чем 19500 образцов, создание технологического паспорта, экспериментальную верификацию не менее 50 СОПов, разработку унифицированных документов, характеризацию не менее 1000 образцов с применением современных генетических методов, создание моделей прогнозирования нарушений репродуктивной функции, разработку образовательной программы ПК в области биобанкирования, создание интернет-ресурса для доступа к созданному каталогу биообразцов, а также программного компонента, позволяющего интегрировать данные в каталоге биообразцов сетевого центра с информацией из различных публичных научных ресурсов, включая НБГИ.

# 38. Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний

**Руководитель проекта:** Овчаренко Евгений Андреевич, кандидат технических наук, заведующий лабораторией новых биоматериалов
kolepv@kemcardio.ru

**Проект: Машинное обучение в задаче детекции стенозов сосудов коронарного бассейна**

Учитывая рост интереса исследователей и клинических специалистов к алгоритмам обработки медицинских данных, существенно возросли перспективы прикладного применения подобных подходов – прежде всего, использования глубоких нейронных сетей в задачах детекции патологических участков. Однако использование таких подходов сопряжено с низким уровнем точности локализации, недостаточным для трансляции наработок в область ассистирующих систем для принятия врачебных решений.

Проект автоматизированной детекции очагов сосудистого поражения коронарных артерий на основе нейросетей представляет собой основу для создания ассистирующих систем принятия врачебных решений на основе машинных алгоритмов обработки изображений. На текущей момент проведено первичное обучение и исследование наиболее распространенных архитектур сверточных нейросетей, применяемых в смежных областях: MobileNet, ResNet-50, ResNet-101, Inception ResNet, NASNet. Основой для обучения выбранных архитектур стали клинические графические данные 100 пациентов, подвергнутых коронарографии, для которых было установлено наличие одноочаговых поражений (стенозов) более 75%. В исследовании оценены метрики классификационной и локализационной точности при определении положения одноочагового поражения коронарной артерии.

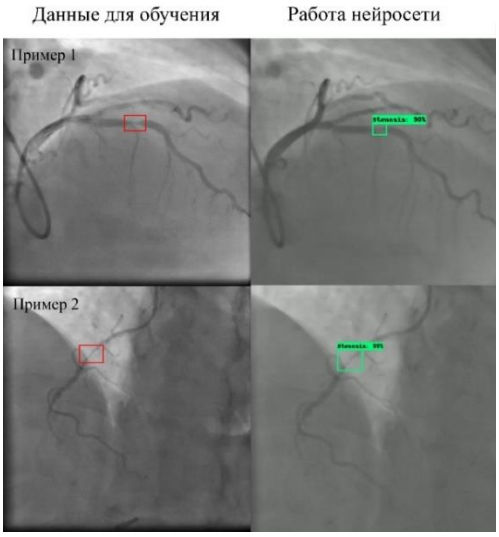



Рисунок. Примеры визуализации детекции одноочаговых стенозов коронарных артерий: представлены два снимка данных для обучения нейросети и результат работы нейросети

Описанные в литературных данных результаты аналогичных исследований демонстрируют низкую точность и низкую скорость работы, которая не позволяет обеспечивать обработку ангиографических данных – поиск стеноза коронарной артерии, в режиме реального времени или с точностью, достаточной для принятия сложных врачебных решений, определяющих тактику ведения пациентов. Примером таких работ могут являться Fang и др. (2019), Liu и др. (2022), Wu и др. (2020), в которых не удалось достичь точности локализации стеноза больше 89%.

Мы продемонстрировали, что ряд архитектур способен обеспечивать обработку до 38 кадров/сек и точностью до 95–96% в зависимости от использованной метрики.

Более подробно результаты работы освещены в https://www.nature.com/articles/s41598-021-87174-2

Использованы источники:

Fang H., Zhu J., Ai D., Huang Y., Jiang Y., Song H., Wang Y., Yang J. Greedy Soft Matching for Vascular Tracking of Coronary Angiographic Image Sequences. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology. 2020; 30(5): 1466–1480. doi:10.1109/TCSVT.2019.2903883

Liu Y., Zhang X., Wan W., Liu S., Liu Y., Liu H., Zeng X., Zhang Q. Two new stenosis detection methods of coronary angiograms. International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery. 2022; 17(3): 521–530. doi:10.1007/s11548-021-02551-6

Wu W., Zhang J., Xie H., Zhao Y., Zhang S., Gu L. Automatic detection of coronary artery stenosis by convolutional neural network with temporal constraint. Computers in Biology and Medicine. 2020; 118: 103657. doi: 10.1016/j.compbiomed.2020.103657

Проект представляет собой основу для ассистирующей системы автоматической обработки ангиографических данных – результатов исследования состояния сосудистого коронарного русла у пациентов с признаками ишемической болезни сердца.

В настоящем виде проект находится на стадии НИР и требует решения рядя ключевых задач расширения своего функционала и адаптации для нужд реальной интервенционной кардиологии:

1. Расширение применимости данных. Мы предполагаем продолжение развития проекта с расширением данных, увеличением обучающей выборки и разнообразия сосудистых поражений – многососудистые поражения, мультифокальные поражения.

2. Расширение функционала системы ассистирования. Разработка прототипа программного обеспечения, реализующего алгоритм реал-тайм детекции стенозов коронарных артерий, с возможностью количественного описания характеристик данных стенозов (уровень, локализацию и анатомические особенности поражения; степень и конфигурацию стеноза, его гемодинамическую значимость; Наличие морфологических признаков нестабильности атеросклеротической бляшки).

3. Введение в систему методов Explainable artificial intelligence (XAI), способных повысить прозрачность работы нейросетевого алгоритма, на основе существующих подходов или разработке собственных методов для задач увеличения точности и выявления потенциальных систематических ошибок в работе нейросетей.

# 39. Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии

**Руководитель проекта:** Шабалин Владимир Николаевич, Главный научный сотрудник, доктор медицинских наук, профессор, академик РАН
shabalin.v2011@yandex.ru

**Проект: Технология Литос-система: диагностика патофизиологических состояний, оценка эффективности различных терапевтических средств и методов по структуре твёрдой фазы неклеточных тканей (биологических жидкостей) человека**

Сведения о проекте: Литос-система – принципиально новая медицинская технология

Разработчики: заслуженный деятель науки РФ, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор В. Н. Шабалин; заслуженный деятель науки Московской области, доктор медицинских наук, профессор С.Н. Шатохина

Логотип и товарный знак Литос-системы ®Технология зарегистрирована в реестре РБК Компании. В карточке ЛИТОС СИСТЕМА с идентификационным номером 123179

Новая технология – мировые аналоги отсутствуют,

практически значимая – применяется в клиниках государственных и коммерческих. Разработка ведётся более 35 лет, имеет широчайшие научные и практические перспективы в медицине, биологии, химии, физике, геологии, экологии и других направлениях науки

Функциональная морфология биологических жидкостей – новое научное направление, мировой приоритет его создания принадлежит Российским ученым - академику РАН, профессору В. Н. Шабалину и профессору С.Н. Шатохиной. Исследования по данному направлению авторами проводятся с 1986 г. В результате исследований, проведенных в данном направлении, создан комплекс, включающий более 70 уникальных технологий, объединённых названием «Диагностика различных патологических состояний по морфологической картине биологических жидкостей (Литос-система)». По данному научному направлению защищено 15 докторских и 52 кандидатских диссертаций. На разработанные способы диагностики и оценки эффективности лечения авторами получены 92 патента РФ и 20 стран мира (США, Европатент, Канада и др.).

Технология «Диагностика различных патологических состояний по морфологической картине биологических жидкостей (Литос-система)» имеет разрешение Федеральной службы (ФС № 2009/155 от 15 июня 2009 г.) на использование в клинической практике; а также разрешение Федеральной службы на комплект тест-карт и белкового реактива для диагностики различных патологических состояний по морфологической картине биологических жидкостей «Литос-система» по ТУ № 9398-245-05031067-2007.

Справка

Что такое Литос-Система

Современная клиническая диагностика основана на комплексном использовании методов морфологического, функционального и физико-химического анализа. Это тысячи различных параметров организма, которые устанавливаются с помощью широкого спектра диагностических методов. В результате врач-клиницист чрезмерно перегружен

фактическими данными, ему не хватает диагностической информации, интегрально отражающей состояние организма и тенденции его изменений.

Морфологические исследования в биологии и медицине сосредоточены, главным образом, на клеточных элементах, в то время как вопросы структуры биологических жидкостей – неклеточных тканей, остаются не изученными. Вместе с тем структуры неклеточных тканей несут в себе огромный пласт важнейшей диагностической информации о состоянии различных органов и систем, а также о гомеостазисе организма в целом.

Разработанная отечественными авторами уникальная технология - морфологическое исследование биологических жидкостей (Литос-система), даёт возможность анализа интегральной (молекулярного уровня) картины состояния здоровья человека, указывающая или на его физиологический статус, или включающая маркеры определённых патологических состояний. Показания к использованию технологии Литос-система включают диагностику патологического процесса любого генеза (воспалительный, интоксикация, ишемия, склерозирование, камнеобразование, пролиферативный, злокачественный рост и другие). Следует подчеркнуть, что физиологический статус организма и все патологические отклонения в жизнедеятельности организма определяются структурой белковых молекул.

Литос-система основана на двух (разработанных авторами) методах исследования: метод клиновидной дегидратации и метод краевой дегидратации. Эти методы обеспечивают возможность системной самоорганизации молекулярных структур веществ, растворённых в биожидкостях, путем их перевода в твёрдую фазу. Литос-система переводит молекулярный уровень структурной организации биожидкостей на макроскопический уровень, доступный визуальному анализу с помощью светового микроскопа.

Патологические отклонения вызывают специфические изменения информационных образов структур органических молекул, что отражается в специфике морфологической картины твёрдой фазы биологических жидкостей, полученной при клиновидной дегидратации, по данной картине можно судить о степени декомпенсации организма (высокие риски), характере течения патологического процесса и эффективности применяемых терапевтических воздействий.

Морфологическая картина неклеточных тканей адекватно отражает как физиологические, так и патологические изменения, происходящие в высокодинамичных пространственно-временных структурах живых организмов. Специфические особенности морфологической картины таких биологических жидкостей, как сыворотка крови, моча, желчь, спинномозговая и синовиальная жидкость, слюна, желудочный сок, отделяемое ран и др. позволяют доступными методами диагностики определять тенденции к развитию патологического состояния и предотвращать его соответствующими профилактическими действиями.

В результате эта технология позволяет выявлять заболевание на самых ранних (доклинических) этапах его развития, контролировать динамику состояния организма при различных внешних воздействиях, при проведении лекарственной или иной терапии, спортивных нагрузках, производственных вредностях и пр.

Преимущество данной медицинской технологии состоит в том, что она:

- выявляет патологический процесс на самых ранних этапах его развития, на которых существующие клинические, инструментальные и лабораторные методы еще не дают результата;
- позволяет проводить мониторинг больного, быстро оценивать эффективность проводимой терапии и корригировать её по ходу курса лечения, прогнозировать исход заболевания;
- дает интегральную, объективную (визуальную) оценку состояния организма и может быть использована в виде базовой технологии при проведении профилактических осмотров населения и диспансерного мониторинга;
- отличается малой инвазивностью, технической простотой, доступностью для врачей различных специальностей в амбулаторных и стационарных МО, независимо от их мощности.

Высокая информативность технологии «Литос-система», уникальность получаемых с её помощью данных, экономичность и высокая достоверность диагностических результатов, выявляемых на самых ранних этапах развития патологических процессов, открывает широкие перспективы этому направлению в клинической медицине и других областях исследования живых систем.

Предлагаемая технология исследования структурной информации биологических жидкостей обладает большой эвристической силой, имеет четкую теоретическую базу, раскрывает широкие, принципиально новые возможности в изучении фундаментальных процессов живых систем, создает качественно новые подходы к решению проблем физики и химии жидких сред.

# 40. Научно-исследовательский институт перспективных материалов и технологий

**Руководитель проекта:** Мамонтов Александр Владимирович, Директор, кандидат технических наук, доцент
a.v.mamontov@gmail.com

**Проект: Новые промышленные СВЧ технологии**

СВЧ технологии всегда энергетически более выгодны, чем традиционные методы нагрева и они оказывают тепловое воздействие на весь объём нагреваемого объекта сразу. СВЧ технологии экологичны, антисептическую обработку можно проводить без применения вредных химических веществ. Наше СВЧ технологическое оборудование дает узконаправленное излучение, которое не оказывает влияния на здоровье работников производства. Нами разработаны применения СВЧ технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности, производстве строительных материалов и дорожном строительстве. Это уничтожение биологических вредителей в пищевой продукции, конвейерная СВЧ сушка фруктов, овощей, корнеплодов, пищевых порошков, мясных продуктов и субпродуктов, пастеризация и стерилизация жидких, порошкообразных продуктов. Обеззараживание грунтов теплиц под рассаду, уничтожение биологических вредителей в шерсти, шерстяных тканях и изделиях из них. Применение СВЧ технологий в производство строительных материалов.

# 41. Научно-исследовательский институт ревматологии имени В. А. Насоновой

**Руководитель проекта:** Лила Александр Михайлович, Директор института
Es-filatova@mail.ru

**Проект: «PainTalk» - современная технология для пациентов с хронической болью**

Предлагается разработать мобильное приложение «Pain Talk» - современная технология для пациентов с хронической болью.

Данные сервис будет включать в себя определенный набор решений:

• мобильное приложение для пациентов;

• веб-сервис для пациентов;

• веб-сервис для врачей;

• центральный сервер для сбора, хранения и обработки информации.

Проект мобильного приложения «PainTalk» предусматривает две составные части: первая – это непосредственно мобильное приложение для пациента и вторая – программа для персонального компьютера (ПК), которой пользуется врач (ревматолог, невролог, альголог) для мониторинга состояния выраженности и динамики болевого синдрома на фоне проводимой терапии.

Проект подразумевает привязку пациента к своему лечащему врачу, таким образом, вся информация о пациенте будет доступна только конкретному доктору. И, наоборот, каждый доктор, имеющий доступ к данной системе, видит данные только своих пациентов.

Работа мобильного приложения «PainTalk» построена на выполнении пациентами определенных задач, которые позволяют максимально оптимизировать лечебный процесс и оценивать интенсивность болевого синдрома. Данная цель достигается посредством регулярного заполнения различных шкал и опросников (ВАШ, DN4, CSI, Pain DETECT, HADS и др.), автоматических напоминаний о необходимости приема лекарственных препаратов, мониторинг эффективности терапии, а также возникновения каких-либо нежелательных явлений.

Настройки программы позволят пользователю самостоятельно выбирать частоту напоминаний о той или иной задаче в календаре.

При ухудшение исследуемых показателей, программа самостоятельно будет оповещать пациента о необходимости посещения лечащего врача с целью коррекции терапии.

Также программа позволит пациенту вносить данные дополнительных методов обследования (инструментальных, лабораторных), которые будут отражаться в личном кабинете как у пациента, так и его лечащего врача.

Программа «PainTalk» позволит как врачу, так и пациенту отслеживать дозы и длительность приема назначенных препаратов.

При возникновении нового симптома или нежелательной реакции на препарат, программа поможет пациенту дистанционно сообщить об этом в приложении доктору. Врач, который наблюдает данного пациента, получит уведомление в программе, установленной на его ПК.

Помимо мониторинга за состоянием пациента, приложение «PainTail» позволит проводить статистическую обработку имеющегося материала, тем самым открывая возможность проведения научных исследований между Россией и Китаем.

# 42. Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

**Руководитель проекта:** Дмитриев Сергей Михайлович, Ректор, доктор технических наук
dmitriev@nntu.ru

**Проект: Оборудование ЯЭУ для атомных станций малой мощности**

В настоящее время активно проводится разработка и обоснование ресурсных характеристик реакторных установок для атомных станций малой мощности (АСММ). Существенное влияние на ресурс высоконапряженного теплообменного оборудования ядерных энергетических установок АСММ оказывают гидродинамические и тепловые процессы, сопровождающиеся пульсациями температур. Температурные пульсации могут вызывать значительные колебания температурных напряжений теплообменной поверхности, приводящих к усталостному разрушению элементов оборудования. При проектировании оборудования теплоэнергетических установок необходимо учитывать пульсации температур и путем рационального выбора режимных параметров или применения специальных конструктивных решений снижать их до допустимого уровня, чтобы обеспечить надежную эксплуатацию оборудования в течение требуемого срока службы. В современных условиях наиболее перспективен расчетно-экспериментальный подход с применением CFD-кодов, который позволяет снизить расходы при проектировании теплообменных аппаратов. Экспериментальные исследования в данном случае выполняют функцию инструмента для верификации программных средств.

Задачи, решаемые в рамках данного проекта, направлены на увеличение ресурсных характеристик высокотехнологичного оборудования перспективных ЯЭУ (например, выполняется выбор оптимальных режимных параметров и конструктивных решений в оборудовании; проводится разработка рекомендаций для адаптации методик численного моделирования при исследовании различных элементов и конструкций др.).

Применяемая стендовая база позволяет проводить следующие виды работ:

- исследование процессов перемешивания изотермических потоков теплоносителя разной плотности в оборудовании ЯЭУ кондуктометрическими и оптическими методами;
- исследование процессов перемешивания неизотермических потоков теплоносителя с большой разницей температур и оценка влияния температурной цикличной нагрузки на свойства материалов оборудования ЯЭУ;
- уточнение теплогидравлики и гидродинамики в основном и вспомогательном оборудовании ЯЭУ, а также в его отдельных узлах;
- исследования теплогидравлических и ресурсных характеристик высоконапряженных парогенерирующих элементов;
- исследования процессов нестационарного теплообмена, сопровождающихся пульсациями температуры в потоке и элементах теплообменного оборудования ЯЭУ;
- исследования процессов неизотермического смешения потоков в элементах теплообменных аппаратов;
- моделирование температурных пульсаций для обоснования ресурсных характеристик

теплообменного оборудования;

- верификация расчетных программ, программных пакетов 3D моделирования теплофизических процессов, уточнение заложенных в них физико-математических моделей, обоснование применяемых расчетных методик.

В НГТУ функционирует базовая научно-исследовательская лаборатория «Реакторная гидродинамика», которая включает в себя:

1. Стенд исследования гидравлики потока теплоносителя в основном оборудовании ядерных энергетических установок.

Параметры экспериментального стенда:

Мощность электронагревателей – 1000 кВт; мощность теплообменников охлаждения – 1000 кВт; расход теплоносителя при замкнутой схеме циркуляции – до 140 м3/час; расход теплоносителя при разомкнутой схеме циркуляции – до 200 м3/час; температура теплоносителя основного контура – до 160 °С; давление теплоносителя основного контура – до 1 МПа; температура теплоносителя в контуре охлаждения на входе и выходе из теплообменника – от 15 до 160 °С; давление теплоносителя в контуре охлаждения – до 5 МПа.

Исследование процессов перемешивания изотермических потоков теплоносителя разной плотности в оборудовании ЯЭУ с использованием кондуктометрических и оптических методов.

2. Многофункциональный теплофизический водо-водяной стенд с параметрами теплоносителя, соответствующими штатным параметрам ядерных энергетических установок.

Параметры экспериментального стенда:

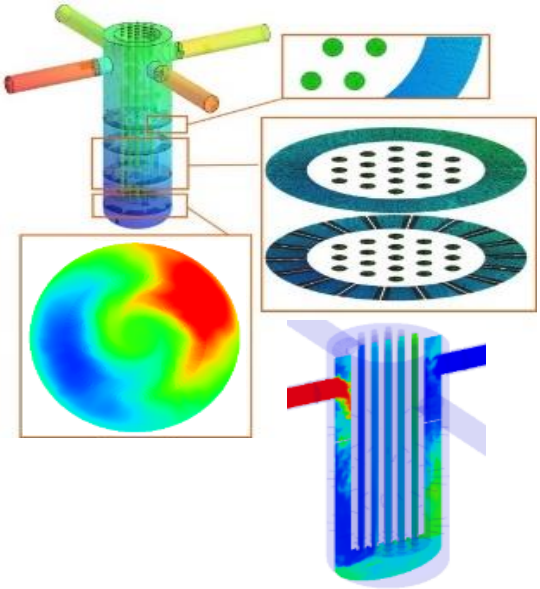
Параметры теплоносителя по I контуру: давление – до 200 атм; температура – до 320°С; расход в номинальном режиме – 1500 кг/ч. Параметры теплоносителя по II контуру: давление – до 70 атм, температура перегретого пара – до 310°С; расход в номинальном режиме – 500 кг/ч.

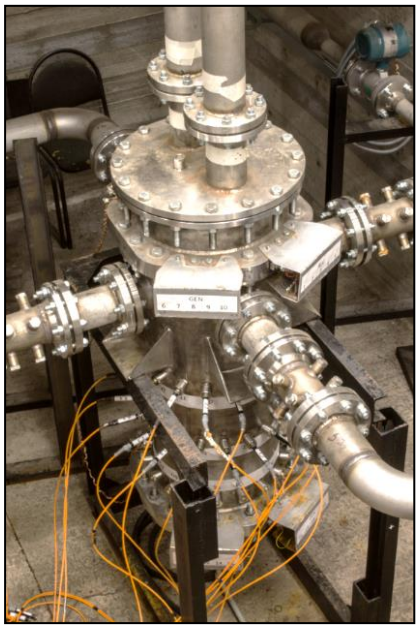
Верификация и валидация CFD программ применительно к процессам гидродинамики и тепло- и массообмена в оборудовании ЯЭУ.

Создание бенчмаркового теста для верификации и кроссверификации CFD программ.

Экспериментальное и расчетное обоснование работоспособности оборудования с точки зрения эффективности и безопасности.

Дополнительно результаты экспериментальных исследований будут использованы для увеличения ресурсных характеристик высокотехнологичного оборудования (тепловыделяющие сборки, элементы корпусных реакторных конструкций) перспективных ЯЭУ, уменьшения его металлоемкости и, соответственно, стоимости, а также обеспечения повышенных эксплуатационных характеристик.





**Руководитель проекта:** Легчанов Максим Александрович, доцент, кандидат технических наук
legchanov@nntu.ru

**Проект: Суперкомпьютерные технологии и моделирование в оборудовании ЯЭУ**

Работы по созданию трехмерных кодов ведутся математиками и программистами, которые закладывают математическое (теоретическое) представление физических явлений. Однако, при расчетах реальных процессов, результат иногда значительно отличается от истинных значений. Эта ошибка устраняется путем проведения верификации, в результате которой находят коэффициенты или иные математические зависимости, применимые к конкретным процессам. Верификацию осуществляют сравнением расчетных и экспериментальных данных. Таким образом, разработка новых трехмерных кодов требует экспериментального подтверждения проведенных расчетов.

При разработке отдельного оборудования или его узлов применение программ численного моделирования требует валидации, то есть оценки применимости или способности кода смоделировать происходящие в элементах физических явлений. При валидации уточняются используемые физические модели расчета, осуществляется выбор оптимальной или проводится ее совершенствование.

Таким образом, работы, выполняемые в рамках данного проекта, направлены на совершенствование отечественных программ численного моделирования и оценкой их применимости для проведения расчетов высокотехнологичного оборудования, что является актуальной задачей для промышленных предприятий и компаний.

Применяемая стендовая база позволяет проводить следующие виды работ:

- обоснование конструктивных элементов ядерных реакторов путем проведения научно-исследовательских работ по изучению гидродинамики и массообмена теплоносителя;

- создание базы экспериментальных данных для верификации программ трехмерного теплогидравлического расчета применительно к описанию специфических для реакторных установок физических процессов;

- исследование процессов перемешивания изотермических потоков теплоносителя разной плотности в оборудовании ЯЭУ кондуктометрическими и оптическими методами;

- исследование процессов перемешивания неизотермических потоков теплоносителя с большой разницей температур и оценка влияния температурной цикличной нагрузки на свойства материалов оборудования ЯЭУ;

- уточнение теплогидравлики и гидродинамики в основном и вспомогательном оборудовании ЯЭУ, а также в его отдельных узлах;

- верификация расчетных программ, программных пакетов 3D моделирования теплофизических процессов, уточнение заложенных в них физико-математических моделей, обоснование применяемых расчетных методик.

2. Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

Применение уникальных методик и средств проведения экспериментальных исследований с экспериментальными моделями имеющих конструктивные особенности тепловыделяющих сборок российских и зарубежных реакторов, моделями теплообменного оборудования ЯЭУ на аэродинамическом стенде.

В НГТУ функционирует базовая научно-исследовательская лаборатория «Реакторная гидродинамика», которая включает в себя:

1. Многоцелевой высоконапорный аэродинамический стенд с воздушным теплоносителем.

Параметры экспериментального стенда:

Рабочая среда – воздух; производительность вентилятора высокого давления – 20000 м3/ч; полное давление – 4500 Па; мощность – 45 кВт; числа Маха в диапазоне Ма=0,1 – 0,15.

2. Стенд исследования гидравлики потока теплоносителя в основном оборудовании ядерных энергетических установок.

Параметры экспериментального стенда:

Мощность электронагревателей – 1000 кВт; мощность теплообменников охлаждения – 1000 кВт; расход теплоносителя при замкнутой схеме циркуляции – до 140 м3/час; расход теплоносителя при разомкнутой схеме циркуляции – до 200 м3/час; температура теплоносителя основного контура – до 160 °С; давление теплоносителя основного контура – до 1 МПа; температура теплоносителя в контуре охлаждения на входе и выходе из теплообменника – от 15 до 160 °С; давление теплоносителя в контуре охлаждения – до 5 МПа.

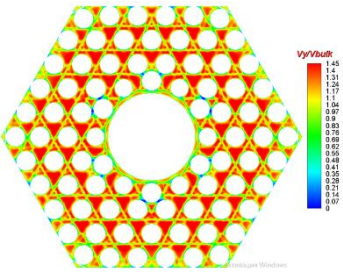
3. Область применения проекта (технологии)

Верификация и валидация CFD программ применительно к процессам гидродинамики и тепло- и массообмена в оборудовании ЯЭУ.

4. Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

Экспериментальное и расчетное обоснование работоспособности оборудования с точки зрения эффективности и безопасности.

Кроме того, результаты проекта будут выражаться в развитии технологии валидации и верификации отечественных программ численного моделирования и оценки их применимости для проведения расчетов высокотехнологичного оборудования.



**Институт ядерной энергетики и технической физики Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева**

**Руководитель проекта:** Бокова Татьяна Александровна, доцент, кандидат технических наук

tatabo@bk.ru

**Проект: Проведение проблемно-ориентированных исследований и разработка технических решений по созданию перспективных ядерных энергетических установок**

Идеей выполнения планируемого НИР является выявление результатов проблемно-ориентированных исследований и разработка технических решений по созданию установки малой и средней мощности с горизонтальными парогенераторами более безопасной и экономичной по сравнению с создаваемыми отечественными реакторными установками типа БРЕСТ и СВБР.

Преимущества проекта

- безопасная локализация аварии «межконтурная неплотность парогенератора» с поступлением воды и пара с давлением 6,0–16,0 МПа с любым технически возможным расходом в реакторном контуре с давлением 0,1–0,6 МПа за счет применения горизонтального парогенератора;

- максимально возможный расход естественной циркуляции по реакторному контуру за счет оптимальной компоновки контура в виде петли без сифонов с «холодным» парогенератором на верхнем участке и «горячей» активной зоной на нижнем участке и осевым главным циркуляционным насосом с поворотными лопатками, уменьшающими гидравлическое сопротивление проточной части в режиме естественной циркуляции;

- оптимальный, безопасный режим расхолаживания и стояночный режим реакторного контура при нормальной эксплуатации и при аварийных режимах за счет применения водо-воздушной смеси в системе теплоотвода.

Результаты НИР предполагается рекомендовать разработчикам и проектантам для разрабатываемой проектной документации на реакторные установки типа БРЕСТ-ОД-300, охлаждаемую свинцовым теплоносителем и СВБР-100, охлаждаемую свинец-висмутовым теплоносителем.

Перспективы коммерциализации

Проектная электрическая мощность установок малой и средней мощности с реакторами на быстрых нейтронах с горизонтальными парогенераторами со свинцовым или свинец-висмутовым теплоносителем: 50–300 МВт эл.

Установки должны позволять генерацию тепловой энергии и наработку вторичного ядерного топлива.

Параметры пара, генерируемого установками малой и средней мощности: 6,0–18,0 МПа.

В установках должна безопасно локализовываться авария «межконтурная неплотность парогенератора» при гильотинном разрыве трубного пучка секции парогенератора с истечением рабочего тела из разорванных труб.

Уровень естественной циркуляции тяжелого жидкометаллического теплоносителя в реакторном контуре должен обеспечивать теплоотвод от активной зоны реактора при аварийной остановке всех главных циркуляционных насосов реакторного контура.

Давление паровоздушной смеси в системе расхолаживания и в стояночных режимах установки должно быть близко к атмосферному (0,1–0,3 МПа).

Главные циркуляционные насосы реакторного контура должны быть осевыми с трехпозиционными поворотными рабочими лопатками

Дополнительные сведения:

- исследовательские испытания должны выполняться на имеющихся у Исполнителя (НГТУ) установках (стендах), при необходимости с их доработкой;

- установки (стенды) должны быть циркуляционными со свинцовым и свинец-висмутовым теплоносителями с температурой до 550–600 ºС, расходом до 2000 т/час, другими характеристиками (кроме радиоактивности) соответствующим условиям натурных реакторных установок.

- расчетно-теоретические исследования должны, по возможности, обосновывать технические решения по созданию установки малой и средней мощности с реакторами на быстрых нейтронах с горизонтальными парогенераторами охлаждаемых свинцовым или свинец-висмутовым теплоносителем.

- анализируемые модели должны рассматривать режимы при пузырном, струйном, факельном поступлении воды, пара в тяжелый жидкометаллический теплоноситель, а также истечение с кризисом барботажа с образованием сплошного канала пара, воды в горизонтальном парогенераторе от района истечения до свободного уровня теплоносителя при гильотинном разрушении секции парогенератора.

- анализ и расчетно-теоретические исследования должны рассматривать перечь всех процессов, сопровождающих аварию «межконтурная неплотность парогенератора» влияющих на локальные и интегральные характеристики реакторного контура.

# 43. Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева

**Руководитель проекта:** Кузнецова Елена Анатольевна, Заведующий кафедрой, доктор технических наук
elkuznetcova@yandex.ru

**Проект: Биотехнологическое обеспечение повышения качества и безопасности зерновых продуктов функционального назначения**

Для физиологов и технологов пищевых производств проблемой в настоящее время является повышение биодоступности и усвояемости биологически активных соединений в составе пищевых продуктов. Существование барьерных тканей и клеточных стенок ограничивает передвижение многих химических элементов и биологически активных соединений в растениях и затрудняет процесс их усваивания в организме человека. Локализация минеральных элементов в периферических частях зерна указывает на их связь с полисахаридами, белками, фенольными соединениями и фитином клеточных стенок.

С целью улучшения органолептических, физико-химических свойств зерновых продуктов, применяется мягкая обработка биокатализаторами на основе целлюлаз. Модификация нативной структуры оболочек и алейронового слоя зерна под действием ферментных препаратов карбогидраз в различном сочетании и в комплексе с фитазой и буферными растворами может привести к переходу минеральных элементов в легкоусвояемую форму, а также к высвобождению токсичных элементов. Подбор технологических приемов впервые будет осуществлен на основе изучения механизмов миграции биологически активных веществ, модификации морфологических признаков, поверхностных структур и запасных тканей семян, что обеспечит повышение качества и безопасности продуктов, содержащих зерновое сырье, предназначенных для профилактики социально значимых заболеваний, сохранения здоровья и увеличения продолжительности жизни.

Для разработки функциональных и специализированных продуктов питания, содержащих зерновое сырье, будет использовано зерно нетрадиционных культур: тритикале, овса, ячменя, полбы, гречихи. Выбор зерна гречихи для включения в состав зерновых продуктов будет впервые определен с учетом морфо-генетических признаков Fagopirum esculentum, Fagopirum tataricum и Fagopirum gibridum. В зерне самой природой сконцентрированы полезные для питания человека вещества. Но часть из них может содержаться в недостаточном количестве из-за условий произрастания растений. В этом случае необходимые для корректировки химического состава продуктов питания и профилактики социально значимых заболеваний биологически активные компоненты могут быть внесены дополнительно в продукты, содержащие зерновое сырье, из аквасырья путем применения биокаталитических и биосинтетических технологий. С целью обогащения функциональных продуктов аквабиотиками: йодом, каратиноидами, флавоноидами, хлорофиллом, фитостеролами, лектинами, сульфатированными полисахаридами впервые будут использованы биомасса и продукты вторичного

метаболизма одноклеточных водорослей Dunaliella salina, Tetraselmis viridis и Porphyridium и однодольного цветкового растения Lemna minor L.

Для реализации одной из актуальных проблем нутрицевтики – повышения доступности биологически активных соединений будут проведены исследования механизма адсорбции и миграции химических элементов в растительных клетках и тканях. Количественный анализ на выходе показывает содержание металла на единицу массы. Поэтому методы количественного определения содержания химических элементов не всегда корректно позволяют интерпретировать результаты. Научный коллектив имеет опыт синтеза производных формазанов, которые дают с металлами окрашенные комплексы, а некоторые - флуоресцентное излучение, эти особенности комплексонов позволят применить их к изучению механизма миграции ионов. Будут разработаны новые методологические подходы, включающие применение комплексного метода исследования: путем электронной сканирующей микроскопии с ЭДС детектором в системе электронного микроскопа и флуоресцентной спектроскопии. Конфокальная флуоресцентная микроскопия и использование разработанных производных формазанов, обладающих свойствами флюорофоров, позволит провести исследование динамических процессов, происходящих в живых клетках, клеточного транспорта биологически активных веществ, изменения концентрации и распределения ионов. Синтез принципиально новых производных формазанов позволит разработать чувствительный индикатор для комплексного определения ряда ионов микроэлементов и установить закономерности их миграции в клетках и тканях растительного сырья.

Преимущества проекта в сравнении с прототипами или аналогами

В фракциях периферических частей зерна на молекулярном уровне полисахариды и другие биологически активные соединения присутствуют в основном в связанных формах, а не в виде свободных компонентов. Например, феруловая кислота связана эфиром с арабиноксиланом и встроена в клеточных стенках слоя отрубей и алейрона. Биологически активные соединения могут быть высвобождены путем целенаправленной дезинтеграции матричных компонентов клеточной стенкисеменной оболочки зерна [Zúñiga and Troncoso, 2012].

Наш подход к проблеме заключается в дезинтеграции этих матриц с помощью ферментативного гидролиза, который, несомненно, влияет на их структуру и доступность биологически активных соединений [Kuznetsova et al., 2016].

При выполнении проекта будет применен комплексный подход к разработке технологических решений, который должен основываться, с одной стороны, на разработке научных основ модификации полисахаридов периферических частей зерновки с целью уменьшения содержания токсических элементов и снижения прочности оболочек для улучшения степени дисперсности зерновой массы и, с другой, на характеристике некоторых ее биохимических показателей, имеющих важное значение для обеспечения качества продуктов, содержащих зерновое сырье по органолептическим и физико-химическим показателям и, наконец, на проведении доклинических исследований при моделировании социально-значимых болезней (сердечно-сосудистых нарушений, новообразований) и индивидуального подхода с учетом генетического профиля животных.

Предлагается новый комплексный подход к выявлению механизма миграции и взаимодействия веществ после проведения ферментации зернового сырья путем создания новых флюорофоров-комплексообразователей, которые позволят методом

флуоресцентной спектроскопии и конфокальной флуоресцентной микроскопии определить характер распределения биологически активных соединений в клетках, тканях и органах растений и животных. Впервые будет проведено определение характера включения биологически активных соединений и химических элементов в составе комплексов с вновь синтезированными производными формазанов в метаболические процессы и механизма концентрирования их в клетках, а также разработка корректирующих мероприятий в экспериментальных моделях линии клеток меланомы B16 и гепатоцеллюлярной карциномы мышей линии H22 с использованием конфокальной флуоресцентной микроскопии.

Область применения проекта – пищевые технологии и биотехнологии

Проект имеет социальный эффект, заключающийся в обеспечении безопасности зерновых продуктов и обогащении незаменимыми факторами питания рационов населения, проживающего в экологически неблагополучных районах. Ряд технологических решений будет запатентован.

# 44. Пензенский государственный университет

**Руководитель проекта:** Печерская Екатерина Анатольевна, Заведующая кафедрой «Информационно-измерительная техника и метрология», заместитель директора «Политехнического института», доктор технических наук
pea1@list.ru

**Проект: Автоматизированная система синтеза защитных покрытий с заданными свойствами методом микродугового оксидирования**

Предлагаемая автоматизированная система (рис. 1) представляет собой программно-аппаратный комплекс, предназначенный для синтеза оксидных покрытий с заданными свойствами методом микродугового оксидирования.

Рис. 1 - программно-аппаратный комплекс микродуговго оксидирования

Обработке подвергаются изделия из легких металлов и сплавов (Al, Mg, Ti и др.). Формируемые покрытия отличаются повышенными эксплуатационными характеристиками: высокой износостойкостью, коррозионной стойкостью, жаростойкостью, электрической прочностью, адгезией к подложке, биосовместимостью и др.

Программно-аппаратный комплекс состоит из уникальной аппаратной части и программного обеспечения собственной разработки.

Аппаратная часть автоматизированной системы включает источник технологического тока (состоит из силового модуля и коммутатора); источник питания низковольтной электроники; модули измерений и управления, USB-осциллограф и гальваническую ячейку.

Основные функциональные возможности программно-аппаратного комплекса – исследование закономерностей протекания процесса микродугового оксидирования во времени путем регистрации формовочных кривых напряжения, измерение динамических вольтамперных характеристик процесса МДО и импеданса структуры электрод – покрытие – электролит, контроль выработки и температуры электролита. Электроды (анод и катод, погруженные в раствор электролита) подключаются к управляемому источнику технологического тока. Регистрируются зависимости мгновенных значений тока и напряжения от времени в течение анодно-катодного цикла (динамическая ВАХ),

зависимость пикового значения анодного и катодного напряжения во времени МДО процесса (формовочная кривая). Мониторинг качества электролита осуществляется путем измерения его температуры и выработки (учет удельного количества электричества, прошедшего через него). Измерение составляющих комплексной проводимости структуры электрод –– покрытие – электролит производится на переменном сигнале малой амплитуды в диапазоне частот непосредственно в процессе получения покрытия.

Функцию связи между аппаратной частью и персональным компьютером выполняет микропроцессорный модуль, осуществляющий управление работой аппаратной части системы.

Разрабатываемая измерительная часть автоматизированной системы микродугового оксидирования обладает следующими метрологическими характеристиками:

Диапазон напряжений на образце от -200 .. до 600 В (не менее)

Диапазон среднего тока через образец 0,25 .. 1,75 А

Диапазон частот тестового сигнала 5 Гц .. 10 кГц

Диапазон амплитуды переменного сигнала 0,1 .. 1 В

Пределы измерения по емкости 0,1 и 1 мкФ

Основная погрешность измерения емкости не более 0,5 %

Пределы измерения тока 0.5 и 3 А

Предел измерения напряжения 600 В

Основная погрешность измерения напряжения и тока не более 0,5 %

Предел измерений сопротивления до 20 кОм

Основная погрешность измерения сопротивления не более 0,5 %

Предел измерения температуры 0… 100 С

Основная погрешность измерения температуры не более 0,5 %.

Управляющая программа функционирует в двух основных режимах: оксидирования и измерения импеданса.

- в режиме микродугового оксидирования осуществляется подача импульсов напряжения на гальваническую ячейку с обрабатываемой деталью. При программировании формы этого сигнала задается количество интервалов (до восьми), длительность каждого интервала в микросекундах и амплитудное значение напряжения в вольтах. Таким образом, формируется последовательность анодных и катодных импульсов тока, которая периодически повторяется. Причем каждый импульс в отдельности может иметь многоступенчатую форму. В этом режиме можно наблюдать на экране осциллограммы напряжения и тока для корректного задания параметров импульсов. Реализована программная стабилизация среднего значения анодной и катодной составляющих технологического тока. Полученные в режиме отладки техпроцесса параметры воздействия сохраняются в базе данных для дальнейшего использования;

- в режиме измерения импеданса с целью косвенного контроля изменения свойств покрытия (толщины и пористости) реализованы измерения импеданса системы электрод – покрытие – электролит в паузах между циклами оксидирования непосредственно в гальванической ячейке, не вынимая обрабатываемую деталь из электролита. Реализован алгоритм регистрации частотной характеристики составляющих адмитанса объекта исследования по сетке частот.

2. Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами:

1) Установка КТ20-50; Лабораторная система плазменного электролитического оксидирования фирмы KERONITE (неофициальное название "Keronator", (Великобритания);

2) Plasma electrolytic oxidation power supply (MILMAN THIN FILM SYSTEMS PVT. LTD., Индия);

3) Micro-arc oxidation power supply (Plasma Technology Ltd., Гонконг);

4) Experimental Plasma Electrolytic Oxidation Process Set-up (NanoCoatings, Inc., США);

5) Установки МАО-30А, МАО-30В, МАО-100А, МАО-100В, МАО-200А (MAO Environmental Protection Technology DG Co., Ltd., Китай);

6) Current controller power supply (Aixcon PowerSystems GmbH совместно с Innovent Jena e.V., Германия)

Конкурентные преимущества разрабатываемого программно-аппаратного комплекса:

- снижение энергопотребления технологического процесса получения оксидных покрытий не менее, чем в 1,5 раза (за счет сокращения времени технологического процесса);

- снижение длительности отработки технологии и длительности процесса нанесения покрытий не менее, чем в 2 раза;

- практически 100 % исключение ошибок при создании покрытий с заданными свойствами;

- снижение основной относительной погрешности измерения параметров процесса нанесения и свойств формируемых покрытий до ±0,5 %.

Преимущества технологии микродугового оксидирования (по сравнению с анодированием):

- экологичность и неагрессивность электролитов;

- нет необходимости специальной предварительной подготовки поверхности образца;

- возможность получения толстых (до 400 мкм) покрытий без применения сложного и экологически вредного холодильного оборудования.

3. Область применения проекта (технологии)

Автоматизированная система микродугового оксидирования может применяться для подбора технологических параметров синтеза оксидных покрытий в условиях промышленного производства, а также для исследовательских целей. При увеличении мощности источника технологического тока система может быть использована в качестве полноценной промышленной установки микродугового оксидирования.

Возможная область применения МДО-покрытий: автомобилестроение и судостроение, авиация и ракетно-космическая техника, электроника, медицина и др. Потенциально МДО-покрытия могут применяться в фотокатализе, производстве светодиодов, лазеров и датчиков температуры, в водородной энергетике и литий-ионных аккумуляторах, чувствительных элементов датчиков радиации и др.

4. Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

Согласно расчетам аналитиков DISCOVERY Research Group, объем рынка анодирования в России составил в 2017 г. 105 млн. долл., что на 9 % больше, чем в 2016 г. В 2018 г. он равнялся 108 млн. долл., В 2019 г. он достиг отметки 110 млн. долл. Таким образом, рынок анодирования растет. Вместе с тем, в связи с ужесточением требований к качеству изделий из легких металлов и сплавов (коррозионной стойкости, износостойкости, жаростойкости),

предъявляемых во многих отраслях промышленности, в частности, авиационной, многие промышленные предприятия начинают искать альтернативу традиционному анодированию, которой может стать МДО- обработка. Мировым лидером в данной области является английская фирма Keronite, которая задает вектор развития современного рынка МДО. Она имеет годовой рост 25 %, ежегодно вкладывает 1 млрд фунтов стерлингов в расширение производства и открывает по 4 новых производственных линии. Как видно, рынок МДО-обработки является перспективным.

Целевой сегмент рынка: промышленные предприятия, производящие изделия из легких металлов и сплавов, машины и оборудование. Проведенный расчет объема рынка показал, что реально достижимый объем рынка для продажи установок МДО в России составляет 120 млрд. руб.

**Руководитель проекта:** Пронин Игорь Александрович, Заведующий кафедрой, доктор технических наук
pronin_i90@mail.ru

**Проект: Фотокатализаторы видимого диапазона на основе полупроводниковых оксидов, модифицированных металлическими частицами**

На сегодняшний день использование фотокатализаторов для очистки сточных вод предприятий, фотолиза воды, синтеза органического топлива является реальной перспективой, уже вышедшей на уровень пилотных и опытных установок. Несмотря на это, эффективность традиционных фотокатализаторов все еще оставляет желать лучшего, а их использование ограничивается ультрафиолетовой областью спектра, составляющей 4 % солнечного излучения. Поэтому большую актуальность имеют исследования, направленные на разработку фотокатализаторов видимого диапазона (44 % спектра солнечного излучения). Разработка эффективных фотокатализаторов видимого диапазона света создаст реальные предпосылки для широкого использования фотокаталитических материалов в промышленных масштабах. Одним из перспективных подходов сенсибилизации фотокатализаторов к видимому излучению является их модифицирование наночастицами и наноструктурами благородных металлов, в которых возникает поверхностный плазмонный резонанс.

Целью Проекта является разработка набора методик управления нанодизайном плазмонных фотокатализаторов видимого диапазона на основе нанокристаллических оксидов цинка и титана и наноструктур благородных металлов для энергоэффективных фотокатализаторов нового поколения. Для этого впервые для модифицирования нанокристаллических оксидов цинка и титана предлагается использовать фрактальные дендритные структуры серебра и золота, которые демонстрируют широкий спектральный отклик от инфракрасной до ультрафиолетовой области. Предполагается, что использование данного подхода позволит существенно улучшить эффективность плазмонных фотокатализаторов. Также впервые предлагается использование нанокомпозитных фотокаталитических материалов на основе нанокристаллических оксидов со структурой обратного опала с эффектом «медленных фотонов» и наночастиц благородных металлов с частотой поверхностного плазмонного резонанса, соответствующей границе фотонной запрещенной зоны.

К основным задачам настоящего Проекта относятся:

1. Разработка методик управляемого синтеза дендритных наноструктур благородных металлов (Au, Ag) с заданными фрактальностью и числом уровней иерархии в рамках химических методов восстановления из растворов.

2. Разработка методики получения модифицированных дендритами благородных металлов нанокристаллических оксидов (ZnO, TiO2) с иерархической структурой в рамках золь-гель метода.

3. Разработка методики синтеза нанокристаллических оксидов цинка и титана, сформированных в иерархические структуры обратного опала, с использованием монодисперсных шариков полистирольного латекса в качестве шаблонов, с возможностью дальнейшей модификации материалов сферическими и дендритными нано- и микрочастицами благородных металлов.

4. Проведение комплексных исследований свойств полученных материалов в рамках современных методов нанодиагностики: растровой электронной микроскопии, рентгеновского фазового анализа, ИК Фурье-спектроскопии, рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии и др.

5. Разработка модельных представлений особенностей процессов фотокаталитического разложения на поверхности исследуемых материалов;

6. Разработка рекомендации по применению полученных научно-технических результатов в промышленности, энергетике и экологии.

Результатом выполнения Проекта будет являться набор воспроизводимых методик синтеза, экспериментальные образцы плазмонных фотокатализаторов с повышенной энергоэффективностью, а также рекомендации по их применению в областях энергетики и экологии. Предполагается, что полученные результаты будут соответствовать мировому уровню и внесут существенный вклад в развитие не только фотокаталитичеких материалов видимого диапазона, но и материаловедения в целом.

2. Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

В Проекте впервые для модифицирования нанокристаллических оксидов цинка и титана предлагается использовать фрактальные дендритные структуры серебра и золота, которые демонстрируют широкий спектральный отклик от инфракрасной до ультрафиолетовой области. Предполагается, что использование данного подхода позволит существенно улучшить эффективность плазмонных фотокатализаторов по сравнению с имеющимися аналогами и прототипами. Также впервые предлагается использование нанокомпозитных фотокаталитических материалов на основе нанокристаллических оксидов со структурой обратного опала с эффектом «медленных фотонов» и наночастиц благородных металлов с частотой поверхностного плазмонного резонанса, соответствующей границе фотонной запрещенной зоны. Результатом выполнения Проекта будет являться набор воспроизводимых методик синтеза, экспериментальные образцы плазмонных фотокатализаторов с повышенной энергоэффективностью, а также рекомендации по их применению в областях энергетики и экологии. Предполагается, что полученные результаты будут соответствовать мировому уровню и внесут существенный вклад в развитие не только фотокаталитичеких материалов видимого диапазона, но и материаловедения в целом. Имеющийся научный задел, связанный с исследованием фотокаталитических и сенсорных свойств пленок и порошков полупроводниковых нанокристаллических оксидов, полученных различными методами, позволяет говорить о достижимости цели Проекта.

3. Область применения проекта (технологии)

Области применения результатов проекта:

1. Дезинфекционные реакции.
2. Очистка воздуха.
3. Очистка сточных вод.
4. Самоочищающиеся материалы.
5. Процессы «зеленого органического синтеза».
6. Редукция углекислого газа до органического топлива.
7. Разложение воды до водорода и кислорода.

4.Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

К концу 2018 года мировой рынок фотокатализаторов составил порядка 2,5 млрд долларов США.

На глобальном рынке фотокатализаторов существует большой потенциал, поскольку общая созданная возможность получения дохода оценивается в миллиарды долларов. Что касается объема, то в конце 2019 года потребление фотокатализаторов превысило 130 тыс. тонн, а к концу 2029 года ожидается, что оно превысит 350 тыс. тонн, что означает среднегодовой темп роста более 9%. Таким образом, имеются реальные перспективы коммерциализации предлагаемого продукта.

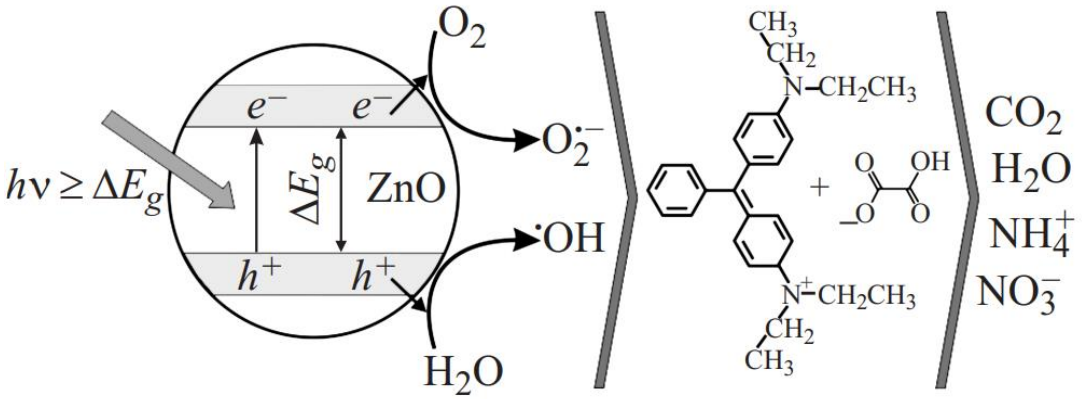



Рисунок - Схема процессов фотодеградации бриллиантового зеленого в УФ излучении

**Руководитель проекта:** Тычков Александр Юрьевич, Доктор технических наук, заведующий кафедрой «Радиотехника и радиоэлектронные системы», заместитель директора «Научно-исследовательский институт фундаментальных и прикладных исследований»
tychkov-a@mail.ru

**Проект: Имитационно-тренажерный комплекс оценки психоэмоциональной устойчивости космических туристов в среде виртуальной реальности**

Имитационно-тренажерный комплекс оценки психоэмоциональной устойчивости космических туристов в среде виртуальной реальности представляет собой систему, состоящую из персонального компьютера, шлема виртуальной реальности, джойстиков или перчаток (адаптированных под виртуальную реальность), авторских сцен виртуальной реальности (индивидуальной нервно-психической устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов космического полета, приобретение знаний по обеспечению безопасности космического полета и навыков работы в сложных условиях существования - в соответствии с рекомендациями программы подготовки туристов и общекосмической подготовки на МКС). Виртуальные сцены будут использованы для создания обстановки, подходящей для оценки психоэмоциональной устойчивости и поведения космических туристов при возникновении тревожных, стрессовых или внештатных ситуаций на космических станциях в среде виртуальной реальности.

Рис. 1. Модель космической станции

На современном этапе развития информационных технологий и виртуальной реальности существуют различные программные комплексы виртуальной реальности, позволяющие моделировать управление полетом самолета, тренировать вестибулярный аппарат, тренировать устойчивость к невесомости, знакомиться с Международной космической станцией и выполнять на ней определенные технические операции (X-Plane, FSX, Prepard3D, IVAO и Vatsim). Однако функционал данных сцен весьма ограничен только общими сценами и не обеспечивают ощущения реального нахождения пользователя.

В условиях бурного развития информационных технологий и цифровизации населения создаются различные системы, позволяющие погрузить человека в среду виртуальной реальности для моделирования ситуации, вызывающей у человека тревогу и стресс с целью их подавления путем многократной экспозиции нежелательной ситуации и привыкания (адаптации) человека к ней (C2Phobia, PSIOUS, Virtually Better, Limbix). Однако несмотря на значительное количество готовых зарубежных программно-аппаратных решений, присутствующих на рынке, существует явный пробел в области оценки психоэмоциональной устойчивости космических туристов при возникновении тревожных, стрессовых или внештатных ситуаций на космических станциях или безграничном космическом пространстве в среде виртуальной реальности.

Имитационно-тренажерный комплекс позволит каждому желающему испытать эйфорию невесомости и проверить себя по уровню психоэмоциональной устойчивости в период пребывания в космическом пространстве. Имитационно-тренажерный комплекс будет помощником для врачей и специалистов Института медико-биологических проблем РАН и Совета по космической медицине МКС (ISS MSMB – Multilateral Space Medicine Board) для оценки допустимых рисков на этапе оценки и отбора космонавтов в условиях неблагоприятных факторов космического полета и навыков работы в сложных условиях существования.

С 2001 года в космосе в качестве туристов смогли побывать только 8 человек, а среди числа астронавтов чуть более 500 человек.

Необходим инструмент, который позволит каждому желающему испытать свои положительные эмоции глядя на нашу планету, побродить по борту космического корабля, а также проверить свою профпригодность для настоящего полёта в качестве космического туриста. Пользователями виртуальной реальности в 2020 году являются более 40 миллионов человек в мире. По прогнозу, к 2030 году виртуальная реальность охватит почти 1 миллиард пользователей по сему миру.

По результатам реализации проекта планируется коммерциализация его результатов (сцены виртуальной реальности, программы определения сигнальных маркеров психоэмоциональных состояний в условиях космического пространства).

Примерная стоимость имитационно-тренажерного комплекса после выхода на рынок (2023 г.) составит:

- VR приложения (на steam) для оценки поведения космических туристов при возникновении тревожных, стрессовых или внештатных ситуаций на космических станциях (программный продукт) – не менее 1000 руб./неисключительную лицензию/год. Объем рынка предполагается не менее 1000 загрузок в первый год выхода на рынок, в последующем увиливать число загрузки продукта до 10000 шт., что составит прибыль предприятия не менее 10 000 000 на 2023–24 гг.

- тренажер – не менее 10 млн. руб./шт. Объем рынка предполагается не менее 100 шт., что составит прибыль не менее 1 млрд. руб.

В качестве потребителей конечных продуктов выступают: физические лица, НИИ, ВУЗы, Институт медико-биологических проблем РАН, Роскосмос (Центр подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина), Space Adventures, Axiom Space и др.

**Руководитель проекта:** Алимурадов Алан Казанферович, Директор студенческого научно-производственного бизнес-инкубатора, кандидат технических наук
alansapfir@yandex.ru

**Проект: Разработка технологии обнаружения и классификации психоэмоциональных состояний человека по речевым сигналам**

Контроль психоэмоционального состояния населения на сегодняшний день является социально-значимой проблемой для каждого государства, поскольку напрямую связан с формированием здорового образа жизни нации и профилактикой психоэмоциональных расстройств. Своевременное обнаружение и классификация психоэмоционального состояния человека особенно важно в тех отраслях деятельности, которые сопряжены с повышенным риском возникновения техногенных и биогенных аварий, террористических угроз с серьезными последствиями: пилоты, космонавты, военнослужащие, диспетчеры аэропортов, диспетчеры опасных производственных объектов (АЭС, ТЭС, объектов химической промышленности и т. п.).

В настоящее время для обнаружения и классификации психоэмоционального состояния применяют различные экспериментально-статистические методики и дифференциацию методов обработки сигналов по доступным каналам регистрации эмоционального отклика организма человека (данные видеоряда, ЭЭГ, ЭКГ, ЭМГ, биохимические параметры крови, параметры рукописного и клавиатурного написания, окулография, данные тепловизионного исследования температуры поверхности кожи лица). Существенным недостатком, ограничивающим широкое практическое применение указанных выше подходов, является обязательное условие контакта с человеком. Наиболее перспективным и адаптивным к современным условиям трудовой деятельности человека является способ обнаружения и классификации психоэмоционального состояния на основе анализа речевых данных.

Анализ открытых источников отечественной и зарубежной литературы выявил множество научных работ, посвященных: созданию речевых баз данных, содержащих сигналы с выраженными эмоциональными составляющими; исследованию информативно-значимых параметров эмоциональной составляющей речевых сигналов; разработке алгоритмов, способов и средств определения параметров речи, отражающих психоэмоциональное состояние человека; проектированию систем автоматическому распознаванию эмоций человека по речи. Но, несмотря на большое количество проведенных исследований в данной области, ряд проблем все еще остается нерешенным и требуют дальнейшей проработки:

- отсутствие речевой базы данных, зарегистрированной в реальных жизненных ситуациях естественного переживания эмоций человеком (различных по выраженности, длительности, осознанности, рациональности и уровню проявления);

- отсутствие оптимальных наборов паттернов речевых сигналов, максимально «родственных» человеческому восприятию и релевантных нарушениям работы органов речевого аппарата вследствие естественного переживания эмоций человеком в реальных отрицательных, нейтральных и положительных психоэмоциональных состояниях;

- отсутствие высокоэффективных алгоритмов, способов и средств выделения релевантных паттернов речевых сигналов и классификации психоэмоциональных состояний.

Данный проект направлен на поиск решений упомянутых выше научных проблем, достижение которых позволит значительно повысить эффективность систем обнаружения и классификации психоэмоциональных состояний человека в условиях повышенной ответственности.

В рамках проекта ожидается достижение следующих результатов:

- речевая база данных, включающая не менее 10000 зарегистрированных звуковых записей, релевантных нарушениям работы органов речевого аппарата вследствие естественного переживания эмоций человеком в реальных отрицательных, нейтральных и положительных психоэмоциональных состояниях;

- оригинальные алгоритмы и способы обработки речевых сигналов, предназначенные для фильтрации и подавления шума, сегментации на информативные участки и определения паттернов, релевантных естественно выраженным эмоциям; способы классификации отрицательных, нейтральных и положительных психоэмоциональных состояний человека;

- способы обнаружения и классификации психоэмоциональных состояний человека (различных по выраженности, длительности, осознанности, рациональности, уровню проявления и др.) для эксплуатации в условиях повышенной ответственности.

Аналоги:

В области безопасности и бизнеса в банковской сферы представлены следующие продукты: «Система речевой аналитики «SVQA» (частотное предприятие «Речевые системы», Беларусь); Система автоматической оценки качества «Smart Logger» (группа компаний «Центр речевых технологий», Россия); Система для анализа эмоций по голосу «Empath» (компания «Empath Inc.», Япония); Технология анализа голоса «Sense» (компания «NemeSYSCO», Израиль); Технология аналитики речи «SmartSpeech» (ПАО «Сбербанк», Россия). В области медицины представлен продукт «Профессиональная система диагностики голоса и речи «lingWAVES» (WEVOSYS medical technology GmbH, Германия).

В отличие от существующих аналогов разрабатываемая технология должна обеспечить точность классификации психоэмоциональных состояний человека по речевым сигналам, зарегистрированным в условиях естественного переживания эмоций в реальных отрицательных, нейтральных и положительных жизненных ситуациях, релевантных нарушениям работы органов речевого аппарата.

Научной новизной проекта является:

- применение нового подхода к поиску, анализу и систематизации звуковых записей, зарегистрированных в условиях естественного переживания эмоций (радость, нейтралитет, печаль, страх, раздражение и гнев) человеком в реальных отрицательных, нейтральных и положительных жизненных ситуациях, релевантных нарушениям работы органов речевого аппарата.

- использование адаптивных методов обработки речевых сигналов (преобразование Гильберта-Хуанга, разновидностей декомпозиций на эмпирические моды и др.), позволяющих определять релевантные параметры естественно выраженных психоэмоциональных состояний, учитывая уникальные особенности речи (скрытые

модуляции, области концентрации энергии и т. п.);

- объединение алгоритмов статической и динамической классификации в комбинированный способ, автоматически определяющий, какой вид классификации оптимален для того и иного набора релевантных паттернов.

Область применения проекта.

Отрасли деятельности человека с повышенной степенью ответственности, в которых оценка психоэмоционального состояния является важной социально-значимой проблемой:

- образовательная (психологическая помощь сотрудникам и обучающимся образовательных учреждений);

- медицинская (диагностика и профилактики психических расстройств пациентов);

- контролирующая (контроль психического состояния диспетчеров аэропортов, диспетчеров АЭС, ТЭС, объектов химической промышленности и т. п.);

- предпринимательская (мониторинг эмоционального состояния клиентов в сфере услуг нейромаркетинга).

4. Перспективы коммерциализации.

Конечные потребители

Проект реализуется по модели «Software as a Service» (SaaS) - программное обеспечение как услуга - одна из форм облачных вычислений, модель обслуживания, при которой подписчикам предоставляется готовое прикладное программное обеспечение, полностью обслуживаемое провайдером. Поставщик в этой модели самостоятельно управляет приложением, предоставляя заказчикам доступ к функциям с клиентских устройств, как правило, через мобильное приложение или веб-браузер. Главное преимущество данной модели — это отсутствие затрат, связанных с установкой, обновлением и поддержкой оборудования и программного обеспечения.

Типы конечных потребителей:

- компании (частные и государственные), для которых предоставляется программное обеспечение;

- разработчики, которым предоставляются все инструменты для реализации аналогичных проектов по обнаружению и классификации психоэмоциональных состояний по речевым сигналам.

Планируется реализации двух бизнес-моделей:

- b2b, b2g (создание готовых решений для бизнеса и государства, прибыль с интеграции и последующей абонентской платы; предоставление инструментов для создания аналогичных проектов прибыль с последующей абонентской платы);

- b2c (создание готовых решений с ограниченным функционалом для конечных пользователей).

Стоимость

Примерная тарификация услуги («Software as a Service» (SaaS) - программное обеспечение как услуга):

- b2b, b2g: лимит – от 10000 до 40000 час; абонентская плата – от 9790 до 22590 руб./год; сверхлимит – от 1 до 2 руб./час.;

- b2c: лимит – от 5 до 500 час; абонентская плата – от 0 до 690 руб./год; сверхлимит – от 0 до 7 руб./час.

Проект носит комплексный характер, так как находятся на стыке медицинских и инженерных наук, и постоянно привлекают консультантов разных специальностей -

психологов, физиологов, лингвистов, математиков и программистов. Тематика научного исследования является перспективной (в определенной степени прорывной) в рамках динамично развивающихся направлений речевых технологий и психодиагностики, конкурентоспособной в сравнении с мировыми разработками в обозначенной области знаний.

Реализация проекта имеет высокую научную значимость для фундаментальных исследований в областях математики, информатики, медицины, лингвистики и речеобразования, а также позволит решить ряд ключевых проблем прикладного характера в психодиагностике и противодействии техногенным и биогенным авариям, терроризму, и иным источникам опасности для общества и государства.

# 45. Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова

**Руководитель проекта:** Бокарев Михаил Игоревич, Профессор кафедры
mbokarev@gmail.com

**Проект: Активная лапаростома**

Перитонит является следствием большинства острых воспалительных заболеваний органов брюшной полости.

Перитонит называют «краеугольным камнем» абдоминальной хирургии. До сих пор лечение пациентов, страдающих перитонитом, вызывает серьезные трудности, сопровождается большим количеством осложнений и высокой летальностью, достигающей 70%. При этом потенциал развития технологий лечения перитонита практически исчерпан - его лечат так же, как 30 лет назад, меняется лишь "сопроводительное" лечение - антибиотики, реанимационное лечение. Наша методика является следующим шагом в лечении этого грозного заболевания. За данной технологией будущее лечения перитонита - предположительно через 5–10 лет данная технология будет полностью распространена на территории западного мира, при этом технологическая ниша в РФ полностью заполнена зарубежными аналогами. Коммерческая цена зарубежных аналогов высока и обусловлена коммерческими интересами производителей.

На современном этапе развития истории, данная методика может иметь стратегическое значение.

Важным является то, что заболеваемость составляет приблизительно1 человек на 2000 населения в год, в рамках РФ - не менее 75000 человек в год. Возраст больных охватывает все население – от детей до пожилых людей, при этом заболеваемость перитонитом не имеет корреляции с социальным статусом и материальным положением.

Летальность в мире достигает 30 -70%.

Ежегодно от этого заболевания в РФ погибает от 20000 до 55000 человек, что превышает смертность от ДТП на территории РФ.

При этом затраты на предотвращение ДТП и решение последствий составляют сотни миллионов и миллиарды рублей, в то время как результаты лечения больных перитонитом можно уверенно улучшить в 2 раза (летальность с 70 % до 30%), за относительно короткий период.

Импортные "новинки", которые имеют эффект лечения подобный нашему устройству, используются в масштабах нашей страны крайне узко - несколько десятков – сотен американских и европейских систем в год на все население России. Это обусловлено крайне высокой ценой - начиная от 20000 рублей за одно устройство. При этом на лечение одного больного необходимо минимум 2–3 устройства, что в рамках современного здравоохранения РФ неприемлемо. При этом для использования методики необходимо применять медицинские аспираторы американского и немецкого производства, что приводит к повышение затрат на порядок.

Цель проекта

Организовать производство устройства. Внедрить устройство в клиники РФ и стран партнеров. Повысить выживаемость больных с перитонитом (летальность достигает 70%, при применении устройства - 32%), снизить число осложнений. Сохранить до 25000 жизней в год в нашей стране через 2–5 лет.

Задачи

1. Провести экспертизу прототипа устройства с целью организации его производства. Прототип устройства изготовлен, патент на полезную модель получен. Затраты на реализацию первой задачи – 2 млн рублей. 2. Пробная партия. 2 месяца после проведения экспертизы. Затраты на реализацию второй задачи – 2 млн. рублей.

Распространение пробной партии устройства по хирургическим стационарам с целью апробации. Срок - 4–6 месяцев после производства пробной партии. Затраты на реализацию третьей задачи – 2–3 млн. рублей.

3. Производство первой коммерческой партии. Срок – начало производства после апробации в ведущих стационарах через 2–3 месяца после распространения пробной партии. Затраты на реализацию третьей задачи – 2–3 млн. рублей на партию в 1000 устройств.

Ожидаемые результаты

РФ и партнеры могут получить серьезный инструмент в борьбе за жизни граждан. В нашей стране несколько тысяч хиругических стационаров. Учитывая то, что все хирургические стационары, имеющие экстренную хирургическую службу, эта методика актуальна. Способом применения является использование готового устройства в абсолютно любом стационаре, в том числе в полевых условиях, в режиме ЧП и военного времени.

При применении устройства улучшаются результаты лечения больных распространенным гнойным перитонитом - более чем в 2 раза (заболеваемость - около 1 человека на 2000 населения, летальность достигает 70%, при применении устройства - 30%). При распространении устройства по территории РФ ожидается значительное снижение летальности от распространенного гнойного перитонита за относительно небольшой срок, что будет составлять 30 % летальности против 50–70% или снижение количества умерших людей в РФ от распространенного перитонита.

Суть примененного нами способа «активной» лапаростомии сводится к следующему:

1. Осушение и санация брюшной полости после ликвидации причины перитонита.
2. Подготовка плоской дренажной многослойной системы.
3. Размещение системы в брюшной полости.
4. Формирование дренажного аспирационного канала.
5. Герметизация брюшной полости стерильной пленкой.
6. Соединение дренажа и аспиратора.
7. Настройка аспирационной системы.

После выполнения основных этапов – эвакуации патологического содержимого, ликвидации источника перитонита, санации брюшной полости, - брюшная полость осушается. При этом в ходе оперативного вмешательства решается вопрос о дальнейшей тактике ведения больного. При наличии распространенного перитонита и невозможности ликвидации источника перитонита, то есть при малейшем сомнении выполнения тактики «source control» принимается решение о выполнении программного ведения, при этом учитывая необходимость повторной санации ушивать брюшную полость нет смысла – «зачем затворять калитку, в которую нужно войти еще один раз?» (Моше Шайн).

После ликвидации источника перитонита и санации брюшной полости готовится стерильная дренажная многослойная повязка размером 70 х 70. Она состоит из специального материала.

После размещения многослойной дренажной повязки в брюшной полости, в операционную рану устанавливают дренажную трубку.

Рану герметично заклеивают полиэтиленовой пленкой, а дистальный конец дренажа подключают к постоянному источнику разряжения. Аспиратор работает постоянно, поддерживает заданное разряжение, компактен, имеет небольшие габариты и дешев (аналогичные западные аналоги стоят в пределах 200–300 тыс. рублей). До следующей программной санации брюшной полости (в среднем, через 24 часа), налаженная система активно эвакуирует из живота жидкость богатую микроорганизмами, продуктами их жизнедеятельности и биологически-активными веществами. Методика не стандартно подходит к решению вопроса лечения тяжелейшей патологии – распространенного перитонита. При этом метод логичен, адекватен, кардинально отличается от сложившейся и принятой тактики, при этом принципы его схожи с общими принципами лечения и кардинально расширяют, и дополняют их, в несколько раз улучшая результаты лечения, снижая затраты на лечение. Методика позволяет: - полностью санировать брюшную полость, в отличие от принятых методов лечения, - является полностью конкурентоспособной с зарубежными аналогами,

- превосходит их в простоте использования, в простоте производства, дешевле западных образцов и имеет мобильную версию для военно-полевых госпиталей.

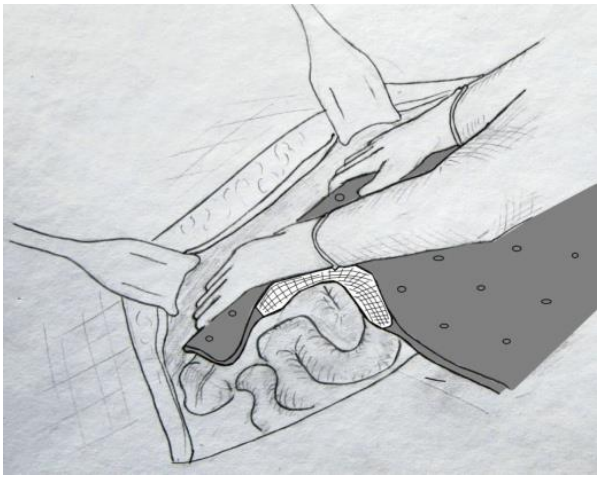
- Производство может полностью размешаться в России и применяет полностью отечественные разработки либо в странах партнерах.

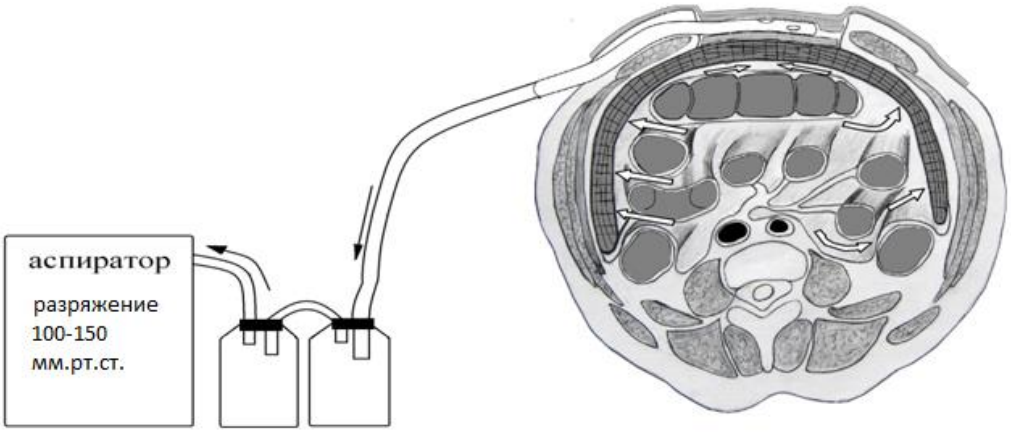
При этом упрощается лечение, сокращаются сроки нахождения больных в стационаре за счет уменьшения количества осложнений, снижения количества повторных операций в 2–3 раза.

Метод может применяться в военной медицине и медицине катастроф при ЧС – при массовом поражении и большом количестве пострадавших, в частности при военных действиях, сопряженных ранениями внутренних органов. У методики имеется мобильная транспортировочная версия для тяжелораненых при медэвакуации.

В настоящее время имеются импортные аналоги данной методики доступ к которым ввиду объективных причин и крайне высокой стоимости закрыт.

Paul Hartmann, Lohmann Rauscher, Smith-nephew.




аспиратор
разряжение
100-150
мм.рт.ст.

**Руководитель проекта:** Готье Сергей Владимирович, заведующий кафедрой трансплантологии и искусственных органов Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Руководитель ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России, главный внештатный специалист трансплантолог Минздрава России, Академик РАН, доктор медицинских наук, профессор
gautier@list.ru transplant2009@mail.ru

**Проект: Тканеспецифические мелкодисперсные материалы из децеллюляризованных тканей для биомедицинских технологий**

1. Описание проекта

Предлагаемый проект направлен на решение актуальной проблемы в области фармакологии и регенеративной медицины, а именно на создание клеточных носителей (скаффолдов, матриксов), позволяющих долговременно поддерживать жизнеспособность и функциональную активность клеток печени или поджелудочной железы человека в составе клеточно-инженерных конструкций (КИК). КИК позволят как временно заменить поврежденный орган, так и идентифицировать критические клеточные и молекулярные факторы, присущие человеческим клеткам, для оценки действия лекарственных веществ, что невозможно при использовании животных моделей. Для этого предлагается использование новых материалов, мелкодисперсных тканеспецифических матриксов на основе децеллюляризованных печени или поджелудочной железы свиньи, в комбинации с клетками печени или поджелудочной железы человека. Децеллюляризованные ткани обладают тканеспецифическими свойствами (определяются уникальными структурой и биохимическим составом, включающим соответствующие виду ткани коллагены, ламинин, фибронектин, а также присутствием матрикс-связанных везикул). Ожидается, что применение 3D in vitro моделей печени и поджелудочной железы на основе разрабатываемых материалов позволят проводить валидацию и оценку токсичности лекарственных веществ. В литературе описано использование печеночной 3D in vitro модели для оценки биологического действия 5-флуорурацила, ацетоминофена, левофлоксацина и троглитазона. Одним из основных преимуществ предлагаемых клеточных носителей является сохранение специфичного для органа состава и архитектоники внеклеточного матрикса (ВКМ). Это позволит воспроизвести для клеток сигналы естественного микроокружения, необходимые для физиологического функционирования. Ранее нами были определены оптимальные условия получения децеллюляризированных фрагментов печени и поджелудочной железы свиньи с сохранением структуры ВКМ и полным удалением клеточных элементов и детрита. Было показано поддержание секреторной и специфической метаболической функции печеночных клеток линии HepG2 при культивировании на разработанном матриксе из децеллюляризованной печени свиньи. Культивированные на тканеспецифическом матриксе из децеллюляризованной поджелудочной железы островки Лангерганса сохраняли способность вырабатывать инсулин.

2. Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

Разработанные мелкодисперсные материалы из децеллюляризованных тканей за счет

тканеспецифичности, определяемой сохранением уникальных структуры и биохимического состава естественного ВКМ, позволяют пролонгировать жизнеспособность и функциональную активность клеток печени и поджелудочной железы человека в составе КИК, что было показано при сравнении с коллагенсодержащим гидрогелем (Сферо®ГЕЛЬ, АО «БИОМИР сервис»). КИК на основе клеток человека, обладающих значительными генетическими особенностями в сравнении с клетками животных, позволят более точно прогнозировать успешность клинических испытаний лекарственных веществ в комбинации с исследованиями in vivo.

3. Область применения проекта (технологии)

Тканевая инженерия и регенеративная медицина: тканеспецифические матриксы в составе биомедицинских клеточных продуктов для биомедицинских технологий лечения заболеваний печени и поджелудочной железы.

Фармакология: тканеспецифичные носители соответствующих клеточных культур для in vitro моделей печени и поджелудочной железы при оценке специфической активности и цитотоксичности лекарственных веществ.

Конкретная область применения результата прикладной разработки определяется выбором клеточных культур (первичные аутологичные или аллогенные, иммортализованные клеточные линии).

Показано, что тканеспецифические мелкодисперсные материалы из децеллюляризованной печени/децеллюляризованной поджелудочной железы с первичными аутологичными или аллогенными клетками печени/островками Лангерганса могут быть использованы для стимуляции процессов внутренней регенерации поврежденных органов и/или временной замены функций поврежденной печени.

Эти же материалы с соответствующими иммортализованными клеточными линиями могут быть использованы в качестве in vitro тест-систем (тест-моделей)

- при разработке лекарств для терапии заболеваниях печени,
- для валидации и тестирования лекарств in vitro
- для прогнозирования лекарственной цитототоксичности.

4. Перспективы

коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

По данным Всемирной организации здравоохранения ежегодно 2,2 миллиона человек в мире умирает от заболеваний печени (онкология, цирроз и другие хронические печеночные заболевания, инфекционные гепатиты) и 1,8 миллионов человек в мире умирает от заболеваний поджелудочной железы (онкология и диабет). В листе ожидания трансплантации печени в РФ в 2020 г. состояло 2237 потенциальных реципиентов, при этом показатель смертности в период ожидания трансплантации составил 5,5% (124 пациента). Распространённость сахарного диабета первого типа в 2020 году в среднем в РФ составила 180,9 на 100 000 человек, а общая численность пациентов составила 265 400 человек, из них 31 407 дети и 11 544 подростки. Приведенные статистические данные указывают на актуальность разработки, как биомедицинских клеточных продуктов, так и лекарственных препаратов для лечения заболеваний печени и поджелудочной железы. Надежные лабораторные инструменты для доказательства биологической безопасности и оценки in vitro специфической активности новых лекарственных препаратов позволят снизить стоимость и уменьшить время проведения испытаний in vivo и ещё более дорогостоящих клинических исследований.

Лекарственно-индуцированное повреждение печени, вызванное лекарственными препаратами, растительными средствами, пищевыми добавками, а также другими ксенобиотиками, может стать причиной острой печеночной недостаточности и привести к изъятию лекарств с рынка.

Разрабатываемые в проекте продукты, а именно тканеспецифические матриксы из децеллюляризованных печени и поджелудочной железы свиньи предназначены для формирования на их основе КИК с клетками человека для стимуляции регенерации поврежденных тканей или временной замены функций поврежденного органа, а также клеточных моделей для тестирования лекарственных средств.

Таким образом, проблематика прикладной разработки тканеспецифических мелкодисперсных материалов из децеллюляризованных тканей для биомедицинских технологий весьма актуальна и социально значима, а предлагаемый путь ее решения, основанный на современных подходах и методах, позволит существенно продвинуться в развитии новых технологий регенеративной медицины и фармакологии.

5. Другие важные сведения

В настоящее время на стадии обсуждения между ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России, Больницей Чжуцзян Южного Медицинского Университета (Гуанчжоу, КНР) и Международным институтом исследований и инноваций Хуанпу (Гуанчжоу, КНР) рассматривается инициатива по совместному созданию Китайско-Российского научно-исследовательского центра регенеративной медицины и биоискусственных органов.

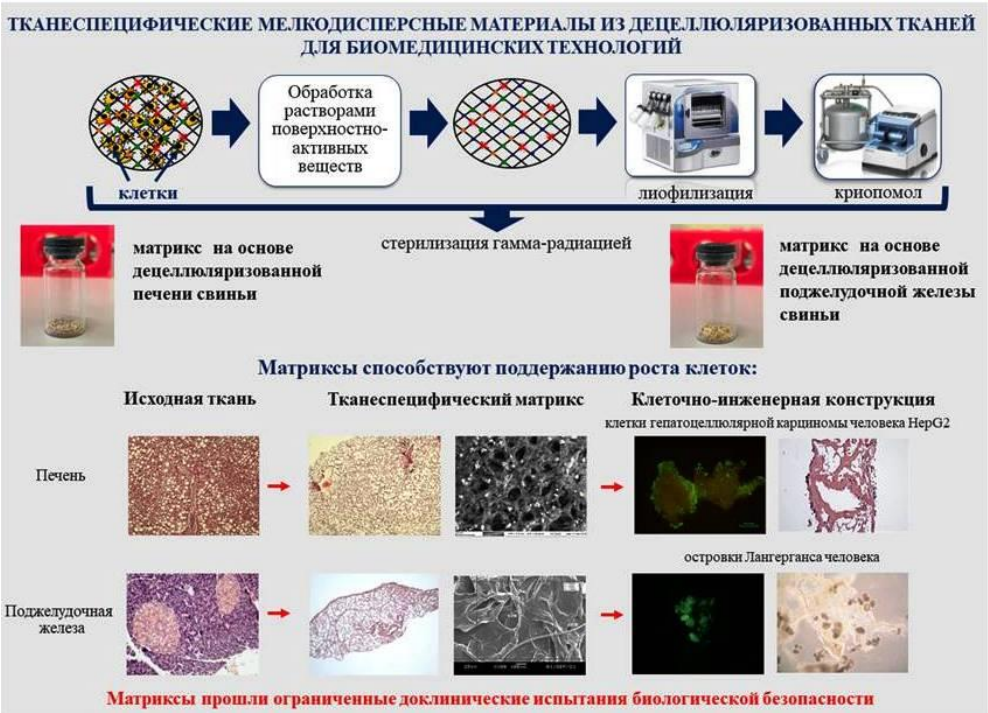



Рисунок 1. Тканеспецифические мелкодисперсные материалы из децеллюляризованных тканей для биомедицинских технологий

**Руководитель проекта:** Телышев Дмитрий Викторович, Директор Института бионических технологий и инжиниринга, доктор технических наук
telyshev_d_v@staff.sechenov.ru

**Проект: Аппарат вспомогательного кровообращения «Спутник»**

В настоящее время устройства вспомогательного кровообращения для левого желудочка сердца являются успешным хирургическим методом лечения пациентов с терминальной стадией сердечной недостаточности. Данные устройства применяются у пациентов, находящихся в списке ожидания трансплантации донорского сердца или имеющих к ней противопоказания. Аппарат предназначен для замены транспортной функции левого желудочка у больных с тяжелыми формами сердечной недостаточности и применяется в кардиохирургических отделениях любых клиник и больниц, а не только в трансплантологических центрах, как происходит в случае пересадки сердца.Установка систем вспомогательного кровообращения является альтернативой трансплантации и имеет перед ней значительное преимущество, так как в связи с противопоказаниями и нехваткой донорских органов ожидание пересадки может длиться несколько лет. Кроме того, трансплантация требует дорогостоящей иммуносупрессивной терапии и постоянных обследований после операции, а после имплантации проводится только коррекция свертывающей системы крови.

Аппарат вспомогательного кровообращения (АВК) «Спутник» состоит из имплантируемой и наружной частей, соединенных электрическим кабелем, проходящим через защищенное оболочкой отверстие в коже пациента. Имплантируемый насос с помощью искусственных трубок (канюль) подсоединяется к сердцу: вход насоса — к левому желудочку, а выход — к участку аорты.

Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами.

АВК «Спутник» по сравнению с аналогами имеет уменьшенный вес и габариты имплантируемой части, низкий уровень гемолиза и тромбообразования, автоматический/ручной режимы управления. Производство изделия может быть локализовано и быть в два раза дешевле аналогов.

Область применения проекта (технологии).

Паллиативное лечение терминальной стадии сердечной недостаточности

Другие важные сведения:

Диаметр - 35 мм

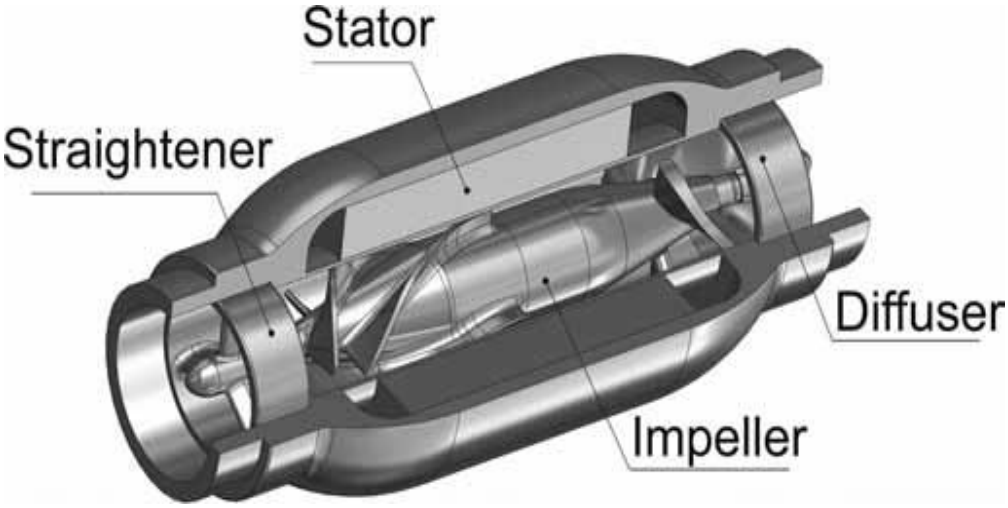
Длина - 82 мм

Время работы от автономного источника питания - от 6 до 8 ч

Энергопотребление - 8 Вт

Скорость вращения ротора - 5000–10000 об/мин

Производительность - 5 л/мин при давлении 10 мм рт. ст.


Stator
Straightener
Diffuser
Impeller

**Руководитель проекта:** Морозова Ольга Леонидовна, профессор кафедры патофизиологии Института биодизайна и моделирования сложных систем Научно-технологического парка биомедицины Сеченовского Университета, доктор медицинских наук
morozova_o_l@staff.sechenov.ru

**Проект: Разработка технологии скрининга повреждения почек у детей с врожденными уропатиями**

Врожденные уропатии (ВУ) у детей часто встречаются в детской популяции и являются основной причиной хронической болезни почек в детском возрасте, достигающей терминальной стадии у 25–60% пациентов. Диагностика почечной недостаточности в настоящее время основывается на определении уровня сывороточного креатинина, альбуминурии и скорости клубочковой фильтрации (СКФ). Однако эти индикаторы не являются чувствительными и специфичными на ранних этапах повреждения почек и не отражают полную картину развития патологии. Таким образом, на сегодняшний день существует потребность в поиске и разработке новых технологий скрининга ранних этапов повреждения почек.

1 этап исследования: Разработка и апробация прототипа прибора для диагностики и скрининга повреждения почек у детей с врожденными уропатиями

Необходимо: провести нетаргетный анализ мочевых масс-спектров летучих органических соединений (ЛОС) с использованием прототипа прибора и сопоставить с изменением содержания биомаркеров повреждения почек и показателями креатинина и СКФ у детей с ВУ.

Дизайн исследования:

2 этап исследования: Создание технологии (и опытного образца прибора) для ранней диагностики и скрининга повреждения почек у детей с ВУ

3 этап исследования: Апробация нового прибора в рамках проспективного мультицентрового клинического исследования.

Предполагаем, что планируемый комплекс исследований позволит:

1) диагностировать начальные этапы повреждения почечной паренхимы неинвазивными методами на основе изменения валотома мочи;

2) создать методы скрининга больных на наличие повреждения почек;

3) разработать модель прогнозирования течения патологии.

Результаты проведенного исследования позволят:

1) перейти на качественно новый уровень диагностики и мониторирования степени повреждения почек у детей,

2) выйти на предикторы прогрессирования повреждения почек, 3) определять сроки для начала терапии и оценивать эффективность проводимого лечения.

Преимущества проекта в сравнении с прототипами или аналогами.

В разрабатываемой технологии применяется нетаргетный анализа масс-спектров летучих органических соединений мочи без предварительной пробоподготовки, на наш взгляд, является перспективным направлением, которое при решении ряда технических проблем может стать скрининговым методом в ранней диагностике повреждения почек у детей с ВУ.

Преимущества:

1. Неинвазивный скрининг раннего повреждения почек у детей с ВУ.
2. Возможность многократно исследовать изменения в органе в течение терапии.
3. Отсутствие предварительной пробоподготовки.
4. Простота выполнения анализа.
5. Быстрое получение результата исследования.
6. Наличие прототипа технологии, которая нуждается в апробации.

Область применения проекта.

Диагностика, мониторинг и прогнозирование течения повреждения почек у детей с ВУ в широкой клинической практике. Возможно расширение использования у пациентов с социально-значимой патологией – хронической болезнью почек (при артериальной гипертензии, сахарном диабете, широком спектре нефрологических заболеваний).

**Руководитель проекта:** Решетов Игорь Владимирович, Академик РАН, доктор медицинских наук, профессор
reshetoviv@mail.ru

**Проект: Изучение генетических и функциональных повреждений митохондрий в опухолевых клетках человека как мишеней для создания новых способов диагностики и лечения рака молочной железы**

Заболеваемость раком молочной железы остается на первом месте среди онкологических заболеваний у женщин. При этом именно метастазирование является основной причиной смерти больных раком молочной железы. Результаты недавних научных исследований показывают, что митохондрии непосредственно участвуют в подготовке клетки к процессу метастазирования. В связи с этим, изучение работы ключевых митохондриальных генов и опосредованных ими молекулярных механизмов, регулирующих метастазирование рака, является одним из наиболее актуальных направлений поиска новых мишеней для противоопухолевой терапии. В то же время роль различных митохондриальных генов и их продуктов в контексте регуляции процессов метастазирования к настоящему моменту изучена недостаточно, в связи с чем заслуживает более пристального внимания и проведения дополнительных масштабных исследований.

Также в последние годы все большее значение в прогрессии злокачественных заболеваний отводится генетическим мутациям и эпигенетическим изменениям в работе митохондриального генома. К настоящему времени убедительно показано, что нарушения в общей регуляции митохондриального генома (включающей гены ядерной и митохондриальной локализации) связаны с возникновением и прогрессированием рака молочной железы. В частности, мутационное повреждение мтДНК, ее избыточная пролиферация и делеции существенный изменяют ядерный эпигенетический ландшафт. В свою очередь, модифицированный ядерный геном влияет на функции митохондрий, поскольку многие расположенные в митохондриях эффекторы кодируются яДНК (рис. 1 ниже). На основании результатов предварительных экспериментов различные терапевтические агенты, направленные на регуляцию работы митохондрий (бигуаниды, ингибиторы OXPHOS, аналоги витамина Е и антибиотик бедаквилин), были предложены для будущих клинических испытаний у пациентов с раком молочной железы. При этом механизмы перекрестных связей между измененной продукцией активных форм кислорода, митоэпигенетикой и мутациями мтДНК, связанными с раком, остаются в значительной степени неясными. Следовательно, мутации мтДНК и эпигенетические модификации можно рассматривать в качестве потенциального молекулярного маркера для ранней диагностики и таргетной терапии рака молочной железы.

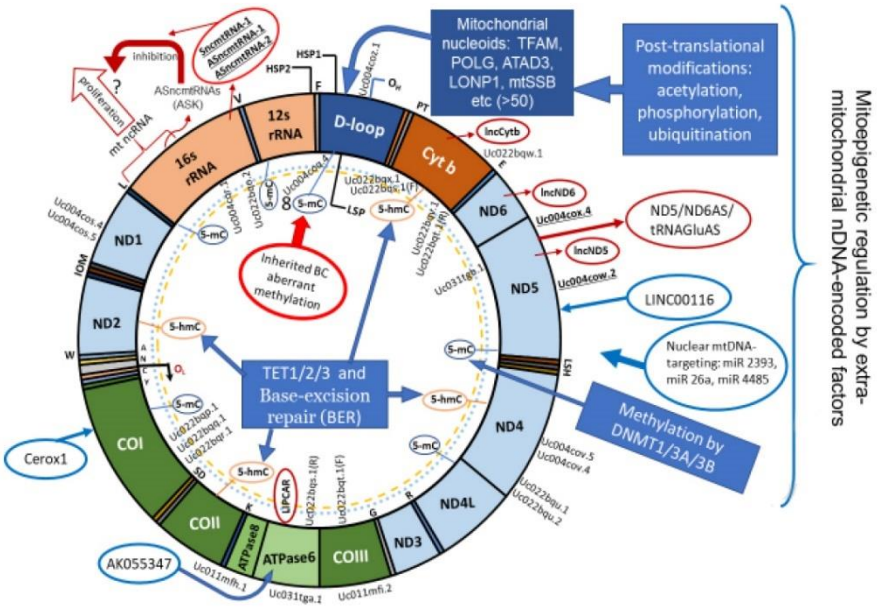



Рис. 1. Структура мтДНК человека и участки, затронутые митоэпигенетической регуляцией

Российская сторона обладает значительным опытом проведения клинических и фундаментальных исследований в области онкологии, в целом, и рака молочной железы, в частности. В Институте кластерной онкологии Сеченовского университета имеется крупнейший клинический центр со специализированными отделениями для лечения 15 основных онкологических локализаций, на 435 лечебных коек. Существенным преимуществом является возможность использования научной инфраструктуры Института клинической морфологии и цифровой патологии для проведения гистологического и иммуногистохимического анализа, а также банка биопроб для проведения когортных исследований с целью выявления значимости новых молекулярных маркеров в прогрессировании рака молочной железы. Одной из задач проекта является изучение транскрипционной активности митохондриального генома на базе Центра прикладной генетики Московского физико-технического института с использованием методов EMSA, нанопорового секвенирования и др. У исследовательской группы есть опыт использования митохондриальных мембранных биосенсоров для изучения процессов миграции опухолевых клеток и индивидуальной чувствительности к противоопухолевым препаратам. Результаты исследований российского коллектива были опубликованы в ведущих международных научных журналах, таких как Frontiers in Oncology, Photodiagnosis and Photodynamic Therapy, Pharmacological Research, Cancers, Journal of Bioenergetics and Biomembranes и др.

В свою очередь, китайская сторона имеет богатый опыт в исследованиях рака молочной железы. За последние пятнадцать лет ими была проделана большая работа по выявлению новых ассоциаций различных генов с метастазированием рака молочной железы, а также по изучению функциональных и молекулярных механизмов с помощью методов геномики, протеомики и других молекулярно-генетических подходов. Эти результаты исследований были опубликованы в таких журналах, как Advanced Science, Theranostics, Cancer Letters, Cell Death and Disease, Frontiers in Oncology, Am J Cancer Res,

Molecular Immunology. Важным открытием стало обнаружение принципиального участия митохондрий в процессах метастазирования, требующее подробного изучения. Предварительные эксперименты показали, что белок TOMM40 обладает высоким уровнем экспрессии в активно метастазирующих клетках рака молочной железы, по сравнению с раковыми клетками первичного очага, что было показано посредством методов протеомики, редактирования генома с помощью системы CRISPR/Cas9, на моделях метастазирования в легкие у мышей, секвенирования нового поколения и других методов. Его успешная реализация позволит выявить новые взаимосвязи между митохондриями и процессами метастазирования рака молочной железы, а также обнаружить потенциальные молекулярные мишени для разработки новых способов диагностики и лечения продвинутых стадий данного заболевания. При этом, полученные ранее результаты предоставляют существенный экспериментальный базис и научно-практический задел для реализации проекта. Отдельно стоит упомянуть важность успешной реализации проекта в рамках укрепления российско-китайского партнерства в области клинической практики, а также создания международных биомедицинских научных школ.

Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды).

Реализация совместного проекта направлена на определение роли нарушений в работе митохондрий при метастазировании рака молочной железы; изучение белок-белковых взаимодействий и молекулярных механизмов регуляции метастазирования рака молочной железы; раскрытие роли генетических и эпигенетических изменений в регуляции энергетического метаболизма и функций митохондрий; выявление механизмов регуляции транскрипции белка TOMM40; изучение взаимосвязей между сигнальными путями и различными клиническими показателями, такими как молекулярные подтипы рака молочной железы, стадия опухолевой прогрессии, состояние лимфатических узлов и выживаемость пациентов; определение клинической значимости молекулярных маркеров в диагностике и прогнозировании рака молочной железы. Результатом реализации представленного проекта будет достижение нового уровня персонализации в лечении и диагностики рака молочной железы с переходом к новейшим высокотехнологичным методам диагностики и эффективной таргетной терапии этого социально значимого заболевания.

Другие важные сведения. Проект реализуется совместно с Институтом рака молочной железы Шанхайского онкологического центра Фуданьского университета (Breast Cancer Institute of Fudan University Shanghai Cancer Center). Руководитель китайской группы исследователей – профессор Вей Джин (Wei Jin).

По теме проекта опубликованы совместные публикации в международных высокорейтинговых журналах, в том числе:

1. Chen K, Lu P, Beeraka NM, Sukocheva OA, Madhunapantula SV, Liu J, Sinelnikov MY, Nikolenko VN, Reshetov IV, Gu Y, Zhang J, Cao Y, Somasundaram SG, Kirkland CE, Fan R, et al. Mitochondrial mutations and mitoepigenetics: Focus on regulation of oxidative stress-induced responses in breast cancers. Semin Cancer Biol. 2022 Aug; 83:556-569.

2. Zhao, Y., Sun, H., Zhao, Y. et al. NSrp70 suppresses metastasis in triple-negative breast cancer by modulating Numb/TβR1/EMT axis. Oncogene 41, 3409–3422 (2022).

В целях дальнейшего развития и продвижения проекта в мае 2022 года была подана совместная заявка на получение международного российско-китайского гранта РНФ (совместный конкурс с NSFC).

**Руководитель проекта:** Копылов Филипп Юрьевич, Директор Института персонализированной кардиологии Центра «Цифровой биодизайн и персонализированное здравоохранение», доктор математических наук, профессор
kopylov_f_yu@staff.sechenov.ru

**Проект: Новые возможности мониторирования гемодинамики миокарда с применением методов машинного обучения**

На сегодняшний день высокие показатели заболеваемости, инвалидизации и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний базируются на сложности популяционного скрининга с выявлением групп высокого риска сердечной недостаточности, артериальной гипертензии, инсульта, аритмии и для активного обследования и раннего начала лечения.

В настоящее время все большее развитие и внедрение в повседневную жизнь получают телемедицинские технологии. Самым доступным и простым в эксплуатации методом является регистрация ЭКГ в одном отведении. Это может быть внедрено во многие внешние устройства, не требует участие медицинского персонала. Регистрацию одноканальной ЭКГ можно проводить самостоятельно в любое время и в любом месте, в том числе при физической или эмоциональной нагрузке.

Телемедицинские технологии играют решающую роль в создании всеобъемлющей службы здравоохранения. Это позволит проводить широкомасштабный скрининг, контролировать течение хронических заболеваний, получать медицинскую помощь на дому.

Оценка систолической и диастолической функций левого желудочка осуществляется при проведении эхокардиографического обследования. Однако это занимает длительное время, требует наличия оборудования и врача соответствующей компетенции, и не может использоваться в качестве скринингового метода.

При анализе литературных данных удалось найти немногочисленные публикации, в которых была продемонстрирована возможность использования данных 12-канальной электрокардиограммы для выявления систолической и диастолической функциями левого желудочка. Опубликованы работы, в которых проводился поиск корреляции между диастолической дисфункцией и ЭКГ по следующим параметрам: зубец P, фрагментированный комплекс QRS, сегмент ST-T, зубец T. Кроме этого была создана модель машинного обучения для определения ДД ЛЖ на основе вейвлет-преобразования 12-канальной ЭКГ. В исследованиях по выявлению связи между систолической функцией левого желудочка и ЭКГ оценивались следующие временные интервалы: время выброс левого желудочка (LVET), период до выброса (PEP), отношение PEP/LVET, электромеханическая задержка (EMD), интервал QT. Расчет всех параметров проводился при анализе 12-канальной ЭКГ.

Нами разработаны аппаратно-программные комплексы (АПК), позволяющие проводить дистанционный скрининг систолической и диастолической функций миокарда левого желудочка и определение артериального давления. АПК основаны на анализе параметров одноканальной ЭКГ и пульсовой волны. Для регистрации ЭКГ в I стандартном отведении и пульсовой волны используются чехлы для телефонов «CardioQVARK®». (рис.1)

Рис.1 Одноканальный портативный электрокардиограф «CardioQVARK®»

Применение разработанного АПК не требует специального обучения, не требует присутствия медицинского персонала; приборы портативны, имеют высокую пропускную способность, не требуют расходных материалов, незамедлительно анализируют данные и формируют заключение, которое является основанием для исключения заболевания или, напротив, привлечения пациента на дальнейшее обследование и своевременное лечения.

Прямых аналогов нет. Определение диастолической и систолической дисфункций левого желудочка на основании анализа одноканальной ЭКГ и ПВ не проводилось. Косвенный аналог - В 2018 г. опубликована работа, в которой нарушение расслабления ЛЖ выявлялось с помощью метода машинного обучения – «Случайный лес». Был проведен анализ 12-канальной ЭКГ с использованием вейвлет-преобразования. Предсказание снижения расслабления ЛЖ методом «Случайный лес» проводилось с чувствительностью 80% и специфичностью 84%, соответственно [Sengupta P.P., Kulkarni H., Narula J. Prediction of Abnormal Myocardial Relaxation From Signal Processed Surface ECG. Journal of the American College of Cardiology.Vol. 71, NO. 15, 2018 April 17, 2018: 1650 – 60. doi: 10.1016/j.jacc.2018.02.024].

Прибор, с помощью которого регистрировалась одноканальная ЭКГ, в нашем исследовании также имеет датчик пульсовой волны. Это позволяет оценить временные и амплитудные параметры ЭКГ, ПВ, и сочетание параметров ЭКГ и ПВ. Количество таких параметров достигает 200, а их различные перекрестные сочетания – более 60 миллионов. Провести поиск наиболее оптимальных сочетаний показателей для выявления ДД стандартными статистическими методами без применения МО при таком разнообразии параметров не представляется возможным.

В нашем исследовании был проведен спектральный анализ одноканальной ЭКГ, и были изучены параметры ЭКГ, отражающие амплитудные и временные характеристики комплексов, энергии ЭКГ сигнала в целевых зонах комплексов и индексы асимметрии.

Характеристика изученных предикторов (рис.2):

- амплитудные данные (JA- амплитуда в точке J, TA- амплитуда Т-волны, PAn – амплитуда отрицательного зубца Р-волны);
- длительность QTc (рассчитывалась по формуле Базетта);
- индексы асимметрии - SBeta, Beta (отношение максимума модуля значения производной на переднем фронте Т-волны к максимуму модуля значения на заднем фронте Т-волны);
- спектральные интегралы энергии R и T волн: QRS11energy (передний фронт R), QRS12energy (задний фронт R), QRS2energy (R-волна целиком), TE1 (Т-волна целиком) -

(интеграл вычислялся как сумма энергий во всех точках соответствующей области);

- спектральный интеграл, задаваемый сеткой частот 2–4 Гц, 4-8 Гц (QRSE1, QRSE2);
- частота максимальной энергии переднего и заднего фронтов R волны (RonsF, RoffsF);
- вариабельность ритма (SDNN);
- временные маркеры ЭКГ: PpeakN, Rpeak, Speak, Tpeak, Tons, Toffs.

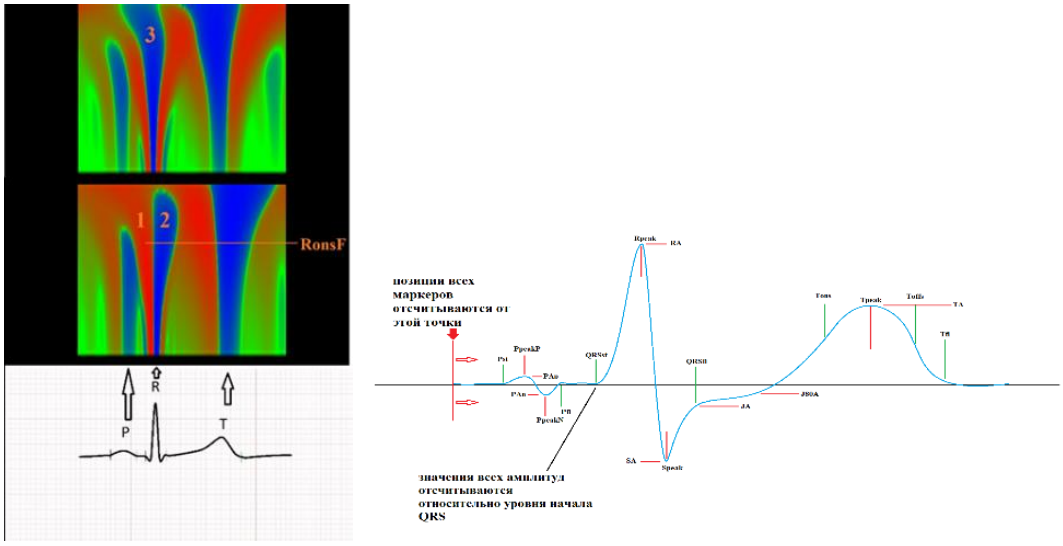



Рис.2 Спектральный анализ ЭКГ и расчет параметров

Нами разработан алгоритм по определению артериального давления (АД) методом машинного обучения на основе параметров, полученных при анализе одноканальной ЭКГ и пульсовой волны. Проведено исследование на 880 пациентах. Было проведено сравнение АД, определенного при анализе одноканальной ЭКГ с измерениями по методу Короткова. Погрешность в измерениях составила не более 4х мм рт.ст. При анализе Бланда-Альтмана корреляция уровня давления, определенного по методу Короткова и нашим алгоритмом достигала 0,9 (рис.3). Был проведен зональный анализ по Кларку: большинство значений находятся в зоне А и Б. Это означает, что различия в уровне давления никак не влияют ни жизнь и лечение пациента. В зоны C, D и E не попало ни одного пациента. Т.е. не было значимых и критических ошибок при трактовке результата.

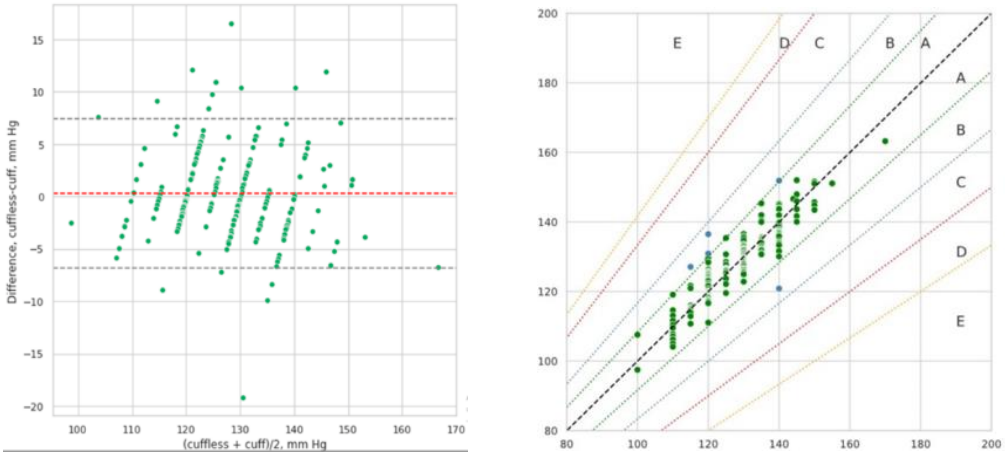



Рис.3 Анализ Бланда-Альтмана и зональный анализ по Кларку

На 450 пациентах был разработан алгоритм для определения ДД ЛЖ. Методом логистической регрессии с определение оптимального сочетания групп параметров при перекрестном анализе были выявлены те из них, которые имели наиболее высокую корреляцию с ДД ЛЖ. Чувствительность модели достигла 86% при специфичности 70%. После разработки алгоритма мы провели его тестирование на 120 пациентах. Точность оценки ДД составила 96,2%.

При оценке систолической функции ЛЖ: чувствительность и специфичность нашей модели оказалась выше 80% в выявлении снижения фракции выброса ЛЖ и выше 70% в определении снижения VTI в выносящем тракте ЛЖ. При включении в регрессионный анализ как выявленных параметров, так и некоторых сведений о пациенте разработанная многофакторная модель определения систолической дисфункции ЛЖ показала чувствительность 86% и специфичность 85%.

Таким образом, чувствительность и специфичность при определении сниженной функции миокарда составляет более 80%.

Конечные потребители: физические лица, медицинские организации -стационарные отделения кардиологии, терапии, онкологии; поликлиники, диспансеризационные комиссии, комиссии профилактических осмотров на государственных и частных предприятиях.

Внедрение разработанных АПК в современные портативные регистраторы электрокардиограммы позволит дистанционно мониторировать пациентов с созданием персонализированного подхода к каждому. Таким образом, будет создаваться всеобъемлющая служба здравоохранения, что позволит проводить масштабный популяционный скрининг, вовремя выявлять и контролировать патологию.

Использование вышеописанных технологий позволит снизить смертность от сердечной недостаточности 3–3.5 раза, значительно снизить частоту инвалидизации от кардиальных причин, уменьшить нагрузку на медицинские учреждения за счет эффективной маршрутизации пациентов с выявленной патологией.

Ожидаемая экономическая выгода от внедрения представленной системы скрининга и мониторирования может превысить 1 миллиард рублей в год.

**Руководитель проекта:** Син-Цзе Лянь, Заместитель директора лаборатории биологического применения наноматериалов и нанобезопасности Китайской академии наук, Центр передового опыта в области нанонауки нанобезопасности Китайской академии наук, Национальный центр нанонауки и технологий Китая, Китайский национальный центр нанонауки и технологий; Руководитель Лаборатории управляемых нанофармацевтических препаратов
liangxj@nanoctr.cn

**Проект: Нанотераностика в онкологии**

Мы разработали новую технологию для эффективной инкапсуляции иринотекана (CPT-11) в наночастицы в форме мицелл на основе компонентов, одобренных FDA, и расширили производственные мощности для удовлетворения потенциальных клинических потребностей в соответствии с нормативными требованиями. Мы продемонстрировали, что максимальная переносимая доза была увеличена на 50% путем инкапсуляции CPT-11 в нашу систему наночастиц, что указывает на снижение системной токсичности. При улучшенной переносимости мыши могли получать дозу CPT-11 с наномицеллами гидрохлорида иринотекана (IH-NM) в 1,56 раза выше, чем свободный препарат, что приводило к существенно лучшей эффективности в доклинической модели (рис. 1). Технология IH-NM получила разрешение на клинические испытания от национального управления по контролю за медицинскими продуктами (NMPA) Китая 6 марта 2019 года. Фаза I клинических исследований началась в 2022 году.

Проводится дальнейшая работа по более глубокому пониманию механизмов, лежащих в основе улучшения переносимости и снижения токсичности.

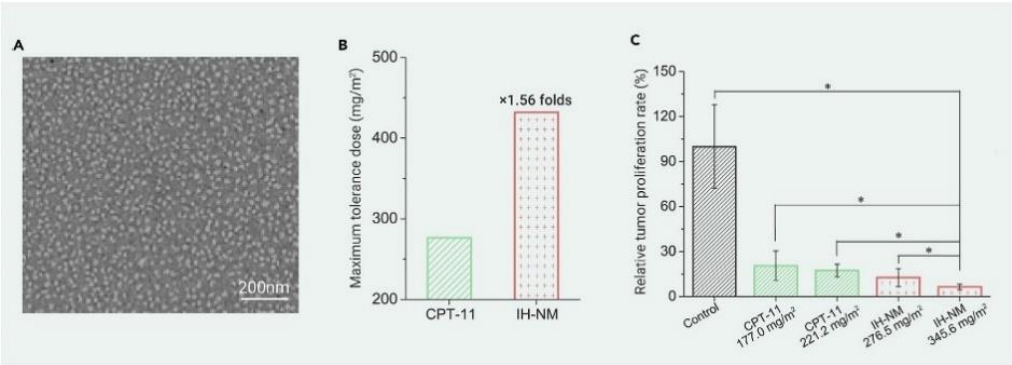



Рисунок 1 ПЭМ-изображение и ключевые результаты доклинических исследований наномицелл гидрохлорида иринотекана (IH-NM)

(A) ПЭМ-изображение наномицелл гидрохлорида иринотекана

(B) Максимальная переносимая доза (MTD) свободного CPT-11 и IH-NM.

(C) Мышам проводили одну инъекцию иринотекана в неделюв течение 3 недель свободным CPT-11 или IH-NM в дозах 80% и 64% MTD. На графике показана относительная скорость пролиферации опухоли. *p <0,05.

Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

В доклинических исследованиях по сравнению со свободным CPT-11, IH-NM продемонстрировал в 1,56 раза более высокую максимальную переносимую дозу (MTD) и ~

в 2,70 раза более высокую противоопухолевую эффективность при 80% дозировке MTD, а также более длительную экспозицию и более медленный клиренс из плазмы.

Область применения проекта.

Многообещающий мицеллярный противоопухолевый препарат.

Перспективы коммерциализации.

Этот многообещающий мицеллярный противоопухолевый препарат обладал улучшенной переносимостью и сниженной токсичностью. Это может повысить противоопухолевую эффективность, заменив традиционную терапию свободным иринотеканом.

# 46. Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики

**Руководитель проекта:** Бурдин Антон Владимирович, профессор кафедры ЛС и ИТС, доктор технических наук
bourdine@yandex.ru

**Проект: Новый класс кварцевых оптических волокон с экстремально увеличенным диаметром сердцевины для мультигигабитных бортовых и промышленных сетей разного назначения**

Проект направлен на разработку нового поколения кварцевых оптических волокон (ОВ) с сильно увеличенным до 100 мкм диаметром сердцевины и традиционным «телекоммуникационным» диаметром оболочки 125 мкм для высокоскоростных (1 Гбит/с и выше) систем связи компактных многопортовых мультигигабитных бортовых, промышленных и технологических сетей передачи данных разного назначения.

Оптические волокна (ОВ) являются оптимальным решением при построении бортовых и промышленных сетей передачи данных разного назначения, благодаря целому ряду преимуществ, по сравнению с беспроводным доступом и медножильными кабелями. Это, в частности: a) малый вес; b) компактный монтаж; c) невосприимчивость к электромагнитным помехам; d) искробезопасность; e) существенно увеличенная полоса пропускания.

Среди номенклатуры кварцевых ОВ типовой конструкции, различающихся по соотношению диаметров сердцевины/оболочки – 10/125, 50/125, 62.5/125, 100/125 – волокна с диаметром сердцевины 100 мкм являются наиболее предпочтительным решением для указанных приложений. Бортовые сети отличаются от традиционных агрессивных условий эксплуатации – это, в частности, ограниченное пространство инсталляции и монтажа, вибрационные воздействия и нередко «грязная» окружающая среда (пыль, взвешенные частицы и пр.). Поэтому с этой точки зрения, чем больше диаметр сердцевины ОВ, тем выше надежность сети в целом: a) для ОВ 100/125 характерна невосприимчивость к изгибам; b) разъемные соединения с ОВ 100/125 практически нечувствительны к вибрациям и c) загрязнениям торцевой поверхности феррула (наконечника) коннектора; d) при этом кварцевая сердцевины и кварцевая оболочка ОВ обеспечивают коэффициент затухания на порядок ниже и менее, по сравнению с полимерными ОВ; e) за счет экстремально увеличенного диаметра сердцевины для таких ОВ невозможен оптический пробой штатным сетевым оборудованием.

Известные коммерческие аналоги кварцевых волокон с диаметром сердцевины 100 мкм ориентированы только на многомодовый режим и низкие (10...100 МБит/с) скорости передачи данных. Ключевая проблема: все трансиверы активного оборудования сетей, поддерживающих скорости выше 622 Мбит/с реализуются на лазерах, ниже – на светоизлучающих диодах. В общем случае, совместная работа лазеров и волокон с увеличенным диаметром сердцевины до 100 мкм не регламентирована и, как минимум, требует проведения дополнительных мероприятий по адаптации линейного тракта. Иными

словами, существующие аналоги ОВ 100/125 (Draka, Nufern, OFS, YOFC и др.) вообще не ориентированы на работу с лазерными источниками.

В качестве ключевых драйверов Проекта по созданию кварцевых ОВ с диаметром сердцевины 100 мкм, поддерживающих гигабитные скорости передачи данных, для бортовых и промышленных кабельных систем разного назначения необходимо отметить следующие:

– общий мировой тренд перевода бортовых кабельных систем на волоконно-оптический интерфейс – это особенно востребовано для современных летательных аппаратов, причем уже не только с точки зрения уменьшения массы кабеля соединительных линий на порядки, по сравнению с электрическими (коаксиальными и симметричными (витая пара)) кабелями связи, но и стойкостью к электромагнитным воздействиям: переход на многокомпозитные материалы при изготовлении фюзеляжа приводит к тому, что последний перестает выполнять экранирующие свойства для бортового кабеля, и, как результат, соединительные линии кабельной системы в "традиционном" исполнении на базе медножильного кабеля становятся уязвимыми к электромагнитным воздействиям разного происхождения, в том числе, и намеренным атакам средств радиоэлектронной борьбы;

– мультигигабитные скорости уже сегодня востребованы для бортовых систем и промышленных/технологических сетей, причем не столько с точки зрения передачи трафика с высокой скоростью, сколько для минимизации задержек между откликом манипулятора на команду оператора, которая для реализации реального масштаба времени данного взаимодействия должна составлять не более 2 мс; в качестве примера можно привести такие приложения, как передача данных навигационных систем устройствам управления в реальном масштабе времени, дистанционное управление пулеметной турелью / системой наведения / манипулятором разного назначения и др.;

– общий тренд внедрения технологии 5G, в том числе, непосредственно на промышленном производстве с использованием концепций "Интернет Вещей" (IoT) и "Тактильный Интернет", реализуемых с применением технологий дополненной реальности (AR);

– необходимость обеспечения «запаса прочности» по полосе пропускания: срок службы любого линейно-кабельного изделия – не менее 25 лет – с точки зрения бортовых систем, этот же срок соответствует морским судам и ЖД локомотивам / вагонам (исключение авиация – например, в РФ 15 лет); при этом в среднем каждые 5 лет ратифицируется новый стандарт передачи информации, который регламентирует переход на увеличенные скорости передачи данных, однако это сопровождается необходимостью демонтажа существующей кабельной системы и замены на новое поколение ОВ.

Увеличение полосы пропускания предлагаемых маломодовых оптических волокон (ОВ) с сильно увеличенным до 100 мкм диаметром сердцевины достигается за счет уникальной специализированной формы градиентного профиля показателя преломления. Этот градиентный профиль обеспечивает выравнивание модовых задержек направляемых мод заданного порядка, которые являются непосредственно основными модовыми компонентами сигнала, переносимого по такому ОВ в маломодовом режиме, в зависимости от типа когерентного источника оптического излучения, его исходного модового состава и условий подключения лазера к световоду. Следует отметить, что целый ряд известных решений по увеличению полосы пропускания ОВ в маломодовом режиме

предполагает переход на новую сложную конструкцию – например, киральную, фотонно-кристаллическую или микро-структру. В то время как конструкция предлагаемого ОВ остается типовой: сердцевина диметром 100 мкм, выполненная из кварца SiO2, допированного соответствующими легирующими добавками, повышающими показатель преломления (например, Германием SiO2+GeO2), и окруженная одной внешней сплошной оболочкой диаметром 125 мкм, выполненной из чистого кварца SiO2. Таким образом, относительно простая форма градиентного профиля предлагаемых ОВ в сочетании с увеличенным диаметром сердцевины при традиционной конструкции ОВ обеспечивают техническую реализацию возможность воспроизведения этого профиля с высокой детализацией штатными комплектами технологического оборудования линии полного цикла производства строительных длин кварцевых ОВ для изготовления преформ ОВ – например, на основе технологий MCVD или PCVD. А стандартный диаметр ОВ по оболочке – 125 мкм – использовать эти световоды в типовых конструкциях пассивных компонентов ВОЛП (коннекторах, кроссовых устройствах и пр.) в сочетании с традиционными технологиями монтажа. В результате применения предлагаемых маломодовых ОВ на ВОЛП компактных многопортовых инфокоммуникационных бортовых и технологических/промышленных сетей позволяет увеличить их пропускную способность не менее, чем в 3 раза относительно опорных значений, зафиксированных в соответствующих отдельных спецификациях сетевых стандартов, регламентирующих маломодовый режим передачи оптических сигналов, с учетом того факта, что известные коммерческие аналоги ОВ 100/125 вообще ориентированы только на многомодовый режим и низкие – буквально сотни Мбит/с – скорости передачи информации.

Текущий статус проекта: изготовлена опытная партия 6 строительных длин ОВ 100/125 по 500 м каждая. Проведены исследования параметров широкополосности, в том числе эффективной модовой полосы пропускания, а также эксперименты по организации каналов связи на базе штатного коммерческого оборудования систем передачи данных стандартов IEEE 802.3z (1000Base-LX/SX) и 802.3ae (10GBase-LX/SX) с последующим измерением коэффициента ошибок (BER). Впервые для такого типа ОВ (отличающегося диаметром сердцевины 100 мкм) экспериментально продемонстрирована и подтверждена возможность организации каналов передачи данных со скоростью 10 Гбит/с обеих спецификаций LX/SX (1310 нм / 850 нм) на дистанции 300 м (проведено 2 независимых экспертизы в лабораториях предприятий –ООО «Т8» (г. Москва) и ООО «Версия-ИТ» (г. Москва))

Известные коммерческие аналоги кварцевых волокон с диаметром сердцевины 100 мкм ориентированы только на многомодовый режим и низкие (10...100 МБит/с) скорости передачи данных. Ключевая проблема: все трансиверы активного оборудования сетей, поддерживающих скорости выше 622 Мбит/с реализуются на лазерах, ниже – на светоизлучающих диодах. В общем случае, совместная работа лазеров и волокон с увеличенным диаметром сердцевины до 100 мкм не регламентирована и, как минимум, требует проведения дополнительных мероприятий по адаптации линейного тракта. Иными словами, существующие аналоги ОВ 100/125 (Draka, Nufern, OFS, YOFC и др.) вообще не ориентированы на работу с лазерными источниками.

Таким образом, к основным преимуществам предлагаемого продукта относится следующее:

1. Разработанные ОВ 100/125 гарантированного поддерживают скорость передачи 10

Гбит/с типовых трансиверов систем спецификаций 10GBase-LX и 10GBase-SX на расстояние 300 м (впервые для ОВ с диаметром сердцевины 100 мкм экспериментально продемонстрирована организация каналов связи указанных спецификаций систем связи на дистанции 300 м). Коэффициент затухания разработанного ОВ на длине волны □ = 850 / 1310 нм составляет не более 7.0 / 4.5 дБ/км. Числовая апертура NA=0.268. Эффективная модовая полоса пропускания – не менее 3000 МГц*км.

2. Предлагаемый продукт позволяет осуществить «переход» на новую скорость без проведения дополнительных мероприятий по адаптации линейного тракта (например, с 1 Гбит/с на 10 Гбит/с).

3. Универсальность конструкции разработанного ОВ 100/125 (100 мкм – диаметр сердцевины, 125 – диаметр оболочки): с одной стороны, достигаются все перечисленные выше преимущества волокон с большим диаметром сердцевины, , в то время как «традиционный» диаметр оболочки 125 мкм, характерный для телекоммуникационных ОВ, обеспечивает возможность их применения в сочетании с типовыми комплектами коннекторов и адаптеров активного оборудования и устройств коммутации инфокоммуникационных сетей, а также штатных полевых технологий сращивания ОВ.

Компактные многопортовые мультигигабитные сети передачи данных разного назначения (теле-/инфокоммуникационный трафик, телеметрия, навигация, сенсорика, команды управления, дополненная реальность) – основная группа бортовые кабельные системы и промышленные сети / сети АСУТП – соединительные линии (волоконно-оптический тракт) которых эксплуатируются в агрессивных условиях окружающей среды (в том числе, вибрации, пыль / взвеси, плотный монтаж).

3. Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

Основные направления коммерциализации – продажа строительных длин кварцевых ОВ 100/125 структурным подразделениям и дочерним компаниям крупных автономных предприятий и холдингов, деятельность которых непосредственно связана с производством специализированной кабельной продукции для бортовых сетей ракетно-космических аппаратов, воздушных судов, морских и речных судов, подвижных железнодорожных составов и вагонов метро, а также продажа строительных длин указанных ОВ 100/125 автономным предприятиям кабельной промышленности, осуществляющим производство волоконно-оптических кабелей разного назначения, в том числе и специализированных кабелей для бортовых систем и промышленных/технологических сетей передачи данных разного назначения.

Только на территории РФ, исходя из вертикально-ориентированной структуры холдингов, можно предположить, что размер целевой аудитории, по направлениям: авиакосмоса – 3 холдинга (более 80 предприятий); судо- и машиностроения – 15 предприятий; технологические сети – минимум, 3 кабельных завода, осуществляющих производство спецкабеля для подобных приложений.

Минимальный ожидаемый мировой объем рынка потребления ОВ 100/125 (TAM/SAM/SOM(5%)) по направлению продукции гражданского назначения составляет порядка 815.823/163.174/8.158 млн USD

Техническая спецификация: оптическое волокно 100/125

1. Описание изделия

Оптическое волокно OFL 100/125 является многомодовым оптическим волокном со специализированным градиентым профилем показателя преломления, обеспечивающим

совместную работу с трансиверами систем передачи, в том числе спецификаций 1000Base-SX, 1000Base-LX, 10GBase-SX, 10GBase-LX без использования дополнительных согласующих устройств, поставляется в механически снимаемом однослойном эпоксиакрилатном покрытии.

Оптическое волокно OFL 100/125 сращивается со стандартными одномодовыми и многомодовыми волокнами действующих рекомендаций ITU-T и категорий TIA/ANSI/ISO с помощью типовых комплектов полевых сварочных аппаратов, комплектов для полевого монтажа механических соединителей, а также могут быть оконцованы оптическими разъемами с помощью типовых комплектов полевого монтажа волоконно-оптических коннекторов.

Оптическое волокно OFL 100/125 предназначено для применения в компактных кабельных системах бортовых и промышленных мультигигабитных сетях передачи данных разного назначения, в том числе, находящихся в агрессивных условиях эксплуатации (вибрационные воздействия, грязь / пыль / взвесь в воздухе) волоконно-оптических разъемных соединений.

2. Оптические характеристики

2.1. Коэффициент затухания:

$\lambda$ = 850 нм – $\alpha \leq 7.0$ дБ/км

$\lambda$ = 1300/1310 – нм $\alpha \leq 4.0$ дБ/км

2.2. Числовая апертура:

NA = 0.230–0.235

2.3. Эффективная модовая полоса пропускания:

$\lambda$ = 850 нм – EMB = 3000 МГц·км

$\lambda$ = 1300 / 1310 нм – EMB = 3000 МГц·км

гарантированная организация канала связи, обеспечивающего скорость передачи данных 10 Гбит/с на расстояние до 300 м

3. Геометрические и механические характеристики:

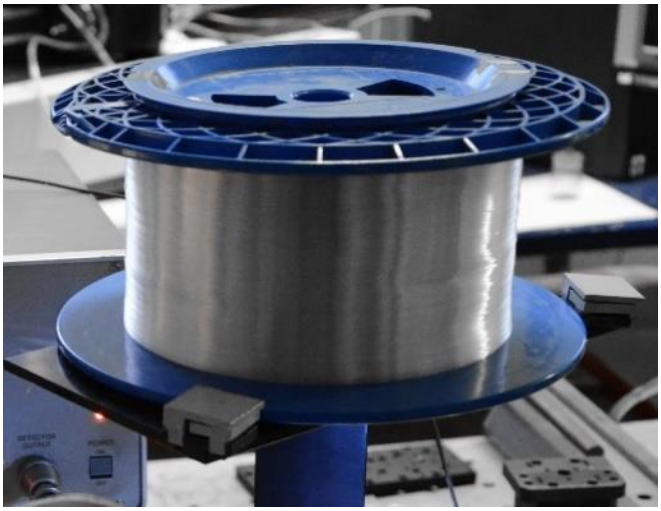
3.1. Диаметр сердцевины: 100$\pm$4 мкм

3.2. Диаметр оболочки: 125$\pm$4 мкм

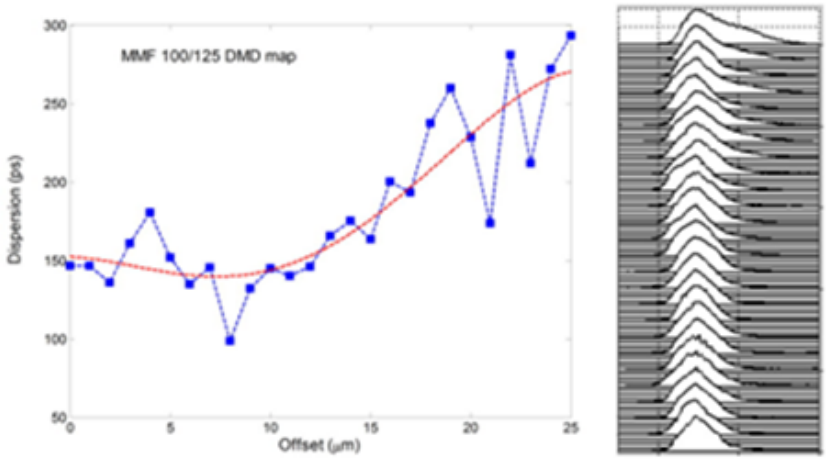
3.3. Отношение диаметра оболочки к диаметру сердцевины: 1.242

3.4. Диаметр первичного защитно-упрочняющего покрытия: 250$\pm$5 мкм

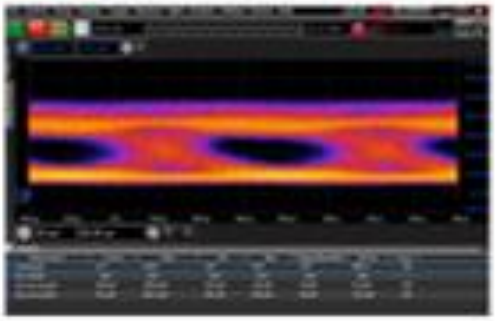
3.5. Механическая прочность на растяжение: 4.6 ГПа



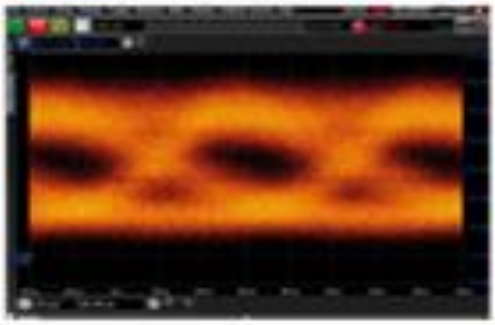
**карта дифференциальной модовой задержки (TIA-455-220-A/FOTP-220 и IEC 60793-2-10)**




**L=300 м 10GBase-LR**



**L=300 м 10GBase-SR**



**Руководитель проекта:** Горячкин Олег Валериевич, Проректор по научной работе, доктор технических наук, профессор
o.goryachkin@psuti.ru

**Проект: Разработка радиолокационной системы дистанционного зондирования Земли VHF диапазона с борта БПЛА**

Разработка радиолокационной системы с синтезированной апертурой (РСА) для дистанционного зондирования Земли в VHF диапазоне с борта БПЛА. Система предназначена для построения радиолокационных изображений местности в VHF диапазоне частот с пространственным разрешением до 3 м, в полосе до 20 км, что обеспечивает возможность наблюдения укрытых растительностью, подповерхностных объектов во временном масштабе близком к реальному. Импульсная мощность – 280Вт, полоса частот ЛЧМ – 50МГц, длительность импульса 1–10 мкс, период повторения 10–200 Гц, тип сигнала ФМС, ЛЧМ, коэффициент усиления антенны – 7.3ДБ. сигма-ноль – 13-17 Дб.

Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами. В отличии от аналогов в прототипе используется частотный диапазон (VHF), обладающий высокой проникающей способностью. Использование данного диапазона для систем, размещенных на беспилотниках, считается затруднительным, вследствие значительных траекторных нестабильностей носителя. В предлагаемом прототипе данные трудности преодолеваются использованием слепой обработки сигналов в процессе синтезирования апертуры антенны.

Область применения проекта (технологии)

Дистанционное зондирование земли (тематическая картография, круглосуточное и всепогодное наблюдение), поиск людей, потерявшихся в лесу, системы контроля и безопасности объектов, мониторинг инфраструктуры, нефте-газопроводов.

Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

Комплект оборудования, услуги по съемке местности, разработка приложений по тематической обработке информации.

**Руководитель проекта:** Клюев Дмитрий Сергеевич, Заведующий кафедрой, доктор физико-математических наук
klyuevd@yandex.ru

**Проект: Разработка метки радиочастотной идентификации (RFID) с произвольным углом считывания**

На основе проведенных исследований была разработана метка радиочастотной идентификации с произвольным углом считывания. Разрабатываемая метка представляет собой микрополосковую антенну, микрочип, реактивные элементы фазовращателя и согласующего устройства. Все эти элементы располагаются на СВЧ-печатной плате. Так как метка должна иметь возможность наносится на криволинейные поверхности различных объектов, то печатная палат должна быть изготовлена из гибкого материала. В результате изучения представленных на рынке образцов гибких материалов для печатных плат выбор пал на материал Pyralux AP, выпускаемой фирмой Dupont. Этот материал представляет собой полиимидную безадгезивную пленку, фольгированную с двух сторон медной фольгой. Фольга не нем бывает двух типов катаная отожженная (у материалов с литерой R) и электролитическая (с литерой E). Он идеально подходит для производства печатных плат с высокой гибкостью, обладает отличными тепловыми, химическими и механическими свойствами, применяется в производстве высоконадежных гибко-жестких и многослойных гибких печатных платах. Толщина диэлектрика и фольги бывает различной толщины и зависит от марки. Для целей проекта лучше всего подходит материал с катаной отожженной фольгой, потому что она обладает наилучшей пластичностью по сравнению с электролитической. В итоге был выбран материал Pyralux AP8515R толщиной 0,025 мм с медной фольгой толщиной 18 мкм. В качестве изготовителя печатной платы была выбрана компания «Резонит» (124527, Московская обл., г. Зеленоград, Солнечная Аллея, д. 6) хорошо зарекомендовавшая себя на рынке изготовителей печатных плат и обладающая огромным опытом работы с материалом типа Pyralux AP.

Проектирование современных микрополосковых устройств СВЧ и антенн осуществляется в САПР, которые формируют специальные файлы Gerber. Затем эти файлы передают изготовителю печатных плат. На первом этапе по результатам моделирования была разработана. топология антенны метки в соответствии с рисунком 4.1 и сформирован соответствующий файл Gerber, который был передан в производство изготовителю. В заказе было дополнительно указано, что в качестве финишного покрытия проводящих площадок применять иммерсионное серебро.

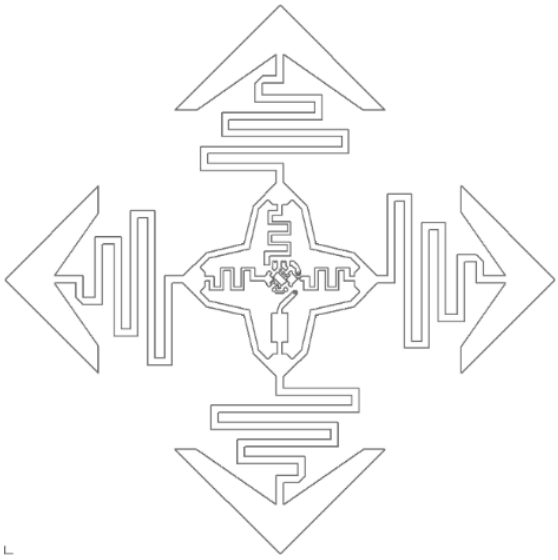


Рисунок 4.1 – Антенна метки

Антенна была метки изготовлена печатным способом на гибкой СВЧ-плате марки DuPont Pyralux AP8515R, выпускаемой фирмой Dupont. Эта подложка представляет собой полиимидную безадгезивную пленку толщиной 0,025 мм с медной фольгой толщиной 18 мкм. В качестве финишного покрытия проводящих площадок было применено иммерсионное серебро.

В качестве чипа был использован чип Monza 4, выпускаемый компанией Impinj (США). Чип Monza 4 выпускается в нескольких вариантах:

1. Бескорпусной;
2. В корпусе.

Бескорпусные чипы Monza 4 имеют размеры десятых долей миллиметра, поэтому их монтаж на печатную плату метки осуществляется с помощью лазерной пайки. Так как такой установки в наличии мы не имели, поэтому в экспериментальном образце были использованы корпусные чипы, размеры которых составляют 1,5x1,5 мм. Их пайка на печатную плату осуществлялась следующим образом. На контактные площадки чипа наносилась паяльная паста, с помощью пинцета он устанавливался на контактные площадки платы, а затем применялся паяльный фен. Для метки были приобретен чип Monza 4 модель IMPINJ IPJ-P5003.

Монтаж фазовращателя и согласующего устройства, состоящих из катушек индуктивности и конденсаторов, осуществлялся аналогично. Фото, установленных на метке чипа, фазовращателя, согласующего устройства и сумматора в соответствии с рисунком 4.2. представлено ниже.

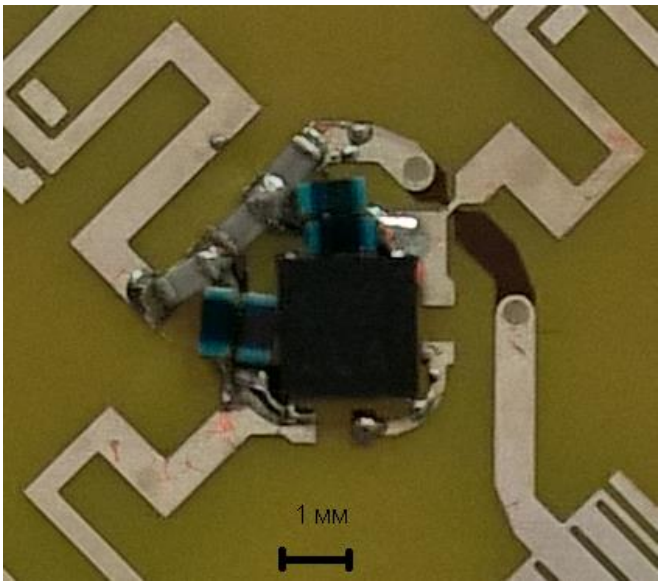



Рисунок 4.2 – Чип, фазовращатель, согласующее устройство и сумматор, установленные на метке

Монтаж чипа, конденсаторов и катушек индуктивности осуществлялся пайкой.

К основным конкурентам относятся:

- Наклейки со штрих-кодом
- Сервисы доставки товаров на дом
- «Умные» полки, оборудованные видео фиксацией

Таблица 1.

| Критерии | **Наклейки со штрих-кодом** | **Сервисы доставки товаров на дом** | **Умные полки с видеокамерами** | **Наш продукт** |
|---|---|---|---|---|
| **Полная автоматизация покупки товаров** | Частичная | Возможна | Возможна | Возможна |
| **Возможность визуально оценить товар перед покупкой** | да | нет | да | да |
| **Оплата за сервис** | отсутствует | присутствует | отсутствует | отсутствует |
| **Долговечность** | Низкая | Критерий не применим | Практически неограничена | Практически неограничена |
| **Вероятность автоматического считывания** | невозможна | Критерий не применим | Близка к 100% | Близка к 100% |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Одновременная покупка нескольких товаров** | нет | да | да | да |
| **Обслуживание** | нет | нет | Да | Да |
| **Цена** | ~60 тыс.р | - | ~$1500 | ~350 тыс. р. |

Область применения RFID-технологий весьма широка. Любая область, где используются склады и складское оборудование, требующие строгого учета, может быть заинтересована в оборудовании системой RFID. Это, например, тыловые части снабжения и обеспечения Российской Армии (склады с продовольствием, обмундированием, вооружением, боеприпасами и т. д.) Это ФГУП «Почта России»: для автоматизированного приема и обработки почтовых отправлений на всех этапах. Это учреждения Федеральной службы исполнения наказания: автоматизированная система учета на вещевых и продовольственных складах тюрем и исправительных колоний, автоматизированный учет осужденных. Библиотеки, архивы и т. д. Это оперативно-следственные органы МВД, ФСБ, прокуратуры и следственного комитета РФ для автоматизированной системы хранения и учета уголовных дел и т. д. Автоматизированная система хранения, учета и инвентаризации материальных ценностей на предприятии любой формы собственности.

Объекты, хранимые на складе (архиве и т. д.), помечаются RFID-метками. Расположение на полках и стеллажах, включая металлические шкафы и сейфы, может быть произвольным, потому что наши метки в отличие от известных аналогов не имеют слепых зон. Полки, стеллажи, металлические шкафы, сейфы и т. д. оснащаются специальным оборудованием для считывания RFID-меток. Это смарт-оборудование управляется единой автоматизированной информационной системой. RFID-считыватели известных производителей работают некорректно при наличии металла в непосредственной близости от них (внутри металлических шкафов, сейфов, стеллажей и т. д.), потому что в этом случае при излучении RFID-считывателем и метками электромагнитных волн создается сложная интерференционная картина электромагнитного поля за счет многократного отражения от металлических конструкций. Предлагаемое нами техническое решение для RFID-меток позволяет использовать их в складском оборудовании, изготовленном из любого материала, включая металл.

В современных реалиях во многие сферы человеческой деятельности проникают системы автоматической идентификации и аутентификации. Наибольшее распространение получили системы радиочастотной идентификации. Но на сегодняшний день, даже их применение во всем мире носит достаточно локальный характер. Задача же стоит в глобализации и внедрении этой технологии повсеместно, например, для автоматической идентификации розничных товаров, почтовых отправлений, книг и мн. др. Эта задача может быть решена, только если цена на производство идентификационных меток RFID-систем снизится до определенного критического значения. По разным оценкам себестоимость одной сетки должна быть в пределах от 1 до 5 центов за метку, включая

стоимость её размещения на продукте. К тому же, с учётом того, что стоимость изготовления таких устройств постепенно снижается, использование многих даже самых современных разработок не может позволить добиться повсеместного внедрения RFID-технологии. В то же время как технология оптической идентификации, использующая принцип штрихкодирования получила самое широкое распространение во всём мире.

Объем глобального рынка RFID-ридеров, меток и программного обеспечения вырастет по итогам 2018 года с 2,8 млрд долларов и уже в 2024 году достигнет 17 млрд долларов. Крупнейшим сегментом на рынке остаются RFID-метки. Среднегодовой темп прироста рынка в Азиатско-Тихоокеанском регионе в течение прогнозного периода будет выше, чем в других регионах рынка, – 16,3%.

Аналитики Research And Markets указывают на основные факторы роста рынка:

потребность компаний в эффективном управлении цепочками поставок в развивающихся странах Азии (особенно в Китае), Ближнего Востока и Африки;

отслеживание и классификация перевозок обычных и специальных грузов, в частности, медицинского инвентаря.

Необходимость снижения затрат на управление поставками – один из факторов роста рынка. Из-за высокой конкуренции (только в Китае насчитывается 13 тыс. производителей медицинского оборудования) предприятия внедряют программное и аппаратное обеспечение для управления поставками, RFID-метки, штрих-коды и так далее. Аналитики Research and Markets подсчитали, что сегмент RFID на рынке глобального здравоохранения достигнет 4,1 млрд долларов к 2021 году, увеличившись на 21,64% в период с 2017 по 2021 год.

По оценкам Reportlinker, объем мирового рынка RFID-технологий в прогнозный период с 2018 по 2028 год будет ежегодно прирастать со среднегодовым темпом 14,5%. Объем рынка по итогам 2017 года оценивался в 12,9 млрд долларов. По объему рынка лидирует Северная Америка.

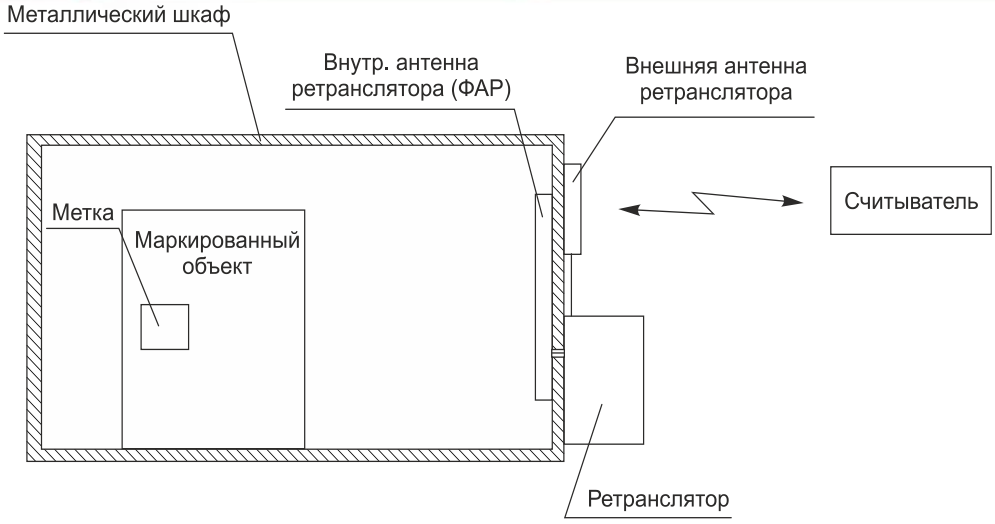
**Руководитель проекта:** Клюев Дмитрий Сергеевич, Заведующий кафедрой, доктор физико-математических наук
klyuevd@yandex.ru

**Проект: Разработка ретранслятора сигналов радиочастотной идентификации для сферы логистики**

Активный ретранслятор RFID-сигналов, обеспечит возможность уверенного считывания RFID-меток, которыми маркированы объекты, расположенные внутри замкнутых экранированных объемов (железнодорожный контейнер и т. д.).

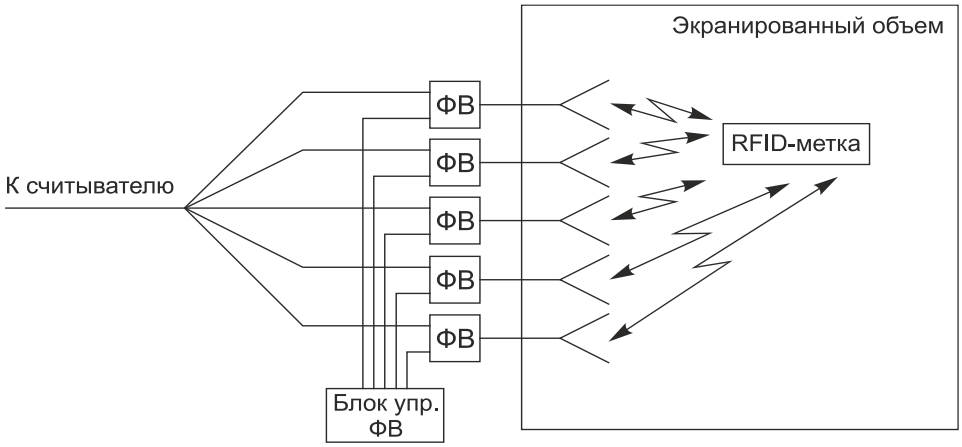
На сегодняшний день в связи интенсивной цифровизацией многих отраслей промышленности активно внедряются системы радиочастотной идентификации (RFID). RFID технологии широко используется в торговле, в логистике, на производстве и т. д. Одна из основных проблем грузоперевозок — обеспечение сохранности грузов. Например, контейнеры, в которых товары доставляют по автомобильным и железным дорогам, нередко незаконно вскрывают, а грузы из них — похищают. Постоянное знание местоположения всех грузов позволит компаниям точно отследить, на каком этапе перевозок возникает риск потери или повреждения груза. В результате процесс возмещения ущерба не будет сопровождаться дополнительными спорами, а также сэкономит время на всех этапах. К сожалению, RFID технологии не идеальны и имеют следующие проблемы: 1. Существующее оборудование по считыванию RFID-меток не гарантирует считывание 100% меток, это приводит к тому, что не все метки, расположенные на маркируемых объектах, считываются; 2. Маркированные объекты, расположенные внутри объемов (железнодорожные контейнеры и т.д.), которые экранируют метки и не пропускают электромагнитные волны, то есть метки не считываются вовсе. В результате возникает задача разработки устройства, которое сможет решить озвученные проблемы.

В качестве конечного продукта предлагается разработать активный ретранслятор RFID-сигналов, обеспечивающий возможность уверенного считывания RFID-меток, которыми маркированы объекты, расположенные внутри замкнутых экранированных объемов (железнодорожный контейнер и т. д.). Ретранслятор должен работать с RFID-метками и их считывателями, предназначенными для работы по радиоинтерфейсу в диапазоне частот 860–960 МГц в соответствии ГОСТ Р ИСО/МЭК 18000-6-2013. Питание ретранслятора осуществляется источником стабилизированного напряжения 19,9 В. Ретранслятор имеет две антенны. Одна из которых устанавливается внутри экранированного объема (шкафа), вторая снаружи. Для обеспечения возможности считывать метки, расположенные внутри необходимо использовать ретранслятор. Сигнал со считывателя поступает на внешнюю антенну, затем через усилитель, расположенный в блоке «Ретранслятор» поступает на вход фазированной антенной решетки (ФАР), расположенной внутри объема. ФАР в свою очередь облучает метку, расположенную внутри. Фазирование ФАР осуществляется блоком управления, расположенным также в блоке «Ретранслятор». Фазы перебираются до тех пор, пока не будут считаны все метки.




Научная новизна проекта заключается в способе ретрансляции RFID-сигналов из полностью или частично экранированных объемов.

Внутри объема, в котором расположены помеченные метками объекты, создается RFID-излучение. Так как этот объем экранирован, то внутри него возникает сложная интерференционная картина, представляющая собой максимумы и минимумы электромагнитного поля. Существует вероятность того, что метка (метки) может попасть в минимум. В этом случае она не считается. Для изменения положения максимумов и минимумов внутри объема предлагается использовать фазированную антенную решетку (ФАР), состоящую из нескольких элементов, которую нужно расположить внутри объема. На вход этой ФАР будут поступать RFID-сигналы со считывателя. Изменяя фазу RFID-сигнала на входе каждого элемента с помощью фазовращателей (ФВ) и блока управления ими (Блок упр. ФВ), можно изменять интерференционную картину внутри всего объема, и добиться того, что в месте, где был минимум, появится максимум поля, и метка считается. Изменяя фазу в определенном диапазоне, можно обеспечить уверенное считывание всех меток, расположенных внутри этого объема.




Существует несколько способов ретрансляции RFID-сигналов. Первый способ подразумевает использование контейнеров специальной конструкции, в которых предусмотрено диэлектрическое окно на одной из стенок. Через это окно можно осуществить радиодоступ к маркированным объектам, расположенным внутри него. Недостатком такого способа является тот факт, что не всегда допускается наличие

диэлектрического окна на стенках контейнера. Во втором способе считыватель располагается непосредственно внутри контейнера. На внешнюю часть контейнера выведены порты управления им через локальную вычислительную сеть. Недостатком такого способа является тот факт, что в каждом контейнере приходится размещать отдельный считыватель, который управляется отдельно. Это значительно повышает стоимость такого контейнера и усложняет систему управления, так как приходится управлять не одним, а несколькими считывателями, что также приводит к удорожанию всей системы в целом. Третий способ основан на том, что внутри и снаружи контейнера устанавливаются приемо-передающие антенны, которые соединены между собой посредством блока усилителей. В этом случае нет возможности изменять интерференционную картину поля внутри объема и метки, попавшие в его минимумы, не будут считаны. Здесь следует отметить, что этим же недостатком обладают также оба способа, описанных выше. Техническое решение, предлагаемое в рамках данного проекта, лишено данного недостатка, потому что имеется возможность изменять интерференционную картину поля и добиться корректного считывания всех меток.

Разрабатываемое устройство имеет большой потенциал применения. Везде, где применяются и будут применятся RFID технологии (в торговле, в логистике, на производстве и т.д.) На сегодняшний день проект и будущий экспериментальный образец ориентированы на логистику.

Перспективы коммерциализации.

Вариант 1.

Завершить все научно-исследовательские работы, получить устройство. Продать технологию производства компаниям из числа прямых конкурентов.

Вариант 2.

Завершить все научно-исследовательские работы, изготовить прототип устройства, начать производить данное устройство для дальнейшей продажи под конкретную задачу, а также заниматься установкой, обслуживанием и т. д.

Исследовательская компания IDTechEx обнаружила, что в 2019 году общий объем рынка RFID-меток будет составлять 11,6 миллиардов долларов, а в 2022 году вырастет до 13 миллиардов долларов.

Российский рынок RFID в 2020 году оценивается примерно в $250–300 млн, что составляет порядка 2,5% от мирового рынка.

# 47. Приволжский исследовательский медицинский университет (ПИМУ)

**Руководитель проекта:** Лялина Ирина Константиновна, доцент кафедры биохимии им. Г.Я. Городисской
iralik@mail.ru

**Проект: Модификация пищевых жиров и масел с участием энзимных технологий, оценка эмульгирующих свойств полученных продуктов и их биологического значения**

Несмотря на очевидные преимущества ферментативных технологий в области модификации жиров и масел, запрет во многих странах масло-жировой продукции, содержащей транс-жиры, тем не менее именно она имеет ряд преимуществ; дешевое сырье- несложное производство – дешевая продукция – широкая область применения. Коммерческим фактором продвижения маргаринов и их производных на рынке является также увеличенные сроки годности по сравнению с природной продукцией. Однако будущее – за ферментными технологиями, т. к. только они смогут сохранить природные молекулы, приемлемые комплексы с определенными физико-химическими показателями, что очень важно для осуществления процессов переваривания, всасывания и метаболизма этих молекул в нашем организме. Наконец, развеян миф о плохом холестерине, его вносят в адаптированные молочные смеси для младенцев, развеян миф о значении омега-3-жирных кислот как фактора, предупреждающего развитие атеросклероза (клиническое исследование, представленное на последнем съезде кардиологов), в свою очередь, пальмитиновая кислота является молекулой, которая синтезируется в нашем организме, и жиры необходимы нашему организму, особенно сердцу. Поиск и разработка дешевых технологий ферментативных способов модификации жиров и масел, а также создание продуктов, приемлемых для пищевой промышленности с точки зрения их технологичности. Коммерческая составляющая таких проектов должна оцениваться прежде всего показателями здоровья населения.

Предпочтительным способом питания младенцев является грудное вскармливание. Однако существует много причин, когда грудное вскармливание невозможно или нежелательно. В таких случаях детские молочные смеси представляют собой хорошую альтернативу. В течение многих лет не прекращаются научные разработки адаптированных молочных смесей (АМС), приближающихся по своим количественным и качественным характеристикам к составу грудного молока. Наибольший интерес вызывают исследования липидного состава АМС, содержащего продукты модификаций растительных масел, также называемые структурированными липидами, примерами которых могут служить бета-пальмитат под торговыми названиями Betapol или InFat и моноацилглицерины.

К известным заменителям жира молочного молока следует отнести изобретение Патент №2422498 «Способ получения диолеил-пальмитоил глицерида» пантентообладатель ЛОДЕРС КРОКЛАНД Б.В. (Нидерланды), основанное на замене пальмитиновой кислоты в 1 и 3 положениях в составе пальмового масла на олеиновую кислоту, включающее:1) фракционирование пальмового масла или его производного для

получения стеарина пальмового масла с йодным числом 4-11, 2) ферментативную переэтерификацию стеарина пальмового масла, полученного на первой стадии, олеиновой кислотой или ее неглицеридным эфиром с помощью 1,3-липаз, 3) отделение фракции, содержащей целевой продукт от пальмитиновой кислоты или пальмитиновых неглицеридных эфиров. Техническим результатом способа является увеличение олеиновой кислоты в триацилглицерине по сравнению с пальмовым маслом, которое, как известно, в 1 и 3 положении содержит пальмитиновую кислоту, что, по мнению авторов, отражается на улучшении качества продукта. Однако целевой продукт по жирнокислотному составу беден.

Прототипом нашей разработки является изобретение, описанное в Патенте №2015161 Сиузо Исида, Мамори Томита, Хирот оси Хаясава (Япония). Важно, что данное изобретение позволяет использовать пищевые масла и жиры, преимущественно содержащие ненасыщенные жирные кислоты, в качестве исходного материала. Целевым продуктом данного изобретения являются кальциевые соли ненасыщенных жирных кислот. В нашем случае целевым продуктом являются β-моноглицерины, поэтому при сохранении простоты исполнения процесса ферментативного гидролиза, предложенного авторами патента, технический результат будет другим, что позволит оформить патент на изобретение.

Имеющиеся аналоги

Дистиллированные моноацилглицерины, полученные из пальмового или рапсового масел, являются дешевым сырьем для пищевой промышленности. Дистилляция масел происходит при температурах выше 200 С, что способствует нахождению жирной кислоты в альфа-положении преимущественно.

Дистиллированные моноацилглицерины разрешены к использованию. Спецификация продукта ТУ 10-1197-95 «Моноглицериды дистиллированные» включает следующие показатели: температура плавления, кислотное число, число омыления, содержание α и β-моноглицеридов, йодное число, тяжелые металлы, содержание воды, свободного глицерина, остаток после прокаливания Для увеличения сроков хранения их гидрогенизируют, тем самым еще больше увеличивается их температура плавления, что, по мнению автора проекта, не позволяет им участвовать в ресинтезе жиров в кишечнике, далее в составе хиломикронов попадают в общий кровоток.

Дистиллированные моноацилглицерины широко применяются не только в пищевой промышленности, но и в качестве эмульгаторов входят в состав кремов, в этом случае больше используются технические жирные кислоты и спирты, полученные из парафинов.

В случае использования ферментативных технологий миграции жирной кислоты в альфа-положение не происходит, она остается в бета-положении, что является физиологически приемлемым. Основным исходным веществом для получения β-моноацилглицеринов могут служить разные природные жиры и масла Источником липаз служит панкреатин, предусмотрен поиск дешевых источников липаз. Данным проектом предусмотрен этап разработки повторного использования (многократного) ферментов в процессе производства. Удорожание продукции возможно в связи с использованием более дорогих пищевых жиров и растительных масел в целях обогащения состава полиненасыщенными жирными кислотами, но содержание их в грудном молоке существенно ниже по сравнению с мононенасыщенными. Проект не предполагает использования нестандартного оборудования для промышленного выпуска продукции.

Стадии технологического процесса разработки включают: Жир расплавляют путем нагрева жира до 40 С, растительные масла сразу смешивают с гашеной известью до однородного состояния. Панкреатин предварительно растворяют в небольшом количестве воды. Препарат ферментов вносят к маслу/жиру, реакционную смесь перемешивают в течение 30 минут. Проводят отбор проб с целью определения полноты гидролиза. После завершения процесса проводят фракционирование. Выход целевого продукта – не менее 70 % от исходного количества жира/масла с содержанием бета-моноацилглицерина не менее 30 %. Среди внутренних возможностей удешевления продукции – это поиск сырья: пищевых жиров и масел, использование препаратов липаз из отходов производств, например, просяная, рисовая мучки, которые являются отходами при переработке зерна, использование энерго-экономичных и эколого- безопасных производств.

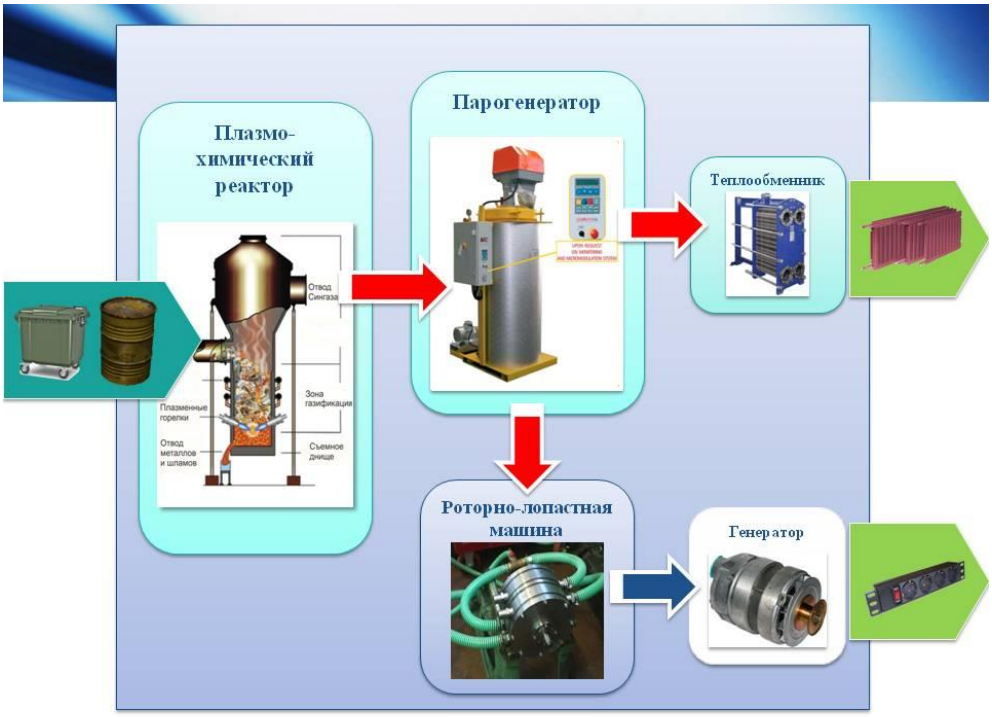
По существенным критериям данный проект нуждается в защите интеллектуальной собственности по нескольким положениям: 1) впервые патентуется в качестве целевого продукта β-моноацилглицерин 2) используя возможности ферментативного катализа можно изменять жирнокислотный состав готовой смеси, например продукт, сбалансированный по жирнокислотному составу, адаптированный грудному молоку. 3) обеспечивается сохранность кальция, что также важно в случае адаптированных молочных смесей, в которых содержатся гидролизаты белков 4) данная технология позволяет получать продукты с заданными физико-химическими свойствами. 5) данная технология исключает использование высокой температуры, химических реагентов, органических растворителей, никелевых катализаторов, гидрогенизации, и тд, что делает продукт физиологичным.

Оценка физиологической приемлемости рассматриваемых продуктов проводится на животных с удалением желчного пузыря (доклинические исследования). Клинические исследования: пациенты с холецистэктомией, нарушениями переваривания и всасывания жира, поражениями слизистой оболочки тонкого кишечника, а также дислипопротеинемиии, атеросклероз, вторичный остеопороз, направленные на изучение липидных профилей крови с обязательной индентификацией и количественной оценкой альфа-моноацилглицеролов.

# 48. Псковский государственный университет

**Руководитель проекта:** Плохов Игорь Владимирович, Профессор, доктор технических наук
Igor_plohov@list.ru

**Проект: Автономный модуль энергообеспечения и плазменный модуль переработки отходов**



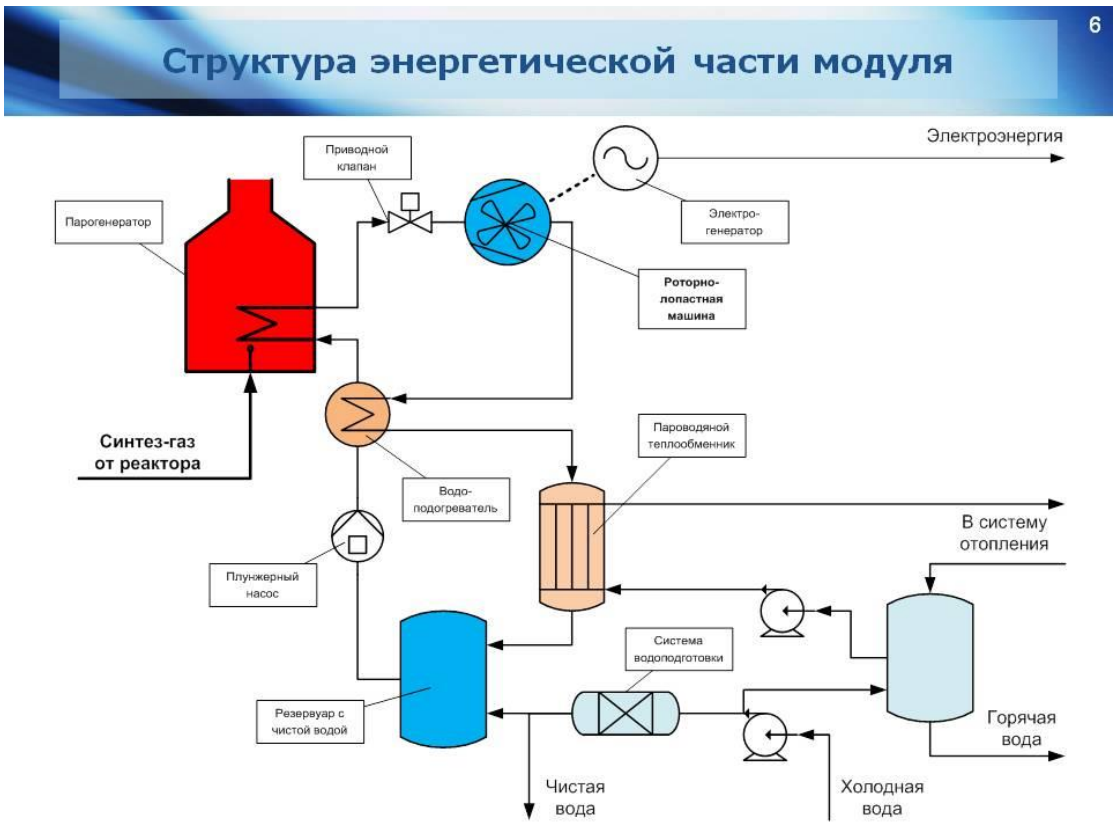
Модуль утилизации

- ❖ Модуль утилизации способен обеспечить:
- Утилизации отходов производства и потребления
- Закрытия и переработки существующих и старых полигонов
- Снижения рисков экологической безопасности
- Максимально эффективного получение из отходов товаров и услуг потребления

Плазмохимический реактор

- ❖ Температура плазмы 6000 ºС
- ❖ Не требуется сортировка и предварительная сушка ТБО
- ❖ Воздух в реакторе замещается водяным паром
- ❖ Давление в реакторе ниже атмосферного
- ❖ Нет необходимости сооружения вытяжной трубы

После конденсации водяного пара остаётся пылевой шлам



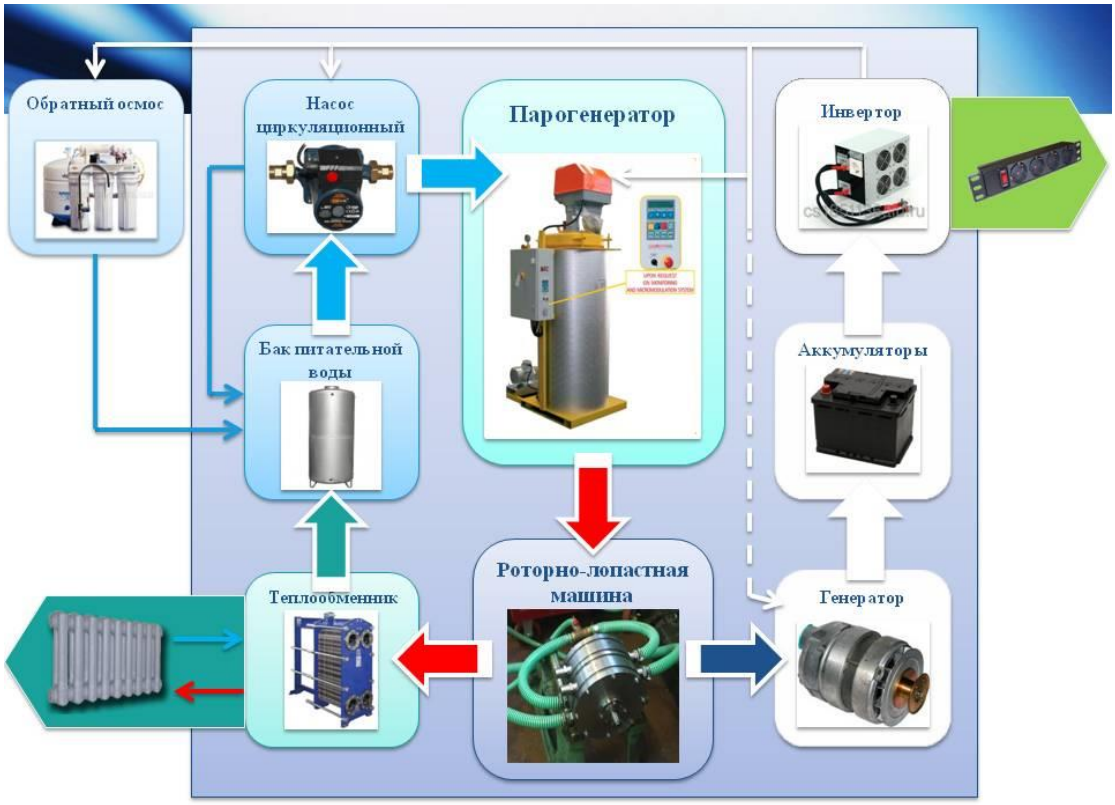
## Парогенератор

**Топливо**

- Газ, синтез-газ
- Мазут
- Дизель
- Минеральное масло

**Горелка**

**Парогенератор**
Тип: Прямоточный
Давление пара: 10 Атм



## Использование топлива

10

## Парогенератор и горелка

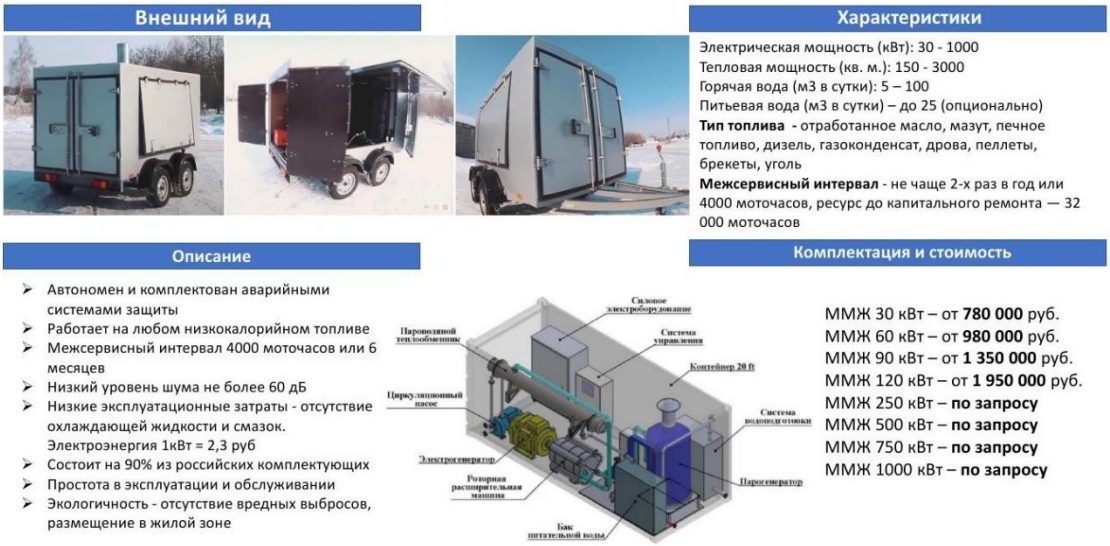
12

Состав энергетической части модуля

❖ В состав модуля входит парогенератор прямоточного типа, который может работать на различном топливе, начиная от солярки и кончая щепой и дровами

❖ Пар вращает роторную расширительную машину, связанную с электрогенератором

❖ Вода является дистиллированной и циркулирует по замкнутому контуру, подпитка которого осуществляется от специальной водоочистной установки. В связи с этим всегда есть возможность получить горячую и холодную питьевую воду




2 Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

- ✓ Автономен и комплектован аварийными системами защиты
- ✓ Работает на любом низкокалорийном топливе
- ✓ Межсезонный интервал 4000 моточасов или 6 месяцев
- ✓ Низкий уровень шума (не более 60 дБ)
- ✓ Низкие эксплуатационные затраты, отсутствие охлаждающей жидкости и смазок
- ✓ Электроэнергия: 1 кВт ≈ 2,3 руб.
- ✓ Состоит на 90% из российских комплектующих
- ✓ Простота в эксплуатации и обслуживании
- ✓ Экологичность: отсутствие вредных выбросов, размещение в жилой зоне

3 Область применения проекта (технологии)

Для переработки ТБО и автономного электро- и теплоснабжения удаленных населенных пунктов, предприятий, воинских частей.

4 Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

В настоящее время планируется выпуск опытной партии установок для конкретных потребителей в народном хозяйстве России. Заинтересованность потребителей высокая.

# 49. Российский Государственный Аграрный Университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

**Руководитель проекта:** Корнеев Виктор Михайлович, доцент кафедры «Стандартизации, метрологии и управления качеством»
tsmo@rgau-msha.ru petrick.dmitry2016@yandex.ru

**Проект: Интенсификация процесса очистки деталей в погружных моечных машинах**

1. Для решения задач надежного обеспечения страны продуктами питания и сырьем, наряду с укреплением материально-технической базы сельского хозяйства необходимо улучшить качество ремонта и поднять уровень технической готовности машин и оборудования, не допускать их преждевременного списания. Повышение качества ремонта и обслуживания техники зави¬сит от множества факторов, среди которых важное ме¬сто принадлежит очистке агрегатов, сборочных единиц и от¬дельных деталей. Хорошая очистка поверхностей деталей предотвращает их преждевременный износ, повышает срок службы, позволяет сэкономить материалы. От качества очи¬стки зависит правильность дефектовочных работ, производительность труда и общая культура производства. Плохая очистка деталей перед их сборкой снижает послеремонтный ресурс машин до 30%, производительность труда - до 8 %. Процесс очистки весьма трудоемкий, составляет до 10% трудоемкости изготовления машин. Разработка новых эффективных и совершенствование существующих способов очистки являются большим резервом по снижению расхода энергии и материалов. Это подтверждает, что проблема очистки изделий является весьма актуальной и имеет важное народнохозяйственное значение.
2. Преимущества погружного способа по сравнению с аналогами:

- возможность использования эффективных моющих средств с высоким содержанием поверхностно-активных веществ;
- возможность использования высокоэффективных эмульгирующих моющих средств на основе углеводородных и галоген - содержащих органических растворителей, других агрессивных, вредных и легко испаряющихся очищающих агентов;
- возможность использования моющих жидкостей при любых высоких температурах, вплоть до температуры кипения, в то время как при струйном способе рабочая температура ограничивается кавитационными явлениями в перекачивающих и напорных насосах;
- простота конструкции оборудования, удобство неэкономичность его эксплуатации;
- широкий выбор способов интенсификации.

3. Новая технология очистки применяется для повышения качества ремонта и обслуживания техники. Хорошая очистка поверхностей деталей предотвращает их преждевременный износ, повышает срок службы, позволяет сэкономить материалы.

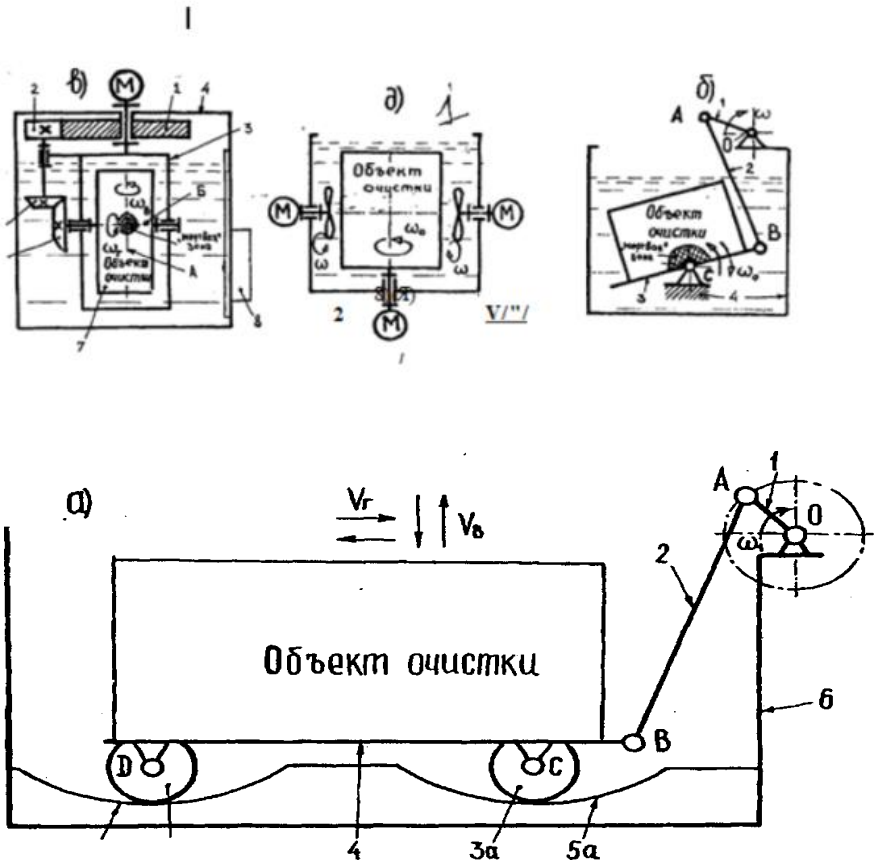



Рис.1.1. Кинематические схемы погружных моечных машин

От качества очистки зависит правильность дефектовочных работ, производительность труда и общая культура производства. Плохая очистка деталей перед их сборкой снижает послеремонтный ресурс машин до 30%, производительность труда - до 8 %. Процесс очистки весьма трудоемкий, составляет до 10% трудоемкости изготовления машин.

По итогу проведённых исследований, количество моечных машин, в ремонтно-обслуживающих предприятиях составляло около 50 тысяч единиц, их стоимость 132,6 миллион рублей. Установленная мощность электродвигателей моечных машин составляет 840 тысяч кВт, или 20 % общей установленной мощности на ремонтно-технических предприятиях. Ежегодно для очистки расходуется 20,0 тысяч тонн моющих средств, очисткой машин занято около 25,0 тысяч рабочих.

4. Экономический эффект от использования моечной машины, для очистки топливных насосов и ответственных деталей в ремонтно-технических предприятиях районов Республики Татарстан составляет 235 180 рублей в ценах 2021 г.

Общий годовой экономический эффект от внедрения моечных машин с активаторами на базе пространственных механизмов в условиях Татарстана составляет более 900 тысяч рублей в ценах 2021 г.

**Руководитель проекта:** Белопухов Сергей Леонидович, Исполняющий обязанности Директора Института агробиотехнологий в составе РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, доктор сельскохозяйственных наук, кандидат химических наук, профессор
sbelopuhov@rgau-msha.ru

**Проект: Органо-минеральный комплекс из льняной костры (Бозотходные технологии в аграрной сфере)**

На основании экспериментальных данных предложены оптимальные условия для экстракции из льняной костры органо-минерального комплекса. Экспериментально обоснованы наиболее оптимальные дозы применения органо-минерального комплекса при выращивании белого люпина и льна-долгунца. Установлено, что предпосевная обработка семян органо-минеральный комплексом (концентрация препарата 0,01%, ОМК норма расхода 10 л/т) способствует повышению урожайности семян на 14-18%, при увеличении содержания белка на 3-5%. Применение ОМК при выращивании льна-долгунца при двукратной обработке растений способствует увеличению урожайности льноволокна на 14–16%, получению качественного волокна с повышенными (на 15-20%) физико-механическими характеристиками. Полученные данные являются основой для разработки рекомендаций по использованию органо-минерального комплекса в технологиях возделывания белого люпина и льна-долгунца. Предложены усовершенствованные методики с применением ближней инфракрасной спектроскопии и термохимического анализа для оценки качества волокна и химического состава семян белого люпина.

2. Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

Последние исследования показали возможность использования гуминовые кислоты (ГВ) для разработки удобрений с замедленным или контролируемым высвобождением питательных элементов, что позволяет обеспечить растения в течение всего жизненного цикла (Davidson, Gu, 2012). Азотные удобрения, покрытые ГК, более эффективно используются, так как снижается гидролиз мочевины и процессы нитрификации. Erro J. и др. (2007) исследовали удобрения ГВ-NPK и наблюдали уменьшение потерь аммиака, снижение выщелачивания азота, и увеличение роста растений по отношению к контролю (NPK без использования ГВ). Взаимодействие фосфатов с ГВ уменьшает их связывание в почве, и делает более доступными для растений (Alvarez с соавт., 2004; Hua с соавт., 2008; Schefe с соавт., 2008). Canellas с соавт. (2013) установили возможность использования ГВ совместно с ризобактериями для стимулирования роста растений. Авторы предположили, что ауксино-подобное действие ГВ может стимулировать образование корневых клубеньков. Они обнаружили, что инокуляция растений 26 кукурузы бактериями Herbaspirillum seropedicae с 20 мг/мл ГВ улучшает развитие клубеньков, однако при более высокой дозе ГВ ингибируют развитие бактерий. Полевые опыты подтвердили увеличение урожайности кукурузы на 45–48% при использовании бактерий совместно с ГВ. Согласно В.В. Родэ (1994) биологическая активность гуматов натрия, полученных из бурых углей, изменялась в зависимости от содержания активных функциональных групп. Наибольшей биологической активностью (прирост массы растений в % к контролю) обладали препараты, содержащие большее количество фенольных групп: биологическая активность 30–35%, содержание фенольных групп 2,2 – 2,9 мг-экв/г, 17-21% - 1,5-1,7 мг-экв/г, 13-15% - 1,1-1,4

мг-экв/г. При этом содержание карбоксильных групп изменялось в пределах 3,0–4,3 мг-экв/г, хиноидных групп – 1,0-2,1 мг-экв/г, но различия по содержанию этих групп не оказывали значительного влияния на величину биологической активности. Использование ГВ в сельскохозяйственной практике во многом связано с биологической активностью препаратов, обусловленной наличием в них заметного количества карбоксильных, фенольных и хиноидных групп. ГВ – экологически чистые, биологические стимуляторы роста и развития растений. Гуматы натрия снижают действия токсичных химических веществ на растения, уменьшают накопление их в растительной массе, в плодах и овощах. Они увеличивают всхожесть семян и энергию прорастания, способствуют прививаемости, росту и развитию растения (Шумейко М.В. 2008). Таким образом, анализ литературных данных показал, что использование ГВ приводит к увеличению урожайности сельскохозяйственных культур до 30%. При применении гуминовых препаратов на зерновых культурах увеличивается урожайность зерна (от 15 до 20%), по сравнению с внесением минеральных удобрений, а также более высокое содержание общего азота в зерне (Garcı´a A.C. с соавт., 2014). При использовании гуминовых препаратов на льне-долгунце наблюдается увеличение содержания волокна до 37% (Чудинова Ю.В., 2010). На основании многочисленных опытов с ГВ в лабораторных и полевых условиях получено подтверждение влияния данных веществ на ростовые 27 процессы различных растений. Влияние ГВ на ростовые процессы проявлялось как в стимулировании, так и торможении, в зависимости от исходного сырья для получения ГВ, способа получения, концентрации и исследуемых растений. Экспериментально подтверждено, что ГВ обладают стимулирующим и адаптогенным действием на клеточных и субклеточных уровнях.

3. Область применения проекта (технологии)

Многочисленные исследования указывают на возможность применения ГВ в качестве стимуляторов роста и развития растений, для защиты растений в условиях различных абиотических стрессов, что приводит к повышению урожайности и качества сельскохозяйственной продукции.

4. Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

Экономические достоинства применения данных комплексов не вызывает никаких сомнений.

Растительные остатки, остающиеся после переработки льняной тресты, накапливаются в отвалах, либо сжигаются, что приводит к загрязнению окружающей среды. Растительные компоненты, находящиеся в отвалах, с течением времени под действием природно-климатических факторов и микроорганизмов подвергаются процессам гумификации и минерализации с образованием ценных гуминовых веществ (ГВ). Эти специфичные органические соединения представляют собой компоненты высокомолекулярных азотсодержащих кислот, элементный состав которых меняется в зависимости от условий образования и исходного сырья. Воздействуя различными экстрагентами на гумифицированные растительные остатки можно экстрагировать органоминеральный комплекс (ОМК), основным компонентом которого являются гуминовые и фульвокислоты. Спектр применения данных веществ в промышленности и сельском хозяйстве очень широк. Глубокая переработка отходов льняного комплекса позволит рационально и экономически более эффективно использовать всю биомассу растений.

5. Другие важные сведения

При этом важной нерешенной проблемой остается выбор оптимальных условий извлечения полезных компонентов из растительного сырья. Отсутствуют данные о влиянии применения органо-минерального комплекса из льняной костры на урожайность и качество продукции льна-долгунца.

Новый технологический уклад, применяемый в настоящее время в агропромышленном комплексе, ставит новые задачи перед наукой.

Рост антропогенной нагрузки на окружающую среду приводит к сокращению ресурсов и появлению задачи регулирования и рационализации природопользования. Это возможно путем внедрения малоотходных и безотходных технологий, основанных на использовании всех сырьевых ресурсов, в том числе целлюлозосодержащих отходов, которые образуются и накапливаются на предприятиях агропромышленного комплекса.

В настоящее время основная часть растительной биомассы - отходы АПК используются нерационально. В процессе переработки растительного сырья (например, льна) остаётся значительное количество отходов, которые, по нашему мнению, должны быть переработаны для получения физиологически активных веществ и других продуктов.

Крупнотоннажным отходом при получении льняного волокна является – костра. Костра - одревесневшие части стеблей прядильных растений (льна, конопли), получаемые при их первичной обработке.

1) Льняная костра является ежегодно возобновляемым источником растительных остатков, который может служить исходным материалом для получения органо-минерального комплекса обладающего биологической активностью

2) Эффективность действия органо-минерального комплекса на растения льна-долгунца сорта Антей проявляется как в увеличении урожайности соломки, волокна и семян, так и улучшении физико-механических характеристик, изменении соотношений химических веществ и элементов в растении

Костра состоит из целлюлозы (45–58 %), лигнина (21-29 %) и пентозанов (23-26 %) и других компонентов.

В 80-х годах XX века лен-долгунец выращивали на площади более 2,0 млн. га, урожайность льносоломы составляла 30-32 ц/га, на долю отходов (костры) приходилось 70% биомассы (Белопухов С.Л., 2008). Соответственно 21–22,5 ц/га составляли отходы.

В настоящее время урожайность льносоломы достигает 50–60 ц/га, что приводит к увеличению отходов.

Растительные остатки, остающиеся после переработки льняной тресты, накапливаются в отвалах, либо сжигаются, что приводит к загрязнению окружающей среды. Растительные компоненты, находящиеся в отвалах, с течением времени под действием природно-климатических факторов и микроорганизмов подвергаются процессам гумификации и минерализации с образованием ценных гуминовых веществ (ГВ).

Эти специфичные органические соединения представляют собой компоненты высокомолекулярных азотсодержащих кислот, элементный состав которых меняется в зависимости от условий образования и исходного сырья. Воздействуя различными экстрагентами на гумифицированные растительные остатки можно экстрагировать органо-минеральный комплекс (ОМК), основным компонентом которого являются гуминовые и фульвокислоты. Спектр применения данных веществ в промышленности и

сельском хозяйстве очень широк.

Глубокая переработка отходов льняного комплекса позволит рационально и экономически более эффективно использовать всю биомассу растений.

Многочисленные исследования указывают на возможность применения ГВ в качестве стимуляторов роста и развития растений, для защиты растений в условиях различных абиотических стрессов, что приводит к повышению урожайности и качества сельскохозяйственной продукции.

**Руководитель проекта:** Васенев Иван Иванович, Заведующий кафедрой экологии, заведующий лабораторией агроэкологического мониторинга, моделирования и прогнозирования экосистем
vaasenev@rgau-msha.ru

**Проект: Интеллектуальные СППР разработки, верификации и трансфера наилучших доступных углерод-сберегающих технологий использования черноземных почв**

1. Описание проекта

Проект направлен на решение фундаментальной проблемы современного сельскохозяйственного землепользования, почвоведения и экологии – разбалансированности сезонно-годичных и многолетних циклов почвенного углерода в условиях большинства активно используемых наземных экосистем. Для ее решения необходим системный анализ с использованием сквозных цифровых технологий регионально-типологически и агроэкологически обусловленных закономерностей влияния современных изменений в землепользовании на сезонную динамику почвенных пулов и потоков углерода.

Понимание этих закономерностей позволяет переходить к регионально дифференцированной оценке лимитирующих экологических факторов сохранения почвенного органического углерода за счет минимизации процессов его минерализации и почвенной эмиссии CO2. Построенная на результатах такой оценки агроэкологическая типизация земель создает информационно-методическую основу для эффективного трансфера локально верифицированных наилучших доступных технологий по снижению углеродного следа сельскохозяйственной продукции и улучшению сбалансированности сезонно-годичных и многолетних циклов почвенного углерода как основы устойчивого плодородия черноземных почв и эффективного стока углерода атмосферы.

Ее использование в качестве профильной базы знаний интеллектуальной системы поддержки принятия решений по агроэкологической (функционально-экологической) оптимизации землепользования создает эффективный инструмент оперативного выбора, трансфера и корректировки наилучшей доступной для конкретных земельных участков и прогнозируемых для них агроклиматических условий углерод-сберегающей агротехнологии и углеродно-нейтральной структуры использования черноземных почв.

2. Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

Использование современных инструментальных методов исследования (станции вихревых ковариаций с периодичностью наблюдения в 10-20 Герц, мобильные газоанализаторы, БПЛА, пространственно распределенные IoT датчики мониторинга) с использованием традиционных балансовых методов почвенно-экологических и гидрофизических исследований, открытых источников массовых метеорологических данных, регионально адаптируемых моделей агроэкологической оценки земель и моделирование сезонной динамики продукционного процесса обеспечивает информационно-методическую основу для количественной оценки основных процессов трансформации, миграции и круговорота углерода в исследуемых почвах и агроэкосистемах с различным уровнем применяемых агротехнологий, анализа их изменений в сравнении с природным фоном и другими вариантами землепользования, прогноза их дальнейшего развития и влияния на профильные экологические и

агроэкологические функции почв.

Полученные ранее результаты и модели будут полезны для развития, регионально-типологической верификации и локализации информационно-аналитических алгоритмов и нормативов экологической и агроэкологической оценки почв по содержанию гумуса (органического углерода), дыханию почв (почвенной эмиссии CO2), потоков и балансу углерода в звеньях севооборота – с сертифицирующим расчетом карбонового футпринта получаемой сельскохозяйственной продукции и его составляющих по основным элементам применяемых при этом агротехнологий.

Китайские коллеги из Института охраны почв и водных ресурсов Академии наук Китая и Северо-Западного A&F университета в провинции Шэньси имеют богатый опыт детальных исследований, моделирования, поискового и нормативного прогнозирования лимитирующих экологических факторов и процессов биогеохимических циклов углерода и других биогенных элементов в условиях длительного применения агротехнологий разного уровня интенсивности, выраженной почвенной эрозии и природоохранного изменения структуры землепользования. Сопряженные с ними исследования будут чрезвычайно полезны для развития рамочных агроэкологических моделей и систем поддержки принятия решений по агроэкологической оптимизации систем земледелия и агротехнологий – с учетом их влияния на круговорот углерода, углеродный баланс почв, плодородие земель и карбоновый футпринт сельскохозяйственной продукции (как критериев наилучших доступных агротехнологий).

В свою очередь, российская часть команды обладает очень интересным для китайских коллег опытом разработки автоматизированных систем агроэкологической оценки почв (РАСКАЗ, 2005) и агроэкологической оптимизации земледелия (ЛИССОЗ, 2005; КАСКАД, 2012), региональных баз данных прямого измерения почвенных потоков CO2 в условиях Центрального региона России (2015) и межрегиональных агроклиматических баз данных (2022). В созданной при поддержке гранта Правительства РФ в 2011 году Лаборатории агроэкологического мониторинга, моделирования и прогнозирования экосистем были установленные первые в России станции агроэкологического мониторинга методом вихревых ковариаций потоков CO2 на уровне полевых агроэкосистем (2012; 2017), а затем и станция мониторинга потоков в урбоэкосистемах (2013; 2019; 2021).

Рамочные, регионально и локально адаптируемые, агроэкологические модели и интеллектуальные СППР будут учитывать характерное для переходной от леса к степи зоны России и Китая повышенное разнообразие и динамику почвенно-агроэкологических, агроклиматических и агротехнологических условий и запросов сельскохозяйственного производства – на фоне глобальных изменений климата, экономики и технологий земледелия и землепользования.

3. Область применения проекта (технологии)

Анализ взаимосвязи углеродных циклов регионально-представительных экосистем и обратной связи с климатом: характеристики реагирования и адаптации углеродного цикла к изменению климата анализируются с использованием модели Orchidee. Она может имитировать воздействие и реакцию фотосинтеза, распределение продуктов фотосинтеза, разложение подстилки и органического вещества почвы, влажность почвы, динамику растительности, изменения в землепользовании и другие природные и антропогенные процессы на климатическую систему. После корректировки модели и локализации параметров ее можно использовать для анализа взаимосвязи между углеродным циклом

экосистемы и обратной связью с климатом в исследуемой области проекта.

На основе системного анализа природных условий и факторов, определяющих землепользование в каждой области исследований, с использованием целевым образом подобранного семейства адаптированных к задачам проекта моделей интеграционного анализа и прогнозирования будет разработана регионально-адаптируемая рамочная модель углерод-сберегающего климатически-сбалансированного управления земельными ресурсами и основанная на ней интеллектуальная система поддержки принятия решений по управлению земельными ресурсами (LUMDSS) в различных регионах евразийской переходной зоны между лесами и степью – с использованием интегральных алгоритмов агроэкологической оптимизации применяемых технологий по результатам анализ углеродного следа и его нормативного прогнозирования.

Объединяя методические и технологические достижения всех членов авторского коллектива Китая и России и органично сочетая соответствующие технологии в ходе совместных исследований, участники команды смогут значительно расширить существующее понимание ключевых механизмов воздействия изменений в землепользовании на углеродный цикл почвы в Евразийской Лесостепной зоне. Проект внесет существенный вклад в разработку регионально-адаптируемых моделей почвенного углеродного цикла и углерод-сберегающего климатически-сбалансированного управления земельными ресурсами для этой переходной, экологически очень значимой, но ранимой зоны между лесами и степью.

4. Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

Переходная зона от лесных к степным природным экосистемам традиционно играет чрезвычайно важную роль в развитии сельского хозяйства, продовольственной и экологической безопасности исторических и активно развивающихся регионов России и Китая, включает северный маршрут "Один пояс, один путь" и имеет большое значение для поддержания и улучшения экологической среды этого жизненно важного региона (Jin et al., 2022).

Повышенная актуальность ее исследований нашла отражение в создании в рамках Глобального почвенного партнерства (GSP) при ФАО Международной сети черноземных почв (INBS – Харбин, 2018) и, по поддержанной GSP инициативе Китайской Народной Республики Международного института черноземных почв (2021). Региональное высыхание при потеплении климата может сократить половину лесов в российской переходной зоне между лесами и степью, со смещением границы лесов и степей Центральной Сибири к северу на 10 градусов широты. Поэтому, учитывая часто синергетическое взаимодействие деятельности человека и изменения климата, очень важно совершенствовать экологически обоснованное управление землепользованием в переходной зоне между лесами и степью – учитывая регионально-типологические особенности почв и земель для снижения экологических и экономических рисков земледелия (Di Paola, 2018; Васенев и др., 2019; Шоба и др., 2020; Красильников и др., 2021; Savin et al., 2021).

# 50. Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)

**Руководитель проекта:** Захарьева Наталья Николаевна, Профессор кафедры физиологи, /главный научный сотрудник лаборатории спортивной медицины научно-исследовательского института спорта и спортивной медицины Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)», доктор медицинских наук, доцент
zakharyeva.natalia@mail.ru

**Проект: Новые технологии восстановления юных футболистов с использованием современных аппаратных методик**

Актуальность исследования. В настоящий момент существует достаточное количество методик, обеспечивающих процесс восстановления юных футболистов. Однако, на данный момент, одним из самых значимых и перспективных направлений по оптимизации процесса восстановления юных квалифицированных футболистов является применение современных физиотерапевтических аппаратных методик. Данное направление имеет особую актуальность у юных футболистов, когда процессы адаптации пластичны, кумулятивный эффект формируется быстро, и рабочий эффект может быть максимальным.

Объект исследования – особенности физической работоспособности, функционального состояния, функциональной подготовленности и процесс восстановления юных квалифицированных футболистов.

Предмет исследования – содержание методики восстановления физической работоспособности, функционального состояния, функциональной подготовленности юных квалифицированных футболистов с использованием современных аппаратных методов и организационно-педагогические условия ее реализации.

Цель исследования: разработать методические рекомендации к оптимизации процесса восстановления юных футболистов с применением современных физиотерапевтических аппаратных методик.

Задачи исследования:

1.Изучить особенности функционального состояния и кондиционных качеств у юных футболистов различного игрового амплуа.

2.Изучить специфику рабочих эффектов применения современных физиотерапевтических аппаратных методик на оптимизацию процесса восстановления у юных футболистов.

3.Разработать оптимальные схемы применения современных аппаратных физиотерапевтических методик для квалифицированных юных футболистов различного игрового амплуа.

4.Разработать методические рекомендации к оптимизации процесса восстановления

юных футболистов с применением современных физиотерапевтических аппаратных методик.

Планируемые результаты:

-планируется провести исследование 200 юных футболистов различного амплуа;

-планируются следующие методы исследования: стабилометрия, электроэнцефалография, электромиография оценка вариабельности сердечного ритма (прибор «Варикард»), функциональные пробы (ортостатическая проба, проба с умственной работоспособностью), спирометрия, электрокардиография; оценка физических качеств: измерение мышечной силы при сгибании и разгибании позвоночника; точности мышечных усилий (динамометрический метод); физическая работоспособность (гарвардский степ-тест, PWC170); гибкости (проба наклона на скамье); психофизиологическое тестирование (реакция на движущийся объект, простая зрительно-моторная реакция, теппинг-тест и др.).

-планируется разработать методические рекомендации по восстановлению спортивной работоспособности футболистов юниорских команд посредством специальных аппаратных методик.

2. Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

3. Область применения проекта (технологии)

3.1. Полученные результаты будут полезны для оптимизации тренировочного процесса юных футболистов

3.2. В учебно-исследовательской деятельности.

3.3. В образовательных учреждениях по физической культуре и спорту (в НИИ и лабораториях, занимающихся проблемами восстановления футболистов и спортсменов – игровиков после физических нагрузок).

3.4. При подготовке и повышении квалификации тренеров и специалистов в области физического воспитания, физиологии, теории и методики избранных видов спорта.

Данные научных разработок могут использовать центры спортивной подготовки спортсменов, федерации спорта.

4. Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

4.1. Сокращение сроков восстановления юных футболистов после перенесенных физических нагрузок.

**Руководитель проекта:** Захарьева Наталья Николаевна, Профессор кафедры физиологии, главный научный сотрудник лаборатории спортивной медицины научно-исследовательского института спорта и спортивной медицины Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)», доктор медицинских наук, доцент
zakharyeva.natalia@mail.ru

**Проект: Влияние психоэмоционального напряжения на результативность спортсменов на соревнованиях**

Актуальность исследования: одной из актуальных проблем, которая стоит перед спортсменами высокой спортивной квалификации – проблема преодоления стресса и сильного психоэмоционального напряжения на соревнованиях. Успешность выступления спортсмена на соревнованиях во многом зависит от его психоэмоциональной устойчивости. В зависимости от степени выраженности эмоционального фона спортсмена могут быть как полезные, так и негативные трансформации соревнующегося спортсмена, что сказывается на координации движений, точности рефлекторных двигательных реакций. Изучение влияния психоэмоционального напряжения на функциональное состояние и физические качества спортсменов имеет большие перспективы в спортивной физиологической науке, так как способствует ранней диагностике качества адаптационного потенциала организма спортсмена, профилактике травматизма, улучшению спортивных соревновательных результатов.

Объект исследования – психофизиологические характеристики спортсменов высокой квалификации с различным уровнем психоэмоционального напряжения.

Предмет исследования – взаимосвязь психофизиологических характеристик, физической работоспособности и спортивной результативности спортсменов высокой квалификации с различным уровнем психоэмоционального напряжения.

Цель исследования: определение физиологических критериев прогнозирования степени психоэмоционального напряжения спортсменов высокой квалификации и разработка полезных математических моделей для ранней диагностики спортсменов с различным психоэмоциональным напряжением.

Задачи исследования:

1.1. Разработать алгоритм оценки степени психоэмоционального напряжения спортсменов высокой квалификации на основании данных психофизиологического тестирования и вегетативного баланса.

1.2. Определить степень диагностической ценности психофизиологических методик для выявления уровня психоэмоционального напряжения спортсменов высокой квалификации.

1.3. Разработать полезные математические модели, позволяющие определить степень психоэмоционального напряжения спортсменов.

1.4. Разработать методические рекомендации по определению степени психоэмоционального напряжения спортсменов высокой квалификации различными психофизиологическими методами.

Планируемые результаты:

– планируется разработать алгоритм оценки степени психоэмоционального напряжения спортсменов высокой квалификации на основании данных психофизиологического тестирования и вегетативного баланса;

– планируется выявить статистически значимые различия показателей функционального состояния спортсменов высокой квалификации с различным уровнем психоэмоционального напряжения по данным параметров регуляторных систем организма (вегетативного баланса, вариабельности ритма сердца и психофизиологических характеристик);

– планируется разработать полезные математические модели, позволяющие определить степень психоэмоционального напряжения спортсменов;

– планируется защита кандидатской диссертации на соискание степени кандидата биологических наук Коняевым И. Д., прикрепленным к лаборатории спортивной медицины научно-исследовательского института спорта и спортивной медицины, кафедре физиологии РГУФКСМиТ;

2. Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

3. Область применения проекта (технологии)

3.1. Полученные результаты будут полезны для оптимизации тренировочного процесса спортсменов высокой квалификации.

3.2. В учебно-исследовательской деятельности.

3.3. В образовательных учреждениях по физической культуре и спорту (в НИИ и лабораториях, занимающихся проблемами адаптации организма спортсменов высокой квалификации к физическим нагрузкам).

3.4. При подготовке и повышении квалификации тренеров и специалистов в области физического воспитания, физиологии, теории и методики избранных видов спорта.

Данные научных разработок могут использовать центры спортивной подготовки спортсменов, федерации спорта (РТС, ФТСАРР и др.).

4. Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды).

# 51. Российский новый университет

**Руководитель проекта:** Хакимова Аида Хатифовна, Ведущий научный сотрудник/кандидат биологических наук, доцент
aida_khatif@mail.ru ol-zolot@yandex.ru

**Проект: Мультимодальная медицинская интеллектуальная система поддержки знаний на основе больших данных для раннего выявления и прогнозирования хронических заболеваний**

Заявка представляет собой продолжение проекта «Мультимодальная медицинская интеллектуальная система поддержки знаний на основе больших данных для раннего выявления и прогнозирования хронических заболеваний», выполняемого совместно с Технологическим университетом г. Хэфей (Китай).

К настоящему времени был разработан проект многоязычной динамической интеллектуальной системы извлечения знаний на основе обработки больших данных, сочетая искусственные нейронные сети и динамическую (темпоральную) многоязычную онтологию.

Работа системы включала в качестве начального этапа формирование коллекций научных публикаций на базе электронной библиотеки PubMed (процесс 1 на рисунке). Тексты подвергаются экспертной обработке и при помощи моделей машинного обучения с целью выделения именованных сущностей и отношений между ними (процессы 2–6).

Документ в хранилище представляется в виде концептуальной структуры с использованием терминов динамической онтологии. Концептуальная структура документа (КСД) представляет собой совокупность концептов ключевых терминов, встречающихся в документе. КСД носит темпоральный (динамический) характер, поскольку в онтологии могут появляться новые значения терминов и/или связи между значениями. КСД предназначена для навигации эксперта по терминам и их значениям, отношениям между значениями терминов, а также для семантического анализа программно обнаруженных новых терминов, новых значений известных терминов.

Разработаны алгоритмы расчета тенденций для ключевых терминов и определения новых терминов, отражающих знания, извлекаемые методами глубокого машинного обучения с применением искусственной нейронной сети (процессы 7–8). На основании тематического моделирования выделяются стадии заболевания (процесс 9).

Разработана пилотная версия программы «Term-stat» для обработки неструктурированной текстовой информации с целью выделения в тематической области ключевых как традиционных, так и новых терминов и определения трендов изменений их значений.

Разработаны основные этапы информационной технологии обработки текстов медицинских документов. Информационная технология включает 14 этапов (рисунок).

Работа системы включает анализ медицинских клинических данных, аналогичный обработке научных текстов (процессы 10–12).

В результате автоматизированной обработки источников формируются словари терминов, сопоставление которых позволит выявить противоречия между обновляемыми научными знаниями и клинической практикой. Устранение противоречий позволит

повысить эффективность менеджмента хронических заболеваний.

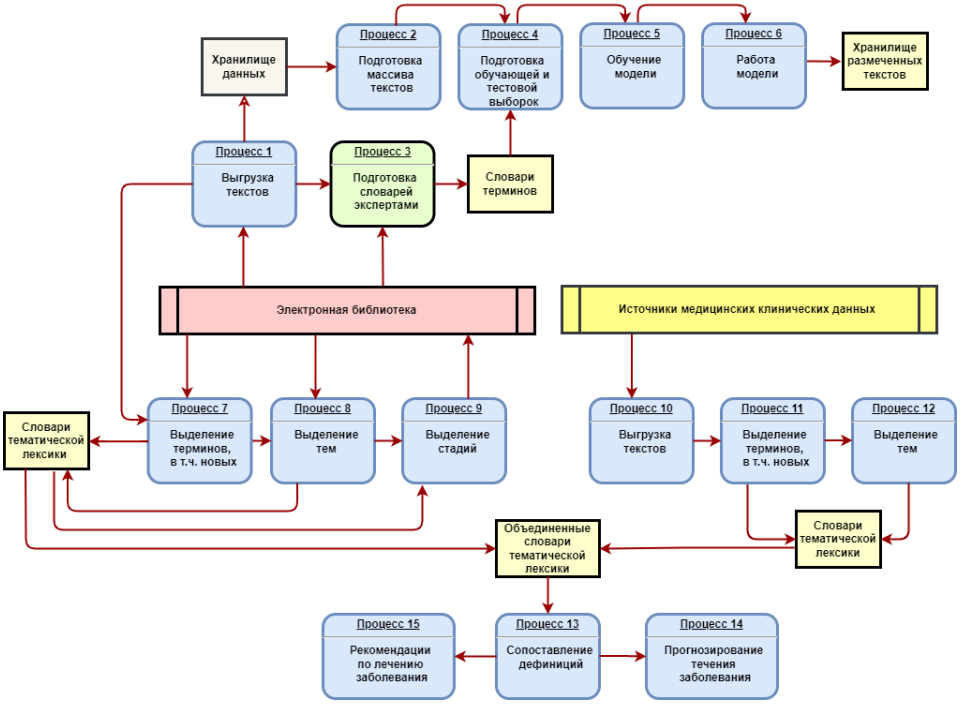
Мы планируем продолжить разработку интеллектуальной мультимодальной системы, в которой совместно работают подсистемы извлечения знаний из медицинских документов и подсистема менеджмента хронических заболеваний. Под менеджментом хронических заболеваний мы подразумеваем выделение стадий заболеваний, соотнесение диагностических признаков со стадиями, разделение методов лечения в зависимости от стадии заболевания, прогнозирование течения заболевания.

Основные ожидаемые результаты проекта состоят в следующем:

- алгоритмы расчета трендов для ключевых терминов и выявления новых терминов, отражающих знания, извлекаемые методами глубокого машинного обучения;

- программное приложение для анализа стадийности хронических заболеваний и их прогнозирования хронических заболеваний на основе темпоральной онтологии терминов и обученных нейронных сетей;

- комплекс программ для создания подсистемы извлечения знаний из медицинских документов и применения извлеченных знаний для подсистемы менеджмента хронических заболеваний для раннего выявления и прогнозирования хронических заболеваний.




2. Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

Подобная система имеет важное практическое значение. Современный мир характеризуется появлением новых заболеваний и изменением течения известных болезней. Успехи медицинской науки, изменение взгляда на старые заболевания вызывают необходимость динамического отслеживания и коррекции информации о симптомах болезней, их последствий, методах их лечения и релевантных медикаментах.

3. Область применения проекта (технологии)

Управление хроническими заболеваниями как инновационный подход в системе здравоохранения

4.Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

Социальная значимость ожидаемых результатов заключается в определении перспектив раннего выявления и прогнозирования хронических заболеваний для практиков с точки зрения технологических изменений и разработок в сфере медицины, выявления новейших исследовательских тем в технологических медицинских инновациях. Использование многоязычной системы знаний позволит укрепить международное сотрудничество в этой сфере.

5. Другие важные сведения

НИР на последней стадии разработки и заканчивается в 2022 году, будет действующий лабораторный образец системы

# 52. Ростовский государственный университет путей сообщения

**Руководитель проекта:** Шаповалов Владимир Владимирович, Преподаватель кафедры «Транспортные машины и триботехника», профессор, доктор технических наук
sha.vv@bk.ru

**Проект: Создание автоматической коробки перемены передач на базе основ динамической анизотропии фрикционных связей**

На сегодняшний день в управлении разнообразными механизмами и машинами широко применяют соединительные управляемые муфты различной конструкции. Одной из модификаций комбинированного усилительного звена является муфта-шестерня (рисунок 1), реализованная в виде обгонной муфты-включения. В конструкции данной муфты-шестерни включено мощное усилительное звено в виде зеркальной обгонной муфты (рисунок 2) с электронно-электромагнитным управлением. Наличие такого звена и разработанный алгоритм управления этим элементом позволил создать высоконадежную, инновационную и конкурентоспособную импортозамещающую автоматическую силовую трансмиссию для различных мобильных технических систем.

Муфта-шестерня помимо передачи вращающего момента, также выполняет функцию предохранительной муфты, то есть при высоком вращающем моменте происходит проскальзывание. Коэффициент усиления данного звена $К_{ус} \rightarrow \infty$ за счет реализации в нем динамической анизотропии фрикционных связей.

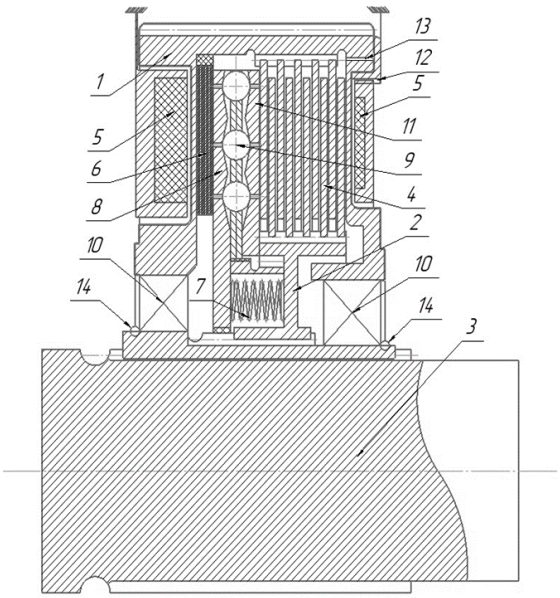



Рисунок 1 – Чертеж муфты-шестерни для тихоходных мобильных технических систем: 1 – ведущая полумуфта; 2 – ведомая полумуфта; 3 – вал; 4 – пакет фрикционных дисков; 5 – пусковой электромагнит; 6 – плавающие диски; 7 – возвратная пружина; 8 – ведущий диск включения, 9 – тело качения; 10 – подшипник; 11 – ведомый диск включения; 12 – шлицевое соединение; 13 – резьба; 14 – стопорное кольцо

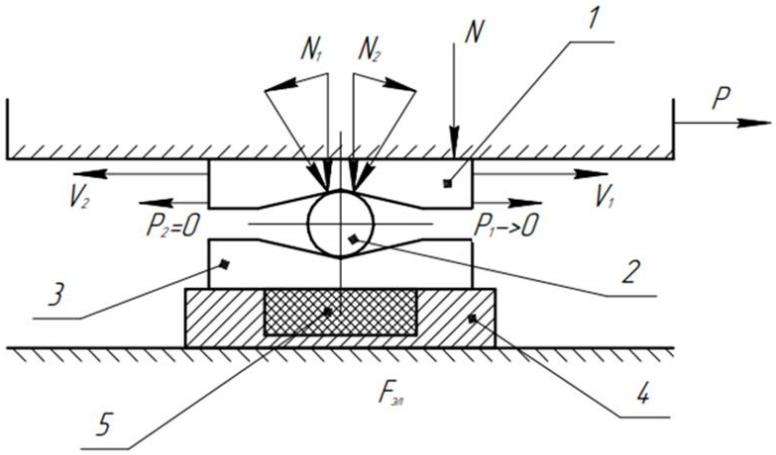



Рисунок 2 – Схема зеркальной обгонной муфты: 1 – ведомая полумуфта; 2 – тело вращения; 3 – ведущая полумуфта; 4 – первичный вал; 5 – электромагнит

В связи с наличием многодисковой муфты в первоначальной модификации муфты-шестерни возникают значительные потери мощности, до 1% на каждой передаче, поэтому было решено отказаться от многодисковой мокрой муфты в этом узле и перейти к сухой двухдисковой муфте, в которой не будет динамических потерь энергии за счет завихрений, приводящих к значительным потерям энергии от гидравлических потоков, проходящих через зазоры многодисковой муфты. Управление муфтой-шестерней, а также создание максимального коэффициента усиления встроенного фрикционного усилительного звена (ФУЗ) обеспечено за счет реализации динамической анизотропии, при включении муфты на пусковой электромагнит 5 (рисунок 1) или 2 (рисунок 3) подается постоянное напряжение, а ее отключение осуществляется динамическим электромагнитным резонансным внешним воздействием электромагнитами 5 (рисунок 1) и 2 (рисунок 3) на динамическую подсистему фрикционного контакта ведомого и ведущего дисков. Встроенное фрикционное усилительное звено обладает высокой компактностью, что позволяет вписать его в тело шестерен АКПП. При этом коэффициент усиления ФУЗ на порядок выше по сравнению с другими типами усилителей фрикционных систем. В связи с вышесказанным предлагаемая конструкция обеспечивает значительное снижение затрат мощности на управление разработанной трансмиссией.

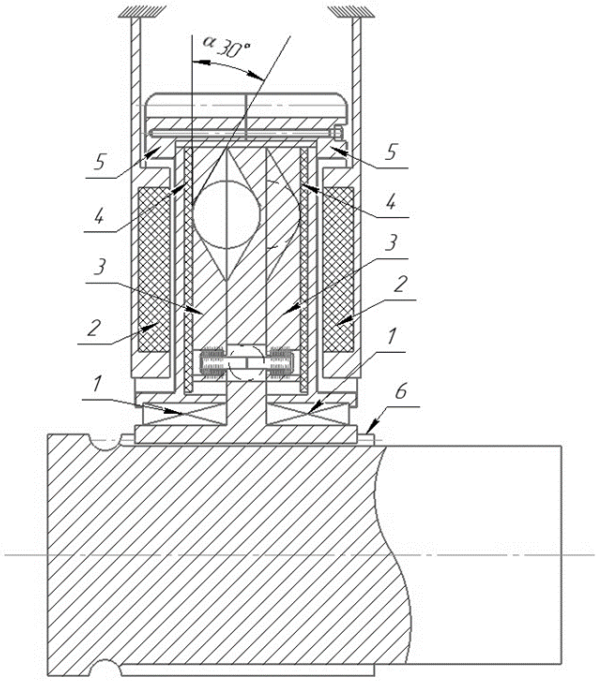



Рисунок 3 – Чертеж модернизированной муфты-шестерни для быстроходных и высокоскоростных технических систем: 1 – роликовый подшипник; 2 – пусковой электромагнит; 3 – диск включения; 4 – металлокерамический диск; 5 – полукорупус; 6 – шлицевое соединение.

Несмотря на многочисленные преимущества, муфта не лишена и недостатков, главный из них – необходимость применения источника резонансного электромагнитного динамического воздействия (электромагнита) с переменным по амплитуде и частоте воздействием на фрикционную подсистему.

В разработанной автоматической коробке перемены передач были учтены определенные особенности, позволяющие исключить явления разрыва потока передаваемой мощности и наличие высокого уровня динамических нагрузок при переходе с одной передачи на другую, так как муфты-шестерни являются согласованными системами, иными словами, они синхронизируют скорость вращения ведущего и ведомого валов. Также трансмиссия позволяет обеспечивать успешное и эффективное торможение двигателем за счет использования зеркальных обгонных муфт и имеет высокий уровень надежности, который возможен благодаря ее простоте.

Применяя в качестве основной схемы АКПП двухвальную систему, которая позволяет реализовать все передачи от первой до пятой передачи путем использования только одного зубчатого зацепления, имеющего уровень КПД до 0,98, данная система обладает максимальным уровнем КПД по сравнению с известными техническими решениями.

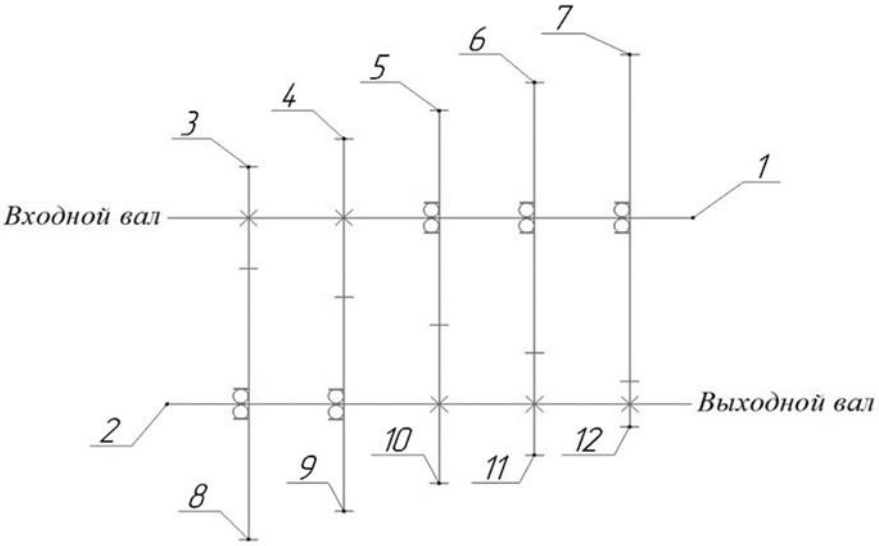



Рисунок 4 – Кинематическая схема пятиступенчатой коробки передач

На рисунке 4 представлены: 1, 2 – ведущий и ведомый валы; 3, 8 – ведомая и ведущая шестерня первой передачи; 4, 9 – ведомая и ведущая шестерня второй передачи; 5, 10 – ведомая и ведущая шестерня третьей передачи; 6, 11 – ведомая и ведущая шестерня четвертой передачи; 7, 12 – ведомая и ведущая шестерня пятой передачи.

Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

1) Высокий крутящий момент;

2) Время включения передач минимизировано по сравнению с иностранными аналогами;

3) Исключены разрывы потока мощности при переключениях;

4) Трансмиссия имеет высокую надежность за счет простоты конструкции;

5) Высокая компактность фрикционного усилительного звена (муфты-шестерни), что позволило уменьшить габариты КПП.

Область применения проекта (технологии)

Высокоэффективная трансмиссия для различных мобильных технических систем (автомобили грузовые и легковые, железнодорожный транспорт, дорожно-строительные машины, спецтехника, вертолеты)

Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

При необходимом финансировании (около 25 млн рублей) и проведении всех работ НИОКР, экономический эффект будет на должном уровне, продукт универсален и может быть использован в различных видах техники.

**Руководитель проекта:** Шаповалов Владимир Владимирович, Преподаватель кафедры «Транспортные машины и триботехника», профессор, доктор технических наук
sha.vv@bk.ru

**Проект: Повышение эффективности системы путь-подвижной системы путем внедрения технологии термометаллоплакирования подсистемы «колесо-рельс»**

Ресурсные характеристики, колес локомотивов и рельсов инфраструктуры важная проблема железнодорожных предприятий.

Суть технологии – это использование гребней локомотивов в качестве рабочего органа гребнерельсосмазывания (ГРС), с переносом специализированного экологичного СМ (смазочного материала) на боковую поверхность головки рельсов.

Кроме того, специальная обработка тяговых рабочих поверхностей бандажей позволит в будущем отказаться от применения пескоподачи в принципе и обеспечит рост тяги.

При этом, например, «залечивание» поверхностных дефектов контактной зоны, экономия ТЭР (топливно-энергетических ресурсов) являются естественными следствиями применения технологии ТМП.

Был проведен первый этап испытаний на Сахалине в начале 2022 года, совместно с конструктором сделаны несколько поездок в депо Москвы на локомотивы 2М62У, приступили к изготовлению очередных опытных образцов.

Внедрение технологии термометаллоплакирования взамен технологии пескоотдачи позволит:

А) Повысить на 50–80% стабильность и на 20–30% величину тягового усилия;

Б) Снизить на 2–5% уровень потерь тягового усилия локомотива, связанных с разрушением частиц кварцевого песка при использовании его в качестве активизатора (активатора) сцепления;

В) Снизить на 60–80% интенсивность изнашивания поверхности круга катания колес локомотива за счет устранения их абразивного изнашивания;

Г) Снизить до и после нормативных уровней шумы и вибрации связанных с фрикционным взаимодействием колес локомотива с рельсами;

Д) Увеличить до 10 тыс. и более км пробега локомотива при разовой заправке его активизатором (активатором) сцепления (брикетами ТМП);

Е) Увеличить на 20–50% межремонтные сроки эксплуатации ВСП (верхнего строения пути) за счет уменьшения его запесочивания;

Ж) Снизить на 20–40% силы поперечного крена при вписывании локомотива в кривые.

Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

1) Увеличение ресурса бандажей колесных пар на 30% и более

на порядок улучшает экономические показатели перевозок, снижает удельные показатели расхода топливно-энергетических ресурсов топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) на тягу поездов, улучшает удельные показатели перевозочного процесса, что является стратегически важной задачей железнодорожной отрасли.

2) 100 % экологичность технологии и применяемых материалов;

3) Патентная чистота и возможность развития технологии;

4) Комплексный подход к решению ресурсных задач как локомотивного комплекса, так и защиты дорогостоящей инфраструктуры путевого хозяйства.

Реализована модернизация внедренной на сети дорог холдинга РЖД технологии ГРС-РАПС «старого поколения», проект находится на стадии пилотного внедрения по уточнению геометрических параметров устройства подачи брикетов (стержней) для термометаллоплакирования (ТМП), продолжаются работы по адаптации технологии ТМП для работы в условиях северных широт на новых типах тягового подвижного состава.

е уровня шума;

5) Увеличение межремонтных сроков;

6) Снижение сил поперечного крена при вписывании локомотива в кривые.

3. Область применения проекта (технологии)

Железнодорожный транспорт

Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

При необходимом финансировании (около 25 млн рублей) и проведении всех работ НИОКР экономический эффект будет на должном уровне, продукт сможет найти свое применение на железнодорожном транспорте

Чистый денежный поток по проекту составляет порядка 300 тыс. рублей на секцию.

Срок окупаемости проекта - до 2-х лет.

Стоит напомнить о гибком, комплексном подходе к внедрению, поэтому стоимость проекта зависит от функционального наполнения ТЗ.

Например, бюджет на оборудование небольшого парка локомотивов (2–3 десятка) может составлять порядка 5 миллионов рублей.

# 53. Российский университет дружбы народов

**Руководитель проекта:** Лесных Валерий Витальевич, Доктор технических наук, профессор
vvlesnykh@gmail.com

**Проект: Моделирование межсистемного взаимодействия и оценки адаптивной устойчивости критически важных объектов инфраструктуры к внешним угрозам**

Актуальность предлагаемого проекта определяется несколькими взаимосвязанными факторами. Продолжающийся процесс урбанизации приводить к существенному росту концентрации систем жизнеобеспечения на относительно небольших территориях (т.н. инфраструктурно-сложные территории). Данный процесс также приводить к усиления взаимосвязи между такими системами. Анализ статистики аварий в системах жизнеобеспечения показывает, что в ряде случаев возможно каскадное развитие как в отдельных системах, так и между системами. Последствиями таких ситуаций являются катастрофические ущербы, высокие затраты и длительный период восстановления систем жизнеобеспечения. Таким образом, исследования, направленные на выявления условий возникновения и развития межсистемных аварий, включая системные и межсистемные каскады, безусловно являются актуальными.

Основное содержание проекта. В последние годы данная проблема получила самостоятельное развитие в рамках специализированного направления - “Resilience”. Несмотря на относительно длительный период исследований в рамках данной тематики, до сих пор отсутствует единое понимание данного термина. В рамках данного проекта под «Resilience» будет пониматься адаптивная устойчивость взаимодействующих систем, отражающая как возможность противодействия внешним воздействиям (природным, техногенным, антропогенным и пр.), так и возможность восстановления после такого воздействия.

Будет выполнен анализ статистических данных по системным и межсистемным авариям, включая условия возникновения и развития аварий. Также будет выполнен анализ существующих подходов, посвященных моделированию поведения отдельных систем жизнеобеспечения в аварийных условиях (электроэнергетические системы, системы нефте- и газоснабжения, системы тепло-, водоснабжения, транспортные системы, телекоммуникационные системы и пр.). На основе выполненного анализа будет выполнено обоснование требований к модели взаимодействующих систем в аварийных ситуациях с учетом неопределенности.

Будет разработана имитационная модель для исследования типовых сценариев развития межсистемных аварий, включая оценку прямых косвенных последствий, а также оценку длительности восстановления.

В результате модельных исследований будут выявлены «узкие места» взаимодействующих систем, в которых возможно инициирование и развитие межсистемных аварий, а также подготовлены рекомендации по повышению адаптивной устойчивости взаимодействующих систем жизнеобеспечения.

Научная новизна проекта связана с развитием методологии моделирования взаимосвязанных систем в условиях аварийного поведения. Впервые будут обоснованы условия возникновения и развития межсистемных аварий, обоснован вид критерия

адаптивной устойчивости для взаимодействующих систем. Впервые будут обоснованы, классифицированы и смоделированы передаточные функции возмущения во взаимодействующих системах жизнеобеспечения.

Ожидаемые результаты:

- Результаты обоснования и описание требований к аналитической модели взаимодействующих систем. Модель поведения взаимодействующих систем жизнеобеспечения в условиях внешних возмущений. Данный результат имеет высокий уровень новизны, поскольку выполняемые исследования как в России, так и за рубежом, рассматривают частные случаи моделирования для ограниченного числа взаимодействующих систем (обычно не более 2-х). особой новизной будет обоснование подхода к описанию передаточных функций возмущения между взаимодействующими системами. Основная сложность решения данной проблемы связана с тем, чтобы найти единую метрику описания с учетом разного физико-технической и организационной структуры взаимодействующих систем жизнеобеспечения. В доступной литературе данный вопрос освещен очень слабо.

- Исследование основных инвариантов реальных взаимодействующих сетей и переход к случайным сетям. Обоснование основных особенностей различных типов взаимодействующих систем без привязки к конкретной местности. Данный результат позволит использовать методы машинного обучения для моделирования управленческих воздействий.

- Обоснование критерия адаптивной устойчивости (resilience) для взаимодействующих систем с учетом стохастического характера внешних возмущений и сценариев поведения систем. Данный результат будет являться развитием существующих подходов к формированию критерия адаптивной устойчивости (resilience) применительно к взаимодействующим системам. Обоснование критерия (критериев) будет выполнено в рамках нескольких подход (теория риска, теория устойчивости и пр.), том числе с использованием теории трудности достижения цели. Данный критерий позволит количественно оценивать уровень адаптивной устойчивости (resilience) взаимодействующих систем

- Обоснование условий возникновения межсистемного каскадного развития аварийной ситуации (узкие места) и рекомендации по их устранению. Данный результат имеет научное и прикладное значение. Аналогичные исследования ни в нашей стране, ни за рубежом, не проводились. С использованием разработанных моделей взаимодействующих систем в результате модельных экспериментов будут идентифицированы условия, при которых возможен межсистемный каскад, будут выявлены «узкие места» взаимодействующих систем, в которых возможно инициирование и развитие межсистемных аварий. Данные результаты будут иметь большое практическое значение, поскольку позволят выявлять «узкие места» как на стадии проектирования, так и в процессе эксплуатации взаимодействующих систем жизнеобеспечения.

# 54. Российский экономический университет имени Г.В.Плеханова

**Руководитель проекта:** Ярушев Сергей Александрович, доцент кафедры информатики, кандидат технических наук
YArushev.SA@rea.ru

**Проект: Гибридная модель прогнозирования временных рядов**

Проект представляет собой гибридную модель прогнозирования временных рядов, основанную на нейро-нечетких сетях и нечетких когнитивных картах. Объединение методов когнитивного моделирования и методов нечеткой логики с искусственными нейронными сетями позволяет не только получать качественные прогнозы, но и иметь объяснительную составляющую, позволяющую интерпретировать полученные результаты, подтвердить или опровергнуть результаты, полученные искусственной нейронной сетью и экспертно оценить всю ситуацию, влияющую на развитие рассматриваемого временного ряда (прогнозируемого показателя).

Разработанная модель имеет три основных модуля, отвечающих за задачу прогнозирования, а также верификатор прогноза. Первые два модуля – это нечеткая когнитивная карта и нейро-нечеткая сеть ANFIS. Модуль с нечеткой когнитивной картой (далее НКК) выполняет две задачи: строит собственный прогноз и подает входные данные на модуль ANFIS. Далее все данные, полученные с данных модулей, поступают на третий модуль, работающий на основе ANFIS сети, который агрегирует информацию, полученную с предыдущих модулей, и выдает итоговый консенсус прогноз.

В рамках проекта были получены следующие результаты:

1. На основании проведенных исследований были разработаны методы построения модулярных систем прогнозирования временных рядов, позволяющие оперировать как качественными, так и количественными данными.
2. Разработан генетический алгоритм обучения нечеткой когнитивной карты, который позволил повысить скорость и качество обучения и настройки когнитивной карты. Благодаря использованию данного алгоритма обучения нечеткая когнитивная карта может удобно применяться как для задач прогнозирования, так и для задач поддержки принятия решений. Обученная когнитивная карта также используется в качестве инструмента подготовки входных данных для нейро-нечеткой сети, которая впоследствии обучается на этих данных и делает свой прогноз.
3. Разработан метод прогнозирования на основе нечеткой когнитивной карты, благодаря которому когнитивные карты можно использовать не только в задачах экспертных оценок, но и для задач прогнозирования временных рядов, учитывая субъективные оценки экспертов.
4. Разработана гибридная модель прогнозирования временных рядов, основанная на принципах когнитивного моделирования, инструментом которого является нечеткая когнитивная карта и гибридная нейро-нечеткая сеть ANFIS.

Преимущества проекта в сравнении с прототипами или аналогами:

- Разработанная гибридная модель прогнозирования временных рядов, основанная на нечетких когнитивных картах и гибридной нейро-нечеткой сети, позволяет получать как качественный, так и количественный прогнозы временных рядов.
- Разработанный оригинальный генетический алгоритм обучения когнитивной карты, в несколько раз позволяет ускорить процесс разработки и настройки весов связей нечеткой когнитивной карты.
- Разработанная гибридная нейро-нечеткая модель прогнозирования, позволяет прогнозировать временные ряды с короткой актуальной частью и высокой точностью, верифицируемой при помощи нескольких методов.
- Разработанный оригинальный метод прогнозирования на основе нечеткой когнитивной карты, обучаемой с помощью генетического алгоритма и позволяет получать качественный прогноз, основываясь на фундаментальных факторах, влияющих на развитие временного ряда.

Область применения проекта.

Все отрасли экономики, в которых необходимо решать задачу прогнозирования временных рядов и анализировать экономические показатели.

# 55. Самарский государственный университет путей сообщения

**Руководитель проекта:** Хайтбаев Валерий Абдурахманович, Заведующий кафедры, доктор экономических наук, профессор
vhaitbaev21@mail.ru

**Проект: Грузовой каркас в контексте «УМНОГО ГОРОДА»**

«Грузовой каркас» – это способ организации движения грузового транспорта в городах, обеспечивающий повышения социально-экономического уровня крупных городских территорий.

Цель создания грузового каркаса - повышение комфортности и экологичности проживания, в тех районах, где наиболее интенсивное движение транспортных средств. Это обеспечивает: уменьшение шума; очищение воздуха; уменьшение количества ДТП; уменьшение пробок в жилых районах; уменьшение износа дорожного полотна в районах жилых застроек; уменьшение затрат на транспортно-логистические услуги в конечной цене товара.

Задача грузового каркаса - уменьшить количество транзита грузовых автомобилей через жилые районы.

Правила грузового каркаса: 1. Возможность свободного движения грузовых автомобилей по улицам грузового каркаса. 2. Возможность свободного движения в жилых зонах грузовиков с разрешенной максимальной массой не более 2,5 тонн для обслуживания предприятий или жителей внутри района.

Результат «грузового каркаса» – разделение города на зоны: зона каркаса и зона жилой застройки.

Актуальность «грузового каркаса» для г.о. Самара

1. Способ упорядочения движения грузового транспорта в условиях высокого уровня урбанизации.
2. Противодействие негативным последствиям отрицательного воздействия транспорта на окружающую среду – выбросы, шумы.
3. Это один из способов сохранения транспортного полотна.
4. Способ повышения безопасности дорожного движения.
5. Один из способов создания удобств для жителей города.
6. Уменьшение стоимости транспортной составляющей в цене товара и услуги и т. п.

Формирование «грузового каркаса» г. Самара

Министерство транспорта и автомобильных дорог Самарской области объявило конкурс на выполнение научно-исследовательской работы: «Разработка документов транспортного планирования Самарской области (ПКРТИ, КСОТ), актуализация документов транспортного планирования Самарско-Тольяттинской городской агломерации (ПКРТИ, КСОТ), разработка регионального проекта создания и внедрения элементов интеллектуальной транспортной системы (ИТС) Самарской области, предусматривающих автоматизацию процессов управления дорожным движением в Самарско-Тольяттинской

городской агломерации

Принято решение Департаментом транспорта г.о. Самара о формировании модели грузового каркаса.

Последовательность научно-исследовательских работ по формированию грузового каркаса г.о. Самара:

1. Регулирующие документы. Градостроительный кодекс Российской Федерации;

Постановление Правительства Российской Федерации от 25.12.2015 N 1440 «Об утверждении требований к программам комплексного развития транспортной инфраструктуры поселений, городских округов»;

Федеральный закон от 13.07.2015 N 220-ФЗ «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

2. Анализ и оценка плана застройки города на соответствие стандарту градостроительства.

3. Районирование города, выделение зон:

- промышленные;
- спальные;
- административные;
- рекреационные;
- смешанные.

4. Анализ улично-дорожной сети (УДС):

- анализ и оценка параметров грузо- и пассажиропотоков (интенсивность, время, объем);
- состав и размещение терминально-складских комплексов, стоянок, мест перевалки грузов;
- расчет зон притяжения грузопотоков;
- определение точек генерации, распределения, поглощения грузопотоков, а также траекторий грузопотоков.

Формирование модели «грузового каркаса» включающая:

- выделенные транспортные магистрали , являющиеся грузовым каркасом;
- выделение мест стоянки, перевалки грузов и мест маневрирования крупнотоннажного транспорта;
- установка регулирующих дорожных знаков.

6. Использование интеллектуальных систем управления и контроля функционирования грузового каркаса.

7. Формирование специализированного слоя графа транспортной инфраструктуры в среде геоинформационной системы «Муниципальный геопортал Самары» с необходимой информацией по:

- интенсивности транспортных потоков с разделением по видам транспорта;
- ограничениям движения для отдельных видов транспорта;
- построение картограмм загруженности улично-дорожной сети и ее элементов.

# 56. Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

**Руководитель проекта:** Черников Дмитрий Геннадьевич, научный руководитель НИЛ-41 доцент кафедры «Обработка металлов давлением», кандидат технических наук
chernikov.dg@ssau.ru

**Проект: Магнитно-импульсные технологии и оборудование для их реализации**

Самарский университет является единственным в РФ центром по исследованию, разработке и внедрению в производство магнитно-импульсных технологий, а также по созданию для их промышленной реализации специализированного и универсального оборудования, технологического оснащения по требованиям Заказчиков.

Разработан комплекс магнитно-импульсных технологий (штамповки, сборки, сварки и др.) (рисунок 1).

Рисунок 1 – Магнитно-импульсные технологии

Ключевые преимущества магнитно-импульсных технологий:

- прямое преобразование электрической энергии, накопленной в батарее конденсаторов магнитно-импульсной установки, в работу пластической деформации;
- бесконтактное объемное силовое воздействие на заготовку;
- минимально возможное машинное время;
- высокие скорости деформации металла, позволяющие получать более сложные формы за

один переход;

- применяемое оборудование энергоэффективно, компактно, обладает универсальностью, легко автоматизируется и встраивается в существующие производственные линии.

Комплексный подход (технология-оборудования-инструмент) позволяет комплексно выполнять заказы ведущих предприятий.

Так, созданные за последние 5 лет Самарским университетом производственные участки успешно функционируют не только на ведущих высокотехнологичных предприятиях РФ, но и зарубежных (Китай, США, Швейцария, Финляндия). На рисунке 2 показаны, в качестве примера магнитно-импульсные установки.

МИУ-30

МИУ-10

Китайские предприятия:

- Capital Aerospace Machinery Corporation (CASC), Beijing Aeronautical Manufacturing Technology Research Institute (BAMTRI), Beijing Research Institute of Mechanical & Electrical Technology (BRIMET), Китай.

# 57. Санкт-Петербургский Государственный Университет

**Руководитель проекта:** Гаврилова Наталия Юрьевна, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры факультетской терапии
lidas7@yandex.ru

**Проект: Разработка персонифицированных методов профилактики, ранней диагностики и лечения деменции различного генеза с использованием здоровьесберегающих технологий и машинного обучения**

В России в настоящее время реализуется сразу несколько программ и проектов по применению информационных технологий в сфере здравоохранения. Принят специальный федеральный закон от 29.07.2017 г. № 242-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья». Авторами проекта рассматриваются предпосылки для такой активности государственного звена управления, ее поддержание со стороны рыночных сил и создание цифровой платформы, как основы для развития второго врачебного мнения. Текущее и целевое состояние "цифровой зрелости" здравоохранения характеризуется целевым показателем "Достижение "цифровой зрелости" ключевых отраслей экономики и социальной сферы, в том числе здравоохранения и образования, а также государственного управления" и рассчитывается в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 3 апреля 2021 г. N 542 "Об утверждении методик расчета показателей для оценки эффективности деятельности высших должностных лиц (руководителей высших исполнительных органов государственной власти) субъектов Российской Федерации и деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации". На наш взгляд именно медицина является отраслью, для которой внедрение цифровых технологий является ключевым.

В связи с повышением среднего возраста населения в развитых странах, всё более и более актуальным становится вопрос о ранней диагностике когнитивных нарушений, в первую очередь - болезни Альцгеймера и сосудистых деменций. В настоящее время значительную роль в диагностике и коррекции таких состояний отводят микробиоте полости рта, так как именно продукты жизнедеятельности данных микроорганизмов могут как способствовать поддержанию нейровоспаления и аутоиммунных процессов, так и играть защитную роль и способствовать замедлению процессов деструкции нервной ткани. С другой стороны, нейродегенеративные заболевания, такие как болезнь Альцгеймера, характеризуются развитием нейропатии малых волокон с нарушением плотности и структуры нервных окончаний у волокон А дельта и С типа в коже, слизистых и внутренних органов. Патогенез данного осложнения требует дальнейшего изучения, однако нельзя исключить, что данные дегенеративные процессы развиваются в результате воздействия провоспалительных цитокинов, в том числе - в результате активности токсических продуктов жизнедеятельности микроорганизмов определенного типа. На настоящий момент авторам неизвестны работы, где совместно изучались бы данные факторы риска,

что может способствовать развитию новых протоколов диагностики и лечения как болезни Альцгеймера, так и деменции сосудистого типа.

Для практического здравоохранения в вопросах ведения пациентов с деменцией и прогнозирования осложнений существует несколько сложностей на различных этапах, на решение которых и нацелен текущий проект:

1. Недостаточность фундаментальных знаний в области нейродегенеративных заболеваний. В Российской Федерации нет необходимой законодательной базы по созданию научных баз данных пациентов, без чего невозможны полноценные исследования пациентов, анализ Big Data и технологий машинного обучения.

2. Практические врачи-терапевты обычно не имеют достаточно опыта в дифференциальной диагностике деменций, а имеющаяся медицинская информация требует значительного времени для изучения. Разработка цифровой платформы с быстрыми протоколами по дифференциальной диагностике нейродегенеративных заболеваний и систематизированной информацией из клинических рекомендаций позволит существенно упростить процесс дифференциальной диагностики и позволит пациентам во много раз быстрее получать доступ к качественному лечению на основании доказательной медицины.

3. Нейродегенеративные процессы, в первую очередь, болезнь Альцгеймера и сосудистая деменция, тесно связанны с уровнем системного воспаления в организме, который во многом поддерживает микрофлора кишечника и полости рта. Разработка простых методов диагностики и коррекции дисбиоза позволит получать недорогие, безопасные, коммерческие применимые технологии для поддержания активного долголетия.

Описание проекта. Геронтологические заболевания становятся все более актуальной проблемой, значительно снижая качество и продолжительность жизни пожилых людей. Болезнь Альцгеймера (БА), являющаяся наиболее частой причиной деменции в развитых странах, получает все более широкое распространение в нозологии. В настоящее время бактерии полости рта, их структурные компоненты и метаболиты считаются одним из основных факторов риска БА. Отложение бета-амилоида, являющегося одним из ключевых компонентов развития БА, происходит задолго до клинического проявления заболевания и, согласно последним данным, может быть вызвано несколькими факторами риска, в том числе микробиотой. Понимание роли бактерий полости рта, их компонентов и метаболитов в патогенезе БА может способствовать ранней диагностике деменции, а также разработке новых подходов к ведению пациентов пожилого и старческого возраста с когнитивными нарушениями. Особенности микробного состава полости рта. Полость рта (РП) человека включает губы, щеки, твердое и мягкое небо, а также мышечную диафрагму, составляющую ее дно. РП также включает альвеолярные отростки, десны, зубы, язык, небные и язычные миндалины. Различные участки ОК различаются по анатомическим, физиологическим и физико-химическим свойствам, что приводит к неравномерному распределению микроорганизмов. В одном миллилитре слюны содержится примерно 108 микробных клеток. Некоторые исследования идентифицировали до 700 различных таксонов прокариот в слюне, в то время как типичный здоровый микробиом состоит примерно из 100–200 различных видов бактерий. Полость рта (РП) человека включает губы, щеки, твердое и мягкое небо, а также мышечную диафрагму, составляющую ее дно. РП также включает альвеолярные отростки, десны, зубы, язык, небные и язычные миндалины. Различные

участки ОК различаются по анатомическим, физиологическим и физико-химическим свойствам, что приводит к неравномерному распределению микроорганизмов [1]. В одном миллилитре слюны содержится примерно 108 микробных клеток [2]. Некоторые исследования идентифицировали до 700 различных таксонов прокариот в слюне [3], в то время как типичный здоровый микробиом состоит примерно из 100–200 различных видов бактерий [4]. Микробиота РП преимущественно представлена такими родами, как Streptococcus, Actinomyces, Veillonella, Granulicatella, Gemella, Corynebacterium, Rothia, Fusobacterium, Porphyromonas, Prevotella, Capnocytophaga, Neisseria, Haemophilus, Treponema, Lactobacterium. РП имеет ряд четко выраженных «ниш», образованных на различных поверхностях во рту. Согласно многочисленным исследованиям, микробиомы каждой области РП (языка, десен, неба, поддесневого и наддесневого налета и т. д.) имеют общее сходство, но в то же время они имеют свое соотношение с вышеупомянутыми родами бактерий [5; 6]. Например, поддесневую область населяют в основном анаэробы рода Actinomyces и Fusobacterium nucleatum [7; 8], на спинке языка описаны в основном Streptococcus salivarius, Rothia mucilaginosa и различные виды рода Eubacterium [9], в слюне и слизистой оболочке щек обнаруживаются более высокие концентрации микроорганизмов, таких как Firmicutes [10; 11]. Состав МБ также отличается при рассмотрении «поперечного сечения» микробной пленки. Ближе к поверхности эмали в зубном налете наблюдается повышенное количество бактерий рода Actinomyces, а радиально расположенные бактерии рода Corynebacterium структурируют биопленку, создавая среду обитания для других организмов [6]. Кроме того, наблюдаются индивидуальные различия в составе МБ РП, обусловленные средой, генетическими особенностями, возрастом и образом жизни конкретного человека.

Изменения в доступности кислорода, питательных веществ и pH-опосредованного эффекта слюны могут способствовать росту различных организмов [12], и, наоборот, эти организмы могут участвовать в строительстве своей собственной небольшой ниши [13] за счет образования биопленки и питательные вещества.

В современной литературе растет количество исследований, утверждающих роль микробиоты в поддержании системного воспаления и развитии нейродегенеративных заболеваний (Leblhuber F et al, 2020, Megur A. et al, 2020, He Y., 2020, Goyal D et al., 2021, Bonfili L., 2021). Однако большинство научных работ в настоящее время посвящено изучению микробного состава кишечника при болезни Альцгеймера (Borsom EL et al, 2020, Zhuang Z et al., 2020, Seo DO et al, 2020, Kesika P et al, 2021), тогда как особенности микрофлоры ротовой полости пациентов с деменциями различного типа остаются малоизученными. Если в современной литературе имеются немногочисленные работы на тему взаимосвязи болезни Альцгеймера и микробиома полости рта (Maitre Y. et al, 2020, Wu YF et al., 2021), то вопрос взаимосвязи сосудистой деменции, развивающейся на фоне генерализованного атеросклеротического процесса и микробиома полости рта представляет собой недостаточно изученный вопрос. Изучение микробного состава ротовой полости при поражении брахиоцефальных артерий может играть важную роль в изучении патогенеза системного атеросклероза и дифференциальной диагностике деменций различного генеза.

В последние два года стали появляться первые работы, посвященные нейропатии малых волокон в патогенезе болезни Альцгеймера и сахарного диабета 2 типа, иными словами - описывающими роль центральной и периферической нейродегенерации. В базе

данных Pubmed имеется в прямом смысле слова две такие работы - Marquez A, et al, 2021 (doi: 10.1016/j.nbd.2021.105273) и Jolivalt CG, et al, 2019 (doi: 10.2337/db19-0271).

Расширение научных знаний в области взаимосвязи нейродегенеративных заболеваний и микробиома человека может в дальнейшем способствовать созданию тестов экспресс-диагностики и индивидуализированной схемы профилактики и лечения деменций различного типа. Болезнь Альцгеймера - нейродегенеративное заболевание, различные патофизиологические аспекты которого все еще остаются недостаточно изученными. Достаточное количество данных предполагает возможную связь между микробиотой кишечника и полости рта и развитием БА. Дальнейшее изучение особенностей МБ ротовой полости у пациентов с БА может способствовать разработка методов ранней диагностики заболевания на основе выявления определенных видов бактерий в полости рта и связанных с ними структурных компонентов с БА. Накопленные на сегодняшний день данные о возможной взаимосвязи между БА и МВ, влияние МБ на активность мозга открывают перспективы для поиска новых методов профилактики и терапевтического действия с использованием про/пребиотиков. Результаты исследований in vitro на моделях животных, а также нескольких исследований среди пациентов с БА указывают на положительное влияние использования пробиотиков на когнитивные и поведенческие аспекты БА.

Задачи исследования:

1. Определить особенности состава микробиоты ротовой полости у пациентов с болезнью Альцгеймера и произвести оценку ее характеристик.

2. Выявить особенности состава микробиоты ротовой полости у больных, страдающих сосудистой деменцией на фоне генерализованного атеросклероза и произвести оценку ее характеристик.

3. Оценить взаимосвязи особенностей микробного состава полости рта и развития болезни Альцгеймера, сосудистых деменций на фоне генерализованного атеросклероза, умеренных когнитивных расстройств и их отличие от микробиома полости рта у здоровых добровольцев пожилого и старческого возраста.

4. Оценить проявления нейропатии малых волокон методом количественного сенсорного тестирования у больных указанных групп.

5. Предложить возможность разработки новых методов ранней диагностики деменций, основанные на выявлении определенных видов бактерий ротовой полости и их структурных компонентов.

6. Разработать протокол дифференциальной диагностики для медицинских специалистов различного профиля, позволяющий проводить раннее выявление нейродегенеративных заболеваний и направлять пациентов к профильным специалистам с последующим рассмотрением возможности создания единой цифровой платформы с алгоритмами дифференциальной диагностики и лечения.

6. Разработка протоколов второго врачебного мнения с использованием ИИ (машинного обучения) в качестве рутинного метода при постановке диагноза

7. Разработка пробиотических препаратов для профилактики, лечения деменций различного генеза.

Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

Научная новизна

Разработка новых индивидуализированных подходов к ведению пациентов с болезнью

Альцгеймера и сосудистой деменции с учетом впервые определенных биомаркеров полости рта и результатов количественного сенсорного тестирования может способствовать улучшение методов диагностики и лечения заболеваний, с учетом повышения возрастной характеристики популяции на территории Российской Федерации.

При этом перед медицинскими организациями стоит вопрос по использованию клинических рекомендаций в повседневной практике с учетом тенденций к цифровой трансформации здравоохранения. Комплексное правовое регулирование отношений субъектов сферы здравоохранения с применением информационных технологий и электронных способов передачи данных, отвечающих современным требованиям развития общества и экономики для получения качественных медицинских услуг и услуг, сопутствующих медицинским, заинтересованными лицами, находящимися на амбулаторном лечении, лечащимися в стационаре или проходящими лечение на дому или в ином месте, где такое лечение показано в соответствии с заключением или рекомендациями медицинских работников или является вынужденной мерой при лечении конкретного заболевания в конкретном месте пребывания будет способствовать увеличению скорости процессов диагностики, лечения. А также снижению финансовых затрат на медицинскую помощь.

Область применения проекта. Практическая значимость.

1 Будут получены данные об особенностях микробного состава полости рта у пациентов пожилого и старческого возраста в российской популяции (на примере г. Санкт-Петербурга).

2 Планируется произвести анализ характеристик микробиоты полости рта и ее корреляции с развитием различных когнитивных нарушений (деменция Альцгеймеровского типа, сосудистая деменция, умеренное когнитивное расстройство) и сравнение полученных данных с результатами пациентов пожилого и старческого возраста с нормальными когнитивными функциями.

3 Выявление взаимосвязей между наличием определенных родов и видов микроорганизмов, нейропатии малых волокон и когнитивными нарушениями может способствовать продолжению исследований в данной области и созданию экспресс-тестов для диагностики данных состояний, а также улучшения качества диагностики и качества лечения пациентов с когнитивными нарушениями, развития индивидуализированного подхода к активному долголетию.

4. Создание протоколов второго врачебного мнения с методами диагностики искусственного интеллекта

Обоснование достижимости решения поставленной задачи (задач) и возможности получения предполагаемых результатов.

1 В настоящий момент появляется всё больше и больше исследований о роли микробиоты кишечника в развитии сердечно-сосудистых и нейродегенеративных заболеваний, однако, роль микробиоты полости рта в развитии деменций различного типа остается крайне малоизученным вопросом.

2 Такие методики, как посев микробиоты и проведения метагеномного исследования являются общепринятыми международными лабораторными исследованиями для проведения анализа микробного состава организма. Взятие микробиоты из пародонтального кармана в ротовой полости позволяет получить более надежные результаты исследования микробиома полости рта по сравнению с другими методами.

3 Авторами с 2017 года разрабатывались и совершенствовались методы диагностики нейропатии малых волокон (в составе международного научного коллектива) и накоплен уникальный для России опыт в данной тематике.

Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды):

Создание протоколов второго врачебного мнения с помощью искусственного интеллекта,

Создание уникальных пробиотических препаратов для лечения и профилактики сосудистой деменции и БА.

**Руководитель проекта:** Блеканов Иван Станиславович, Доцент с возложенными обязанностями заведующего кафедрой, кандидат технических наук
i.blekanov@gmail.com

**Проект: Нейросетевые методы и инструменты анализа данных дистанционного зондирования в умном сельском хозяйстве**

В последнее время все больше исследований проводится на стыке наук, математика и информационные технологии активно используются в решении прикладных задач экологии, биологии и социологии. В первую очередь это связано с возможностью собирать и анализировать большие объемы данных.

Перспективным и актуальным направлением является переход к высоким технологиям – точному земледелию, ориентированному на ресурсосбережение, экологизацию сельскохозяйственного производства растениеводческой продукции с применением новых информационных систем и прецизионной техники. Актуальность предлагаемого исследования состоит в том, что оно направлено на расширение возможностей применения методов искусственного интеллекта для обработки прямых и дистанционных данных в точном земледелии.

Среди основных направлений выделяются задачи, связанные с оценкой пространственного распределения агроэкологических данных (агрохимические показатели, характеристики посевов и т. п.), а также с классификацией, фенотипированием культурных растений. Научная новизна и значимость предлагаемого исследования заключается в разработке новых и адаптации существующих методов и алгоритмов для решения востребованных практических задач управления в сельском хозяйстве на основе применения методов математической статистики (геостатистики, бинарной регрессии, копула-функций) и нейросетевых технологий. Проведение численных экспериментов с помощью программной реализации позволит получить математические модели для определенных классов задач точного земледелия. Для решения поставленных задач предполагается использовать открытые прямые и дистанционные данные, отражающие состояние сельскохозяйственных растений (агрохимия, метеоданные, спутниковые и аэрофотоснимки).

Научная проблема, на решение которой направлен проект:

Главным вызовом современности является разработка системы эффективного управления земельными ресурсами на основании современных цифровых технологий. В основе ТЗ лежит представление о возможности значительного повышения урожаев, существенной экономии ресурсов и снижения вредного воздействия на окружающую среду путем дифференциации норм технологического воздействия на посев в соответствии с пространственным распределением агроэкологических показателей. Применение агротехнологий без учета этих факторов приводит к нарушению равновесия и снижению продуктивности агроэкосистем. Таким образом, фундаментальной задачей информационного обеспечения ТЗ является разработка методического и программного комплексов, обеспечивающих адаптацию агротехнологий к пространственному варьированию агроэкологических параметров.

Научная значимость и актуальность решения обозначенной проблемы:

В настоящее время имеется ряд важных задач, решение которых может повысить эффективность деятельности хозяйств. Такие задачи стоят на стыке наук, так как необходимо обрабатывать и анализировать сложные объекты, например, цифровые изображения. В области ТЗ статистическая обработка наземных данных, а также данных дистанционного зондирования Земли позволяют значительно повысить эффективность использования сельскохозяйственных земель (повышение урожайности, улучшение качества продукции, экономия удобрений, улучшение экологического состояния почв и др.).

Научная новизна:

Научная новизна поставленной задачи заключается в разработке новых подходов на основе методов геостатистики, бинарной регрессии, копула-функций, а также нейросетей, адаптированных под задачи ТЗ. Используются алгоритмы, связанные с оценкой пространственного распределения агроэкологических данных, а также с прогнозом возникновения рисков, влияющих на показатели эффективного управления производством растениеводческой продукции. Кроме того, планируется разработка комплекса компьютерной поддержки научных исследований в точном земледелии.

Современное состояние исследований:

В последние годы при решении задач, связанных с оценкой пространственного распределения агроэкологических данных, все более перспективным становится использование беспилотных летательных аппаратов и спутниковых снимков. Анализ цветовых характеристик по цифровым изображениям позволяет достаточно точно оценивать пространственное распределение различных экологических параметров. Данный подход основан на анализе оптических характеристик растений. Как правило при этом используется метод классификации без обучения. Анализ цветовых характеристик растений получил свое применение во многих современных исследованиях [1-4].

Относительно недавно в точном земледелии (ТЗ) стала развиваться геостатистика, решая такие задачи как, например, картирование уровней питательных веществ в почве (азот, фосфор, калий и др.) [5], а также других показателей (электропроводность, pH и т. д.) [6] с целью оптимального управления хозяйством. При использовании данных дистанционного зондирования особый интерес также представляют перспективы использования метода кокригинга в задачах ТЗ. Недавние научно-исследовательские работы показывают его высокую эффективность при решении задач с использованием ДДЗ в сравнении с альтернативными методами. Кокригинг позволяет усилить анализ исследуемого параметра (наземных измерений) данными, полученными с помощью дистанционного зондирования, причем это могут быть несколько наборов оптических данных, коррелирующих с исследуемым показателем [7, 8]. Новым направлением в геостатистике является совместное применение копула-функций [9], в задачах ТЗ подобные методы не исследовались.

В последние годы в задачах сельского хозяйства и экологии для прогноза пространственного распределения данных также используется бинарная регрессия [10]. Однако совместное использование геостатистики и бинарной регрессии предложено только в экономике [11]. Кроме того, представляется перспективным использование в задачах ТЗ мультиномиальной логистической регрессии [12], в том числе и в зарубежных

исследованиях в области ТЗ это направление практически не изучено.

Интерес также представляет рассмотрение сразу нескольких характеристик окружающей среды, меняющихся во времени. Это позволяет получить дополнительную информацию для прогноза, но и требует дополнительных методов, так как многомерный временной ряд является сложным объектом [13].

Кроме того, важным аспектом в точном земледелии является прогноз возникновения рисков, влияющих на урожайность и эффективное использование сельскохозяйственных земель. В большинстве существующих моделей оценки риска многих опасных явлений как правило негативные факторы рассматриваются по отдельности [14]. Такие модели не могут непосредственно оценить вероятность потерь в результате совместного воздействия нескольких негативных факторов. Для решения подобных задач применяются копула-функции. Также активно развивается применение копула-функций в прогнозе чрезвычайных ситуаций [15, 16], совсем новым данное направление становится в сельском хозяйстве [17, 18]. Кроме того, копула-функции наравне с другими методами могут применяться и для оценки пространственного распределения параметра [19], что также в задачах ТЗ пока недостаточно изучено.

Особый интерес также представляет современная область применения нейросетевых подходов к решению задач точного земледелия, охватывающих широкий круг направлений. Для предлагаемого проекта следует выделить возможности картирования различных агроэкологических показателей с помощью нейросетей (почвенные характеристики, распространение вредителей и сорняков на сельскохозяйственной территории и т.п.) [20-22], а также прогноз рисков, влияющих на эффективность производства растениеводческой продукции [23].

Для автоматизации результатов научно-исследовательских работ в области интеллектуального анализа агроэкологических данных перспективным представляется направление разработки геопространственных баз данных, приложений и информационных систем [24].

Среди научных конкурентов в области применения спутниковой и аэрофотосъемки в задачах точного земледелия в России можно выделить такие институты, как РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, Почвенный институт им. В.В Докучаева, НИИ Риса в Краснодарском крае и другие. Однако исследования большинства из этих научных групп пока сосредоточены на традиционных методах обработки данных (вегетационные индексы, регрессионный анализ и т.п.). Опыт Агрофизического научно-исследовательского института существенно выше (тут беспилотники стали применять и исследовать полученные с их помощью данные с 2003 года). Кроме того, в качестве основных препятствий эффективного развития этого направления представляются следующие аспекты:

- низкое материально-техническое обеспечение научных групп (последние способы поддержки частично улучшили ситуацию с введением ЦКП и программ обновления приборной базы), отсутствие взаимосвязанной сети биополигонов с опытными сельскохозяйственными полями (в последние годы предпринимаются шаги по созданию такой сети), в том числе отсутствие эффективного обмена экспериментальных данных между исследователями;
- необходимость усиления междисциплинарности исследований, нехватка специалистов в области искусственного интеллекта в составе научно-исследовательских групп.

Зарубежный опыт в данном направлении более позитивен: успешно функционирует множество программ подготовки специалистов в области ТЗ, проводятся масштабные научно-исследовательские проекты с применением методов искусственного интеллекта с последующей коммерциализацией. В качестве примера зарубежных научных конкурентов можно упомянуть о таких институтах, как Wageningen University and Research Center в Нидерландах, Institute of Agrophysics в Польше, University of California – Davis в США и другие.

В последние годы в России создаются системы поддержки проектов в области исследования и внедрения цифровых технологий и методов искусственного интеллекта, создаются междисциплинарные научные группы, что является положительной динамикой развития этого направления. Предлагаемый проект предполагает развитие направления интеллектуального анализа агроэкологических данных, причем его ожидаемые результаты представляются перспективными и среди зарубежных исследований в этом направлении.

1. Lin L., Gao Z., Liu X. Estimation of soil total nitrogen using the synthetic color learning machine (SCLM) method and hyperspectral data // Geoderma. 2020. Vol. 380. P. 114664

2. Tao M., Ma X., Huang X., Liu C., Deng R., Liang K., Qi L. Smartphone-based detection of leaf color levels in rice plants // Computers and Electronics in Agriculture. 2020. Vol. 173. P. 105431

3. Jannoura R., Brinkmann K., Uteau D., Bruns C., Joergensen R. G. Monitoring of crop biomass using true colour aerial photographs taken from a remote controlled hexacopter // Biosystems Engineering. 2015. Vol. 129. P. 341-351.

4. Bure V.M., Mitrofanova O.A. Analysis of color characteristics of plants using aerial photography // 2017 Constructive Nonsmooth Analysis and Related Topics (dedicated to the memory of V.F. Demyanov) (CNSA). 2017. P. 7973945

5. Krasilnikov P. Variography of discrete soil properties // Soil geography and geostatistics: concepts and applications. Luxembourg: European Communities, 2008. P. 12-25.

6. Krasilnikov P., Sidorova V. Geostatistical analysis of the spatial structure of acidity and organic carbon in zonal soils of the Russian plain // Soil geography and geostatistics: concepts and applications. Luxembourg: European Communities, 2008. P. 55-67.

7. Jurado-Exposito M., de Castro A. I., Torres-Sanchez J., Jimenez-Brenes F. M., Lopez-Granados F. Papaver rhoeas L. mapping with cokriging using UAV imagery // Precision Agriculture. 2019, no. 20. P. 1045-1067.

8. Khosravi Y., Balyani S. Spatial modeling of mean annual temperature in Iran: comparing cokriging and geographically weighted regression // Environmental Modeling and Assessment. 2019, no. 24. P. 341-354.

9. Kazianka H., Pilz J. Copula-based geostatistical modeling of continuous and discrete data including covariates // Stoch Environ Res Risk Assess. 2010, no. 24. P. 661–673.

10. Якушев В. П., Буре В. М., Парилина Е. М. Бинарная регрессия и ее применение в агрофизике. СПб: Агрофиз. ин-т, 2015. 36 с.

11. Fernandes G. B., Artes R. Spatial dependence in credit risk and its improvement in credit scoring // European Journal of Operational Research, 2016, no. 249, pp. 517-524.

12. Buya S., Tongkumchum P., Owusu B.E. Modelling of land-use change in Thailand using binary logistic regression and multinomial logistic regression // Arabian Journal of Geosciences, 2020, no. 13. P. 437.

13. Heuvelink G.B.M., van Egmond F.M. (2010) Space–Time Geostatistics for Precision Agriculture: A Case Study of NDVI Mapping for a Dutch Potato Field. In: Oliver M. (eds) Geostatistical Applications for Precision Agriculture. Springer, Dordrecht

14. Grunthal G., Thieken H. A., Schwarz J. et al. Comparative risk assessments for the city of cologne-storms, floods earthquakes. Nat Hazards 38(1–2): 2006, 21–44.

15. Dilley M. Natural disaster hotspots: a global risk analysis. World Bank Publications, Washington, 2005.

16. FEMA. Getting started with HAZUS-MH 2.1. Technical Manual. Department of Homeland Security, Washington, 2011.

17. Ming X., Xu W., Li Y., Du J., Liu B., Shi P. Quantitative multi-hazard risk assessment with vulnerability surface and hazard joint return period // Stoch. Environ. Res. Risk Assess., 29, 2015: 35-44.

18. Thong Nguyen-Huy et al. Copula statistical models for analyzing stochastic dependencies of systemic drought risk and potential adaptation strategies // Stoch. Environ. Res. Risk Assess., 33, 2019: 779-799.

19. Kazianka H. Approximate copula-based estimation and prediction of discrete spatial data // Stoch. Environ. Res. Risk Assess., 27, 2013: 2015-2026.

20. Espejo-Garcia B., Mylonas N., Athanasakos L., Fountas S. Improving weeds identification with a repository of agricultural pre-trained deep neural networks // Computers and Electronics in Agriculture. 2020. Vol. 175. P. 105593

21. Coulibaly S., Kamsu-Foguem B., Kamissoko D., Traore D. Deep neural networks with transfer learning in millet crop images // Computers in Industry. 2019. Vol. 108. P. 115-120

22. Panahi M., Sadhasivam N., Pourghasemi H. R., Rezaie F., Lee S. Spatial prediction of groundwater potential mapping based on convolutional neural network (CNN) and support vector regression (SVR) // Journal of Hydrology. 2020. Vol. 588. P. 125033

23. Jung D.-H., Kim H. S., Jhin C., Kim H.-J., Park S. H. Time-serial analysis of deep neural network models for prediction of climatic conditions inside a greenhouse // Computers and Electronics in Agriculture. 2020. Vol. 173. P. 105402

24. Chaudhary S., Kumar V. Service oriented architecture and spatial data integration for agro advisory systems. Geospatial Infrastructure, Applications and Technologies: India Case Studies. Singapore: Springer. 2018. P. 185–199.

В ходе выполнения проекта будут рассмотрены основные задачи точного земледелия, связанные с оценкой пространственного распределения показателей и прогнозированием рисков, влияющих на формирование урожайности. Выбор комплекса этих задач связан с востребованностью их решения и автоматизации у производителей, а также с набором экспериментальных данных, которые предполагается получать в процессе исследования. Планируется разработка новых и улучшение уже существующих подходов к решению рассматриваемых задач ТЗ, в основе которых будут применяться такие направления, как геостатистика, копула-функции, бинарная регрессия, мультиномиальная логистическая регрессия, машинное обучение, компьютерное зрение, нейросетевые методы.

**Руководитель проекта:** Павлычев Андрей Алексеевич, Профессор, доктор физико-математических наук
a.pavlychev@spbu.ru

**Проект: Пространственно-временные изменения атомно-молекулярной архитектуры костной ткани: фундамент новой конвергентной технологии здоровье сбережения и конструирования природоподобных материалов**

Кость – наиболее сложная материя в природе, т. к. образована двумя иерархически организованными (минеральной и белковой) подсистемами. она хранит в себе множество не разгаданных тайн и является источник новых знаний. Ответы на вопросы: - Как атомно-молекулярная архитектура костной ткани перестраивается в зависимости от механических нагрузок? Как атомно-молекулярная архитектура костной ткани меняется с возрастом? - будут способствовать, во-первых, развитию актуальной концепции «Активного долголетия» и улучшению качества жизни. Во-вторых, будут содействовать преодолению последствий пандемии. Известно, что во время коронавирусной инфекции COVID-19 заметно возросла частота заболеваний остеонекрозом. Понимание причин этой ситуации требует детальных знаний о природе изменений атомно-молекулярной архитектуры кости. В-третьих, полученные результаты позволят создать научный фундамент интеллектуальной технологии природоподобного (остеомиметического) конструирования экологически чистых материалов для аккумуляции и преобразования электрической энергии. Данное направление является новым и многообещающим на пути к новым источникам энергии и к новым материалам. В основе этой биотехнологии лежит гипотеза, опирающаяся на результаты наших исследований электронной и атомной структуры костной ткани, проведенных в рамках РФФИ проекта 19-02-00891, (завершен в 2021 г.). Эти исследования выявили тесную связь возрастных изменений костной ткани с ее наноэнергией, а именно с процессами преобразования и диссипации электрической энергии, аккумулированной в минеральном матриксе. Согласно проведенным исследованиям, кость – электрическая батарейка, составленная из множества наноячеек, которые наиболее сильно заряжены в молодой кости и разряжаются по мере взросления. Нанокристаллиты биоапатита заряжены отрицательно, а межкристаллитная вода – положительно заряженная среда. Рисунок служит для иллюстрации сказанного. Проверка этой гипотезы и выявление механизмов, регулирующих преобразование электрической энергии на нано уровне – важный шаг к достижению цели. Он открывает перспективу создания новой биотехнологии конструирования природоподобных и экологически чистых материалов для аккумуляции и хранения электрической энергии.

В рамках данного проекта предполагается построить фундамент новой многофункциональной конвергентной технологии «остеомиметика», в основе которой будут лежать знания о пространственно-временных изменениях атомно-молекулярной архитектуры костной ткани. Данная технология позволит расширить возможности медицинской визуализации костной ткани на субклеточном уровне, её регенерации, конструирования гибридных наноматериалов и разработать новые подходы к преобразованию, аккумуляции и хранения электрической энергии. В основе этой биотехнологии лежат процессы, подсмотренные у живой природы.

С целью установления закономерностей взаимосвязи иерархической организации

скелета с атомно-молекулярной архитектурой костной ткани и для понимания принципа работы механизмов, контролирующих эту взаимосвязь, будут проведены как теоретические, так и экспериментальные исследования. В качестве образцов будут использованы спилы бедренной и большеберцовой кости при артропластике коленного сустава, а также кортикальные кости крыс разного возраста. В качестве реперных соединений будут использованы различные соединения на основе фосфата кальция. Полученные результаты будут детально проанализированы с привлечением данных клинических исследований. Экспериментальная часть проекта включает спектроскопические (в широком диапазоне длин волн), рентгенографические и электрон-микроскопические измерения специально подобранных последовательностей костных тканей. Особое внимание будет обращено на корреляции и синхронность изменений параметров атомно-молекулярной архитектуры минерального матрикса костной ткани различной морфологии в интактной зоне и зонах повреждения остеоартритом, остеопорозом и остеонекрозом. Результаты будут сопоставлены с данными клинических исследований, а также с данными расчетов и математического моделирования хронобиологических изменений нано- и мезо-структуры минерализованных тканей. Пристальное внимание будет уделено 1) проверке гипотезы о связи возраста с наноэнергией минерального матрикса, 2) разработке фундамента новых технологий здоровьесбережения и 3) созданию фундамента биотехнологий конструирования природоподобных материалов для аккумуляции и хранения электрической энергии.

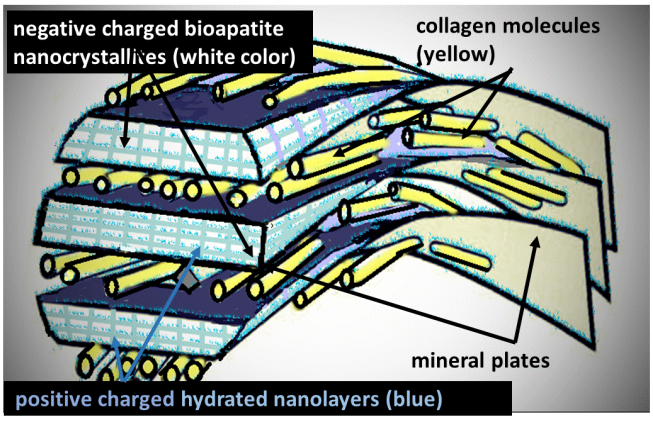



Рисунок-иллюстрация

2. Преимущества данной технологии заключаются, прежде всего, в открытии новых уникальных возможностей для

-- медицинской визуализации костной ткани на субклеточном уровне,

-- ранней диагностики /патогенезе/ костной патологии,

- регенерации костной ткани с учетом особенностей энергетической структуры минерального матрикса и протекания ионных процессов;

-- конструирования экологически чистых природоподобных материалов с целью аккумуляции и хранения электрической энергии.

3. Основные области применения результатов проекта – медицина, биотехнологии и новые материалы.

4. Экономические и социальные выгоды: (1) развитие актуальной концепции «Активного долголетия» и улучшение качества жизни, (2) преодоление последствий

пандемии коронавирусной инфекции COVID-19, (3) создание научного фундамента интеллектуальной технологии природоподобного конструирования экологически чистых материалов для аккумуляции и преобразования электрической энергии.

5. Для проведения экспериментальных исследований планируется использование приборной базы Научного Парка СПбГУ (и не только). Теоретические исследования будут проведены с использованием оригинальной 3DSL-модели. Для проведения клинических исследований и подбора образцов предполагается использовать возможности Национального Исследовательского Медицинского Центра Травматологии и Ортопедии (НИМЦ ТиО) им. Р.Р. Вредена.

Авторы проекта заинтересованы в расширении (1) научных исследований пространственно-временных изменений нано-, мезо- и микроструктуры костной ткани в норме и патологии с привлечением как можно более широкого набора разнообразных экспериментальных и клинических методик, (2) проведении симуляций хронобиологических изменений в костной ткани и (3) совместному анализу полученных результатов с привлечением новых экспериментальных, вычислительных и клинических данных целью построения фундамента новой биотехнологии и оценке перспектив ее использования.

Основные публикации автора по тематике проекта:

1. Pavlychev A. A., Avrunin A.S., Vinogradov A. S., Filatova E. O., Doctorov A.A., Krivosenko, D. O. Samoilenko, G. I. Svirskiy, A. S. Konashuk, D. A. Rostov Local electronic structure and nanolevel hirarchical organization of bone tissue: theory and NEXAFS study // Nanotechnology, 2016. — Vol. 27, — № 50. — P. 504002-1-8

Doi: 10.1088/27/50/504002

2. А. С. Аврунин, А. А. Павлычев, Ю. И. Денисов-Никольский, А. А. Докторов, А. С. Виноградов, Е. О. Филатова, Ю. А. Кривосенко, И. И. Шубняков Морфологические характеристики наноуровневых механизмов, определяющих механические и физико-химические свойства костной ткани // МОРФОЛОГИЯ, 2016. — Т. 150, — № 5. — С. 77-83

3. Sergei Sakhonenkov, Aleksei Konashuk, Xenia Brykalova, Alexander Cherny, Nikolai Kornilov, Yuri Rykov, Elena Filatova and Andrey Pavlychev, Nanostructure of bone tissue probed with Ca 2p and O 1s NEXAFS spectroscopy. Nano Ex. 2(2021) 020009

4. X.O. Brykalova, N.N. Kornilov, Y.A. Rykov, A.A. Cherny, A.A. Pavlychev, Site-Dependent Peculiarities of Calcium Bonds in Bone Tissue, J. Phys. Chem. Lett. (2020) 11, 7839-7842, doi: 10.1021/acs.jpclett.0c01722

5. A.S. Konashuk, X.O. Brykalova, N.N. Kornilov, E.O. Filatova, A.A. Pavlychev, Hierarchy-induced X-ray Linear Dichroism in Cortical Bone// Emergent Materials (2020) v. 3, n.4, 515-520, doi: 10.1007/s42247-020-00105-1

6. Xenia O. Brykalova, Nikolai N. Kornilov, Alexander A. Cherny, Yuri A. Rykov, Andrey A. Pavlychev Electronic and atomic structure of subchondral femoral bone in intact and osteoarthritic knee compartments // Eur. Phys. J. D (2019) 73: 113

DOI: 10.1140/epjd/e2019-100114-8

7. A.S. Konashuk, D.O Samoilenko, A. Y Klyushin, G.I. Svirskiy, S. S. Sakhonenko, X.O. Brykalova, M.A. Kuz'mina, E.O Filatova, A.S. Vinogradov, A.A.Pavlychev Thermal changes in young and mature bone nanostructure probed with Ca 2p excitations // BIOMEDICAL PHYSICS & ENGINEERING EXPRESS, 2018. — Vol. 4, — P. 035031-1-8

# 58. Санкт-Петербургский Государственный университет, Санкт-Петербургский Политехнический Университет им. Петра Великого

**Руководитель проекта:** Игнатович Игорь Антонович, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник
petrosian.ovanes@yandex.ru

**Проект: Поглощающий аппарат железнодорожного подвижного состава**

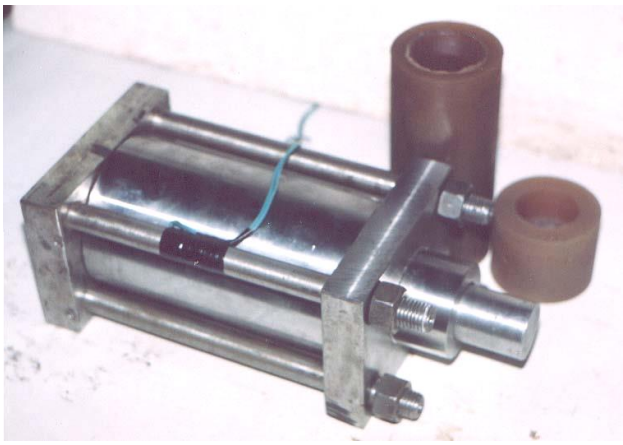
При эксплуатации рельсового подвижного состава возникает проблема столкновений вагонов и локомотивов на сортировочных горках и в пути, при торможениях и разгонах. При этом возникают продольные растягивающие и сжимающие усилия, передающиеся на раму кузова вагона через автосцепку, вызывающие накопление усталостных повреждений, появление пластических деформаций, трещины в деталях, соответственно, ведущие к износу и разрушению деталей.

На данный момент эта проблема решается при помощи жидкостных эластомерных поглощающих аппаратов, которые дороги (цена около €900), недолговечны и неремонтопригодны. Также используются пружинно-фрикционные поглощающие аппараты, которые имеют недостаточную энергоемкость и вогнутую (жесткую) рабочую характеристику, что, в свою очередь, вызывает накопление усталостных повреждений в деталях рельсового подвижного состава, а также нередки случаи заклинивания аппарата, более того цена колеблется около 400 USD.

Предлагаемый продукт (Рис.1):

- конструктивно прост, ремонтопригоден
- дешев (400 USD)
- не требует технического обслуживания
- имеет с выпуклую (мягкую) характеристику (Рис.2), увеличивающую энергоемкость и уменьшающую накопление усталостных повреждений в деталях вагонов, продлевающую срок их службы
- использует новые материалы, как главный рабочий элемент
- отвечает всем стандартам по энергоемкости и размерам, универсален

Продукт продлевает ресурс железнодорожного подвижного состава, таким образом оказывая экономический эффект при покупке вагонов, так как продлевает срок их службы. Удешевляет стоимость ныне закупаемых поглощающих аппаратов в два раза. В случае использования старых поглощающих аппаратов увеличивает срок их работы, а также делает ремонты более простыми и предсказуемыми, а значит защищает от форс-мажорных ситуаций.



а) б)

Рис.1 а) Испытания твердого эластомера б) Прототип поглощающего аппарата

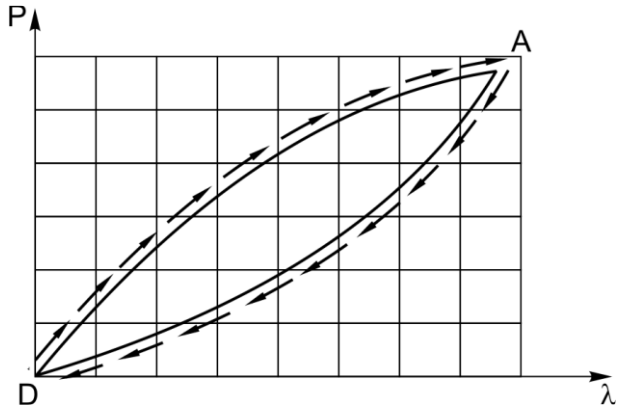



Рис.2 Мягкая рабочая характеристика поглощающего аппарата

На примере России рассмотрена экономическая эффективность.

При готовом производстве в год может быть продано около 12 000 штук по цене около 400–500 USD за штуку. Предполагается B2B модель развития. В России насчитывается около 1,135 млн. шт. вагонов, при этом около 21% используются за сроком эксплуатации, а значит особенно нуждаются в защите. Возможно производство и продажа около 50 штук в месяц, также возможно увеличение мощности производства в зависимости от величины заказа. Данный аппарат практически не требует обслуживания, необходим лишь осмотр рабочего элемента, при износе необходима замена элемента на более новый, металлическая часть аппарата практически вечная.

На данный момент разработка находится на уровне TRL 3–4. Разработаны два вида поглощающих аппаратов – класса Т1 и класса Т2, ведется разработка аппарата класса Т3. Для дальнейшего совершенствования технологии и доведения аппарата до TRL 9 необходимо около 5 млн. р. и 18 месяцев.

Рабочая группа проекта:

- Петросян Ованес Леонович, к.физ.-мат.н., доцент СПбГУ
- Игнатович Игорь Антонович, к.т.-н., ведущий научный сотрудник, СПбГУ

**Руководитель проекта:** Петросян Ованес Леонович, кандидат физико-математических наук
petrosian.ovanes@yandex.ru

**Проект: Система моделирования и автоматического управления энергетическими установками и объектами**

Цели проекта:

- Создание автономной интеллектуальной информационной системы на основе технологии интернета вещей для управления сельскохозяйственными энергетическими установками.
- Тестирование и демонстрация работы на основе математического моделирования и промышленного образца технической системы сельскохозяйственого оборудования.
- Разработка технических рекомендаций по внедрению интеллектуальной информационной системы.

Задачи проекта:

- Создание опытного образца интеллектуальной системы управления сельскохозяйственными энергетическими объектами на основе методов исскуственного интеллекта.
- Создание демонстрационного образца технической системы сельскохозяйственого оборудования с использованием датчиков интернета вещей, esp8266, oled-дисплея, источника питания, солнечной панели, реле, датчика температуры, датчика влажности, датчика влажности почвы, водяного насоса и вентилятора. Создание прототипа облачного сервиса хранения и автоматического хранения данных, прототипа мобильного приложения для отображения статуса работы системы.
- Тестирование созданного опытного образца интеллектуальной системы управления используя математическое моделирование.
- Тестирование созданного опытного образца интеллектуальной системы управления используя демонстрационный образец технической системы сельскохозяйственого оборудования с использованием датчиков интернета вещей.
- Разработка технических рекомендаций по внедрению интеллектуальной системы управления сельскохозяйственными энергетическими объектами.

Актуальность:

Для того чтобы сделать интеллектуальные сельскохозяйственные системы доступными в развивающихся странах, необходимо иметь доступные по цене устройства и применимые конструкции, позволяющие каждому легко использовать интеллектуальные технологии. Датчики интернета вещей предоставляют информацию, необходимую для сельского хозяйства. Мониторинг окружающей среды является ключом к повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Предлагаемая конструкция системы включает esp8266, oled-дисплей, источник питания, солнечную панель, реле, датчик температуры, датчик влажности, датчик влажности почвы, водяной насос и вентилятор. Таким образом, предлагаемая система описывает экономически эффективные проекты Интернета вещей (IoT), которые могут быть использованы в сельском хозяйстве. Мониторинг сельского хозяйства с использованием технологии интернета вещей очень полезен для фермеров. Новые технологии, которые поддерживают сельское хозяйство, могут увеличить производство сельскохозяйственных культур, снизить затраты на рабочую силу, обеспечить

хороший продукт и непрерывное производство. Эта предлагаемая система может хранить данные в облаке и выполнять дальнейший анализ. На основе этих данных можно делать прогнозы. Фермеры смогут эффективно использовать эту систему и получать хорошие урожаи. Предлагаемая система может управляться с помощью мобильного приложения и использоваться в любом месте, где есть доступ в Интернет. Используя информацию от датчиков, предлагаемая система автоматизирует работу водяного насоса и вентилятора.

Автономные интеллектуальные информационные системы на основе технологии интернета вещей для управления сельскохозяйственными энергетическими установками позволяют:

- оптимизировать затраты на электроэнергию на 10–30% по сравнению со случаем когда система управления не используется,
- анализировать и управлять в ручном режиме (если это требуется) сельскохозяйственными энергетическими установками,
- автоматизировать процесс управления сельскохозяйственными энергетическими установками,

анализировать состояние сельскохозяйственных энергетических установок

Три ключевых участника позволяют обеспечить три основных компетенции, которые необходимы в проекте:

1. Петросян О.Л.: оптимизация, управление, исскуственный интеллект (в том числе прогнозирование), программное обеспечение для контроллеров,
2. Головкина А.Г.: математическое моделирование, управление, обработка сигналов, программное обеспечение для контроллеров,
3. Игнатович И.А.: прикладная и теоретическая механика, математическое моделирование, промышленные контроллеры и оборудование, создание промышленных образцов.

Петросян О.Л. (29 лет), канд.физ.-мат. наук, в апреле 2022 года защитил докторскую диссертацию на тему «Динамическое и непрерывное обновление информации в моделях конфликтного управления» (Dynamic and continuous information updating in models of conflict control). Имеет публикации в таких международных журналах как Optimization Methods and Software, Journal of Optimization Theory and Applications, International Journal of Artificial Intelligence по различным тематикам и делал доклады на таких международных конференциях как World Congress on Global Optimization, World Congress on Optimal Control, European Meeting on Game Theory. В 2019 начата работа над современными научными направлениями AI с аспирантами и студентами: XAI, MARL. В 2018 руководил разработкой онлайн-курса "Математическая теория игр" на базе платформ Coursera.org и Xuetangx.com на следующих языках: Русский, Английский, Китайский (первый в РФ онлайн-курс, который был запущен в Китае). В проекте будет специализироваться на применении метода "обучение с подкреплением", который в последнее время он уже успешно использовал в ряде проектов с международными компаниями. H-index: 11, 8 научных статей в Q1. Имеет опыт работы в RnD подразделениях крупных компаний, таких как Siemens (2015–2017 года).

Головкина А.Г. имеет опыт руководства и реализации проектов в кооперации с промышленными компаниями и исследовательскими организациями, является победителем конкурса Open Innovations Startup Tour, 2020, Архангельск с проектом «Оптимизация систем управления в производстве на основе AI моделей», конкурса Falling Walls Lab (Москва, 2020) с проектом «Breaking the wall of small data in AI». Головкина А.Г.

являлась рецензентом для следующих крупных научных мероприятий и научных журналов: IEEE Control Systems Letters и 58th IEEE Conference on Decision and Control, ISA Transactions (Elsevier), International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, European Control Conference, IFAC World Congress 2020.

Игнатович И.А. имеет большой опыт создания промышленных образцов в области прикладная механики, промышленных контроллеров и оборудования для крупных Российских и зарубежных компаний. Имеет ряд патентов на изобретения прикладного характера для промышленности. Опыт подтверждается публикациями и патентами.

# 59. Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (ГУАП)

**Руководитель проекта:** Никитин Александр Александрович, Ведущий инженер
guap.cgvr@gmail.com

**Проект: Программное обеспечение для обработки изображений**

Разработка компонентов для обработки изображений, из которых может компоноваться программное обеспечение для применения в различных отраслях. Такой подход позволяет компоновать заказные решения с существенной экономией сроков и бюджета разработки.

Программные компоненты служат для:

- управления цветом, в том числе на основе ICC-профилей;
- обработки электронных документов и растровых форматов;
- операций с изображениями, включая работу с полутонами;
- непосредственной работы с устройствами;
- организации пользовательского интерфейса и клиент/серверного взаимодействия.

Преимущества проекта в сравнении с прототипами или аналогами:

- Кросс-платформенное программное обеспечение, разработанное на современном C++. Реализованы интерфейсы к языкам программирования более высокого уровня, таким как C# и Java, с возможностью автоматической перегенерации этих интерфейсов в случае внесения изменений или дополнений в компоненты.
- Внутренний процессинг в различных цветовых пространствах позволяет избежать постоянных неэффективных операций по преобразованию цветового пространства между операциями.
- Использование технологий искусственного интеллекта с целью применения проведенных вычислений от одной обработанной области изображения к повторяющимся.
- Параллельная обработка данных с применением технологий гетерогенной многопоточной обработки, что позволяет проводить обработку изображений с использованием различных типов многоядерных процессоров одновременно (CPU, GPU, FPGA).

Все это позволяет значительно увеличить скорость обработки изображений и произвести существенную экономию финансовых средств на аппаратном обеспечении.

Компоненты могут применяться в различных средах, от высоконагруженных серверных систем до бюджетных встраиваемых решений на основе ARM.

Интеграция компонентов в программное обеспечение заказчика происходит с поддержкой всех необходимых стандартов (ГОСТ, ГОСТ Р, ISO), касающихся жизненного цикла программных средств, включая процессы проекта, технические процессы, процессы реализации и поддержки, и другие.

Программное обеспечение для обработки изображений может компоноваться для применения в отраслях:

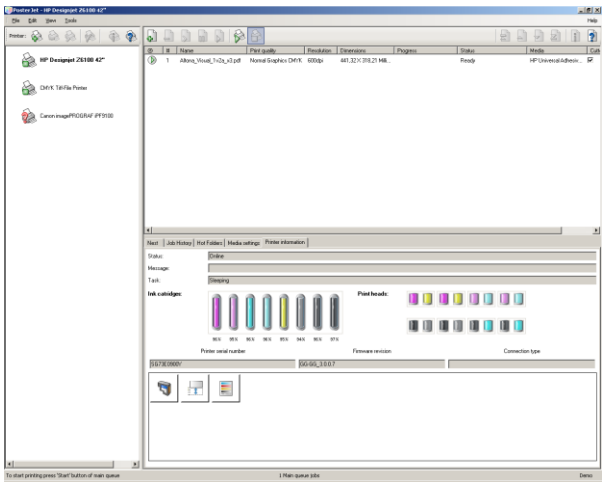
- печать на различных материалах;
- сканирование;
- компьютерное зрение;
- медицинские системы;
- информационные и образовательные системы;
- и других.

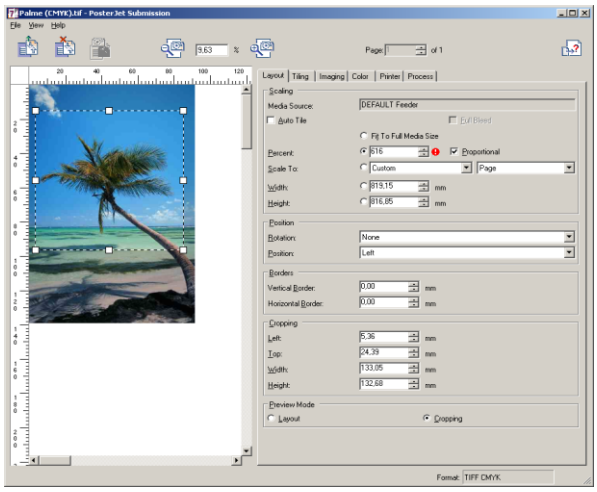
Программное обеспечение является коммерческим.

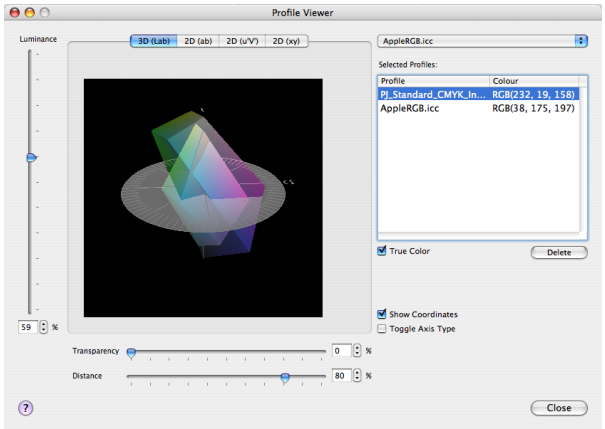
Проведен контроль качества компонентов, их эффективность доказана в условиях реальной эксплуатации в различных программных средствах, включая:

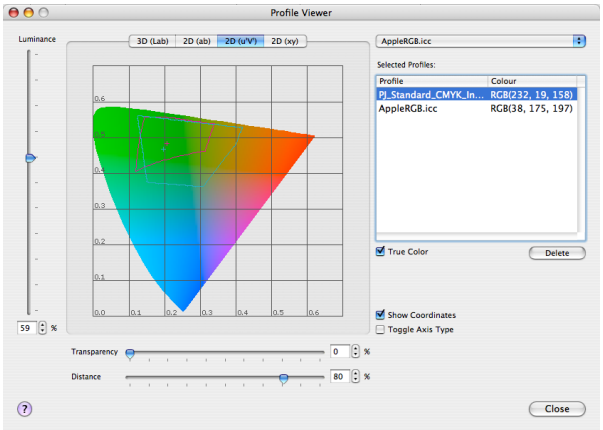
- Ядро встраиваемого программного обеспечения для широкоформатных принтеров Konica Minolta (https://www.konicaminolta.eu/eu-en/hardware/wide-format), служащее для обработки поступающих растровых изображений и электронных документов с итоговым созданием полутоновых изображений для печати.

- Пользовательский интерфейс программного обеспечения для печати на широкоформатных принтерах Eisfeld Datentechnik PosterJet (http://posterjet.com) для ОС Windows и macOS;

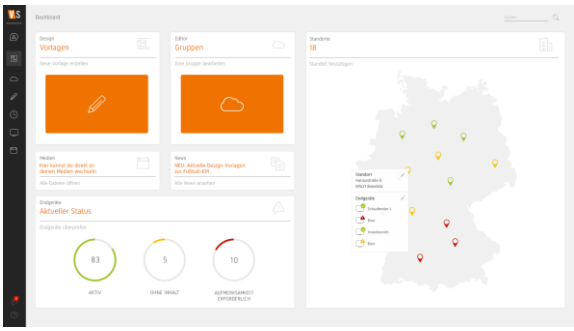







- Облачное программное обеспечение для компоновки и отображения рекламных и информационных цифровых вывесок Wedeko VisuScreen (http://wedeko.com).



**Руководитель проекта:** Никитин Александр Александрович, Ведущий инженер
guap.cgvr@gmail.com

**Проект: Тренажеры для тренировки и оценки навыков уровня профессиональных знаний и навыков работников по техническому обслуживанию сложных объектов**

Цель - разработка методов, технологий и экспериментального образца тренажера на основе цифровых реальностей для поддержки тренировки навыков осмотрщиков железнодорожных вагонов и оценки их навыков инструктором.

Существующая проблема – высокая стоимость создания, поддержки и постоянного обновления учебных площадок на основе реального оборудования и его макетов; ограничения по обучению нестандартным ситуациям и удаленных работников, включая индивидуализацию обучения; разрозненные модели автоматизации деятельности на основе цифровых реальностей, что снижает эффективность разработок.

Предлагаемое решение – разработка на основе методов и технологий цифровых реальностей оснащения учебных площадок и рабочих мест.

Цифровые реальности - обобщающий термин для методов и технологий виртуальная реальность, смешанная реальность, дополненная реальность, дополненная виртуальность, виртуальные миры и метавселенная, обеспечивающих погружение человека в цифровую или смешанную среду и взаимодействие с объектами среды в реальном времени с учетом его физических, сенсомоторных и других характеристик.

Состав экспериментального образца тренажера:

1. Модели (цифровые двойники).

- 3D модели фрагмента ландшафта, ж/д путей, полувагона, инструментов - молотка, мелка.

- Неисправности – буксы и колеса, уширение стены, отсутствие люка, пробой стены и др.

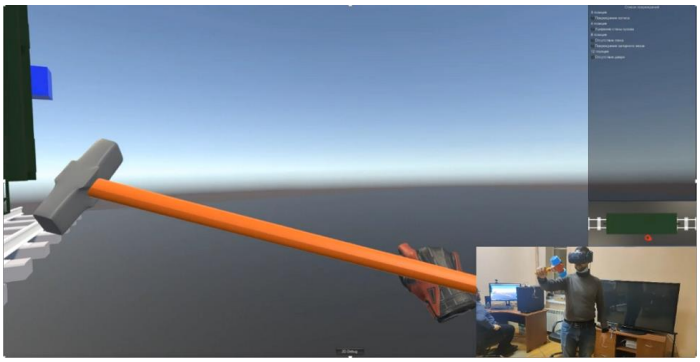
- Звуки исправного и дефектного колеса и буксы при остукивании.

2. Интерфейс – области видимости осмотрщика, задания неисправностей, мини-карты, просмотра сцены инструктором.

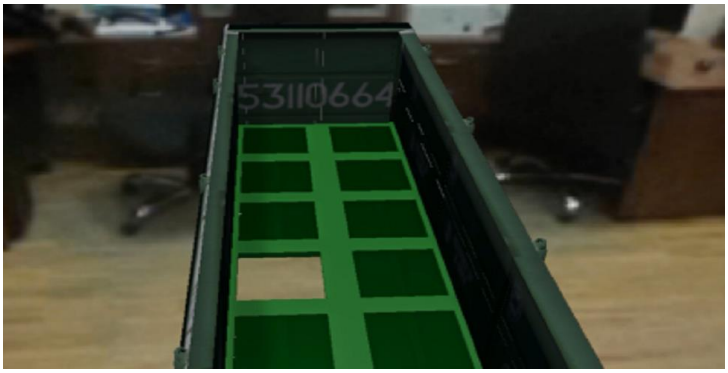
3. Модуль 12-позиционного осмотра вагона на основе виртуальной реальности

4. Модуль жестового интерфейса виртуальной реальности

5. Модуль работы с реальным молотком с закрепленным на нем трекером (дополненная виртуальность)



6. Модуль моделирования обслуживания вагона на рабочем месте на основе дополненной реальности




7. Модуль поддержки совместной работы двух осмотрщиков и инструктора.

Реализация на основе HTC Vive, HTC Vive Tracker, Oculus Quest, Unity, SteamVR

Преимущества проекта в сравнении с прототипами или аналогами

- Возможность интеграции различных цифровых реальностей, в которых работает персонал в учебном классе и на рабочем месте, в рамках одного приложения с выбором в зависимости от решаемых задач.

- Интеграция с цифровыми двойниками и данными имитационных моделей или реальных производственных процессов создания изделия.

- Мультимодальное взаимодействие.

- Многопользовательские решения для совместной работы специалистов, включая удаленное консультирование.

- Учет концепции присутствия человека в цифровых реальностях, связанной с субъективными переживаниями человека, его опытом и рисками киберболезни.

Область применения проекта: любая, где требуется обслуживание сложного оборудования техническим персоналом, в т.ч. удаленного.

Перспективы коммерциализации:

- Увеличение эффективности приобретения индивидуальных и социальных знаний и навыков за счет повышения вовлеченности и учета восприятия работников, а также моделирования различных ситуаций недоступными в реальном мире способами.

- Повышение производительности труда, сокращение простоя комплексов и травматизма за счет улучшения навыков подготовки работников.

- Снижение стоимости и сроков создания и поддержки учебных площадок и подготовки работников.

- Создание условий для дистанционного обучения и консультирования работников, за счет этого сократить эксплуатационные расходы.

- Возможность интеграции с имеющейся теоретической базой и личным формуляром работника для персонализации обучения.

По данным CapGemini, эффект от внедрения VR/AR-решений, в среднем находится на уровне 10–15% экономии, а в отдельных случаях может превышать 20-25%.

# 60. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

**Руководитель проекта:** Скотникова Маргарита Александровна, Главный научный сотрудник МНОЦ "BaltTribo-Polytechnic", профессор ВШ машиностроения ИММиТ, доктор технических наук, профессор
skotnikova@mail.ru

**Проект: Применение цифрового моделирования и больших данных для выявления фундаментальных закономерностей трения, изнашивания и повышения эффективности механической обработки труднообрабатываемых заготовок**

В настоящее время промышленное применение скоростной механической обработки металлических заготовок является одним из основных направлений повышения производительности труда и качества получаемых поверхностей. При этом возникает проблема повышения износа инструмента, его преждевременного разрушения и усиления интенсивности этого процесса с увеличением скорости резания сверх определенного уровня, особенно заготовок из труднообрабатываемых материалов. Существует гипотеза, что такое увеличение износа инструмента связано со структурными и фазовыми превращениями и с периодической локализацией пластической деформации в металле заготовки, происходящих в контактной зоне вблизи поверхности инструмента (в трибологической системе «инструмент – обрабатываемая заготовка»).

Предварительные исследования показали, что при резании металлических заготовок, в зоне контактного взаимодействия обрабатываемой детали и резца возникает сложный многофакторный процесс взаимодействия деформации, трения, износа, адгезии, разрушения, на соотношение величин которых влияют физико-механические, химические, тепловые, релаксационные свойства контактирующих материалов, геометрия резания, контактные напряжения, смазка, скорость, температура деформирования и т. д.

Таким образом, решение задачи промышленной механической обработки, направленной на повышение износостойкости лезвийного инструмента методами классической трибологии оказывается затруднено из-за огромного количества эмпирических параметров трибологических систем, изменяющихся в зоне контакта сопряженных пар с течением времени, при различных условиях эксплуатации и не поддающихся теоретическому обобщению в рамках фундаментальных физических, химических и механических законов.

Большинство публикаций, накопленных за последние десятилетия в этой области, представляют собой описательные результаты по повышению интенсивности износа инструмента с увеличением скорости резания сверх определенного уровня, без их научного обобщения и использования для прогнозирования и оптимизации трибологических свойств в зоне контактного взаимодействия пар трения «инструмент – обрабатываемая заготовка».

В последние 20 лет, ситуация значительно изменилась в связи с интенсивным развитием информационных технологий, появлением новых методов анализа больших массивов данных (Big Data), интеллектуального анализа данных (Data Mining), а также

установлением корреляций в Big Data. Это привело к глобальному изменению соотношения между эмпирическими фундаментальными науками. Стало возможным теоретическое обобщение огромного количества экспериментальных результатов, накопленных в промышленности.

Поэтому полученные результаты, будут первыми в мировой практике, а предлагаемый проект является актуальным и имеет большое научно - практическое и стратегическое значение.

Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

В рамках выполнения проекта, с использованием нового уникального автоматизированного оборудования MFT-5000, методов анализа больших массивов данных (Big Data) и современных физических методов исследования, предполагается создание принципиально новых подходов, методов и методологии решения поставленных фундаментальных и прикладных задач, не имеющих аналогов в мире:

1. Впервые будут выявлены фундаментальные закономерности между трением и изнашиванием, структурно- фазовыми превращениями и локализацией пластической деформации в зоне контактного взаимодействия поверхностей материалов при их механической обработке легко- и труднообрабатываемых заготовок в широком диапазоне скоростей резания, температур деформирования, величин продольной и поперечной пластической деформации, контактных напряжений, сопротивления металла на сдвиг и их отношения, процессов деформационного упрочнения и релаксационного разупрочнения на примере сплавов АМц, Ст45, ХВГ, ВТ23;

2. Будут разработаны физическая и цифровая модели технологии лезвийной обработки для проектирования и исследования трибосистем (инструмент – обрабатываемая заготовка).

3. Будет показано, что с увеличением скорости деформирования сверх определенной, в труднообрабатываемых сплавах происходит периодическая локализация пластической деформации, ориентированная перпендикулярно направлению движения резца. Ожидается, что релаксационное модулирование структуры и микротвердости относительно среднего значения, периодически снижает напряжения в зоне контакта с инструментом и увеличивает износ резцов при механической обработке;

4. Впервые будет показано, что в двухфазных сплавах титана при больших скоростях механической обработки периодическая локализация пластической деформации (модулирование), приводит к разрушению, а подключение защитных ротационных (поворотных) мод пластической деформации, затрудняет (стабилизирует) достижение исчерпания пластической деформации, необходимой для разрушения;

5. Объекты интеллектуальной собственности разработок в области компьютерных технологий будут защищены свидетельствами о регистрации баз данных и программ ЭВМ.

Область применения.

Ожидаемые результаты важны для мировой науки и ответов на глобальные вызовы, возможности их применения в фундаментальной науке и практическом использовании в промышленности:

1. С помощью применения методов Big Data и новых методов установления корреляций в больших массивах данных, будет разработана технология промышленной механической обработки труднообрабатываемых заготовок, являющаяся основой инновационного развития отечественного рынка товаров и услуг, стабильного положения

России на внешнем рынке, будет обеспечен переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям.

2. Проведение широкомасштабных экспериментов, имитирующих процесс работы лезвийного инструмента, а также физическое и компьютерное моделирование, впервые, позволят создать на мировом уровне новую методологию управления структурно-фазовым состоянием и свойствами контактирующих материалов в зоне взаимодействия поверхностей труднообрабатываемых материалов при их механической обработке и будут созданы предпосылки для формирования нового научного направления – «Интеллектуальная трибология».

3. Направленность предлагаемого научного исследования позволит решить конкретные задачи и сформировать компетенции по приоритетам научно-технологического развития Российской Федерации, а также готовить высококвалифицированные кадры, способные участвовать в решении таких задач.

Перспективы коммерциализации.

1. С помощью применения методов Big Data и новых методов установления корреляций в больших массивах данных, будет разработана научно-обоснованная, контролируемая технология лезвийной обработки, учитывающая структурные и фазовые превращения, трибо - вибрационные и температурно-диссипативные процессы в материалах контактной зоны при механической обработке заготовок, включая труднообрабатываемые.

2. Переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям и внедрение предлагаемой технологии в промышленности, позволят оптимизировать процесс, повысить эффективность механической обработки труднообрабатываемых заготовок, коммерциализировать полученные результаты.

# 61. Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

**Руководитель проекта:** Петров Анатолий Иванович, Директор Центра физико-химических исследований и разработок
aipetrov48@mail.ru

**Проект: Совместная разработка радиоизотопных Kr-85-источников для приборов толщинометрии, на базе технологии очистки и обогащения Kr-85-газа**

В 80-х в СССР предлагаемые Kr-85-источники были разработаны. Также была наработана первая партия Kr-85-газа с обогащением до 30%ат. Но промышленное производство не было начато. В 90-х аналогичные Kr-85-источники делала Германия из российского сырья: высокочистого и изотопно-обогащенного газа Kr-85. В начале 2000-х запасы такого высококачественного сырья закончились. Однако в последнее время рынок специальных приборов для толщинометрии активно развивался. И спрос на Kr-85-источники снова вырос.

Конструкции источников и технологии подготовки исходного Kr-85-сырья были в 80-х разработаны специалистами Радиевого института им Хлопина и заявителем: СПб ГТИ (ТУ). Заявитель сохранил и существенно развил свои технологические компетенции в данной области. Более того, ранее реализованный способ изотопного обогащения Kr-85-газа представляется в настоящее время избыточно затратным и может быть заменен более совершенным.

СПб ГТИ (ТУ) предлагает создать более совершенную технологическую цепочку производства высококачественного исходного Kr-85-газа и разработать соответствующие конструкции изотопных Kr-85-источников для нового поколения проборов толщинометрии. Это предполагается сделать с учетом современной технологической базы, с адаптацией к конкретным приборам и нуждам современных промышленных производств.

Данный проект предполагает комплекс работ по двум связанным направлениям:

а) разработка и запуск технологии производства высококачественного исходного Kr-85-газа - для последующего наполнения Kr-85-источников;

б) разработка конструкции и запуск серийного производства радиоизотопных Kr-85-источников для соответствующих приборов.

Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

Предлагаемый проект позволит решить проблемы развития китайской (и российской) промышленности путем оснащения предприятий приборами контроля толщины материалов современными Kr-85-источниками. Проект предполагает снижение затрат при производстве исходного Kr-85-газа и разработку конструкций Kr-85-источников, позволяющих производить весь комплект источников для соответствующих приборов толщинометрии.

Область применения проекта (технологии):

Производство целлюлозы, бумаги, картона и т. п.;

Микроэлектроника и квантовая электроника;

Дефектоскопия и др.

Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды).

В указанных областях применения существуют производственные и научные направления, которые используют Kr-85-газ, Kr-85-источники и приборы для измерений.

Точность измерений с Kr-85 с повышенным изотопным обогащением всегда выше и будет востребована для указанных выше областей применений. Приборы с более эффективными Kr-85-источниками на технологических линиях создадут дополнительные технические преимущества за счет более точных онлайн и измерений. Это даст в итоге повышение производительности, снижение операционных затрат и дополнительные конкурентные преимущества таким производствам.

В данном проекте предполагается объединить усилия сторон, реализовать комплексную работу и в итоге усовершенствовать средства измерений толщин материалов/слоев для различных действующих производств.

Проект предполагает создание комплекса «технологии +конструкции Kr-85-источников» для приборов, равных которому пока в мире нет.

Основное снижение стоимости изготовления Kr-85-источников (по сравнению с ранее производившимися) ожидается за счет применения нового способа изотопного обогащения Kr-85-газа, что обеспечит коммерческие преимущества для источников и приборов.

Реализация проекта обеспечит национальный «технологический суверенитет» по указанной группе высоких технологий и полное импортозамещение по Kr-85-газу, Kr-85-источникам и приборам толщинометрии с Kr-85-источниками.

Социальная выгода: создание новых рабочих мест как на производстве высококачественного Kr-85, так и на производстве источников с Kr-85 для приборов.

Проект предполагает 2 этапа исполнения в течение 2-3лет:

Этап 1. Разработка технологии высокой очистки и изотопного обогащения Kr-85-газа. Разработка конструкции и технологии изготовления Kr-85-источников.

Этап 2. Запуски партий опытного технологического оборудования и изготовление опытных партий Kr-85- источников).

**Руководитель проекта:** Петров Анатолий Иванович, Директор Центра физико-химических исследований и разработок
aipetrov48@mail.ru

**Проект: Создание Совместной лаборатории по отработке (совершенствованию) технологий ректификации**

Технологии ректификации являются одним из наиболее эффективных методов сверхвысокой химической очистки газов и жидкостей. На практике и в перспективе на промышленных производствах все чаще требуется газы и жидкости с чистотой 99,9999% и выше.

Традиционно указанные технологии системно и активно развивались в США, Японии, Германии, и основные производства контролируются этими странами.

Для технологического развития Китая и России это направление становится все более актуальным и определяет «национальный технологический суверенитет» в целой группе областей. В связи с возникшими ограничениями и санкциями Россия и Китай обязаны предпринять ускоренное и системное развитие высоких технологий в области высокой очистки некоторых газов и жидкостей. Конечной целью проекта является постоянная реализация участниками новых технологий и технических решений на своих промышленных производствах.

СПб ГТИ (ТУ) предлагает совместно с китайским партнером создать Совместную лабораторию для системного, ускоренного развития группы высоких технологий ректификации. Эти технологии предназначены для высокой очистки некоторых «критических» для указанных областей применения и высокотехнологичных производств газов и жидкостей.

Данный проект предполагает комплекс совместных работ по двум направлениям:

а) совершенствование лабораторного комплекса в СПбГТИ (ТУ) с целью получения высших технологических достижений в области высокотемпературной и низкотемпературной ректификации и условий для его дальнейшего развития;

б) создание (совершенствование имеющегося) на китайской стороне аналогичного лабораторного комплекса с целью реализации и практического освоения высших технологий ректификации.

Указанный комплекс совместных работ предполагает частичное дублирование исследований и работ. Но для ускоренного надежного освоения ректификационных технологий и экономии средств предполагается также согласованное распределение отдельных работ между китайской и российской сторонами. При этом предполагается обмен результатами, выводами, планами дальнейшего развития и координацию.

2. Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

Основным преимуществом предполагается системное изучение технологических решений и их постоянное совершенствование, внедрение современных новых материалов, автоматики контроля и управления. Проект предполагает разработки более эффективных промышленных технологий для ультра-высокой очистки газов и жидкостей, повышение безопасности производств и улучшение экологии. Особенно это важно для промышленных производств, занимающихся высокой очисткой токсичных и особо опасных газов и жидкостей.

Область применения проекта (технологии):

Микроэлектроника и квантовая электроника;

Оптика, лазерная техника;

Высокотехнологичная химия и др.

Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды).

Ультравысокая химическая чистота газов и жидкостей всегда будет востребована для высокотехнологичных областей применений. Предполагается, что требования к некоторым газам и жидкостям будут и далее повышаться. Это уже в настоящее время требует организации системной работы и создания постоянных технологических улучшений.

Предлагаемый проект предполагает сотрудничество и объединение усилий по разработке новых технологий высокой очистки газов и жидкостей методами ректификации. Предлагаемая Совместная лаборатория необходима для организации систематической работы сторон и постоянного совершенствования технологий ректификации, в т.ч. на действующих производствах.

Технологии ректификации достаточно универсальна для химической высокой очистки. Она позволяют также осуществить разделение некоторых легких изотопов: бора, азота, кислорода, водорода и др. Указанные изотопы в (обогащенные или обедненные) имеют высокий потенциал применения и востребованы в атомной энергетике, медицине, микроэлектронике, высокотехнологичной химии и т.п.

Проект позволит за счет сотрудничества получить технические и экономические преимущества при разработке и внедрении на производствах новых технологий, в т.ч. снижение сроков и кадровое обеспечение.

Более дешевые исходные высокочистые газы и жидкости в свою очередь обеспечат коммерческие преимущества на последующих стадиях их применение и переработки: при синтезе сложных высокотехнологичных соединений, производстве изделий, приборов, систем и др.

Реализация проекта обеспечит национальный «технологический суверенитет» по указанной группе высоких технологий и создаст благоприятные условия для развития смежных областей применения. Реализация проекта позволит снять рисков импорта некоторых «критичных» технологий и продуктов из США, Японии и др.

Социальная выгода: создание новых рабочих мест создаваемых национальных высокотехнологичных производствах по высокой очистке газов и жидкостей.

Проект предполагает исполнения примерно в 3 этапа в течение 2,5-3лет:

Этап 1. Разработка, изготовление и запуск начальных макетов ректификационного оборудования, в т. ч. насадочных колонн. Приобретение практического опыта молодыми специалистами.

Этап 2. Реализация и отработка инновационных технических решений на макетах оборудования и на ректификационных колоннах.

Этап 3. Разработка промышленных вариантов технологического оборудования. Реализация результатов на опытном (промышленном) предприятии.)

# 62. Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского

**Руководитель проекта:** Пылаев Тимофей Евгеньевич, Директор, кандидат биологических наук
pylaev.te@staff.sgmu.ru

**Проект: Технологии высокоразрешающего биоимиджинга и биосенсинга на основе гибридных меток наночастиц золота для задач тераностики и персонализированной медицины**

1) Описание проекта

Наночастицы золота представляют отдельную самостоятельную отрасль в биомедицинских исследованиях, диагностике, биосенсорах, фототермической и фотодинамической терапии, а также в адресной доставке лекарств и генетических материалов. Интерес исследователей к наночастицам золота постоянно растет из-за их низкой иммуногенности и высокой биосовместимости. Разрабатывается на базе Научно-производственного и образовательного центра молекулярно-генетических и клеточных технологий Саратовского ГМУ им. В.И. Разумовского совместно с Институтом биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН.

2) Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

- Полностью разработана лабораторная технология масштабирования в практическом производстве.
- Повышение качества и выхода наночастиц
- Точная настройка оптических свойств наночастиц.

3) Область применения проекта (технологии)

Научно-исследовательские и клинические лаборатории, профилированные в области тераностики, химической аналитики, фармакоиндустрии.

4) Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

Конечный продукт: каталог биоспецифических маркеров и зондов на основе меток золотых наночастиц и нанокомпозитов с целевыми лигандами (белки, нуклеиновые кислоты, фармакологические препараты), услуга по их изготовлению на заказ.

5) Другие важные сведения

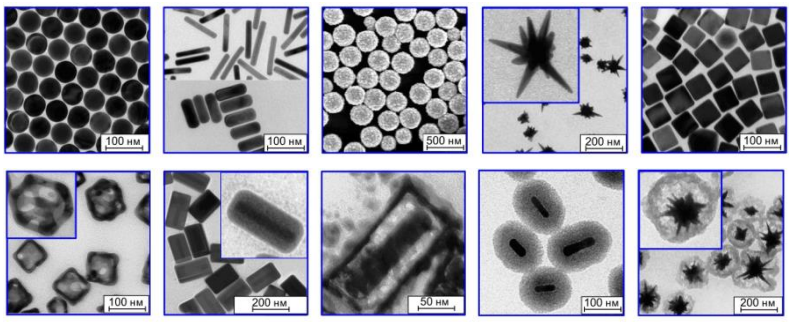


Рис 1. Внешний вид прототипа: Галерея электронно-микроскопических изображений. Типичный коллоид наночастиц представляет собой жидкость, цвет которой зависит от спектральных характеристик частиц

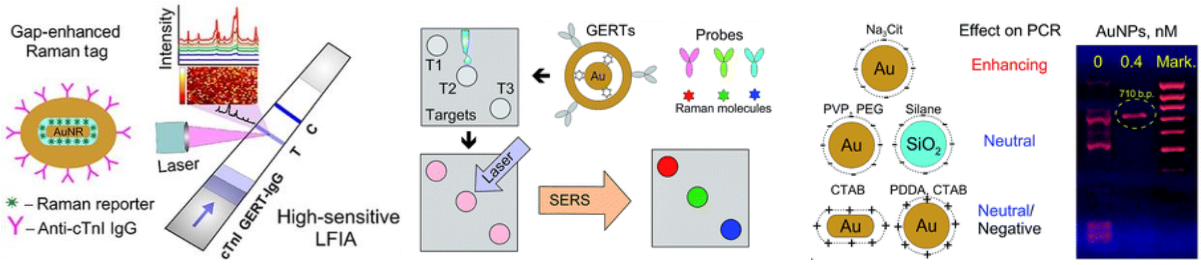



Рис. 2. Варианты исполнения: Иммунохроматографический анализ с рамановской детекцией, Мультиплексный иммуноанализ с рамановскими метками, Повышение специфичности и эффективности полимеразной цепной реакции

**Руководитель проекта:** Гриднев Владимир Иванович, Директор НИИ кардиологии, доктор медицинских наук, доцент
gridnev@cardio-it.ru

**Проект: Информационно-аналитическая телемедицинская кардиологическая система «ИС-Кардио»**

Система предназначена для автоматизации процесса оказания медицинской помощи больным с сердечно-сосудистыми заболеваниями (ишемической болезнью сердца, артериальной гипертонией, сердечной недостаточностью, нарушениями ритма). Разработана как технологическая основа для реализации региональной телемедицинской кардиологической службы с режимом функционирования 24/7. «ИС-Кардио» поддерживает замкнутый цикл оказания кардиологической помощи, нацеленный на достижение наилучших клинических результатов лечения у каждого пациента, повышение рациональности применения высокотехнологичной медицинской помощи. Благодаря прописанному на основе клинических рекомендаций алгоритму, врачу предлагается выбор наиболее оптимальной тактики ведения пациента. В автоматическом режиме отслеживается достижение целевых показателей здоровья пациентов.

Система телемониторинга ИС-Кардио имеет ряд преимуществ перед аналогами в виде:

1) Разработчиками системы являются российские кардиологи и IT-специалисты, что позволило создать систему под реальные условия практической деятельности врачей-кардиологов и терапевтов.

2) Возможности системы не ограничены лишь пульсометрией, а расширены до монитроирования АД, ЭКГ, уровня глюкозы крови в автоматическом и/или ручном режимах ввода (аналоги: Система телемониторинга для сердца MoMe®, InfoBionic, США – Массачусетс; Система телемониторинга для сердца MCOT, BioTelemetry, США – Пенсильвания).

3) Система ИС-Кардио представляет собой замкнутый цикл наблюдения, консультирования и ведения кардиологических пациентов, а не только возможность быстрой связи с пациентом (аналоги: Система телемониторинга состояния здоровья Shimmer3 GSR+ Sensor, Shimmer Research Ирландия).

4) Система «обучена» диагностическим алгоритмам, основанным на современных клинических рекомендациях, что значительно упрощает деятельность врачей и ускоряет их работу (не имеем сведений о наличии аналогов на современном рынке).

5) Благодаря разработанным алгоритмам, система ИС-Кардио позволяет наблюдать за пациентами неограниченно длительное время (аналоги: Система телемониторинга для сердца ECAT™, Braemar, США – Миннесота).

6) ИС-Кардио позволяет быстро и просто формализовать данные, полученные от пациентов, что облегчает их дальнейшую обработку и анализ (не имеем сведений о наличии аналогов на современном рынке).

7) Простота обработки полученного массива данных создает хорошую основу для грамотного менеджмента лечебного процесса.

8) ИС-Кардио не требует привязки к какому-либо отдельному ЛПУ или врачу, что позволяет ее с легкостью интегрировать в любую медицинскую информационную систему.

Область применения проекта.

Медицинские учреждения, оказывающие первичную, квалифицированную и

специализированную, в том числе высокотехнологичную медицинскую помощь пациентам с болезнями системы кровообращения (гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца, сердечные аритмии).

ИС-Кардио позволяет осуществлять дистанционный круглосуточный мониторинг основных показателей системы кровообращения (АД, ЭКГ, уровень глюкозы крови), что приведет к:

1) увеличению доли кардиологических

пациентов с целевым уровнем АД в 4,7 раза, относительно текущей амбулаторной практики;

2) увеличению производительности

работы врачей-кардиологов амбулаторного звена

до 500–700 пациентов/день;

3) снижению количества госпитализаций, связанных с повторными коронарными событиями, декомпенсацией сердечной недостаточности и

гипертоническими кризами;

4) снижению затрат на амбулаторную помощь за счет расходов, связанных с сокращением офисных консультаций и госпитализаций.

В настоящее время разработка системы на уровне готовности 5 (TLR 5), в перспективе возможна его коммерциализация.

**Руководитель проекта:** Пылаев Тимофей Евгеньевич, Директор, кандидат биологических наук
pylaev.te@staff.sgmu.ru

**Проект: Технология репрограммирования генома клеток на основе слоев наночастиц золота и лазерного излучения**

Новая технология репрограммирования генома клеток с настраиваемыми и контролируемыми параметрами для эффективной и безопасной доставки целевых генов, совместимая с различными типами клеток и загружаемых агентов. Система предназначена для получения клеточных продуктов с новыми фенотипическими признаками. Разрабатывается на базе Научно-производственного и образовательного центра молекулярно-генетических и клеточных технологий Саратовского ГМУ им. В.И. Разумовского совместно с Институтом биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, СГУ им. Н.Г. Чернышевского и Института регенеративной медицины Сеченовского университета.

Преимущества проекта в сравнении с прототипами или аналогами:

- Совместимость с различными типами клеток
- Применимость для доставки широкого круга объектов для внутриклеточной доставки
- Минимальное повреждающее действие
- Максимальная эффективность
- Простота, оперативность

Область применения проекта.

Научно-исследовательские и клинические лаборатории, профилированные в области персонализированной медицины, генной и клеточной терапии, фармакоиндустрии, промышленной биотехнологии

Перспективы коммерциализации.

Разрабатываемая новая технология репрограммирования генома клеток может быть коммерциализуема как настраиваемая, контролируемая и безопасная система лазерной трансфекции, совместимая с различными типами клеток и загружаемых агентов. Конечный продукт: набор реагентов и расходных материалов для проведения лазерной трансфекции клеток животных и человека на основе слоев наночастиц золота. Либо предоставление услуги по осуществлению временной трансфекции культур клеток, и созданию моноклональных клеточных линий со стабильной экспрессией целевых генов на заказ.

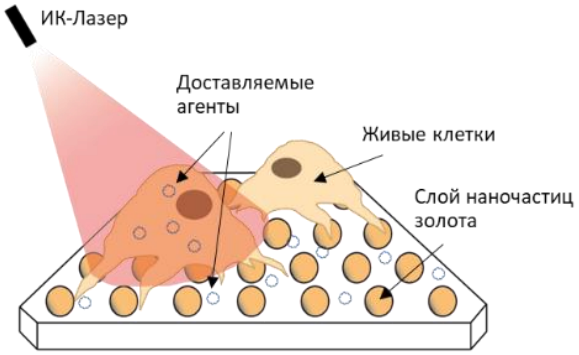



Рис 1. Принципиальная схема. Технология доставки целевых агентов в клетки, культивируемых на слоях наночастиц золота, при лазерном облучении

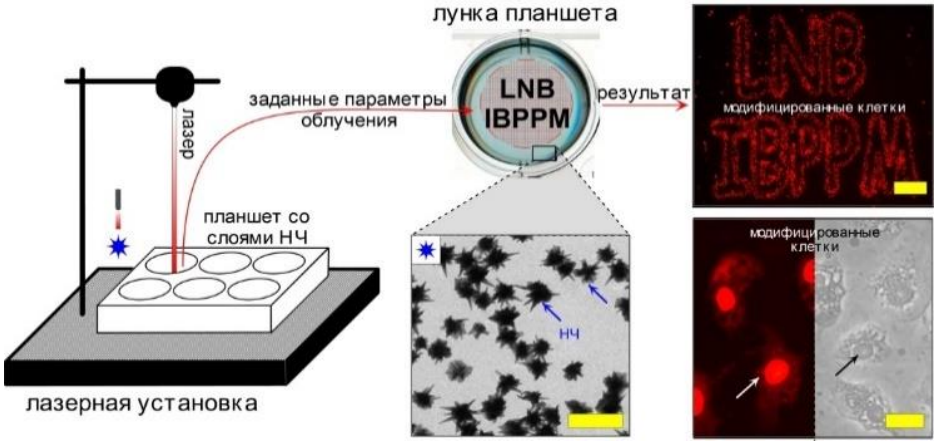



Рис. 2. Вариант исполнения

**Руководитель проекта:** Симакова Инна Владимировна, Директор научно-производственного центра технологий здорового питания СГМУ им. В.И. Разумовского, профессор, доктор технических наук
simakovaiv@yandex.ru

**Проект: Новые продукты здорового питания для нутритивной поддержки при различных состояниях организма**

На базе научно-производственного центра технологий здорового питания СГМУ им. В.И.Разумовского разрабатываются специализированные полифункциональные пищевые системы для создания продуктов питания нового поколения с повышенным содержанием полезных веществ за счет сохранения природных ресурсов сырья и научно подтвержденным нутрициологическим потенциалом. Проводится научно–обоснованное с точки зрения доказательной медицины применение новых продуктов для обогащения рационов диетического лечебного и диетического профилактического питания достаточным количеством эффективных компонентов, которые способствуют улучшению функционирования органов и систем.

На данный момент разработана следующая ассортиментная линейка пищевой продукции, на которые имеются патенты РФ или поданы заявочные материалы на регистрацию объектов интеллектуальной собственности, в том числе, заявка на Евразийский патент:

- снековая продукция из плодоовощного и животного сырья с повышенным содержанием нативных белков, биофлавоноидов и клетчатки;
- комбинированные белковые продукты на базе фасолевого матрикса: хлебобулочные, макаронные, мучные и мучные кондитерские изделия;
- купажи растительных масел со сбалансированным составом по содержанию омега-3: омега-6 жирных кислот.

Ассортиментная линейка снековой продукции – это дегидрированные продукты из плодоовощного сырья, представленные в виде печенья или слайсов. Имеют доказанную сохранность минорных компонентов пищи на протяжении сроков хранения от 1 до 1,5 лет. В технологии применено ИК-дегидрирование пищевого сырья в режимах, сохраняющих нативный компонент на 80–90 %. Предложенная технология решает сразу несколько задач: концентрация минорных компонентов на кг пищевого вещества увеличивается, а целлюлоза, гемицеллюлоза, протопектин - остаются в нативном состоянии, обеспечивая, тем самым, субстрат для микроорганизмов. Кроме того, решается комплексная проблема недостаточности потребления фруктов и овощей в свежем виде, а также сохранения питательных веществ на долгий срок хранения.

Рисунок 1 – Таблетки мясо-растительные

Рисунок 2 - Галета из плодовоовощного сырья

(свекла-яблоко) внешний вид после хранения в течение 1,5 лет. (состав: яблоко, свекла)

Комбинированные белковые продукты на базе фасолевого матрикса представлены в виде привычных продуктов питания и обладают повышенным содержанием нативных белка, витаминов, фитосоединений (в 2–2,5 раза превышает аналоговые традиционные изделия) и низким гликемическим индексом.

Применение фасолевого матрикса в технологиях хлебобулочных, макаронных, мучных и мучных кондитерских изделий позволяет повысить не только их пищевую ценность, но и укрепить неспецифический иммунитет и антиоксидантную защиту человеческого организма. Кроме того, данные изделия применимы в диетотерапии сахарного диабета, при микроэлементозах, муковисцидозе и ряда других заболеваний.

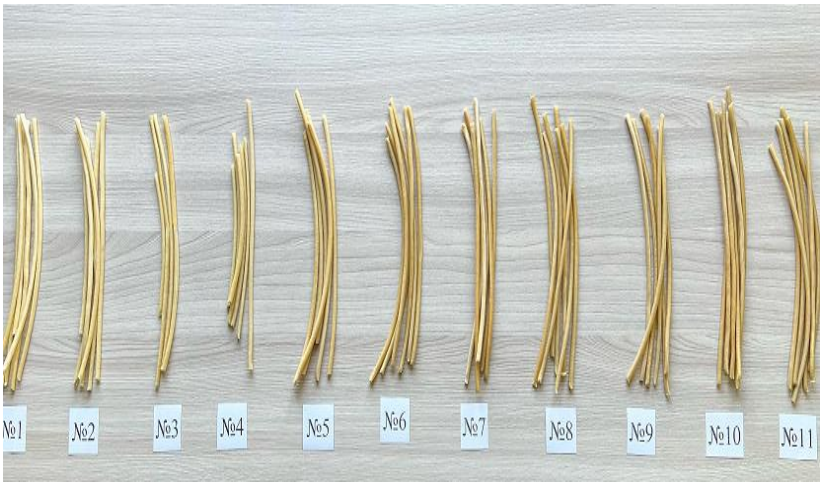



Рисунок 3 – Макаронные изделия с различной концентраций фасолевого матрикса

Рисунок 4 – Хлебобулочные изделия с различной концентрацией фасолевого матрикса

Рисунок 5 – Мучные кондитерские изделия на основе фасолевого матрикса

Поволжье является одним из лидеров по выращиванию и переработке малоиспользуемого, но ценного масличного сырья, такого как семена горчицы, расторопши, рыжика, сафлора, обладающие функциональным потенциалом и фармакологическими свойствами, определяющими их противоопухолевые и бактерицидные свойства, стимулирование работы пищеварительной, сердечно – сосудистой, эндокринной и респираторной систем, повышение иммунного статуса организма. Однако, каждый жир в отдельности (из используемых в питании) не удовлетворяет в полной мере всем тем требованиям, которые предъявляются в настоящее время к пищевому жиру для здорового питания. Поэтому для создания полноценных рационов необходимо использовать жиры и масла в определенных сочетаниях в купажированном виде, благоприятных для организма человека. Для создания смесей (купажей) с заданным жирнокислотным составом необходимо применять масла наиболее адаптогенные с выраженным фармакологическим действием. Авторами разработаны новые смеси путем купажирования сафлорового, рыжикового, горчичного и расторопшевого масла, которые отличаются оптимальным соотношениями ω-6:ω-3 жирных кислот, богаты витамином Е, фитостеролами, силимарином и другими компонентами, обеспечивающими антиоксидантный статус. Предназначены для регулярного потребления и снижения бремени алиментарно-зависимых заболеваний. Суточное потребление - 15–30 мг.

Рисунок 6 – Купажи растительных масел, сбалансированные по содержанию омега-3: омега-6 жирных кислот

Преимущества проекта в сравнении с прототипами или аналогами.

Предлагается принципиально новый тип продуктов, которые при ежедневном потреблении призваны оказывать положительный эффект на здоровье человека. Особенностью проекта являются технологии внесения и концентрирования ингредиентов с целевой точкой включения в метаболом биоактивных веществ.

Продукты отличаются:

сохраненным нутриентным профилем исходного сырья;

повышенной концентрацией природных компонентов за счет технологий пищевой комбинаторики;

метаболически направленным действием, что позволяет применять в персонифицированном питании;

пролонгированными сроками хранения;

повышенными требованиями к безопасности, включающими и технологические аспекты контаминации за счет трансформации пищевых веществ в технологическом процессе;

положительным эффектом, который доказан в клинических исследованиях.

Технология новых продуктов предполагает:

- реализацию как на производствах малой мощности, так и на крупных предприятиях;
- отсутствие пищевых добавок и рафинированных компонентов пищи;
- простые технологические решения
- полностью натуральные продукты.

Область применения проекта.

Медицинские и социальные организации, предприятия пищевой промышленности и индустрии питания, детские спортивные школы, фитнес-центры, космонавтика, силовые структуры

Перспективы коммерциализации.

Проект экономически выгоден. Срок окупаемости проекта составляет 1 год.

Проект также направлен на:

- снижение бремени заболеваний, вызванных неправильным питанием, за счет использования пищевых продуктов с доказанным лечебным и профилактическим действием;
- создание новых пищевых продуктов с сохраненным нативным профилем и повышенной концентрацией эссенциальных веществ путем использования, разработанных авторами проекта новых технологий лечебно-диетических и профилактических продуктов питания.

Данное исследование является междисциплинарными и находится на стыке медицины и технологии производства пищевых продуктов. Это позволит найти объективные научно-обоснованные подходы к профилактике и лечению алиментарно-зависимых заболеваний, увеличению количества лет здоровой жизни с поправкой на инвалидность (DALY), что позволит снизить нагрузку на здравоохранение.

**Руководители проекта:**
Федонников А.С. - Проректор по научной работе, доктор медицинских наук, доцент
Калюта Т.Ю. - Директор научно-образовательного центра клинических и биомедицинских исследований, кандидат медицинских наук.
fedonnikovas@mail.ru tatianakaluta@yandex.ru

**Проект: Разработка и трансфер противоопухолевого лекарственного средства растительного происхождения**

1. Описание проекта

В ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России проведены исследования специфической фармакологической активности экстракта Аврана лекарственного (Gratiola officinalis), описана его противоопухолевая, противовоспалительная, антикахектическая, антиоксидантная активность. Одобрено проведение клинического исследования I фазы у пациентов с раком мочеполовых органов. Предполагаемое действие, заявляемое для проверки гипотезы в клиническом исследовании, — это торможение роста опухолей за счёт стимуляции апоптоза. Аналогичное действие характерно для официнального ЛС Арглабин (Arglabine), производимого в Казахстане из полыни гладкой. Механизмы противоопухолевой активности экстракта Аврана лекарственного (Gratiola officinalis): замедление темпов роста опухолей разного гистогенеза (рак печени РС-1, рак почки РА и саркома 45) и развитие патоморфоза опухоли 2-3-й степени, снижение пролиферации за счет перехода клеток в период G0, снижение ангиогенеза, блокирование аутофагии и активация апоптоза в клетках опухолей животных как за счет внешнего, так и митохондриального путей, а реализация – через активацию каспазы-3 (Патент на изобретение RU 2519769 C1, 20.06.2014. Патент на изобретение RU 2694547 C1, 16.07.2019. Патент на изобретение RU 2693829 C1, 05.07.2019). Кроме того, новое лекарственное средство способно вызывать замещение опухолевой ткани соединительной (Патент на изобретение 2731105 C2, 28.08.2020). Было установлено, что экстракт аврана лекарственного обладает выраженным противоопухолевым действием в отношении клеток опухолей человека (аденокарцинома матки HeLa, Т-клеточный лимфобластный лейкоз Jurkat, аденокарциномы молочной железы MCF-7 и SK-BR-3, карцинома легкого A549, карцинома простаты PC-3, карцинома толстой кишки HCT-116, карцинома почки A498), а также перевитого рака почки РА, печени РС-1 и саркомы 45 крыс, а также антиоксидантным и антикахектическим действиями (Патент на изобретение RU 2578440 C1, 27.03.2016).

В отличие от других противоопухолевых средств новое средство обладает избирательностью действия в отношении опухолевых клеток (Патент на изобретение RU 2694547 C1, 16.07.2019). Установленный факт торможения пролиферации опухолевых клеток за счет их перехода в период покоя G0, блокирование цитопротекторной аутофагии и одновременно активации механизмов апоптотической гибели объясняет противоопухолевое действие флавоноидов, которое существенно отличается от известного ранее действия противоопухолевых средств, содержащих алкалоиды. При этом использование комбинированной терапии экстрактом Аврана лекарственного с циклофосфаном позволяет не только усилить действие противоопухолевой терапии, но и существенно снизить побочные токсические эффекты циклофосфана (Патент на

изобретение 2734143 C1, 13.10.2020).

Целесообразно проведение серии клинических исследований для оценки потенциального противоопухолевого действия экстракта Аврана при опухолях различных локализаций.

2. Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

Известным и зарегистрированным в ГРЛС аналогом экстракта Аврана по противоопухолевому действию является противоопухолевый препарат растительного происхождения Арглабин (Arglabine). Арглабин относится к фармако-терапевтической группе: Противоопухолевое средство. Фармакологическое действие: биологически активный сесквитерпеновый лактон (терпеноид), выделенный из полыни гладкой Artemisia glabella. Обладает противоопухолевым и радиосенсибилизирующим действием.

Препараты растительного происхождения, включенные в фармакологические группы «Противоопухолевые средства растительного происхождения»: код АТХ: L01CA - Алкалоиды барвинка и его аналоги [Винбластин и аналоги]. Лекарственный препарат Йонделис® (Yondelis®) (МНН - Трабектедин), фармакологическое действие: противоопухолевый препарат. Трабектедин представляет собой тристетрагидроизохинолиновый алкалоид природного (морского) происхождения, впервые выделенный из Карибского оболочника Ecteinascidia turbinate.

Экстракт аврана лекарственного, созданный авторским способом в ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России и защищенный патентом, является уникальным прототипом лекарственного средства.

Получаемые другими исследователями в Российской Федерации экстракт Аврана другим, отличным от нашего способа, отличается по своим свойствам. Известный ранее в России способ получения 10% спиртовой настойки листьев аврана лекарственного применяется в крайне малых дозах в связи со значительным количеством побочных эффектов [Куркин В.А., 2010]. Показания для его применения отличаются и не включают сферу онкологии (спиртовая настойка листьев аврана назначается при асците сердечного происхождения) [Куркин В.А., 2004]. Все полученные ранее различными авторами извлечения из сырья аврана обладали достаточно сильной токсичностью, поэтому при внутреннем применении использовались вместе со слизистыми отварами с большой осторожностью и под обязательным врачебным контролем [http://www.ayzdorov.ru/tvtravnik_avran.php].

В ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России разработан способ получения экстракта из травы аврана лекарственного, содержащего новую, ранее не известную для данного растения биологически активную композицию, обогащенную значительным количеством флавоноидов и лишенную алкалоидов, гликозидов [Полуконова Н.В. и др., 2012]. Разработанный нами способ позволяет получить нетоксичный экстракта из аврана, в то же время содержащий новые, ранее не известные для данного растения химические соединения, обладающие высокой биологической активностью, в частности антиоксидантной, что может найти широкое применение в онкологии для снижения побочных эффектов химиотерапии [Полуконова Н.В. и др., 2012; Полуконова Н.В. и др., 2013; Polukonova N.V. et al., 2014]. Положительный эффект полученного экстракта заключается в резком снижении токсичности и повышении степени извлечения целевых продуктов [Полуконова Н.В. и др., 2012; Полуконова Н.В. и др., 2013; Polukonova N.V. et al., 2014].

3. Область применения проекта (технологии)

Область: клиническая онкология, терапия рака мочеполовых органов и других видов рака в перспективе (рак печени, лимфомы и т. п.)

В Саратовском ГМУ им. В.И. Разумовского ранее проведены исследования специфической фармакологической активности, среди спектра полученных активностей наиболее выражена противоопухолевая и антикахектическая. Для решения вопроса о применения данного экстракта у людей как противоопухолевого средства требуется проведение исследований фармакодинамики, фармакокинетики и безопасности однократного перорального применения ЛС на основе Аврана лекарственного (исследование I фазы на добровольцах, имеющих неоперабельную онкологическую патологию).

4. Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

- Обоснование доли пациентов, которые могут быть охвачены результатом из числа с заболеванием: Предполагается охват до 95 % пациентов с раком МПО III-IV стадии, т.к. ЛС на основе экстракта Аврана, изготавливаемое авторским способом, который не проявляет токсических свойств в доклинике, (ожидаются аллергические реакции, как в среднем в популяции на разные ЛС – до 0,1 %), и потенциально будет совместим со всеми ЛС, применяемыми по стандарту при данной нозологии.
- Обоснование оценки снижения стоимости лечения в стационаре при применении исследуемого препарата: стоимость стандартного лечения пациентов с раком МПО III-IV стадии, при дополнении его лечением с применением курсов ЛС на основе экстракта Аврана лекарственного, будет снижаться за счет уменьшения доли пациентов, которым необходимы повторные курсы химиотерапии (экстракт Аврана проявляет в доклинических исследованиях свойства выраженного торможения роста опухолей). Ожидается также снижение уровня кахексии за счет антикахектического действия и снижение уровня связанных с прогрессированием рака МПО III–IV стадии осложнений, требующих дополнительной терапии.
- Доля больных в целевой группе пациентов, которым показано применение нового препарата: предполагается охват до 95 % пациентов с раком мочеполовых органов III–IV стадии.
- Обоснование повышения возраста смерти в основной группе: у крыс с перевитыми опухолями в эксперименте наблюдался патоморфоз опухолей и выраженное торможение темпов развития перевитых опухолей (до 70%) под действием экстракта Аврана лекарственного. Таким образом, расчетная выживаемость составит до 1,5 лет против 3-месячной при перевитых опухолях, и правомочен теоретический перерасчёт: средняя продолжительность жизни пациентов с раком МПО III–IV стадии может вырасти с 75 лет до 78,5 лет (на федеральном уровне).

5. Другие важные сведения

6. Наименование выполненной работы и содержание полученного результата:

7. Подготовка отчёта о доклиническом исследовании экстракта Аврана лекарственного: Выполнено на 100%, отправлено в Минздрав по запросу.

8. Работы по анализу растительного сырья для производства ГЛФ (трава Аврана лекарственного), создание документации, литературный поиск, переговоры с фармацевтическими производственными площадками, работы по валидации методик и

трансферу в производство, разработка документации по сырью. Планируется выполнение других работ по трансферу в сотрудничестве с профильными фармацевтическими лабораториями. Выполнено на 40%.

9. Подготовка лабораторного регламента для трансфера технологии в промышленное производства экстракта Аврана лекарственного: регламент готов к трансферу на 80%.

10. Подготовка документов, материалов и средств технического обеспечения проведения клинического исследования – Брошюры, Протокола, Формы информированного согласия, ОХЛП, Инструкции, АФС, других нормативных документов по сырью (трава Аврана лекарственного), АФС (экстракт Аврана лекарственного), ГЛФ. Работы выполнены на 70%.

# 63. Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова

**Руководитель проекта:** Макаров Дмитрий Николаевич, Заведующий лабораторией, доктор физико-математических наук
d.makarov@narfu.ru

**Проект: Организация высокотехнологичного производства по синтезу монокристаллов алмаза методом температурного градиента и изготовлению монокристаллических алмазных пластин**

Синтетический монокристаллический алмаз является одним из наиболее востребованных и перспективных материалов современного этапа научно-технологического развития. Благодаря своим уникальным свойствам этот материал находит применение в самых разных технологических областях, включая сверхточную механическую обработку, лазерную технику, силовую и СВЧ электронику, детекторы излучения, ИК- и рентгеновскую оптику и др. В наши дни все большую реальность обретает такое понятие как «вторая квантовая революция», в основе которой лежат квантовые технологии, предполагающие способность управления сложными устройствами на уровне отдельных квантовых объектов. Такими объектами, в частности, могут являться отрицательно заряженные NV центры в алмазе, представляющие собой точечные дефекты кристаллической решетки, состоящие из замещающего углерод атома азота и соседней вакансии. Для внедрения такого материала в современное производство необходима детальная информация с высоким пространственным и временным разрешением о многих физических процессах и характеристиках. Более того, необходимо изучать не только структуру NV центров и их основных характеристик, но и механизм образования этих центров. Нами будут проведены не только комплексные экспериментальные исследования таких пластин, спектроскопическими, микроскопическими и рентгеновскими методами, но и развиты теоретические модели взаимодействия синхротронных и ультракоротких источников излучения с такими объектами. Это позволит более детально определять многие характеристики алмазных пластин с NV центрами с высоким пространственным и временным разрешением, что приведёт к их использованию во многих современных высокоточных технологиях.

Полученные научные результаты будут использованы для высокотехнологичного производства по синтезу монокристаллов алмаза методом температурного градиента и изготовлению монокристаллических алмазных пластин. Производить такие алмазы методом температурного градиента (HPHT) планируется в Архангельске компанией АО АГД «Даймондс». HPHT – процесс выращивания монокристаллов алмаза при высокой температуре (около 1500 °C, с нужным градиентом) и высоком давлении (50–70 тыс. атм.). Гидравлический пресс обжимает специальный контейнер, внутри которого находится металлический расплав (железо, никель, кобальт и др.) и графит. На подложке размещается одна или несколько затравок — небольших кристаллов алмаза. Сквозь камеру протекает электрический ток, разогревающий расплав до нужной температуры. В этих условиях

металл служит растворителем и катализатором процесса кристаллизации углерода на затравке в форме алмаза. Процесс выращивания одного крупного или нескольких более мелких кристаллов длится 12–13 суток.

Таким образом планируется создать методики и комплекс оборудования, стендов для обработки, диагностики, впоследствии для паспортизации монокристаллических алмазных пластин для высокотехнологичных применений.

Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

В 2020 году компания Element Six, мировой лидер поставок синтетических монокристаллов алмаза для индустрии высоких технологий, анализируя текущее состояние исследований и разработок в области алмазных сенсоров на NV центрах, определила текущий период как переход от лабораторных исследований к испытаниям прототипов в реальных условиях эксплуатации. Фактически это означает расширение работ в этой области с подключением потенциальных промышленных потребителей, и как следствие – существенный рост потребности в синтетических монокристаллах алмаза с требуемыми свойствами. Подтверждением этого является тот факт, что в 2020 году в линейке продуктов Element Six появились монокристаллические алмазные пластины с NV центрами.

В мире синтез монокристаллов алмаза преимущественно осуществляется либо методом химического осаждения из газовой фазы (технология CVD), либо методом температурного градиента (технология HPHT). Оптимальное содержание замещающих атомов азота для магнетометров на ансамблях NV центров лежит, по некоторым оценкам, в интервале 10–15 ppm. Технология CVD сталкивается с проблемой получения монокристаллических алмазов, обладающих одновременно таким содержанием азота и высоким кристаллическим совершенством. Действительно, в процессе роста кристалла с содержанием азота 10-15 ppm происходит образование различных протяженных дефектов (например, вакансионных цепочек и кластеров), что приводит, с одной стороны, к уменьшению доли отрицательно заряженных NV центров, а с другой стороны, к возникновению точечных ферромагнитных дефектов и неоднородных напряжений в кристалле, которые уменьшают время спиновой дефазировки и контраст считывания, не позволяя добиться оптимальной чувствительности.

Для компенсации этих нежелательных эффектов можно использовать комбинацию методов CVD и HPHT, когда монокристалл, выращенный по CVD технологии, подвергается воздействию высокого давления и температуры, что приводит к диссоциации вакансионных структур. Однако такой подход не позволяет избавиться от присутствия водорода, который проникает в кристаллическую решетку алмаза в процессе CVD роста, будучи основной компонентой углеводородной плазмы. Водород образует множество дефектов в алмазе, наиболее важным из которых (в контексте обсуждаемых проблем) является дефект, состоящий из вакансии и двух атомов водорода (H-V-H). Наличие дефектов H-V-H снижает эффективность образования NV- центров и приводит к дополнительному парамагнитному шуму (за счет свойств H-V-H дефекта), что сказывается на уменьшении времени спиновой дефазировки. Отдельно следует отметить, что комбинация методов CVD и HPHT не применима для тонких алмазных пластин из-за риска разрушения пластины под действием высокого давления.

Синтетические монокристаллы алмаза высокого кристаллического совершенства с содержанием азота 10–15 ppm можно синтезировать, используя технологию HPHT, однако систематических исследований по оптимизации свойств таких кристаллов как

чувствительных элементов для квантовых магнетометров на ансамблях NV центров до настоящего времени не проводилось. Отметим, что выполнение таких исследований невозможно без тесной кооперации между научными лабораториями, владеющими самыми современными методами исследования алмазов, и производственными предприятиями, обладающими технологиями синтеза монокристаллов алмаза и изготовления алмазных пластин с заданными свойствами.

Область применения проекта.

1. Создание квантовых сенсоров (магнетометров, гироскопов и др.) с чувствительными элементами на ансамблях NV центров алмаза, не уступающих по качеству чувствительным элементам, производимым компанией Element Six (единственным на сегодня производителем монокристаллических алмазных пластин с NV центрами в мире).
2. Создание оптически активированных алмазных окон для рентгенооптических приложений, обладающих: стабильной люминесценцией под действием пучков электронов и рентгеновского излучения в условиях высоких дозовых нагрузок, отсутствием эффекта тушения люминесценции при нагреве области возбуждения до 400°C, пониженной фосфоресценцией и линейностью выхода люминесценции от радиационного потока.
3. Создание материальной базы (в виде высококачественных HPHT подложек) для массового выращивания сверхчистых монокристаллических алмазов по технологии CVD.
4. Перспективы коммерциализации.

В Архангельске компанией АО АГД «Даймондс» уже строится предприятие по изготовлению монокристаллических алмазных пластин. Научную поддержку этому проекту осуществляет Научно-образовательный центр «Российская Арктика: новые материалы, технологии и методы исследования», а именно «Лаборатория диагностики углеродных материалов и спиново-оптических явлений в широкозонных полупроводниках». Экономическая выгода определяется необходимостью использования новых технологий основанных на использовании в основе микросхем монокристаллических алмазных пластин с NV центрами, а также использование таких пластин в других отраслях экономики.

**Руководитель проекта:** Гулиев Рамиль Зафарович, Старший преподаватель
r.guliev@narfu.ru

**Проект: Управление ледовой обстановкой для обеспечения промышленной безопасности в Арктике**

Целью работы является спроектировать, разработать и протестировать алгоритм нечеткой логики для оценки доступности Арктических морских месторождений в районах Арктических морей, исходя из ледовой обстановки в районе исследований.

Задачи, решаемые в рамках проекта:

- Выполнение работ по анализу ледовых параметров Арктического шельфа, разработке и модификации алгоритма многокритериального подхода оценки рисков освоения нефтегазовых месторождений.
- Проведение сегментирования плотности льда на спутниковых снимках при помощи алгоритма глубокого обучения
- Изучение влияния проекта на отраслевую структуру региона: создание рекомендательной системы по освоению нефтегазовых месторождений Арктического шельфа.

В настоящее время нефтегазовая отрасль России активно вступает в новую фазу освоения шельфовых арктических месторождений.

Арктический шельф - район с наибольшим неизученным потенциалом углеводородов. Сложность освоения арктического шельфа связана с невероятно суровыми климатическими условиями Арктики. Детерминированный подход к оценке рисков не дает полной оценки перспектив разработки месторождений; поэтому мы предлагаем использовать метод нечеткой логики для оценки рисков освоения месторождения, в том числе оценки ледовой обстановки.

Метод нечеткой логики обычно называют экспертными системами потому, что они требуют эксперта с обширными знаниями проблемной области (в данном случае разработки нефтяных и газовых месторождений) для построения баз правил и помощи в разработке нечетких множеств.

Специфические математические свойства таких методов позволяют нам оценивать потенциальную разработку нефтяных и газовых месторождений, расположенных в арктических водах, с разных точек зрения, сосредотачиваясь либо на одном параметре, либо на комплексном многокритериальном анализе. В данной работе мы планируем реализовать метод нечеткой логики для оценки доступности Арктических морских месторождений с учетом ледовой обстановки, а также применить алгоритм глубокого обучения для сегментирования плотности льда на спутниковых снимках.

На текущий момент в рамках проекта:

- Проведен анализ спутниковых данных ледовой обстановки в районах Арктического шельфа, модифицирован алгоритм многокритериального подхода, выполнен расчет и картирование района Печорского моря, а также района морской границы между Норвегией и РФ Баренцева моря в рамках проекта КОЛАРКТИК «Управление льдами Баренцева моря»;
- Проведен анализ рисков в регионе Печорского моря в рамках проекта НОЦ «Российская Арктика»;

- Разработан и апробирован алгоритм глубокого обучения (модификация алгоритма U-net) для сегментирования плотности льда.

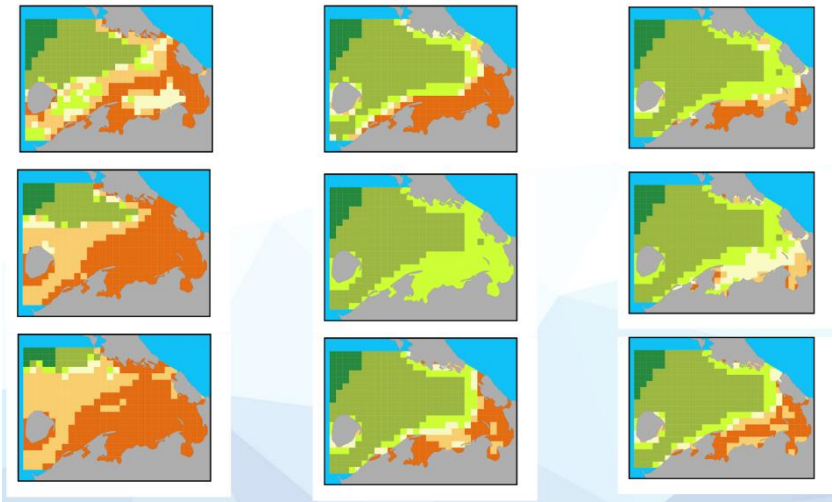


Рис. 1 – Кары рисков для 9 периодов года (три летних месяца объединены в одну карту в связи со схожестью ледовых параметров), основанные на многокритериальном анализе ледовых параметров при помощи алгоритма нечеткой логики в регионе Печорского моря

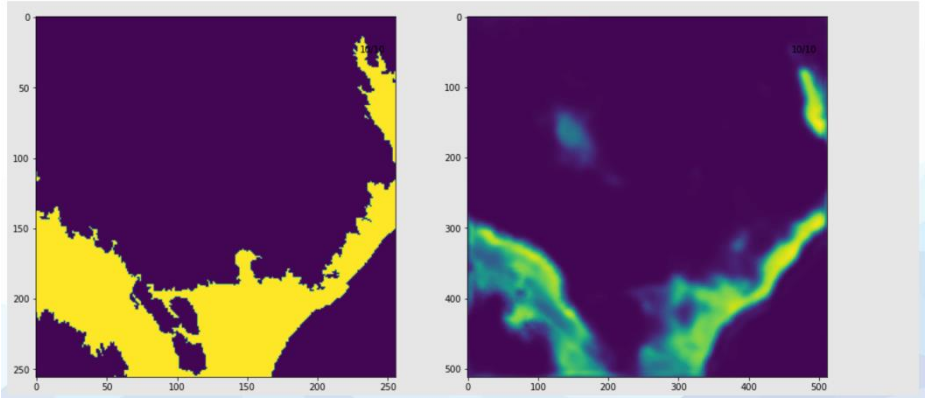



Рис. 2 – Пример кластеризации плотности льда: слева – карта истинного значения плотность льда в 20 %, справа – результат прогноза алгоритма глубокого обучения плотности льда в 20 %. Регион исследования – канадская Арктика

Результаты проекта возможно применить для:

- Ускорения и совершенствования освоения месторождений Арктического шельфа
- Разработки и применению мониторинга ледовой обстановки в районах Арктических морей для предотвращения чрезвычайных ситуаций

Создания рекомендательной система по освоению нефтегазовых месторождений Арктического шельфа

Результаты проекта возможно внедрить в существующие проекты разработки морских месторождений России и Китая.

# 64. Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова

**Руководитель проекта:** Охлопкова Айталина Алексеевна, Главный научный сотрудник – руководитель УНТЛ «Технологии полимерных нанокомпозитов», профессор, доктор технических наук
okhlopkova@yandex.ru ninakswan@mail.ru

**Проект: Матриксы для дермальных эквивалентов на основе модифицированного полилактида**

Описание проекта

Проект направлен на разработку матриц для дермальных эквивалентов на основе полилактида (PLA). PLA – биосовместимый, биоразлагаемый, термопластичный полимер молочной кислоты. Данный полимер не вызывает аллергических реакций и разлагается в организме на молочную кислоту, воду и углекислый газ. Матрица на основе PLA представляет собой тонкую пленку, толщиной 10–30 мкм, с прикрепленными фибробластами (клетками кожи) на поверхности пленки.

Внедрение таких материалов позволит решить альтернативным, доступным, безопасным и атравматичным способом проблему лечения обширных поражений кожных покровов, и тем самым ускорить выздоровление больных, снизить летальность при тяжелых поражениях кожи.

Преимущества проекта по сравнению с аналогами

В качестве матрицы для изготовления дермальных эквивалентов на основе культивированных фибробластов человека используются такие полимеры как коллаген, хитозан, другие природные полисахариды и гидрогелевые пластины. Аналогами разрабатываемой матрицы являются высокопористые полимерные скаффолды, имитирующие структуру губчатой костной ткани, на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) - с объемной пористостью до 90 %, размер пор и их содержание по размеру может варьироваться от 50 мкм до 700 мкм и более (ООО "Биомиметикс"). Искусственно созданные скаффолды на основе коллагена или желатина имеет пористость 35–45%. Скаффолд не деградирует при 37°С. Скаффолд полностью исчезает в течение 3 недель. Использование коллагена и природных полисахаридов чаще всего индуцируют дополнительные воспалительные процессы, активацию некоторых механизмов иммунного ответа немедленного типа. Являясь составной частью фиброзной ткани, коллаген не является матрицей выбора для достижения косметологических эффектов.

Полилактид является биосовместимым материалом, распадается на молочную кислоту, воду и углекислый газ, что обеспечивает отсутствие аллергических реакций и заживление без шрамов. Температура плавления полилактида 180°С, что не ограничивает диапазон температур эксплуатации до потери эксплуатационных характеристик и увеличивает применимость методов стерилизации, таких как стерилизация в автоклаве.

Область применения проекта (технологии)

Новые материалы, биомедицинские и ветеринарные технологии. Матриксы будут применяться в регенеративной медицине.

Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

Особую и существенную проблему представляет необходимость создания биодеградируемых материалов, способных имитировать свойства биологических структур. Эта проблема обусловлена тем, что восстановление утраченных кожных покровов при заболеваниях, ожогах, повреждениях различной этиологии и травм является наиболее острой задачей, требующей решения во всем мире. Ожоги занимают третье место среди травм мирного времени и составляют до 8 % от их общего количества, а трофические язвы и длительно не заживающие раны составляют от 1% до 4% в России и Западной Европе. При этом число пострадавших непрерывно растет, а лечение ожоговых ран и трофических язв является долгим и высоко затратным процессом.

Практическое применение полученных результатов в получении искусственного эквивалента кожи за счет выращивания фибробластов на PLA пленках. Внедрение таких материалов позволит решить альтернативным, доступным, безопасным и атравматичным способом проблему лечения обширных поражений кожных покровов, и тем самым ускорить выздоровление больных, снизить летальность при тяжелых поражениях кожи, что несомненно позволит смягчить и социально-экономические проблемы, связанные с долгосрочным лечением длительно незаживающих ран.

**Руководитель проекта:** Евсеев Захар Иванович, Научный-сотрудник
Zakevseev@gmail.com

**Проект: Умная одежда на основе графена**

Описание проекта

Использование графена и его производных, таких, как например оксида графена, для модификации текстильных изделий с целью придания им электропроводящих свойств, является одной из областей исследований в носимой электронике, завоевавшем высокое внимание научного сообщества. Модификация текстильных изделий оксидом графена, позволяет придавать им различные свойства, такие как: электропроводность, антибактериальный и антистатический эффект, экранирование от ультрафиолетовых лучей, гидрофобность и т.д. А также на основе электронных текстилей можно получать различные виды датчиков и сенсоров: температуры, влажности, различных газов, тензодатчиков и др. Кроме того, из электронных структур с применением графена можно получать устройства хранения энергии, приемопередающие устройства и т.д. на поверхности ткани. Таким образом можно реализовать мониторинг жизненных показателей носителя с электропитанием и передачей информации прямо на одежде.

Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами.

Преимуществом графенового электронного текстиля является возможность создания многих видов электронных устройств, простота нанесения, а также биосовместимость. Ближайшим конкурентом графена в области электронного текстиля являются углеродные нанотрубки, которые обладают схожими свойствами. Однако, в последнее время опубликовано множество работ, которые показали, что углеродные нанотрубки могут быть канцерогенным материалом. Кроме того, разработанный нами метод электрохимического расщепления, позволяет получать оксид графена быстро и в больших количествах.

Область применения проекта (технологии).

Электронный текстиль на основе графена имеет большое количество применения. Например, с его помощью можно создавать одежду с электроподогревом для зимних условий и медицинской терапии, одежду со встроенными датчиками жизнедеятельности, одежда с повышенной защитой от ультрафиолета, рентгеновского излучения, с антибактериальным и антистатическим эффектом и т.д.

Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды).

Рынок носимой электроники и интернет вещей, в последнее время, является одним из самых быстрорастущих секторов электроники с CAGR 22 %.

Другая.

Одной из основных проблем связанных с графеновым электронным текстилем является его относительно слабая устойчивость к стирке. В большинстве работ показано, что уже после 10 циклов стирок, покрытия из оксида графена значительно разрушаются, а электропроводность становится ниже, чем у человеческого тела, что ограничивает практическое применение данной технологии. оксида графена прикрепляется на данные волокна с помощью Ван-дер-Ваальсовых сил между кислородными функциональными группами оксида графена и макромолекул тканей, которые по своей природе создают относительно слабые связи. Для создания стойких покрытий на поверхности волокон, необходимо прикрепление оксида графена с помощью ковалентных сил, чего можно

добиться с помощью химической модификации функциональных групп оксида графена. Разработка методов синтеза химически модифицированного оксида графена, обладающего хорошей электропроводностью и способного ковалентно связываться с макромолекулами целлюлозы, является малоисследованной областью и полученные в ходе предлагаемого проекта данные будут иметь научную значимость и создадут новые перспективы для практического применения электронного текстиля на основе оксида графена.

# 65. Северо-Кавказский федеральный университет

**Руководитель проекта:** Борисенко Юрий Григорьевич, Кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры строительства инженерного института ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»
dsh-92@mail.ru

**Проект: Разработка составов сухих строительных смесей с повышенными эксплуатационными характеристиками с использованием отходов производства**

В настоящее время в России, как и во многих странах, наблюдается рост темпов строительства. В связи с этим актуальной проблемой является производство качественных строительных материалов, которые позволяют повысить эффективность производства строительных работ. Одним из наиболее активно развивающихся направлений в строительной отрасли в последние годы становится производство сухих строительных смесей (ССС).

Средний эксплуатационный срок для фасадных растворов в настоящее время составляет 5–7 лет, что существенно влияет на затраты по ремонту и содержанию зданий.

Для регулирования структурообразования и повышения эксплуатационных характеристик ССС и покрытий на их основе в рецептуру таких смесей вводят различные модифицирующие добавки, позволяющие придать материалам новые свойства.

Одной из основных задач при разработке сухих строительных смесей является повышение их долговечности. Строительные материалы должны обладать высокой прочностью, способностью к сопротивлению внешним воздействиям.

В то же время сегодня остро стоит вопрос о ресурсосбережении. Одним из эффективных способов решения данной проблемы является вовлечение в хозяйственный оборот отходов промышленности.

Возможность использования зольных отходов промышленности в качестве модифицирующих добавок к портландцементу приводит к улучшению физико-механических свойств строительных растворов. Добавление золы снижает расход клинкера, повышает прочность и удобоукладываемость, снижает усадку смеси.

При производстве строительных растворов нашли свое применение золошлаковые отходы тепловых электростанций, имеющие ряд недостатков. В частности, повышенное содержание естественных радионуклидов ограничивает применение таких отходов при производстве отделочных материалов.

Использование в качестве сырья золы из отходов маслоэкстракционных предприятий позволяет получить экологически чистый продукт, обладающий высокими эксплуатационными характеристиками.

Основной идеей проекта является повышение качества сухих строительных смесей для отделочных работ, а также расширение сырьевой базы для производства строительных материалов и утилизация промышленных отходов.

Предлагаемое решение позволяет повысить качество и адгезионную прочность

вяжущего, сократить расход цемента и утилизировать промышленные отходы.

Активные минеральные добавки в сухие строительные смеси применяются для повышения плотность рабочего раствора, подвижности рабочей массы, уменьшения расхода вяжущего. К таким добавкам относятся минеральные доломиты, трепелы, опоки, туфы, пемза, а также различные искусственные золы, шлаки.

Зольные модификаторы представлены в нашей стране отходами теплоэлектростанций, которые имеют ряд недостатков. Основные из них высокая нестабильность физико-механических свойств и недостаточная экологическая безопасность.

Предлагаемая нами технология позволяет создать новый состав сухой смеси с использованием отходов маслоэкстракционной промышленности, что не сильно влияет на стоимость конечного продукта и позволяет открыть новый путь утилизации данного промышленного отхода.

Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

В результате проведенных исследований установлено:

Зола подсолнечника представляет собой весьма ценный продукт, который можно эффективно применять для производства сухих строительных смесей с целью снижения себестоимости строительных материалов и для модифицирования их свойств.

Физико-химические процессы при твердении золы подсолнечника позволяют снизить расход вяжущего на 10–20% и повысить адгезионную прочность на 10-30%.

Выявлены особенности изменения водовяжущего отношения, сроков схватывания, кинетики набора прочности, водоудерживающей способности.

3. Область применения проекта(технологии)

Результаты исследований в первую очередь могут быть применены при производстве покрытий мостов и эстакад при дорожном строительстве.

Возможно применение разработанных облегченных конструкций при устройстве кровельного покрытия для плоских кровель и в качестве устройства зеленых крыш в гражданском строительстве жилых комплексов, паркингов и бизнес-центров.

4. Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

Результаты исследований в первую очередь могут быть применены при производстве сухих строительных смесей различного назначения.

Ассортимент сухих смесей на современном рынке строительных материалов огромен: кладочные, облицовочные, выравнивающие, ремонтные, монтажные, защитные, грунтовочные, декоративные.

Сухие смеси незаменимы для внешней и внутренней отделки при строительстве и ремонте дома. Они позволяют заделать отверстия и швы, убрать изъяны и неровности, сделать поверхность прочной и реально гладкой. Специальные добавки обеспечивают необходимые гидро- и теплоизоляционные качества.

Среди сухих смесей для строительства и отделки далеко не последнее место занимают различные клеящие составы. Основное технологическое свойство строительных клеев – клеящая способность, или адгезия.

Химические добавки в сухих смесях обеспечивают покрытиям водонепроницаемость, прочность, стойкость к перепадам температуры и коррозии, а также облегчают нанесение и укладку.

В отдельную группу можно вынести смеси для монтажа теплоизоляции. Также, существуют специальные составы для приклеивания тяжелого натурального камня,

фасадных панелей и плитки большого формата, для мозаики, мрамора и т.д.

Наливные полы - большой сегмент сухих строительных смесей. Основная задача применения сухих смесей при укладке или ремонте конструкций пола - обеспечить его прочность, водоотталкивающую способность, уровень, звуконепроницаемость и теплоизоляционные свойства.

На основании теоретических и экспериментальных исследований проекта будут выявлены теоретические предпосылки повышения долговечности ССС, разработаны оптимальные составы и технологическая схема приготовления сухих строительных смесей с повышенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами. Данные разработки будут применяться для дальнейших исследований ведущих отечественных и зарубежных ученых в области строительных материалов.

5. Другие важные сведения

В области исследований сухих строительных смесей работа ведется с 2016 года.

За это время был произведен анализ существующего опыта в проектировании ССС, произведены исследования базовых компонентов и модификаторов для ССС наружного применения.

Исследования ведутся на базе Центра испытаний материалов, изделий и конструкций (кафедра Строительства, СКФУ).

В составе научно-исследовательской группы кафедры "Строительство" Инженерного института СКФУ проводил исследования строительных материалов в течение 8 лет.

Успешное проведение нескольких исследовательских работ в области строительных материалов:

- Использование фосфогипса в составе асфальтобетона;
- Разработка полимер-битумного вяжущего для асфальтобетона
- Использование отходов горно-обогатительного комбината в качестве заполнителя в бетонных растворах.

В то же время совместно с молодыми учеными и сотрудниками кафедры строительства СКФУ проводятся разнообразные научные и прикладные исследования, а также различные экспертизы строительных конструкций и материалов. За последние 6 лет Центр испытаний материалов, изделий и конструкций (кафедра Строительства, СКФУ) успешно выполнил несколько десятков исследовательских проектов в области строительных материалов и эксплуатации зданий и сооружений. В большинстве проектов я принимал личное участие.

В 2016 году во время стажировки в Центре Строительных Материалов Мюнхенского Технического Университета принимал участие в исследовании посвященном влиянию различных наполнителей на морозостойкость асфальтобетона в качестве инженера-лаборанта.

В 2019 году успешно завершил обучение в аспирантуре с присвоение квалификации "Исследователь. Преподаватель-исследователь" по профилю "Строительные материалы и изделия".

Дважды становился умником Ставропольского края с другими НИР (в 2014 и 2018 годах); в феврале 2019 года представлял исследовательский проект по смежному направлению на Конкурсе Open Innovations Startup Tour в г. Ставрополе, где стал лауреатом 3 степени; в 2022 году проект был отмечен в номинации УМНИК Ставропольского края.

**Руководитель проекта:** Борисенко Юрий Григорьевич, Кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры строительства инженерного института ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»
s-rudak@mail.ru

**Проект: Разработка облегчённых конструкций зеленых кровель с повышенным сроком службы**

Совершенствование материалов конструкций кровель, применяемых при строительстве жилых зданий – одна из актуальных задач в строительстве. Перспективным направлением решения этой проблемы является разработка новых легких композиционных полимерных материалов на основе органических вяжущих с повышенными эксплуатационными характеристиками. Применение композиционных материалов на основе легких пористых заполнителей и полимерных вяжущих при устройстве зеленых кровель позволит снизить вес и плотность композита, уменьшить расчетные нагрузки на конструкции здания, экономить материальные и финансовые затраты. Анализ опыта применения легких пористых заполнителейи полимерных вяжущих в составах битумоминеральных композиций выявил, что наиболее эффективными материалами для этих целей являются керамзитовый песок или гравий. Однако, наряду с положительными качествами композиций на основе керамзита (малая плотность и вес, высокие прочность, теплостойкость, сдвигоустойчивость) имеется и существенный недостаток – повышенная битумоемкость смесей. Оптимизация содержания легкого заполнителя и полимерного вяжущего в композиции конструкции кровель и зерновых составов битумоминеральных смесей может решить эту проблему.

Проблема низкой морозостойкости легких полимерных композиций на битумном вяжущем в конструкциях актуальная задача. Имеются пути решения этой проблемы. Необходимы дополнительные теоретические и экспериментальные исследования составов таких композиционных материалов и конструкций зеленых кровель на их основе.

Результатом работы станет разработка морозостойких облегченных конструкций зеленых кровель и конструкций на их основе с целью снижения нагрузок на конструкции здания и повышения сроков службы.

Для увеличения экономического эффекта и сокращения стоимости продукции предполагается использовать стандартную технологическую схему производства полимерных композиционных материалов. Это позволит избежать переоборудования производственной линии.

Технологическое оборудование должно обеспечивать строгое соблюдение следующих требований, обеспечивающих качество продукции:

– Необходима подготовка заполнителей и наполнителей, при этом заполнители должны иметь определенный зерновой состав.

– Точности дозировки основных компонентов.

- Должна соблюдаться равномерность перемешивания компонентов и температурный режим на всех этапах производства.

Оборудование для дозирования компонентов смеси дополняется системой автоматического дозирования компонентов смеси для повышения производительности установок и повышения точности дозирования компонентов.

По итогам проведения работ планируется регистрация патента на облегчённую конструкцию дорожного покрытия мостов и эстакад с повышенной морозостойкостью с целью снижения нагрузок на конструкции автомобильных мостов и эстакад. Установлена повышенная теплостойкость полимерных композиций при содержании керамзитового гравия в них более 20 % мас. Выявлено, что композиции с содержанием керамзита более 6 % мас. обладают повышенной в сравнении с прототипом термостабильностью. Наличие в предложенных составах битумоминеральных композиций керамзита обуславливает высокую трещиностойкость получаемого материала и повышенную деформативность при отрицательных температурах. Экспериментальными исследованиями выявлена более высокая износостойкость полимерных материалов на основе керамзитового гравия в сравнении с традиционными на плотном заполнителе. Проблема низкой морозостойкости легких композиций и конструкций в целом актуальная задача. Имеются пути решения этой проблемы. Проведение исследований позволит разработать морозостойкие составы легких полимерных композиций и конструкций зеленых кровель на их основе с целью снижения нагрузок на конструкции здания, с маркой по морозостойкости F250. а следовательно с повышенным сроком службы.

Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

1. Отличительной особенностью предложенных полимерных композиционных материалов на легком пористом заполнителе является использование в составе заполнителя керамзитового гравия фракций 20–5 мм. Установлено, что наибольшее влияние на эксплуатационные свойства и структуру предложенных битумоминеральных композиций оказывает керамзитовый гравий фракций 10–5 мм, что обусловлено высоким содержанием этой фракции в композициях (18–20 % мас.). Плотность таких битумоминеральных композиций значительно ниже (на 20–23 %) плотности стандартных прототипов на плотном минеральном заполнителе.

2. Выявлено, что сдвигоустойчивость разработанных составов битумоминеральных композиций на пористом заполнителе значительно выше сдвигоустойчивости состава-прототипа на плотном заполнителе (коэффициент внутреннего трения tgφ выше на 9,97 %, а показатель сцепления Сπ выше на 51,2 %), что связано с более высоким внутренним трением, развитой поверхностью и более стабильной внутренней структурой легких битумоминеральных композиций. Показатели сдвигоустойчивости горячих легких битумоминеральных композиций закономерно повышаются с увеличением керамзитового гравия в составе заполнителя.

3. Установлена повышенная теплостойкость битумоминеральных композиций при содержании керамзитового гравия в них более 20 % мас. Выявлено, что композиции с содержанием керамзита более 6 % мас. обладают повышенной в сравнении с асфальтобетоном-прототипом темостабильностью.

4. Испытаниями установлено, что марка по морозостойкости предложенных составов соответствует F25. Планируется увеличение данного показателя до F50 и выше.

Область применения проекта(технологии)

Результаты исследований в первую очередь могут быть применены при производстве покрытий мостов и эстакад при дорожном строительстве.

Возможно применение разработанных облегченных конструкций при устройстве кровельного покрытия для плоских кровель и в качестве устройства зеленых крыш в гражданском строительстве жилых комплексов, паркингов и бизнес-центров.

Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

По итогам проведения работ планируется регистрация патента на облегчённую конструкцию дорожного покрытия мостов и эстакад с повышенной морозостойкостью с целью снижения нагрузок на конструкции автомобильных мостов и эстакад. Установлена повышенная теплостойкость полимерных композиций при содержании керамзитового гравия в них более 20 % мас. Выявлено, что композиции с содержанием керамзита более 6 % мас. обладают повышенной в сравнении с прототипом термостабильностью. Наличие в предложенных составах битумоминеральных композиций керамзита обуславливает высокую трещиностойкость получаемого материала и повышенную деформативность при отрицательных температурах. Экспериментальными исследованиями выявлена более высокая износостойкость полимерных материалов на основе керамзитового гравия в сравнении с традиционными на плотном заполнителе. Проблема низкой морозостойкости легких композиций и конструкций в целом актуальная задача. Имеются пути решения этой проблемы. Проведение исследований позволит разработать морозостойкие составы легких полимерных композиций и конструкций зеленых кровель на их основе с целью снижения нагрузок на конструкции здания, с маркой по морозостойкости F250. а следовательно с повышенным сроком службы.

Другие важные сведения

Проблема низкой морозостойкости легких полимерных композиций на битумном вяжущем в конструкциях актуальная задача. Необходимы дополнительные теоретические и экспериментальные исследования составов таких композиционных материалов и конструкций зеленых кровель на их основе. Экспериментальные исследования планируется провести на базе научно-исследовательской лаборатории «Центр испытаний материалов, изделий и конструкций» инженерного института СКФУ.

По результатам исследований получен Патент РФ 2705636 по тематике исследования. Кровельное покрытие. Борисенко Ю.Г., Рудак С.В.; Заявл. 11.03.2019. Заявка 2019106635. Опубл. 11.11.2019.

# 66. Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова

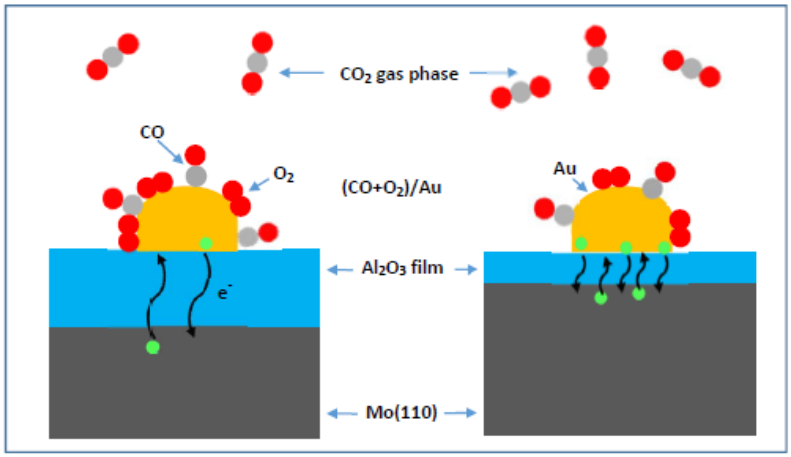
**Руководитель проекта:** Магкоев Тамерлан Таймуразович, Заведующий кафедрой физики конденсированного состояния, доктор физико-математических наук, профессор
TT.Magkoev@nosu.ru t_magkoev@mail.ru

**Проект: Научно-технический задел разработки альтернативных платиноидным гетерогенных катализаторов**

Описание проекта. Каталитические технологии во многом определяют передовой уровень современных производств различного направления. Годовой объем производства катализаторов в настоящее время составляет около 300 млрд. долларов, большая доля которого относится к Китаю и странам Юго-Восточной Азии. При этом в состав не менее 80 % используемых катализаторов входят металлы платиновой группы (платиноидные металлы) - Pt, Pd, Rh, Au, Ir, Os, что определяет их высокую себестоимость. В связи с этим ресурс кардинального снижения себестоимости катализаторов заключается в поиске альтернативы платиноидным металлам при производстве катализаторов. Например, замена указанных драгоценных металлов на такие существенно менее дорогостоящие металлы как, W, Zn, Mo, Ti, Fe, Al, Ni, а также другие простые и переходные металлы, их соединения и сплавы позволит снизить себестоимость в 6–7 раз. При этом ключевой задачей является сохранение, а в перспективе и превышение каталитической эффективности, присущей платиноидным катализатором. Решение этой задачи не может быть достигнуто без создания соответствующего научно-технического задела. К созданию такого задела в последнее время привлечены усилия многих ведущих исследовательских лабораторий и центров по всему миру. Используются различные подходы и методы для достижения фундаментальных знаний о процессах и явлений, определяющих функционирование катализаторов. Тем не менее, достигнутые к настоящему времени фундаментальные сведения не могут быть признаны достаточными для разработки альтернативных платиноидным катализаторов. Необходимы дальнейшие исследования, в частности, с точки зрения разработки новых подходов к поиску катализаторов на основе недрагоценных металлов и их соединений.

Такой подход предложен и реализовывается в лабораториях и исследовательских центрах мирового уровня нашей организации. Его суть заключается в поиске условий, при которых характер взаимодействия атомов и молекул на поверхности платиноидных катализаторов может быть воспроизведен в случае целенаправленной модификации свойств поверхности адсорбентов, представляющих собой недрагоценные металлы и/или их соединения и сплавы. С точки зрения физико-химических свойств, высокая каталитическая эффективность драгоценных металлов определяется особенностями электронного строения их валентной зоны как целого, с одной стороны, и локальным атомным, структурным, морфологическим строением поверхности, и локальной плотностью электронных состояний - с другой. При взаимодействии катализируемых молекул с поверхностью такого типа происходит трансформацию их электронной структуры

таким образом, что реализуется тот или иной процесс превращения соответствующей активности и селективности. В связи с этим, необходима реализация подхода, позволяющего модифицировать недрагоценные металлы, их соединения и сплавы таким образом, чтобы достичь электронных, атомных и структурных свойств, характерных для платиноидных металлов. Например, для достижения электронной структуры валентной зоны, присущей драгоценному металлу, планируется сплавление или формирование соединения переходного d-металла с простым (sp). В результате происходящей при этом sp d гибридизации электронных орбиталей соответствующей симметрии повышается степень заполнения d-зоны до уровня, характерного платиноидному металлу. Таким образом можно настраивать не только степень заполненности валентной зоны, но и детали её строения посредством подбора индивидуальных компонент сплава или соединения. Варьирование относительного содержания компонент сплава/соединения и режим его формирования позволяет настройку атомной структуры поверхности, локальную плотность электронных состояний, тип и концентрацию реакционных центров. Посредством подбора вышеуказанных параметров возможно достижение адсорбционно-реакционных свойств поверхности, присущих платиноидным катализаторам. В качестве задела, демонстрирующего обоснованность данного подхода к созданию альтернативы платиноидным катализаторам, могут служить результаты предварительных комплексных исследований методами анализа поверхности систем Mo-Al, Mo-B, MoO2, Mo-Al-O, Mo-B-O, которые имеют такие же, как и платиноидные катализаторы, характеристики к ряду редокс реакций на поверхности. Кроме того, подбирая соответствующую топологию металлооксидной системы, когда используется тонкий туннельно-прозрачный слой оксида на поверхности проводящей подложки, можно повысить активность катализатора за счет усиления зарядового обмена между реакционной средой и приповерхностной областью катализатора.




Такая возможность впервые обнаружена в нашей работе и демонстрируется на рисунке, иллюстрирующем повышение активности катализатора в процессе низкотемпературного окисления моноксида углерода катализатором соответствующей топологии. Ниже приведены соответствующие этим результатам ссылки:

DOI: 10.1134/S0036024422070196
https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2021.110220
https://doi.org/10.3390/ma15062245

Преимущество проекта заключается в том, что достижение результатов исследований рассматриваемого типа позволит создание научно- технической базы разработки наиболее простых и вместе с тем эффективных технологий производства альтернативных катализаторов без использования драгоценных металлов. Широкие возможности варьирования состава, структуры, стехиометрии, морфологии и электронных свойств соединений и сплавов позволяет тонкую настройку активности и селективности катализа, а также достижение параметров, превосходящих тех, которые присущи платиноидным катализаторам. Кроме того, по данным предварительных исследований, в том числе в рамках реализации проекта Мегагрантов (№ 075-15-2019-1887, соруководитель профессор Калифорнийского университета, Риверсайд Francisco Zaera) по теме низкотемпературных процессов окисления, дополнительным преимуществом создаваемых катализаторов является возможность функционирования при низких температурах, что приведет к существенному повышению их энергоэффективности.

Область применения. Результаты работы могут быть применены при разработке технологий производства катализаторов широкого спектра действия для химической, металлургической, фармацевтической, медицинской, пищевой промышленности, в сфере защиты окружающей среды.

Перспективы коммерциализации. Учитывая экономические и социальные выгоды продукции, основанной на результатах реализации данного проекта, следует ожидать высокой степени её коммерциализации. Экономические выгоды заключаются в снижении себестоимости продукции в 6–7 раз и повышении энергоэффективности на 50-70 % по сравнению с существующими аналогами. К социальным выгодам можно отнести повышение уровня защиты окружающей среды, снижение углеродного следа и изменения климата и, как следствие повышение качества жизни и здоровья населения, за счет более широкого внедрения каталитических технологий очистки и детоксикации вредных выбросов в результате снижения их себестоимости.

# 67. СЕЛЕГЕН, ООО

**Руководитель проекта:** Чалова Наталья Анатольевна, Директор, кандидат сельскохозяйственных наук
natchal@mail.ru

**Проект: Разработка технологии оценки и отбора свиней на основе использования методов геномной селекции**

В последнее десятилетие в мировой селекции происходят значительные изменения, связанные с появлением новых технологий в оценке племенной ценности сельскохозяйственных животных на основе молекулярно-генетических маркеров хозяйственно ценных признаков продуктивности. Эти технологии ассоциируются с геномным сканированием, геномной селекцией. Начальным этапом геномной селекции является маркерная селекция. Ведущие национальные генетические нуклеусы зарубежных стран, а также ведущие племенные компании (PIC, Hypor, Topigs, Hermitage, Cooperl и др.) широко используют новые подходы для создания специализированных линий свиней, основанные на применении генетических маркеров. Выявление и использование в практической селекции генных маркеров наряду с традиционными методами является существенным фактором повышения эффективности племенного отбора. Несмотря на большой объем информации, поступающей из зарубежных источников, о преимуществах использования генетических маркеров в селекции, в отечественной научной литературе имеется лишь незначительная информация о подобных результатах, а также данных их практического использования в качестве дополнительных критериев оценки животных в сельскохозяйственных предприятиях Российской Федерации. В этой связи, возникает необходимость в проведении исследований, направленных на изучение роли оценки племенной ценности свиней с применением ДНК-маркеров. По мнению ученых, каждая порода (тип, линия) имеет свои генетические и селекционные особенности. Следовательно, разработка технологии оценки и отбора свиней должна осуществляться с учетом особенностей конкретной популяции свиней.

На начальном этапе проекта нужно определить цели и задачи селекционной работы, и, исходя из них, необходимо определиться с перечнем ДНК-маркеров (так как при создании и совершенствовании материнских форм (линий) в популяции к животным предъявляют требования по повышению воспроизводительных качеств, а при формировании отцовских форм упор делается либо на откормочной, либо на мясной продуктивности). В ходе проекта будет изучен полиморфизм и определена генетическая структура стада выбранной популяции свиней по генам-маркерам наследственных дефектов и хозяйственно-ценных признаков, изучены и проанализированы хозяйственно-полезные признаки животных разных генотипов. На основании данных исследований будет определены оптимальные варианты генотипов, обеспечивающие высокую продуктивность и качество продукции. Полученные данные лягут в основу разработки технологии оценки и отбора свиней с целью ускорения селекционного процесса и повышения эффекта селекции специализированных пород и линий животных для интенсивного производства свинины. Результаты исследований дополняют и расширяют базу знаний о генетических факторах, определяющих уровень продуктивных качеств свиней и подтверждают возможность

использования их полиморфизма ДНК-маркеров в отечественных селекционных программах. Методы и способы решения поставленных задач для получения ожидаемых характеристик: - анализ научно-технической литературы, нормативно-технической документации и других материалов (для поиска ключевых генов - маркеров целевых параметров животных); - генотипирование поголовья свиней по ключевым генетическим маркерам целевых параметров (идентификация аллельных сочетаний у каждого конкретного животного – хряка или свиноматки); - изучение генетической структуры популяции по генам-маркерам продуктивных качеств (определение частоты встречаемости различных вариантов генотипов и отдельных форм генов в селекционнируемой популяции); - определение корреляционных связей между генами - маркерами и продуктивными качествами свиней с целью выбора «рабочих» для данной популяции ДНК – маркеров хозяйственно – полезных качеств и резистентности организма животных, и выявления желательных генотипов по этим маркерам; - разработка технологии оценки и отбора свиней.

Преимущества проекта в сравнении с прототипами или аналогами.

Разработка и внедрение технологии оценки и отбора свиней конкретной популяции позволит свиноводческим предприятиям повысить производительность труда и получить свинину высокого качества. Позволит улучшить такие производственные показатели как: - воспроизводительные качества свиноматок и хряков-производителей; - откормочные качества молодняка свиней; - мясные качества свиней. Социально-экономическими и экологическими показателями эффективности проекта являются: - обеспечение других свиноводческих предприятий племенными чистопородными хряками и свиноматками, приспособленными к климатическим условиям области разведения, обладающими высокими вкусовыми качествами мяса и сала, прекрасной плодовитостью; - обеспечение высококачественными продуктами питания жителей региона; - создание технологической и опытной базы для строительства свиноферм.

Технология оценки и отбора свиней на основе использования методов геномной селекции предусматривает получение следующих целевых стандартов (min) специализированной материнской формы: многоплодие 12,8 голов, крупноплодность 1,3 кг, молочность 85 кг, сохранность поросят от рождения до отъема 95%, толщина шпика не более 15 мм, площадь «мышечного глазка» 50 см2, масса окорока 12,5 кг, отсутствие носителей аномальных генов.

Чтобы получить окончательную оценку племенной ценности животное в течение онтогенеза, согласно классической схеме, должно пройти несколько оценочных этапов. Главным и наиболее точным методом оценки генотипа является контрольный откорм молодняка свиней. Таким образом, окончательную оценку свинья получает в среднем в 2-х летнем возрасте, имея уже многочисленное потомство. В отличие от классической схемы оценки племенной ценности, при использовании молекулярно-генетических методов животное может быть оценено уже в самом раннем возрасте на основании генетического типирования. Точность такой оценки составляет от 60 до 90 %.

Внедрение технологии позволит сократить срок оценки племенной ценности животного с трех лет до одного-трех месяцев. Разрабатываемая технология в перспективе может быть использована и в других популяциях свиней.

Область применения проекта.

Племенное свиноводство.

Перспективы коммерциализации.

Всего в мире производится более 310 млн. тонн мяса, из них на долю свинины приходится 110- 115 млн. тонн. В странах Азии это составляет 53,2%, в Северной Америке - 25,4%, Европе – 49,3%, Африке – 7,2%, Океании – 10,3% в общей структуре производства мяса. Самыми крупными производителями свинины являются Китай, Европейский союз и США. К началу 2021 года уровень потребления свинины в России достиг пика за последние 30 лет. Полностью реализованный потенциал импортозамещения и удовлетворённый внутренний спрос заставляет производителей искать рентабельность на внешних рынках. Численность свиней в разных странах значительно варьирует. На сегодняшний день лидером является Китай – 439,5 млн. голов., затем США – 65,9 млн. голов, Бразилия – 34 млн. голов., Германия, Вьетнам – 27 млн. голов., Испания – 26 млн. голов., Россия – 20 млн. голов. Как показывает статистика поголовье свиней в мире постоянно увеличивается. Наибольшая часть производства свинины сосредоточена в Китае (около 50%), в странах Европейского союза – 20,5%, в США – 10,1%. По прогнозу USDA (Министерство сельского хозяйства США), мировое производство мяса в 2022 г. может вырасти относительно уровня 2021 г. на 1,4% в основном благодаря увеличению производства свинины в Китае и во Вьетнаме, которые начинают заметно оправляться после последствий АЧС. В последние годы зарубежные компании, специализирующиеся на производстве сельскохозяйственной продукции, существенно активизировались на российском рынке. Присутствие в России зарубежных производителей свинины с высокими показателями производственной эффективности создает для отечественных свиноводов не только угрозы в конкурентной борьбе, но и предоставляет дополнительные возможности для достижения устойчивой конкурентоспособности на глобальном рынке, которую может обеспечить только освоение опережающих инновационных технологий мирового уровня.

Научно-технический задел по теме проекта создан в результате выполнения хозяйственных договоров, научно-исследовательских работ по заказу Министерства сельского хозяйства РФ и Министерства науки и высшего образования РФ, кандидатских и докторских диссертаций. Имеется более чем 20-летний опыт научных исследований в области свиноводства. Исследованы и разработаны новые селекционных приемы и методы в племенной работе по совершенствованию продуктивных качеств свиней.

# 68. Сибирский государственный индустриальный университет

**Руководитель проекта:** Коновалов Сергей Валерьевич, проректор по научной и инновационной деятельности, доктор технических наук, профессор
konovalov@sibsiu.ru mikno-mm131@mail.ru

**Проект: Разработка флюсов для автоматизированной сварки и наплавки слоёв с заданными эксплуатационными показателями**

1. Описание проекта: Сварочные флюсы, предназначенные для автоматической дуговой наплавки и сварки стали под флюсом. Флюсы используются в сочетании со среднелегированными и низколегированными сварочными проволоками, а также с порошковыми проволоками для наплавки высоко износостойких и теплостойких поверхностей.

Флюсы для сварки и наплавки изготавливается из техногенного сырья металлургического производства (шлака производства ферросиликомарганца) и является аналогом флюса марки АН-348А.

Сварочные флюсы имеют высокие укрывные свойства и оптимальные рафинирующие способности образующегося шлака, а также хорошей когезией шлака (отслоением) от наплавляемого слоя металла.

Использование разработанных флюсов позволяет:

- Снизить угар легирующих элементов при наплавке на 10–15%, кремния на 5–9%, хрома на 2-3%, вольфрама на 1-3%.
- Повысить уровень твердости на 4–6,8 % и увеличить износостойкость наплавленного слоя металла на 0,8–3,4%.

Разработаны технические условия ТУ 20.59.56.120-001-14796818-2020

2. Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами: Процесс сварки и наплавки под предложенными флюсами наиболее дешевый по сравнению с керамическими флюсами, т. к. разработанные флюсы производятся на основе отходов производства ферросиликомарганца.

3. Область применения проекта (технологии):

Сварочные флюсы применяется для наплавки, сварки деталей горношахтного и металлургического оборудования, в машиностроительной отрасли.

4. Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды) Себестоимость разработанного материала составляет 40–50 тыс. руб./тонна

5. Другие важные сведения

Разработанные составы сварочных флюсов защищены патентами РФ: №2682515, №2682730, №2683164.

Апробация на экспериментальных участках ООО «КПС-Технологии», АО «ЕВРАЗ ЗСМК».

Сварочный флюс, изготовленный из шлака от производства ферросиликомарганца

Внешний вид наплавленного слоя с использованием сварочной проволоки Св-08Г2С и разработанного флюса

# 69. Сибирский государственный медицинский университет

**Руководитель проекта:** Спирина Людмила Викторовна, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой биохимии и молекулярной биологии с курсом КЛД, Сибирский Государственный медицинский университет, г. Томск, Российская Федерация; ведущий научный сотрудник НИИ онкологии Томского НИМЦ
SpirinaLVL@mail.ru

**Проект: Маркеры аутофагии, ассоциированные с ней каскады и молекулярные мишени как предикторы эффективности терапии рака желудка**

Опухоли желудка остаются значимой медико-социальной проблемой для большинства стран мира. Доказанная гетерогенность опухоли, распространенность заболевания и неуклонный рост диссеминированных форм рака определяют низкий эффект лечения, в целом. При этом известно, что выделение молекулярных подтипов опухоли не оказало влияние на химиотерапевтические подходы, и в настоящее время рекомендован ограниченный спектр маркеров, определяющих назначение таргетных препаратов, способных усилить эффект лечения. К ним относят экспрессию онкобелка HER2neu для назначения таргетного препарата Герцептин, PD-L1, а также MSI статус опухоли (микросателлитная нестабильность) – для иммунопрепаратов (Пемролизумаб). Стоит отметить, что до сих пор не доказана клиническая эффективность включения таргетных препаратов в химиотерапевтические схемы лечения для больных с раком желудка.

Несомненно, что интенсивность процессов онкогенеза, связанная с выраженностью изменений в экспрессионном профиле молекулярных факторов, является фундаментальной основой формирования устойчивости опухоли к терапии и опосредует развитие резистентности. Модификация транскрипционных, ростовых факторов, компонентов внутриклеточного сигналлинга определяется молекулярно-генетическим подтипом опухоли, наличием значимых мутаций. Следует отметить, что применение стандартных алгоритмов лечения больных раком желудка не позволяет своевременно предсказать эффективность лечения. Проведенные ранее работы свидетельствуют о перспективности молекулярного подхода в отношении поиска маркеров опухолевой прогрессии заболевания и эффективности терапии.

С этих позиций перспективным является применение неинвазивных методов диагностики гастроинтестинальных опухолей с использованием жидкостной биопсии и новых высокотехнологический методов исследования, NGS секвенирования. Научная задача исследования состоит в апробации принциально новых методических подходов по изучению биологического поведения гастроинтестинальных опухолей с созданием эффективного неинвазивного метода оценки эффективности комбинированного лечения больных с опухолями желудка. Участниками коллектива планируется создать и обосновать применение жидкостной панели для предварительной оценки эффекта лечения. Будут получены фундаментальные данные о молекулярных маркерах опухоли, детектируемые во внеклеточных везикулах, способные предсказывать биологическое поведение опухоли. С

помощью подходов жидкостной биопсии будут оценены процессы онкогенеза и общей реактивности организма, в частности, иммунной системы, а также процессы противоопухолевой устойчивости (аутофагия). Планируется выделить спектр маркеров жидкостной биопсии, свободные, растворимые экстраклеточные формы HSPs, которые носят название шаперокинов, 20S протеасомы и белок LC3B, которые отражают характер опухолевых изменений, особенности инвазивного и метастатического потенциала, а также влияют на механизмы противоопухолевой устойчивости и резистентности к терапии.

В планируемом проекте во внеклеточных везикулах будет оценена предиктивная значимость молекулярных маркеров на этапе диагностики и при оценке эффективности комбинированного лечения. NGS секвенированием будет применено для определения генетического фона заболевания, изучения значимых мутаций в опухоли. Полученные данные будут сопоставлены с маркерами жидкостной биопсии. Будет проведён анализ эффективности комбинированного лечения больных со злокачественными новообразованиями желудка с изменением уровня и характера изменений циркулирующих опухолевых маркеров в составе внеклеточных везикул (экзосом) и ткани опухоли до и после комбинированного лечения.

Принципиально новым является решение проблемы предсказания эффективности комбинированного лечения больных с раком желудка на основе панели жидкостных маркеров с учетом молекулярно-генотипического подтипа опухоли и значимых мутаций трансформированных клеток. Будет впервые доказана эффективность применения таргетных препаратов при различных видах комбинированного лечения с учетом рекомендованных маркеров и биологических свойств опухоли, ее инвазивного и метастатического потенциала. Будут разработаны методические подходы для применения полученных результатов в клинической практике. Результатом планируемого проекта будет модель на основе жидкостной биопсии и мутационного профиля опухоли, предсказывающая эффективность комбинированного лечения с использованием стандартных схем FOLFOX, FLOT с включением таргетных препаратов.

Проведение работы планируется совместно с китайскими партнерами, которые будут проводить исследования для диагностики и прогноза течения рака желудка. Большой опыт коллектива по проведению совместных международных проектов, сформированный ранее задел к проекту совместно с зарубежными партнерами обосновывает целесообразность выполнения исследования.

# 70. Сочинский государственный университет

**Руководитель проекта:** Валеев Сагит Сабитович, Профессор, доктор технических наук
vss2000@mail.ru oppm@mail.ru

**Проект: Исследование ключевых технологий интеллектуальной обработки и анализа данных для сложной микроструктуры материалов с малократным обучением и защитой конфиденциальности данных**

Материалы с новыми свойствами являются основой и движущей силой технологического развития в различных областях науки и техники. Повышение эффективности исследований и разработка материалов с новыми свойствами является актуальным междисциплинарным научным направлением. Хотя и ожидается, что кросс-интеграция искусственного интеллекта и материаловедения станет ключом к решению этой проблемы, мы по-прежнему сталкивается с множеством проблем, связанных с ограниченными объемами данных экспериментальных исследований, рисками не верной интерпретации результатов в рамках парадигмы "черного ящика", а также проблемой обмена научными данными и их защитой в ходе выполнения международных исследований.

Основным научным содержанием исследований в рамках совместного международного проекта является обработка и анализ данных о микроструктуре материалов на основе информационных технологий распознавания образов и машинного обучения.

Целью проекта является повышение эффективности разработки новых материалов, таких как высокоэнтропийные сплавы и суперсплавы, а также исследование ключевых технологий, таких как обработка электронно-микроскопических изображений, 3D-реконструкция, разработка новых алгоритмов и защищенных информационных технологий распределенной обработки экспериментальных данных.

Основная особенность и новизна заключается в том, что предлагается новый метод интеллектуальной обработки изображений для решения проблемы извлечения базовой информации о характерных признаках из изображений небольшой выборки образцов кросс-модальных материалов, полученных с помощью электронных микроскопов. Для решения проблемы многосекционной 3D-реконструкции предлагается разработка метода 3D-интерполяции и определения ключевых областей на изображениях на основе методов агрегирования этих ключевых областей. Для решения проблемы разработки интерпретируемых и простых моделей предполагается разработка метода моделирования структуры материалов на основе символической регрессии, основанный на фреймворке глубокого обучения.

Рассматривается задача совместного обучения на основе парадигмы федеративного машинного обучения для разнородных сред и разнородных данных.

Проект опирается на результаты исследований научных коллективов Китая и России, применение которых предполагается использовать для решения поставленных задач. Ожидается, что результаты исследования обеспечат разработку моделей, методов и алгоритмов принятия решений для решения задач итеративной оптимизации процедур разработки новых материалов, а также позволят исследовать новую парадигму в области

материаловедения, которая имеет важное научное значение и прикладную ценность.

Этот проект является пересечением искусственного интеллекта и материаловедения и направлен на изучение технологий искусственного интеллекта для решения основных и ключевых проблем повышения эффективности исследований и разработок новых материалов.

Пекинский университет науки и технологий, где находится заявитель проекта, обладает мощным накоплением материальных данных и технологий, а его материаловедческие и инженерные дисциплины хорошо известны в стране и за рубежом как национальная ключевая дисциплина первого уровня. Он вошел в ряды национальной дисциплины мирового класса construction и был награжден A в четвертом раунде оценки дисциплины. Существует несколько международных, провинциальных и министерских платформ для исследований материалов в области данных о материалах и генной инженерии материалов. Отечественным партнером проекта является исследовательская группа Института полупроводников Китайской академии наук, накопившая богатые теоретические и технические достижения в области нейросетевых алгоритмов, интерпретируемого машинного обучения, компьютерного зрения и так далее. Отделом зарубежного сотрудничества проекта является исследовательская группа Сочинского государственного университета в России, которая является выпускником Школы информационных технологий. Он обладает сильными техническими преимуществами в авиастроении, космических исследованиях и других областях, а также добился важного научно-исследовательского прогресса и технического накопления в области обработки сверхбольших изображений и информационной безопасности.

В этом проекте китайская команда обладает богатым накоплением данных и технологий в области материаловедения и исследования алгоритмов глубоких нейронных сетей, а российская команда также обладает большим талантом и техническими преимуществами в области обработки сверхбольших изображений и информационной безопасности, и обе стороны могут сформировать дополнительные преимущества. С точки зрения теории она дает новые идеи для обработки и анализа материалов микроскопических изображений на основе искусственного интеллекта; с точки зрения применения она обеспечивает базу данных, методическую поддержку, руководство принятием решений и гарантию безопасности для международных совместных исследований и разработок новых материалов, которые имеют большую теоретическую ценность и применение. значение. Исследования в области материаловедения, основанные на искусственном интеллекте, — это новое направление, полное бесконечных возможностей. Она подрывает традиционные методы исследования и дает людям новый способ понять основополагающие законы, лежащие в основе материалов. Сотрудничество между Китаем и Россией эффективно ускорит технологическое лидерство двух стран на стыке материалов и искусственного интеллекта. Перспективы сотрудничества очень широки, и в будущем у нас будут бесконечные возможности.

Для решения вышеуказанных проблем в рамках международного проекта предполагается решение актуальной научно-практической проблемы повышения эффективности исследований и разработок высокоэнтропийных сплавов, суперсплавов и других новых материалов, проведения исследований по ключевым технологиям интеллектуальной обработки и анализа данных микроструктуры небольших выборок образцов новых материалов при выполнении требований к защите конфиденциальной

информации, разработка новых методов обработки и анализа сложных материалов на основе данных малой выборки, обеспечивающих автоматизированный сбор, обработку и анализ электронно-микроскопических изображений новых материалов.

В рамках проекта предполагается исследование новых методов 3D-реконструкции структуры новых материалов и разработка эффективных методов определения характеристик микроструктуры материала, а также повышение точности и качества 3D-моделей.

Кроме того, предполагается разработка новых методов корреляционного анализа микроструктуры и макроскопических свойств материалов, основанных на результатах интерпретируемого машинного обучения, разработки интерпретируемых математических моделей макро- и микро-внутренних корреляций с отображаемыми визуальными характеристиками и возможностью обобщения, а также разработка федеральных методов обучения для решения проблемы обмена и защиты конфиденциальных данных в области материаловедения. Это, по мнению членов международного проекта будет способствовать обмену данными и сотрудничеству при условии выполнения требований к конфиденциальности данных.

Ожидается, что результаты исследований, выполненных в рамках этого проекта, позволят построить интерпретируемые модели и базу знаний для принятия решений по эффективной разработке и итеративной оптимизации характеристик новых материалов, таких как высокоэнтропийные сплавы и суперсплавы и т.д. Что позволит повысит оптимизировать модель жизненного цикла новых материалов.

Нацеленный на междисциплинарную область материаловедения и искусственного интеллекта, этот проект сочетает методы машинного обучения с материаловедением, использует преимущества управляемых данными технологий для проведения исследований по интеллектуальной обработке данных и ключевых технологий анализа микроструктуры сложных материалов с крупномасштабными и малыми образцами.

Материалы являются основой и предшественником развития науки и техники, дальнейшее развитие многих важных промышленных технологий, таких как аэрокосмическая промышленность, здравоохранение, электронная промышленность, энергетика, транспорт и т.д., Зависит от открытия и разработки новых материалов. Исследователи материаловедения часто проводят исследования и разработки материалов с помощью традиционной эмпирической, методом проб и ошибок и дискретной "модели Эдисона", которая требует огромного количества инженерных, громоздких и сложных процессов, трудоемких и даже некоторых "совпадений", процесс исследования очень сложен. Поэтому повышение эффективности исследований и разработок новых материалов стало основной целью современного материаловедения.

Благодаря глубокой интеграции и выдающимся характеристикам технологий искусственного интеллекта во многих областях исследовательская идея ускорения разработки новых материалов с помощью перекрестных исследований материаловедения и искусственного интеллекта была высоко оценена странами всего мира. В 2011 году президент США Барак Обама впервые предложил “Инициативу генома материалов (MGI)”, которая направлена на значительное сокращение цикла разработки и стоимости новых материалов с помощью обмена данными и вычислительных технологий. После этого в 2012 году в Китайской инженерной академии состоялось крупное совещание по запуску проекта “Исследование стратегии развития системной инженерии материаловедения - китайская

версия проекта генома материалов”, а затем в 2016 году был запущен проект “Ключевые технологии и платформы поддержки генной инженерии материалов”. Ключевой специальный проект направлен на изменение концепции и режима исследований и разработок материалов, разработку инновационной модели материалов, основанной на данных, поддерживаемой высокопроизводительными экспериментами и высокопроизводительными вычислениями, и управляемой технологией искусственного интеллекта, а также значительное повышение эффективности исследований и разработок новых материалов. В мае 2016 года Nature опубликовала статью об алгоритмах машинного обучения, которые изменили способ обнаружения материалов, предложив “учиться на неудаче”, чтобы предсказать синтез новых материалов, используя отброшенные экспериментальные данные, в которых модели машинного обучения были более точными, чем опытные химики. В том же месяце обложка журнала Nature под названием "Может ли искусственный интеллект создать следующий чудо-материал?", в которой предлагалось компьютерное моделирование и методы машинного обучения для быстрого прогнозирования материалов-кандидатов на основе желаемых свойств, вызвала интенсивные дебаты в академическом сообществе. В 2019 году третий десятилетний обзор исследований материалов Национальной академией наук определил возможности, проблемы и новые направления исследований материалов в следующем десятилетии и предположил, что искусственный интеллект ожидается в области передовых исследований материалов, таких как наноматериалы и высокоэнтропийные сплавы. Что еще более интересно, исследование, проведенное командой из Кембриджского университета в Великобритании, показало, что алгоритмы машинного обучения сэкономили им около 15 лет исследований материалов и около 10 миллионов долларов на НИОКР. В настоящее время внедрение технологий искусственного интеллекта для продвижения исследований в области материаловедения стало горячей темой и центром технологической конкуренции во всем мире.

В области материаловедения структурно-деятельностные отношения “состав-процесс-ткань-свойство” являются основой для улучшения характеристик материалов, контроля качества и разработки новых материалов. В последние годы был достигнут значительный прогресс в применении машинного обучения к анализу и интеллектуальному анализу структурированных данных, таких как состав материала, технологический процесс и производительность. Однако в структуре материалов преобладают неструктурированные данные изображений, такие как просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения, отражающая атомную структуру и распределение материалов, а топографические изображения просвечивающей электронной микроскопии и сканирующей электронной микроскопии отражают дислокации материала, кристаллы, включения и др. Такие особенности, как дефекты и фазовая структура, а также металлографические фотографии отражают характеристики зерен материала и распределение фаз. Эти данные микроскопического изображения неструктурированного материала имеют характеристики кросс-масштаба, мультимодальности, сложной формы, большого объема и сложности маркировки образца, что приводит к низкой точности распознавания, низкой скорости и плохому обобщению. В настоящее время они все еще в основном полагаются на человеческий опыт. Отсутствие научного и количественного описания стало недостатком в построении конститутивной взаимосвязи материалов, и необходимо срочно совершать прорывы в обработке и анализе

материалов микроскопических изображений.

Ключевой основной задачей интеллектуальной обработки и анализа данных сложной микроструктуры материала является извлечение подразумеваемых характеристик различных параметров из данных микроскопического изображения материала с помощью алгоритмов машинного обучения, поиск закономерностей, влияющих на изменение факторов свойств, и изучение системы “состав-процесс-ткань".модель внутренних отношений ”собственность"model[6]. В этой задаче еще предстоит решить множество проблем, которые проявляются следующим образом:

(1). Проблема ограниченных выборок. Атомно-нано-микронные и другие поперечные характеристики микроструктуры материала являются наиболее важными факторами, определяющими макроскопические свойства материалов, и их точная характеристика имеет решающее значение. Способность глубоких нейронных сетевых моделей к обучению представлению была широко продемонстрирована в различных задачах зрения благодаря наличию крупномасштабных маркированных данных (например, набор данных JFT содержит более 300 миллионов изображений, помеченных 18 291 категорией), и исследования показывают, что производительность модели логарифмически возрастает с увеличением объем обучающих данных. Однако микроструктура материала обычно представлена в виде данных микроскопических изображений, процесс подготовки образцов сложен, а процесс маркировки громоздок и трудоемок, что делает нецелесообразным изготовление тысяч образцов и сбор миллионов микроскопических изображений для обучения алгоритмов. Ограниченные образцы приведут к переоснащению модели и снижению точности.

(2). Риск “черного ящика”. Модель эндаумента "композиция-процесс-структура-свойство" дает представление о взаимосвязи между микроструктурой и макроскопическими свойствами материалов и имеет большое значение для проектирования и оптимизации материалов, поэтому ожидается, что она даст новые научные знания в дополнение к надежным и точным прогнозам. Необходимым условием для извлечения знаний о предметной области с помощью машинного обучения является интерпретируемость, то есть способность экспертов по предметной области понимать, подтверждать или отклонять выводы модели, которые могут служить руководством для последующих экспериментов по валидации характеристик материалов. Однако простые модели машинного обучения, хотя и просты в интерпретации и понимании, часто менее точны и менее надежны, чем более сложные модели черного ящика, такие как нейронные сети. С другой стороны, модели черного ящика не имеют возможности определить, является ли полученная превосходная производительность результатом изучения значимых функций или просто запоминания нерелевантных функций, которые появились как в обучающих, так и в тестовых данных, поскольку внутренние механизмы неизвестны. В результате может произойти неправильное направление, которому нельзя полностью доверять.

(3). Обмен данными и их защита. Данные материаловедения являются краеугольным камнем, который движет вперед материаловедение и технологию, и важным фундаментальным стратегическим ресурсом. Эффективный обмен научными данными может повысить эффективность обучения моделей машинного обучения, а также повысить проверяемость результатов исследований, расширить масштабы исследований и создать непредсказуемую научную и прикладную ценность. Однако в настоящее время ценный

материал микроскопических изображений данных не только ограничен по объему данных, но и рассеян внутри различных ученых или исследовательских организаций, становясь изолированными данными, основанными на ограничениях прав и интересов, а наличие шума в данных часто делает обмен ими неудовлетворительным. Кроме того, с ростом осведомленности о конфиденциальности и безопасности данных страны во всем мире ввели ряд правил защиты данных, которые необходимо строго соблюдать при обмене данными. Поэтому вопрос о том, как учитывать защиту конфиденциальности данных при совместном использовании данных, является проблемой, которую необходимо решить для расширения использования ресурсов данных, особенно в контексте международного сотрудничества и совместных инноваций.

Для решения вышеперечисленных проблем данный проект направлен на насущную необходимость повышения эффективности исследований и разработок новых материалов, проведения исследований по интеллектуальной обработке данных и ключевых технологий анализа микроструктуры сложных материалов с крупномасштабными и мелкими образцами, изучения микроскопических методов обработки изображений для крупномасштабных исследований. и небольшие образцы, достигая точного, быстрого, интеллектуального и автоматического сбора, обработки и анализа материальных микроскопических изображений. Он исследует 3D-точную реконструкцию и эффективные методы характеристики микроструктуры материала и повышает точность, точность и гладкость 3D-моделей. Кроме того, она разрабатывает методы корреляционного анализа микроструктуры и макроскопических свойств, основанные на интерпретируемом машинном обучении, устанавливает краткие и интерпретируемые математические модели макро- и микро-внутренних корреляций с отображаемыми символическими формами и хорошими возможностями обобщения, изучает федеральные миграционные методы обучения для обмена и защиты данных материаловедения, а также способствует межрегиональному обмену данными. и сотрудничество. Ожидаемые результаты исследований этого проекта обеспечат аналитические модели и руководство по принятию решений для исследований и разработки новых материалов и экспериментального проектирования, чтобы мы могли понять, изучить, охарактеризовать и предсказать влияние микроструктуры материалов на свойства с более широких перспектив, а также исследовать их для исследований в области материаловедения. Новая исследовательская парадигма вдохновляет и способствует пересечению и интеграции более фундаментальных дисциплин и искусственного интеллекта, а также имеет важное научное значение и прикладную ценность.

# 71. Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина

**Руководитель проекта:** Власов Владимир Сергеевич, Доцент, кандидат физико-математических наук
vlasovv78@mail.ru

**Проект: Нелинейная магнитоакустика частиц и многослойных структур**

Проект касается разработки современных радиотехнических систем, обладающих минимальными массогабаритными параметрами, высокой надежностью. В последнее десятилетие внимание исследователей привлекают периодические наноструктуры, включающие метаповерхности и перколяционные среды, композитные и многослойные структуры. Использование магнитного поля, сверхкоротких упругих и лазерных импульсов, возмущающих магнитную, упругую и электронные подсистемы, позволяют разработать новые механизмы управления спиновыми волнами в магнитных пленках и периодических наноструктурах. В проекте будут проведены теоретические исследования и построены модели нелинейной динамики спиновых и магнитоупругих колебаний в магнитных пленках, периодических структурах и системах магнитных наночастиц с различной формой и структурой при их возбуждении упругими импульсами, переменным радиочастотным магнитным полем, фемтосекундными лазерными импульсами. Будут построены модели взаимодействия сверхкоротких упругих и лазерных импульсов с магнитной подсистемой пленок и частиц, в том числе модели перемагничивания частиц, модели возбуждения коротких спиновых волн при возбуждении лазерными импульсами в тонких ферромагнитных плёнках. Также планируется построение моделей нелинейной динамики структур с двумя и более слоями с обменным типом связи между слоями при возбуждении радиочастотным магнитным полем.

Таким образом, в проекте главенствующее место в проекте займут разработка теории и моделей процессов распространения спиновых волн в магнитных пленках, периодических структурах, наночастицах и их системах. С точки зрения развития прикладного аспекта проекта, о котором речь пойдет далее, будут рассматриваться особенности однородного и неоднородного перемагничивания в разнообразных структурах упругими и лазерными импульсами, импульсными и переменными магнитными полями. Перемагничивание наноструктурных элементов с периодической структурой, магнитных пленок и наночастиц с помощью фемтосекундных лазерных импульсов и пикосекундных упругих импульсов, позволяет создать инструменты управления намагниченностью на временах порядка пикосекунд [1]. Теория магнитоупругого взаимодействия с ультракороткими акустическими импульсами, несмотря на большое количество работ на эту тему [1-11], еще недостаточно развита и не учитывает ряд важных моментов, о которых пойдёт речь далее. Ферромагнитный резонанс (ФМР) может динамически управляться фемтосекундными лазерными возбуждаемыми когерентными акустическими фононами посредством магнитоупругих взаимодействий. Предыдущие экспериментальные работы по сверхбыстрой магнитоакустике, выполненные Кимом и его

коллегами [12-13], продемонстрировали возможность управления прецессией ФМР с помощью серии ультракоротких пикосекундных акустических импульсов. Исследования по проекту позволят значительно продвинуться в разработке моделей, включающих влияние локализации упругого импульса на амплитуды магнитных колебаний.

В рамках проекта будет разработан пакет компьютерных программ для моделирования ферромагнитного резонанса и других (дипольных и обменных) магнитных колебаний в системах магнитных пленок, наночастиц и их систем, возбуждаемых радиочастотным магнитным и магнитоупругим полями. Для решения систем дифференциальных уравнений в пакете программ будет использован метод Рунге-Кутта-Фельберга 4–5 и 7–8 порядка с контролем длины шага интегрирования. Моделирование возбуждения коротких спиновых волн (нанометровая длина волны) лазерными импульсами в тонких ферромагнитных плёнках будет осуществляться на основе континуальных и аналитических моделей, основанных на уравнении Ландау-Лифшица. Кроме того, будет использоваться численный счёт методом конечных разностей. Предполагается использовать и пакеты микромагнитного моделирования. Моделирование перемагничивания ферромагнитных наночастиц лазерными импульсами будет осуществляться с использованием трехтемпературной модели и модели сплошной среды с использованием уравнения Ландау-Лифшица. Кроме аналитического моделирования будет также проведено микромагнитное моделирование с использованием стандартных пакетов, таких как OOMMF и Mumag3.

Одним из преимуществ проекта, является возможность разработки более быстродействующей магнитоакустической памяти, чем было предложено ранее группой из США [14-19]. Наши недавние исследования по перемагничиванию наночастиц никеля сверхкороткими упругими импульсами [20] показали, что такие частицы можно использовать в устройствах сверхбыстродействующей памяти. Схема перемагничивания частицы показана на рис.1.

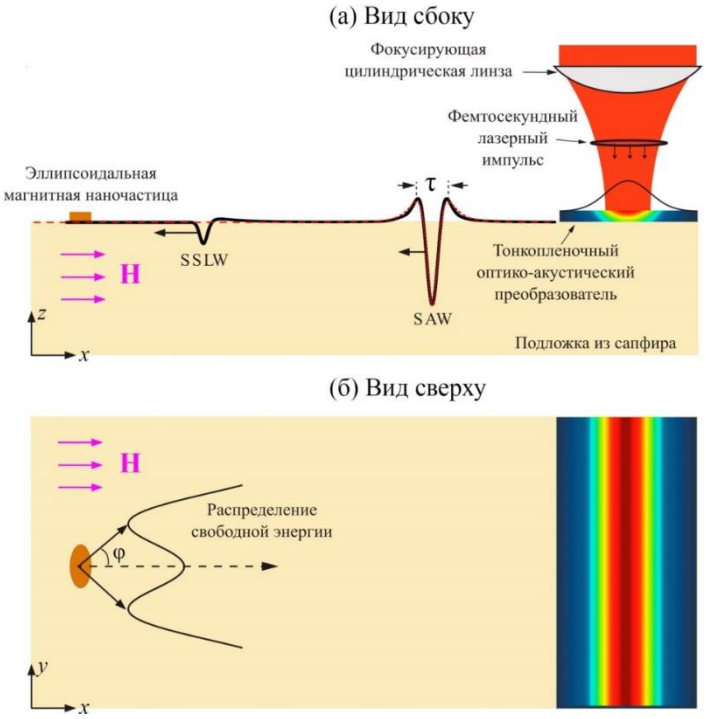



Рис. 1

Также с помощью развития новых методов управления короткими спиновыми волнами с помощью фемтосекундных лазерных импульсов и упругих импульсов в многослойных магнитных структурах, можно создать сверхкомпактные устройства обработки информации в СВЧ диапазоне. Таким образом, на основе исследований проекта можно будет разработать магнитоакустическую память нового поколения и компактные устройства обработки информации.

[1] O. Kovalenko, T. Pezeril, V.V. Temnov, Phys. Rev. Lett., 2013, 110, 266602.

[2] A.V. Scherbakov et al., Phys. Rev. Lett., 2010, 105, 117204.

[3] K. Uchida et. al, Nature Materials, 2011, 10, 737.

[4] T.L. Linnik, et. al, Phys. Rev. B, 2011, 84, 214432.

[5] J.-W. Kim, M. Vomir, J.-Y. Bigot, Phys. Rev. Lett., 2012, 109, 166601.

[6] M. Weiler et. al, Phys. Rev. Lett., 2011, 106, 117601.

[7] M. Bombeck et. al, Phys. Rev. B, 2012, 85, 195324.

[8] M. Bombeck et. al, Phys. Rev. B, 2013, 87, 060302(R).

[9] N. A. Pertsev, Phys. Rev. B, 2015, 92, 014416.

[10] J.V. Jager et. al, Phys. Rev. B, 2015, 92, 020404(R).

[11] A. Kamra et. al, Phys. Rev. B, 2015, 91, 104409.

[12] J.-W. Kim, M. Vomir, J.-Y. Bigot, Scientic reports, 2015, 5, 8511.

[13] J.-W. Kim, J.-Y. Bigot, Phys. Rev. B, 2017, 95, 144422.

[14] Atulasimha J., Bandyopadhyay S. Appl. Phys. Lett. 2010. V. 97. № 17. P. 173105.

[15] Biswas A.K., Bandyopadhyay S., Atulasimha J. Appl. Phys. Lett. 2013. V. 103. № 23. P. 232401.

[16] Biswas A.K., Bandyopadhyay S., Atulasimha J. Sci Rep. 2014. V. 4. P. 7553.

[17] Biswas A.K., Bandyopadhyay S., Atulasimha J. Appl. Phys. Lett. 2014. V. 105. № 7. P. 072408.

[18] Biswas A.K., Bandyopadhyay S., Atulasimha J. Appl. Phys. Lett. 2014. V. 104. № 23. P. 232403.

[19] D'Souza N. et. al. Nanotechnology. 2018. V. 29. P. 442001.

[20] V.S. Vlasov, A.M. Lomonosov, A.V. Golov, L.N. Kotov, V. Besse, A. Alekhin, D.A. Kuzmin, I.V. Bychkov, V.V. Temnov // Phys. Rev. B 101, Issue 2, 024425 (2020).

# 72. Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина

**Руководитель проекта:** Алтухов Алексей Валерьевич, Генеральный директор
alexei.altoukhov@gmail.com

**Проект: Беспилотный летательный аппарат «АВИС» сельскохозяйственного назначения с гибридной силовой установкой**

Беспилотный летательный аппарат «АВИС» по схеме квадрокоптер на базе платформы с гибридной силовой установкой обеспечивает существенно большее по сравнению с традиционными электрическими БПЛА время работы (до 1,5-2 часов) и может выполнять полный спектр задач сельскохозяйственных задач: мониторинг и анализ состояния сельхозугодий, опрыскивание и орошение почвы и агрокультур, посадка семян, отслеживание сельскохозяйственных животных и др.

Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

Модульный принцип создания многофункциональной гибридной платформы «АВИС» позволит быстро масштабировать и расширять функционал, позволяя увеличивать количество беспилотных летательных аппаратов и формировать из них роевую систему.

Ключевые преимущества:

Длительное время работы

БПЛА «АВИС» с гибридной силовой установкой может находиться в воздухе до 1,5–2 часов – в 4-8 раз дольше, чем аналогичные аппараты с электрической силовой установкой.

Автоматизация процессов и оптимизация издержек («точное земледелие»)

Благодаря высокой автономности (выполнение полетов по заданной программе) использование БПЛА «АВИС» позволяет существенно сократить расходы на оплату труда персонала, снизить риск нанесения вреда здоровью, а также обеспечить более

эффективное использование удобрений и гербицидов

Сохранение почвенных покровов и агрокультур:

Использование БПЛА позволяет полностью избежать повреждений почвы и сельскохозяйственных культур при их поливе и обработке. Кроме того, для работы БПЛА не имеет никакого значения состояние проездных дорог и влажность почвы сельхозугодий

Высокое качество обработки почвы и растений

Точное позиционирование аппарата обеспечивает высокую эффективность обработки почвы и агрокультур. Завихрение потоков воздуха вокруг растений способствует равномерному распределению веществ по их поверхности.

Экологичность

Существенно меньшее загрязнение окружающей среды по сравнению с традиционными видами сельхозтехники, а также снижение рисков нанесения вреда окружающей среде за счет более высокой точности обработки

Область применения проекта (технологии)

Применяется для мониторинга и анализа состояния сельхозугодий, опрыскивание и орошение почвы и агрокультур, посадка семян, отслеживание сельскохозяйственных животных и др.

Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

Ценностное предложение:

Повышение качества, удешевление работ, экономия удобрений и гербицидов и повышение безопасность с/х работ

1. Распыление гербицидов, жидких удобрений
2. Высадка семян, внесение удобрений в гранулах
3. Энтомофаги
4. Обработка горячим туманом

Структура продажи:

- Продажа с/х мультироторных платформ (электрическая - 800 тыс. руб.; гибридная – 1200 тыс. руб.)
- Сдача в аренду (2 тыс. руб. – 1 ч. полета)
- Обслуживание и продажа сопутствующих товаров
- Обучение и выдача подтверждающих сертификатов

Другие важные сведения

Разработка модульной многофункциональной гибридной платформы «АВИС» позволит организовать производство модельного ряда беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) сельскохозяйственного назначения, ориентированных на использование в рамках системы сельскохозяйственного менеджмента «точное земледелие».

**Руководитель проекта:** Скрипникова Елена Владимировна, Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
skripnikova@tsutmb.ru

**Проект: Органическое удобрение «МИКУЛА»**

Удобрение «Микула» – это натуральное, экологически чистое органическое удобрение. «Микула» не содержит химических, минеральных, синтетических добавок и представляет собой продукт жизнедеятельности красных калифорнийских червей (гибрид дождевого червя), которые перерабатывают органические отходы растениеводства и животноводства с применением микробиологических активаторов.

Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

Преимущества «Микулы» заключаются в увеличении скорости первичного компостирования в четыре раза, в разнообразии и сбалансированности по составу полезных веществ и элементов, в отсутствии патогенной микрофлоры и факторов гельминтологической угрозы. «Микула» повышает сопротивляемость растений различным заболеваниям, урожайность культурных растений и продолжительность цветения декоративных растений. Удобрение прошло испытания в разных агроклиматических зонах (Ярославская и Самарская области, Крым), в том числе в нескольких крестьянско-фермерских хозяйствах Тамбовской области.

Область применения проекта (технологии)

Применяется для выращивания культурных и декоративных растений в условиях закрытого и открытого грунта.

Используется в декоративном цветоводстве для увеличения интенсивности и продолжительности цветения.

Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

Реализация проекта возможна через реализацию технологии и производство оборудования либо через реализацию готовой продукции через следующие форматы:

Интернет-торговля через маркет плейсы.

Описание рекламно-маркетинговой кампании

Пассивные прямые продажи B2B/B2C - Выставочно-ярмарочная деятельность, круглые столы, семинары

Пассивные непрямые продажи B2B- Использование административных ресурсов, межрегиональных торговых площадок,

Активные прямые продажи B2B - Совершение звонков, e-mail-рассылок, проведение встреч и презентаций на территории заказчика, создание собственных e-commerce ресурсов

Активные непрямые продажи B2B/B2C- Внедрение в оптово-розничные сети, привлечение дистрибьюторов, запуск рекламы в SMM и ТВ.

Другие важные сведения

1. Способствует максимальной реализации потенциального урожая.

2. Обогащает почву микроорганизмами-активаторами, стимулирующими рост растений.

3. Предотвращает развитие почвенных фитопатогенов, тем самым защищая растения от болезней.

4. Усиливает резистентность растений к стрессовым условиям.

5. Улучшает аэрацию, водоудерживающую способность и структуру почвы.

6. Не токсично.

**Руководитель проекта:** Абрамов Алексей Евгеньевич, Директор центра перспективных химических технологий
abramov@tsutmb.ru

**Проект: Разработка технологии производства и применения влагоудерживающего акрилового полимера (адсорбента), предназначенного для регуляции влажности почвы и в качестве источника обеспечения растений агрохимическими препаратами от патогенных микроорганизмов**

Влагоудерживающий экологически безопасный акриловый полимер, обеспечивающий оптимальное содержание влажности корневой системы в условиях ливневых дождей, а также питает водой растения в условиях засухи, синтезированный из мономеров акриловой кислоты и ее эфиров отечественного производства (компания «Сибур»). Продукт может производиться в виде гранул, подложек и листового материала.

Конкурентные преимущества создаваемого продукта, сравнение технико-экономических характеристик с основными аналогами, в том числе мировыми:

- отсутствие токсичного акриламида
- способность полимера удерживать до 40г воды на 1 г продукта
- возможность введения в полимерную матрицу в процессе синтеза органических и минеральных удобрений, фунгицидов и стимуляторов роста растений
- отсутствие остаточных мономеров в полимере
- относительно низкая стоимость по сравнению с импортными аналогами

Себестоимость продукции при цене доллара 120 рублей составит 350 рублей за кг. 1600 рублей за кг.

Сильные стороны:

- сырье отечественных производителей
- экологически безопасный за счет отсутствия акриламида
- выполняет одновременно несколько функций (регулировка влажности почвы, защита растений от вредных организмов, обеспечение пролонгированного снабжения биологически активными стимуляторами роста растений, микроэлементами (калий, кальций, магний и т. д.) и агрохимическими средствами защиты растений от патогенных микроорганизмов.

Область применения проекта (технологии)

Применяется для выращивания культурных и декоративных растений в условиях засушливого климата и почвах содержащих возбудители заболеваний корневой системы растений.

Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

Основными целевыми потребителями данного продукта будут производители домашних декоративных растений, сельхозпроизводители ягод (голубика, клюква), производители саженцев, требующих транспортировку или более длительное хранение. В 2016–2020 гг продажи садовых и горшечных растений в России ежегодно росли, в целом за пятилетие они увеличились почти на 50%: с 332 до 498 млн шт. Наибольший рост продаж пришелся на кризисный 2020 г и составил 21,6%. Дело в том, что в 2020 г наступление дачного сезона выпало на самый пик самоизоляции. Ситуация на рынке труда оставляла желать лучшего, доходы снижались, зато свободного времени у жителей стало гораздо

больше. По этой причине значительная часть россиян сконцентрировалась на дачных заботах. Положительно на рынке сказалось и закрытие внешних границ. По данным Росстата, число туристических поездок российских граждан в зарубежные страны в 2020 г уменьшилось на 72,7% (по сравнению с 2019 г): с 45,33 до 12,36 млн поездок. Пандемия послужила мощным драйвером роста рынка и горшечных растений. Во время самоизоляции люди вынуждены были много времени проводить в квартирах, поэтому они стали активно озеленять балконы и интерьеры. При этом эксперты отмечают возросший спрос со стороны молодежи.

Сейчас на отечественном рынке садовых и горшечных растений преобладают две тенденции. С одной стороны, растет спрос на декоративные растения, применяемые в озеленении, для украшения помещений, а с другой – все большим спросом пользуются рассада овощей, ягодных культур, саженцы плодовых кустарников и деревьев. Причем более активно растет спрос на кабачки, баклажаны, кукурузу, фасоль, спаржу, нежели на традиционные томаты, огурцы, капусту. Топ-5 плодовых деревьев, пользующихся наибольшим спросом, включает яблоню, вишню, грушу, сливу и абрикос, а топ-5 плодовых кустарников – жимолость, смородину, малину, крыжовник и облепиху. Возрастает интерес и к выращиванию пряных трав (базилика, орегано, мяты, кинзы и пр.), что связано с модой на ЗОЖ.

По оценкам BusinesStat, продажи садовых и горшечных растений продолжат расти в 2021–2025 гг. В ближайшие годы не ожидается заметного роста реальных доходов населения, поэтому выращивание овощей и плодово-ягодных культур позволит россиянам изрядно сэкономить на их покупке.

Сегменты клиентов: сельхозтоваропроизводители высокорентабельных культур, производители посадочного материала, производители и потребители декоративных культур

Отношения с клиентами: отдел координирования сбыта продукции, социальные сети, маркет плейсы, прогрессивная система скидок, дистрибьюторская политика, рекламно-маркетинговая поддержка

Предполагаемые преимущества: конкурентная стоимость, импортозамещение, пролонгированных эффект действующих активных препаратов, контроль за влажностью почвы (излишняя влажность или же засуха с помощью адсорбирующих компонентов) Основные направления деятельности: производство линейки гидрогелей с различными компонентами для решения разнообразных задач, оптово-розничная Интернет-торговля через маркет плейсы.

Описание рекламно-маркетинговой кампании

Пассивные прямые продажи B2B/B2C - Выставочно-ярмарочная деятельность, круглые столы, семинары.

Пассивные непрямые продажи B2B- Использование административных ресурсов, межрегиональных торговых площадок.

Активные прямые продажи B2B - Совершение звонков, e-mail-рассылок, проведение встреч и презентаций на территории заказчика, создание собственных e-commerce ресурсов.

Активные непрямые продажи B2B/B2C- Внедрение в оптово-розничные сети, привлечение дистрибьюторов, запуск рекламы в SMM и ТВ.

Другие важные сведения

1. Способствует максимальной реализации потенциального урожая.

2. Обогащает растение органическими веществами-активаторами, стимулирующими рост растений.

3. Предотвращает развитие почвенных фитопатогенов, тем самым защищая растения от болезней.

4. Усиливает резистентность растений к стрессовым условиям.

5. Обеспечивает водоудерживающую функцию для обеспечения питания водой растений в условиях засухи;

6. Не токсично.

# 73. Технологический институт сверхтвердых и новых углеродных материалов

**Руководитель проекта:** Усеинов Алексей Сергеевич, Заместитель директора по научной части
useinov@mail.ru

**Проект: Новое оборудование на основе оптической спектроскопии в сочетании с инструментальным индентированием in situ для расширенной характеризации механических свойств и структуры материалов**

Оптическая спектроскопия является одним из мощнейших инструментов, применяемых в химических и физических науках для изучения структуры широкого круга материалов. Без инструментального индентирования сегодня невозможно представить ни одно исследование локальных механических свойств. Современные тенденции развития экспериментальных методов исследования предполагают не только повышение точности какой-то конкретной методики, но и возможность совмещения разноплановых измерений в ходе одного эксперимента. В данной работе обсуждаются экспериментальные результаты, полученные при совместном использовании in-situ метода вдавливания алмазного наконечника специальной геометрии с одновременным измерением оптических спектров в области контакта, а также обсуждаются перспективные области применения данной методики, в том числе:

- Оптическое наблюдение процессов деформации (упругого восстановления, образования трещин и т. п.) в режиме live video в ходе испытаний.
- Идентификация локализованных фаз/границ/зерен спектроскопическими методами для исследования их механических свойств методом индентирования.
- Изучение образования новых фаз, индуцированных локальным давлением, в том числе, в процессе царапания (истирания, микрорезания).
- Изучение полей напряжения под индентором по смещению и изменению ширины пиков на спектрах (например, путем растрового сканирования) (в том числе, в многофазных композитах и тонких пленках, регистрация отслаивания без отрыва).
- Изучение оптическими методами структуры подповерхностных слоев (полимеризация при 3Д-печати, что-то еще).
- Изучение перехода от упругой деформации к пластической. Рассмотреть перспективы измерения в реальном времени спектров отражения и спектров люминесценции. На кремнии, полупроводниковых кристаллах, многослойных структурах должны возникать примесные уровни, которые можно связать с возникновением пластической деформации.
- Изучение процессов потери сплошности (трещинообразование). Данный процесс (как и пластическая деформация) связан с электронными свойствами (а не колебательными).
- Исследование упругих характеристик полимерных материалов комбинацией методов индентирования и Бриллюэновской спектроскопии.
- Изучение локального изменения температуры по Бриллюэновским спектрам, т. е., например, изучение трения в области контакта индентора с образцом.

# 74. Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения РАН

**Руководитель проекта:** Обжиров Анатолий Иванович, Главный научный сотрудник, доктор г-м наук, профессор
obzhirov@poi.dvo.ru

**Проект: Газогеохимические индикаторы геологических процессов**

Изучается газовая составляющая водной толщи от дна до поверхности и донных осадков в морях Мирового океана и окружающей суши. Газ из воды и донных осадков морей и из водных бассейнов суши извлекается на дегазационной установке, сконструированной в лаборатории Газогеохимии. Извлеченный газ анализируется на газовых хроматографах, определяются CH4, C2H6-C5H12, CO2, H2, He, O2, N2. Газовые компоненты являются индикаторами: CH4, C2H6-C5H12 используются для поиска и прогноза газогидратов и залежей углеводородов, CO2, H2 -показатель вулканической активности, H2, He – характеризуют сейсмическую активность и миграция флюидов из мантии, выделения CH4 и CO2 в атмосферу влияют на изменения климата.

Ключевые слова: Газогеохимические индикаторы, геологические процессы, прогноз углеводородов, парниковые газы.

Введение

В чем состоит важность изучения газовой составляющей в воде и донных осадках в море и в породах суши. Газ пронизывает всю Землю, моря и сушу. При миграции метана, его гомологов в донных осадках и толще воды в море и пород суши формируется восстановительная физико-химическая обстановка, когда воду и породы пронизывает углекислый газ – формируется окислительная обстановка. Известно, что физико-химические обстановки влияют на подвижность одних аутигенных минералов и выпадение других. Метан и его гомологи являются индикатором наличия залежей углеводородов, углекислый газ и водород характеризуют наличие вулканической активности, гелий и водород дают основание предполагать наличие зон сейсмически активных разломов и поступление газа из глубоких горизонтов и мантии. Газ частично выделяется в атмосферу, парниковые газовые компоненты - CH4, CO2, проникая в атмосферу создают парниковый эффект и влияют как на изменение (потепление) климата, так и преобразуют окружающую среду.

При добыче газогидратов, нефте-газовых залежей важно знать насыщение донных осадков метаном, тяжелыми углеводородами, водородом, что приводит к возможным опасным явлением при бурении скважин, в том числе возможным взрывам, когда образуется смесь воздуха и углеводородных газов в соотношении 9% УВ и 91% воздуха.

В процессе изучения газовой составляющей обнаружено, что в районе наличия аномальных концентраций метана в донных осадках формируется не только газогидраты, но и поле (оазис), насыщенное биоразнообразием – планктоном, бентосом, крабами, рыбой и другими видами биоты. Это связано с тем, что в аномальном поле метана

происходит рост метанокисляющих бактерий, увеличивается количество пищи в придонной воде и донных осадках, и далее идет развитие биологических видов по биологической цепи иерархии. Обычно, в донных осадках с аномальной концентрацией метана активно развивались бентосные организмы, например, калиптогены, их раковины полностью покрывали такие участки, причем, иногда раковины бентосных организмов располагались только вдоль линии разлома, по которому происходила миграция метана в виде пузырей и (или) в растворенном состоянии. В аномальных полях потока метана и развития биоразнообразия увеличивалось количество крабов, рыбы.

Цель исследований

Основная цель газогеохимических исследований в Охотском и других морях Мирового океана (рис. 1):

1. Изучение распределения аномальных полей природных газов в морях и на суше [1,2,3].

2. Изучение связи геологических, физико-химических, сейсмических и др. условий с формированием аномальных полей газов [4,5].

3. Источники метана, образующие газовые гидраты [6].

4. Сопряженные процессы формирования потоков метана, газогидратов и нефтегазовых залежей в Охотском и других морях Мирового океана [7,8,9].

5. Влияние потоков метана на экологию окружающей среды и глобального потепления.

6. Разработка газогеохимического эффективного метода поиска газогидратов, залежей углеводородов в морских условиях и на суше, картирование зон разломов, определение их сейсмической активности, интерпретации геофизических полей и решения других геологических и экологических задач [патенты 1, 2, 3, 4].

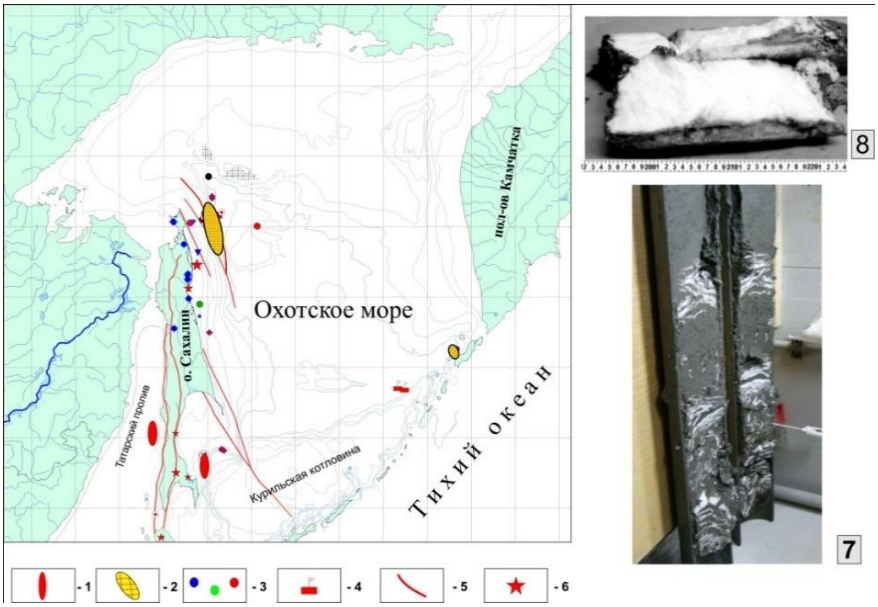



Рис. 1 Районы открытых газогидратов в донных осадках Охотского и Японского морей
Условные обозначения: 1 - красные поля – новые провинции газогидратов; 2 - желтые поля – провинции газогидратов, открытые ранее; 3, 4 – проявления углеводородных газов; 5 – зоны разломов; 6 – грязевые вулканы; 7, 8 – газогидраты (белый цвет, заполнение газогидратами около 20 % об.)

Краткий список работ лаборатории Газогеохимии ТОИ ДВО РАН

1. Обжиров А.И. Казанский Б.А., Мельниченко Ю.И. Эффект звукорассеивания придонной воды в краевых частях Охотского моря // Тихоокеанская геология. 1989. №2. С.119-121

2. Обжиров А.И. Газогеохимические поля придонного слоя морей и океанов. М.: Наука. 1993. 139 с

3. Обжиров А.И., Соснин В.А., Салюк А.Н. и др. Мониторинг метана в Охотском море. Владивосток: Дальнаука, 2002. 250 с

4. Обжиров А.И. Новая методика изучения и разработки газогидратов. Евразийское Научное Объединение. 2021. № 9–4 (79). С. 290–298.

6. A.Obzhirov, R. Shakirov, A. Salyuk, E. Suess, N. Biebow and A. Salomatin. Relations between methane venting, geological structure and seismo-tectonics in the Okhotsk Sea // Geo-Marine Letters. 2004. V. 24, N. 3. P. 135 – 139.

7. Obzhirov A.I., Sokolova N.L., Telegin Y.A. Geological conditions of the formation and dissociation of gas hydrates in the Sea of Okhotsk: tectonic and genetic aspects. Lithology and Mineral Resources. 2021. T. 56. № 4. C. 333–342

8. Operation Report of Sakhalin Slope Gas Hydrate Project 2009. R/V “Akademik M.A. Lavrentyev”, Cruise 47, H. Shoji, Y.K. Jin, A. Obzhirov and B. Baranov, 2010, 123 ps

9. Le Duc Luong, Hoang N., Tuan D.M., Van Tao N., Huong T.T., Anh L.D., Cuong D.H., Obzhirov A.I., Shakirov R.B., Syrbu N.S., Kholmogorov A.O., Mishukova O.V., Eskova A.I., Van Binh P. Distribution of gases in bottom sediments of the southwestern sub-basin South China Sea (Bien Dong). Russian Journal of Pacific Geology. 2021. T. 15. № 2. C. 144–154.

Патенты

1. Обжиров А.И., Саломатин А.С., Юсупов В.И. Газогидроакустический комплекс для оценки сейсмоакустической активизации. Патент RU 78333 U1. 2008. Бюлл. № 32

2. Обжиров А.И., Тагильцев А.А. Технологический комплекс для разработки газогидратных залежей в Охотском море. Патент № RU 2386015 C1. 2010. Бюлл. № 10

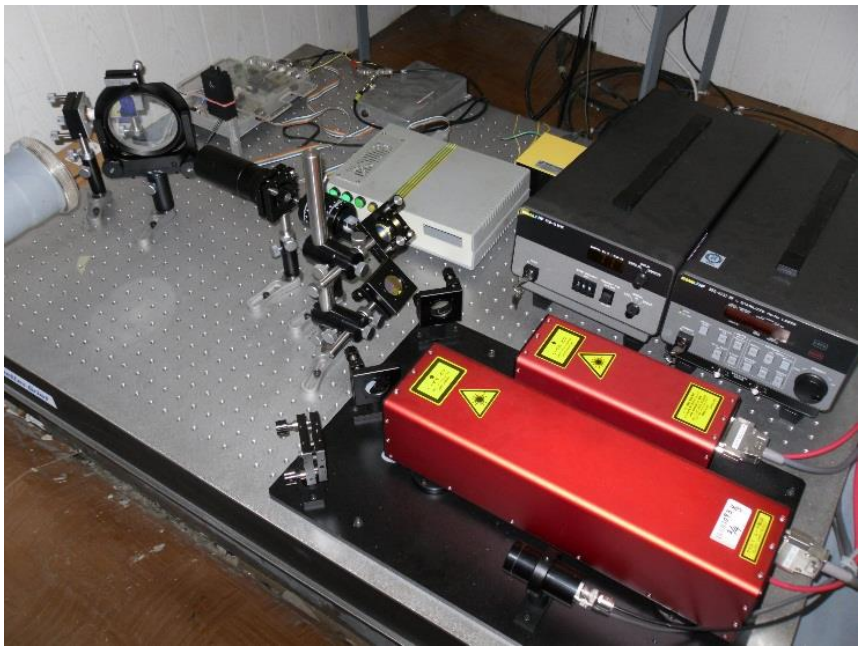
3. Обжиров А.И. Способ прогноза залежей углеводородов. Патент № RU 2359290 C1. 2009. Бюлл. № 17

4. Юсупов В.И., Саломатин А.С., Обжиров А.И. Газогеофизический комплекс для обнаружения подводных выходов газогидратов. Патент № РФ № 70377 U1. 2008. Бюлл. № 2

**Руководитель проекта:** Григорий Иванович Долгих, Директор ТОИ ДВО РАН, Академик РАН, профессор, доктор физико-математических наук
dolgikh@poi.dvo.ru

**Проект: Разработка, создание и полигонные испытания двухкоординатного лазерного деформографа**

Цель проекта состоит в разработке и создании двухкоординатного лазерного деформографа классического типа на основе неравноплечего интерферометра Майкельсона и частотно-стабилизированных лазеров с последующей его установкой на стационарном полигоне с испытанием и запуском в режим проведения непрерывных измерений. Двухкоординатный лазерный деформограф предназначен для измерения вариаций деформации земной коры в частотном диапазоне от 0 (условно) до 1000 Гц с фоновой точностью. Соответственно, основные области применения прибора лежит в области получения сейсмологической информаций. Создание установки будет производиться на основании изобретения № RU 2146354 C1 – Интерферометр для измерения перемещений. Изобретение относится к области геофизики и используется для измерения микродеформаций земной коры и изучения пространственно-временной структуры сейсмоакустических полей. Каждый интерферометр содержит источник излучения 1 и оптически связанные с ним коллиматор 2 и светоделитель 3, уголковый отражатель 5 и плоскопараллельные зеркала 6, расположенные на оптической скамье под углом 90° друг к другу и закрепленные на пьезокерамических цилиндрах, фотоприемник 7 и блок регистрации 8. Использование в качестве одного из отражателей плоскопараллельных зеркал позволяет значительно улучшить отношение сигнал/шум и уменьшить вариации температуры, давления, влажности на измеряемые параметры сигналов. Основным преимуществом лазерно-интерференционной системы является широкий рабочий диапазон измерений, позволяющий регистрировать сейсмоакустические колебания как в высокочастотном, так и в низкочастотном и сверхнизкочастотном диапазонах.



В результате выполнения работ будет разработана и создана система регистрации лазерного деформографа, позволяющая отслеживать смещения исследуемых объектов с точностью 0.1 нм в частотном диапазоне от 0 (условно) до 1000 Гц; лабораторный макет интерферометра Майкельсона, предназначенный для выполнения различных прецизионных измерений микросмещений в лабораторных условиях; р двухкоординатный лазерный деформограф на основе использования двух интерферометров Майкельсона неравноплечего типа и двух частотно-стабилизированных лазеров, объединённых системой точного времени, предназначенный для регистрации смещений участка земной коры, на котором расположены его устои, с точностью 0.1 нм в частотном диапазоне от 0 (условно) до 1000 Гц; методика идентификации и пеленгования различных источников инфразвуковых и низкочастотных звуковых возмущений на различных удалениях.

**Руководитель проекта:** Босин Александр Анатольевич, Ведущий научный сотрудник, кандидат географических наук
bosin@poi.dvo.ru

**Проект: Мобильный коре-сканер на основе портативного рентгенофлюоресцентного анализатора для экспресс-анализа химического состава влажных осадков**

Сведения о проекте: Массовый экспресс-анализ химического состава влажных кернов донных отложений является весьма полезным методом при описании керна, литостратиграфической корреляции отложений.

При изготовлении прототипа в качестве прибора для проведения рентгенофлуоресцентного анализа использован портативный XRF анализатор DELTA Professional mod:2000. DELTA Professional является одним из лучших решений OLYMPUS в серии DELTA. Прибор обеспечивает оптимальную скорость анализа, наилучшие пределы обнаружения и диапазон определяемых элементов. Выбор прибора может варьироваться в зависимости от поставленных задач и объекта исследования.

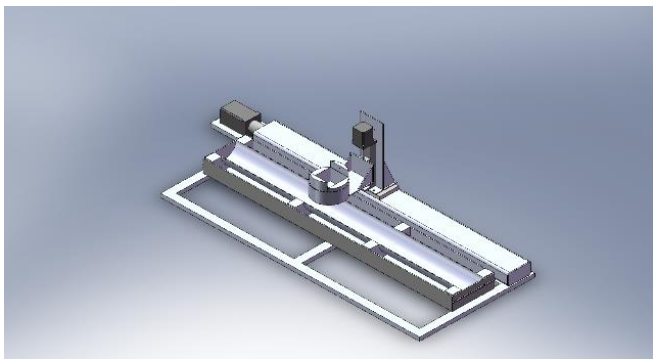


Рисунок 1. Общая схема сканирующей установки

Для осуществления непрерывной серии XRF измерений элементов в кернах морских отложений была разработана стационарная установка с использованием DPO-2000 (используется кремневый дрейфовый детектор) (Рис. 1). Так как количество измерений в одном цикле увеличилось, стационарные перезаряжаемые литий-ионные аккумуляторы были заменены на специальный переходник в виде аккумуляторной батареи для питания анализатора от сети переменного тока.

Рисунок 1. Фото прототипа в процессе измерения

Сама установка в процессе измерения керна показана на фотографии (Рис. 1). Каркас и поддон для установки керна изготовлены из нержавеющей стали. Поддон, по отношению к прибору, может перемещаться в горизонтальной плоскости по специальным пазам. Поддон изготовлен под размер керна длинной 1300 mm. Керн устанавливается стационарно и неподвижно. Регистрирующая часть перемещается по отношению к керну в горизонтальной и вертикальной плоскостях. В качестве электромеханики движущихся частей установки использованы два пошаговых двигателя: в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Возможности пошагового двигателя в горизонтальной плоскости позволяют задавать шаг измерения начиная от 0.1 mm. Вертикальный двигатель обеспечивает силу нажатия на керн.

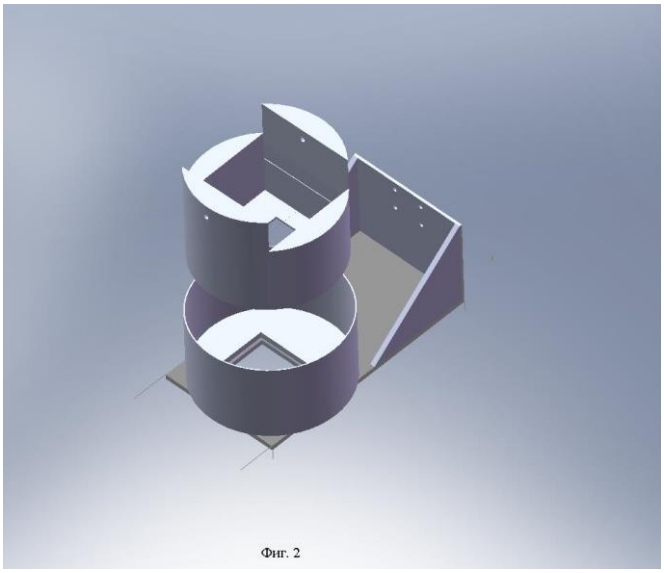



Рисунок 2. Механизм крепления портативного XRF-анализатора

Механизм крепления портативного XRF-анализатора выполнен в виде двух вставленных друг в друга стаканов цилиндрической формы, изготовленных из алюминия (Рис. 2). Внешний стакан закреплен неподвижно на площадке, движущейся в вертикальной плоскости. Непосредственно в него вставлен другой(внутренний) стакан, в котором крепится с помощью болтов и резиновых прокладок сам анализатор. В обоих стаканах, соосно, проделаны два прямоугольных отверстия, через которые свободно проходит оконечная регистрирующая часть анализатора (имеет удлиненную, сужающуюся к низу прямоугольную форму). Вес внутреннего стакана и закрепленного в нем анализатора составляет порядка 4 кг. Задавая программно уровень опускания или поднятия площадки, на которой крепится неподвижно внешний стакан (в вертикальной плоскости), мы регулируем силу нажатия на мокрый (влажный) морской керн регистрирующее окно анализатора, за счет свободного перемещения внутреннего стакана относительно внешнего.

Опытная эксплуатация установки показала, что при шаге сканирования 3 mm время измерения метрового керна составляет порядка 4–6 часов.

Преимуществом данной установки перед стационарными коре-сканерами является низкая стоимость, простота эксплуатации, отсутствие лишних приспособлений, удорожающих и усложняющих конструкцию. Еще одним значительным достоинством

является её мобильность. Установка отличается компактными размерами, и способна работать в полевых условиях, в том числе на морских судах.

Данное устройство может найти широкое применение в геологических и поисковых изысканиях, когда нужно быстро проанализировать большие массивы образцов, не тратя время и ресурсы на транспортировку к стационарной лаборатории. Во время морских работ, можно изучать керны морских отложений непосредственно сразу после подъема их на борт судна, что позволяет изучить образцы до того, как они необратимо изменятся под воздействием атмосферы.

Настройки установки позволяют проводить как быстрый экспресс-анализ больших объемов образцов, так и детальное изучение выбранных объектов с субмиллиметровым разрешением.

Благодаря своей экспрессности и тот факт, что образец никак не нарушается и не расходуется во время исследования, подобные анализы находят все большее применение в геологических работах.

Появление недорогого оборудования с гибкими настройками позволит повсеместно внедрить подобные устройства и сделают такие исследования рутинными и неотъемлемыми при геологических работах.

В последние годы на рынке появились рентгенофлюоресцентные анализаторы, произведенные в КНР. Сотрудничество с китайскими партнерами позволит значительно удешевить производство подобных установок, стоимость которых в большей части определяется стоимостью анализатора.

**Руководитель проекта:** Колесник Александр Николаевич, Старший научный сотрудник/кандидат геолого-минералогических наук
kolesnik_a@poi.dvo.ru

**Проект: Развитие экспресс-методики высокоразрешающего колориметрического сканирования кернов морских осадков для решения задач современной литостратиграфии, палеореконструкций и прогнозов**

1. Сведения о проекте: Описание проекта. Цвет и текстура – обязательные и весьма информативные характеристики любого разреза морских осадков. Несмотря на кажущуюся простоту, в их корректном фиксировании существует целый ряд проблем. В перспективе они решаются при использовании новой методики быстрого высокоразрешающего колориметрического сканирования кернов, воплощенной в оригинальной колориметрической фотоустановке. Цель Проекта – развитие данной методики в двух основных направлениях:

1) эксперименты в условиях морских экспедиций с доработкой конструкции фотоустановки и усовершенствованием процедуры анализа;

2) сопоставление колориметрических характеристик с максимально полным набором других данных – (гео)физических, минералогических, микропалеонтологических, (био)геохимических, изотопных – с выявлением колориметрических и комбинированных показателей, перспективных для целей литостратиграфии. Работа будет проводиться в двух обширных регионах океана с различными обстановками осадконакопления – арктическом и тихоокеанском. По итогам Проекта ожидается получение уникальной, не имеющей аналогов методики колориметрического сканирования кернов морских осадков и других геологических образцов. Результаты позволят вывести колориметрические исследования в морской геологии на новый, более высокий уровень, в том числе для целей литостратиграфии, палеореконструкций и прогнозов.

2. Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами.

По примеру других наук о Земле в современной морской геологии для описания цвета и текстур разрезов морских осадков применяют цветовые шкалы, фотоаппараты, колориметры (Balsam et al., 1997; Giosan et al., 2002; Cruise…, 2006; The Expedition…, 2009; Levitan et al., 2014; Kobayashi et al., 2016). Самыми приемлемыми считаются портативные колориметры, но и они имеют недостатки. Действительно, если привлекать для анализа вспомогательные средства (специальные пленки с высоким коэффициентом пропускания света), то в итоге можно получить по-настоящему объективную цифровую информацию о цвете. Тем не менее качеством пленки в основном пренебрегают, используя обычную полиэтиленовую. Таким образом, данные поступают к исследователю в искаженном виде. Из прочих минусов следует отметить широкий (1 см) шаг опробования из-за размера сенсора (обычный диаметр апертуры прибора составляет 8 мм). Как правило, это не позволяет адекватно соотносить данные о цвете с другой информацией, например геохимической, полученной с более высоким разрешением. Точечность анализа не дает также определять в кернах донных осадков цветовые характеристики микрослойков и других локальных неоднородностей. Колориметры вообще не фиксируют текстурный рисунок осадка. Из-за трудностей с получением качественных колориметрических данных для кернов морских осадков, в настоящее время наблюдается слабая вовлеченность цвета

в исследования по морской геологии, в том числе связанные с изучением и прогнозированием состояния окружающей среды и климата. Основное устройство, которое будет задействовано в ходе реализации Проекта, – оригинальная колориметрическая фотоустановка для высокоточного и быстрого определения цвета и текстуры длинномерных образцов донных осадков лишена всех недостатков современных устройств и методов колориметрического анализа.

3. Область применения: Науки о Земле, связанные с решением задач современной литостратиграфии, палеореконструкций и прогнозов.

# 75. Тольяттинский государственный университет

**Руководитель проекта:** Мерсон Дмитрий Львович, Директор, доктор физико-математических наук, профессор
d.merson@tltsu.ru

**Проект: Биорезорбируемые имплантаты на основе магниевых сплавов**

Цели проекта:

- ✓ Повышение качества жизни населения за счет внедрения в практику костной хирургии биорезорбируемых имплантатов, позволяющих резко увеличить их приживаемость и избежать повторных хирургических операций.
- ✓ Построение гибкой замкнутой технологической цепочки для проектирования и производства изделий медицинского назначения на основе резорбируемых магниевых сплавов нового поколения с особой микроструктурой и улучшенным комплексом свойств, и высоким экспортным потенциалом.

Задачи проекта:

- ✓ Разработка технологии получения магниевых сплавов заданной чистоты.
- ✓ Разработка технологии получения полуфабрикатов резорбируемых магниевых сплавов с определенным дизайном микро- и нано-структуры.
- ✓ Разработка технологии управления процессом резорбции в пространстве и времени
- ✓ Изготовление прототипов имплантатов.
- ✓ Проведение испытаний in-vivo.
- ✓ Проведение клинических испытаний опытной партии имплантатов.

Описание продукта:

Конечным продуктом являются имплантаты для остеосинтеза с геометрией идентичной существующим образцам, отличительными свойствами которых являются

полная биосовместимость с человеческим организмом и способность резорбции с заданной скоростью, что, в совокупности, позволяет исключить необходимость повторных операций по извлечению имплантатов после завершения процесса остеогенеза.

Задел:

В Научно-исследовательском институте перспективных технологий (НИИПТ) Тольяттинского государственного университета (ТГУ) на базе лаборатории мирового уровня «Физика прочности и интеллектуальные диагностические системы», созданной в рамках выполнения мегагранта по Постановлению Правительства РФ от 09.04.2010 г. № 220 (первая очередь), начиная с 2012 года одной из основных тематик является разработка магниевых сплавов нового поколения конструкционного и медицинского назначения. За это время по данной тематике выполнено или выполняется более 10 крупных проектов с общим объемом федерального финансирования свыше 150 млн. руб. плюс софинансирование со стороны иностранных партнеров в объеме свыше 65 млн. руб., а также создана мощная международная коллаборация по: (1) разработке и исследованию сплавов с Университетами Сеула (Корея), Кумамото (Япония) и Прага (Чехия); (2) технологии литья с Соликамским опытным металлургическим заводом; (3) по технологии структурирования с ИПСМ РАН (Уфа); (4) по биомедицинским испытаниям с СамГМУ (Самара).

В результате выполнения проектов по магниевой тематике получены следующие результаты:

- ✓ На 90% завершен научно-исследовательский этап работ: обозначен круг сплавов, перспективных для изготовления биорезорбируемых имплантатов.
- ✓ Разработаны научные основы технологии структурирования (создание особого дизайна) магниевых сплавов перспективной рецептуры и осуществлена ее практическая реализация: изготовлены сплавы заданного состава и заданной структуры.
- ✓ Из разработанных сплавов получены опытные образцы полуфабрикатов в виде пластин, трубки, фольги и проволоки, а также опытные образцы имплантатов и крепежных винтов.
- ✓ Осуществлена аттестация свойств магниевых сплавов заданного состава и структуры, в том числе определены: статические механические свойства на растяжение; коррозионные свойства в среде – аналоге плазмы крови; усталостные свойства на воздухе и в среде – аналоге плазмы крови. Результаты этих испытаний показали, что характеристики разработанных в ТГУ сплавов не только не уступают лучшим иностранным образцам, но и во многом их превосходят.
- ✓ В настоящее время на базе Самарского государственного медицинского университета осуществляются биомедицинские испытания разработанных сплавов (in vivo), предварительные результаты которых – сугубо положительные.
- ✓ По магниевой тематике сотрудниками ТГУ опубликовано более 30 статей в высокорейтинговых журналах, входящих в базу цитирования Scopus и WoS, с совокупным импакт-фактором свыше 100.

# 76. Томский национальный исследовательский Медицинский центр РАН

**Руководитель проекта:** Спирина Людмила Викторовна, доктор медицинских наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории биохимии опухолей НИИ онкологии Томского НИМЦ
SpirinaLVL@mail.ru

**Проект: Прогностический потенциал молекулярных маркеров в развитии папиллярного рака щитовидной железы**

Молекулярные маркеры и лабораторные параметры имеют важное значение в предсказании исхода заболевания, в том числе в отношении риска развития рецидивов опухоли. В настоящее время наблюдается недостаток точных и эффективных средств для прогноза онкологических заболеваний. Общепринятым является прогнозирование развития рецидивов и прогрессирования заболевания с учетом клинических и морфологических параметров опухоли. Для рака щитовидной железы выделяют следующие факторы прогноза заболевания, как фолликулярный вариант папиллярного рака, размер опухоли, наличие региональных лимфоузлов, наличие верифицированного прорастания капсулы, что связано с инвазивным ростом и появлением экстратиреоидных очагов опухоли. Прогнозирование риска развития рецидивов папиллярного рака щитовидной железы в настоящее время происходит с учетом рекомендаций American thyroid association (ATA). С учетом клинических параметров опухоли выделяют следующие группы риска: группа низкого риска, промежуточного и высокого риска. При этом сложилось четкое представление о необходимости модификации существующих клинических и морфологических подходов, применении молекулярных и генетических маркеров для планирования лечения больных.

Разнородный характер генетических маркеров, связанных с развитием и прогрессированием папиллярного рака щитовидной железы, отражает противоречивые данные, связанные с оценкой их прогностической значимости. Наиболее значимым генетическим параметром опухоли является наличие мутация BRAFV600E, которая связана с активацией MAPK сигнального каскада, приводящего к активной пролиферации опухолей клетки. В настоящее время большое внимание уделяется особенностям гормональной рецепции, что влияет на особенности биологического повеления опухоли.

Преимущества данной технологи и связаны с повышением информативности предсказания развития рецидивов опухоли на основании исследования экспрессии транскрипционных, ростовых факторов и рецепторов стероидных гормонов (AR, ER)

Для достижения нового технического результата в способе прогнозирования развития рецидивов опухоли при папиллярном раке щитовидной железы проводят исследование опухолевых биологических маркеров в ткани опухоли пациента и выделяют РНК и определяют экспрессию ERβ и при уровне экспрессии ERβ ≥ 1,09 условных единиц риск рецидива опухоли прогнозируют как высокий, а при уровне экспрессии ERβ <1,09 условных единиц прогнозируют низкий риск развития рецидива опухоли.

Для прогнозирования развития рецидивов заболевания в ткани опухоли, полученной после тиреоидэктомии, выделяют РНК и определяют экспрессию ERβ.

Прогнозирование исходов онкологических заболеваний является важной задачей в практической онкологии. Способ основан на результатах анализа данных лабораторных и клинических исследований. Информативность отобранных критериев подтверждена наличием связи экспрессии молекулярных показателей с клинико-морфологическими параметрами опухоли.

В результате проведенного исследования выявлено, что транскрипционные и ростовые факторы практически не изменялись в группах больных, различающихся по риску развития рецидивов опухоли после проведенного лечения. При этом отмечается увеличение экспрессии c-RAF с увеличением риска с низкого до высокого, что сопровождалось снижением экспрессии 4E-BP1. Уровень мРНК c-RAF был увеличен в 3,0 и 2,8 раза в группах с промежуточным и высоким риском, соответственно, по сравнению с пациентами с низким риском. При этом минимальная экспрессия 4E-BP1 была зафиксирована у пациентов с высоким риском развития рецидивов опухоли.

Область применения технологии – внедрение молекулярных подходов в клиническую практику в лечении онкологических больных для доклинической диагностики рецидивов при папиллярном раке щитовидной железы опухоли.

# 77. Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

**Руководитель проекта:** Катаев Михаил Юрьевич, Доктор технических наук, профессор
kataev89@gmail.com

**Проект: Беспилотные летательные аппараты в целях сельского, лесного и автодорожного хозяйства**

1. Описание проекта

1. Разработка алгоритмического и программного обеспечения обработки изображений беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в задачах сельского, лесного и автодорожного хозяйства.

2. Совершенствование конструкции беспилотных летательных аппаратов и летного (маршрут, высота и скорость полета) задания аппаратов с учетом получаемых результатов.

3. Сравнительный анализ получаемых результатов от беспилотных летательных аппаратов с наземными и космическими данными (верификация).

2. Преимуществапроекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

1) Использование атмосферной коррекции изображений перед основными этапами построения ортофотоплана и его обработки. Атмосферная коррекция – делает независимыми от атмосферных условий и солнечного освещения изображения, что делает возможным более точное сравнение разновременных изображений (например, для определения времени созревания растений).

2) Метод сегментации изображений на основе нейросетевых технологий, где в качестве обучающей выборки используются шаблонные участки исследуемого изображения. Нейросетевая сегментация позволяет быстро и более точно выделять типы объектов на поверхности.

3) Комплексирование результатов обработки изображений БПЛА и космических аппаратов с возможностью масштабирования результатов на различные территории.

4) Использование моторного планера в качестве долговременного мониторинга территории.

3. Область применения проекта

Сельское хозяйство – построение маски поля, мониторинг состояния СХ культур, определение плотности всхожести культур, анализ типа почв.

Лесное хозяйство – использование разновременных изображений одной территории для оценки типа (листовые и хвойные) и плотности деревьев.

Автодорожное хозяйство – мониторинг дефектов дорожного покрытия для разного типа дорог (асфальт, гравийная дорога).

4. Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

Получение более точных, быстрых и надежных алгоритмов обработки изображений БПЛА позволяет решать на более высоком уровне типовые задачи (например, сегментация, классификация и др.) и новые задачи (в лесном, водном, автодорожном хозяйстве). Полученные результаты должны позволить получить некоторую перспективу при внедрении в практические приложения.

# 78. Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова

**Руководитель проекта:** Антонова Елена Ивановна, директор НИЦ ФППББ, профессор кафедры биологии и химии, доктор биологических наук
antonov_67@mail.ru

**Проект: Комплексная разработка технологических схем получения рекомбинантных ферментов микробиологическим путем**

Актуальность темы определяется изучением и моделированием молекулярно-биологических процессов функционирования живых систем, созданием генно-инженерных конструкций, возможностью внедрения разработок в производство, решением проблемы создания технологических карт микробиологического синтеза рекомбинантных ферментов.

Синтез молокосвертывающих ферментов, использующихся при производстве сыров, микробиологическим методом имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными способами получения фермента: высокая активность, отсутствие побочного действия, моделирование отдельных свойств фермента.

Химозин – молокосвёртывающий фермент, традиционно использующийся при производстве сыра. Классический способ получения этого фермента основывается на выделении из слизистой оболочки четвёртого отдела (сычуга) желудка теленка. Однако наиболее перспективным способом получения является микробиологический синтез рекомбинантного химозина с высокой ферментной активностью на основе специально разработанного продуцента, что позволяет снизить рыночную стоимость фермента, а также обеспечить рынок (в том числе российский) необходимым количеством ферментов. Решение проблемы предполагается путем генно-инженерных работ по созданию высокопроизводительного продуцента фермента с высокой степенью активности. Достижение заявленных характеристик продуцента и фермента будет обеспечиваться путем тщательного моделирования молекулярно-биологических процессов, происходящих в живой клетке.

Отечественные производители рекомбинантного химозина в настоящее время отсутствуют, и на российском рынке преимущественно представлены дорогостоящие импортные препараты фермента.

Результаты исследований нашли отражение в статье, опубликованной в журнале, индексируемом Scopus и Web of Science.

В целом, следует отметить крайне слабо развитое производство рекомбинантных ферментов в Российской Федерации. По данным консалтинговой компании Frost & Sullivan (Frost & Sullivan, 2014 «Обзор рынка биотехнологий в России и оценка перспектив его развития» https://www.rusventure.ru/ru/programm/analytics/docs/20141020_Russia%20Biotechnology%20Market_fin.pdf), по состоянию на 2013 год, объем российского рынка промышленных

ферментных препаратов оценивался в 183 млн долларов, с прогнозируемым ежегодным темпом роста в 10%. В России промышленная база по получению ферментов практически отсутствует, а общий объем производства не превышает 3 тыс. тонн. Большая же часть продукции (порядка 10 тыс. тонн) импортируется. Специфика российского рынка заключается в том, что практически отсутствуют компании, производящие товарные ферменты.

Актуальность и перспективность исследований и разработок подтверждается возрастающими объёмами производства сыров и сырных продуктов в России; по данным Федеральной службы статистики (http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/importexchange/), объём производства в России: 2010–437 тыс. тонн; 2015–581 тыс. тонн (http://www.gks.ru/free_doc/new_site/import-zam/1-1.xls). Это отражает необходимость развития отечественных препаратов химозина.

# 79. Уральский государственный аграрный университет

**Руководитель проекта:** Карпухин Михаил Юрьевич, Проректор по научной работе и инновациям, заведующий кафедрой овощеводства и плодоводства им. Н.Ф. Коняева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
mkarpukhin@yandex.ru prorector-urgau@mail.ru

**Проект: Выявление молекулярно-генетической детерминации и идентификация ДНК-маркеров, ассоциированных с фертильностью и продуктивными характеристиками черно-пёстрого скота зоны Урала**

Генетическое совершенствование племенного поголовья крупного рогатого скота на основе оценки и использования в качестве селекционных критериев абсолютных фенотипических показателей по основным селекционным признакам характеризуется низкой эффективностью. Скорость генетических изменений популяции (ожидаемый ответ на селекцию) напрямую зависит от точности определения оценок племенной ценности особей и показателя интенсивности отбора животных в селекционные группы. Наряду с этим, повышение интенсивности отбора животных в какой-либо группе, основанное на необъективном критерии отбора, может привести к противоположному от желаемого результату. Таким образом вопрос повышения точности оценки племенной ценности животных был и остается одним из наиболее актуальных. Использование современных подходов к совершенствованию племенного поголовья, основанных на научном базисе популяционной генетики, позволяет существенно повысить эффективность всего комплекса селекционных мероприятий.

Для рационального использования накапливаемой информации племенного учета в стадах молочного скота требуется создание эталонных, или референтных, групп животных, имеющих высокую достоверность оценки племенной ценности. Это необходимо при генетической оценке, а также при геномной селекции. Однако без качественного фенотипирования создание таких групп невозможно. Нужны данные о геномной вариабельности признаков фенотипа у животных разных генераци с использованием результатов полногеномного анализа (genome-wide association study, GWAS) и паттернов гомозиготности (runs of homozygosity, ROH). Высокопродуктивное стадо голштинизированного черно-пестрого скота Урала представляет собой релевантный объект как для модельных исследований, так и для пополнения референтной популяции скота России.

Научная новизна проекта заключается в комплексной оценке крупного рогатого скота черно-пестрой породы (Уральский тип) по признакам фертильности и продуктивным характеристикам, а так же в выявлении механизмов передачи желательных генетических комбинаций от родительских форм к потомству, как конечному продукту, характеризующему эффективность всего комплекса селекционных мероприятий при формировании племенных стад, идентификации локусов количественных и качественных признаков, обуславливающих реализацию молочной продуктивности и репродуктивной

функции у крупного рогатого скота, и аннотации генов, находящихся в непосредственной близости от этих локусов; предложении производству рекомендаций по оптимизации существующей системы совершенствования генетического потенциала коров по экономически-значимым показателям, посредством включения этапа геномного прогнозирования племенной ценности особей. Полученные в процессе реализации проекта результаты характеризуются фундаментальной значимостью - позволят изучить механизмы контроля молочной продуктивности и репродуктивной функции у коров черно-пестрой породы (Уральский тип), охарактеризовать метаболические пути, лежащие в основе реализации генетического потенциала в фенотипических показателях данных признаков, а прикладная значимость планируемых результатов заключается в возможности усовершенствования селекционных стратегий и ускорения генетического прогресса в определенных популяциях черно-пестрого скота. Представленный проект направлен на решение проблемы выявления молекулярно-генетических механизмов контроля хозяйственно-полезных признаков сельскохозяйственных животных на основе использования геномных методов для идентификации QTL и соответствующих ДНК-маркеров для использования в селекционно-племенной работе с целью создания конкурентоспособных форм животных с высоким уровнем развития хозяйственно-полезных признаков.

Целью исследований является выявление молекулярно- генетической детерминации и идентификация ДНК-маркеров, ассоциированных с фертильностью и продуктивными характеристиками черно-пестрого скота зоны Урала.

Для реализации поставленной цели планируется усовершенствовать подходы к оценке племенной ценности крупного рогатого скота черно-пестрой породы по признакам молочной продуктивности, качества молока и фертильности.

Актуальность данной работы обусловлена потребностью сельскохозяйственных производителей в снижении затрат на производство продукции, а предлагаемые подходы позволят повысить точность оценки племенной ценности, скорректировать цели селекционных программ, идентифицировать характерные ДНК-маркеры, ассоциированные с показателями молочной продуктивности, качества молока и фертильности. Совокупным результатом ожидается повышение эффективности и рентабельности производства.

Полногеномное генотипирование черно-пестрого скота будет проведено с использованием биочипа GGP 150 K («Illumina/Neogen», США) с плотностью покрытия 138974 SNP. Для анализа полученных при полногеномном генотипировании данных будет использовано современное программное обеспечение, осуществлен поиск QTL, ассоциированных с продуктивными характеристиками и репродуктивной функцией крупного рогатого скота.

Результаты исследования будут востребованы сельскохозяйственными организациями Уральского региона, занимающимися разведением крупного рогатого скота, и внедрены в практику селекционно-племенной работы сельскохозяйственных организаций РФ. Реализация проекта даст перспективы для расширения использования прогноза геномной племенной ценности для воспроизводства как бычьего, так и маточного поголовья черно-пестрого скота. Использование геномного отбора позволит кратно сократить интервал между поколениями животных.

Ожидаемые научные результаты носят междисциплинарный характер и будут получены с использованием традиционных методов разведения и селекции, а также

посредством привлечения геномных и биоинформационных технологий.

Возможность практического использования запланированных результатов проекта в экономике и социальной сфере заключается в следующем: организациям реального сектора экономики будут предложены новые и эффективные методы оценки животных, позволяющие на их основе проводить более объективное моделирование целевых параметров отбора, разрабатывать эффективные научно-обоснованные программы генетического совершенствования пород, типов и линий животных по хозяйственно-полезным признакам; методические подходы проведения геномной оценки крупного рогатого скота по признакам, характеризующим молочную продуктивность, качество молока и репродуктивную функцию. Дифференцированный подход при создании схем подбора на конечном этапе получения товарного молодняка позволит получать товарный молодняк с прогнозируемыми характеристиками по анализируемым признакам. Полученные результаты исследований будут использованы для разработки программы по созданию массива животных с закрепленными признаками устойчивости к заболеваниям, высокого уровня молочной продуктивности, качества и технологических свойств молока, увеличенной продолжительности продуктивного долголетия.

**Руководитель проекта:** Карпухин Михаил Юрьевич, Проректор по научной работе и инновациям, заведующий кафедрой овощеводства и плодоводства им. Н.Ф. Коняева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

mkarpukhin@yandex.ru prorector-urgau@mail.ru

**Проект: Разработка новых комплексных органоминеральных удобрений на основе отходов металлургической промышленности и сельского хозяйства.**

Цель: разработать и изучить эффективность сложного многокомпонентного органоминерального удобрения пролонгированного действия на основе местных техногенных отходов металлургической промышленности и птицеводства и добываемых источников минерального питания растений Проведение полевого эксперимента по оптимизации доз внесения сложносмешанного комплексного пролонгированного удобрения. Выявить виды и соотношения нового удобрения, изучить его эффективность, определить лучшие формы и способы внесения нового удобрения под овощные, зерновые культуры и картофель в условиях Уральского региона на черноземе оподзоленном и серой лесной почвах. Рассчитать баланс питательных веществ по изучаемым культурам. На основе балансового расчета определить эффективность рекомендуемых доз нового удобрения и его роль в повышении плодородия почвы. Провести наблюдения за ростом и развитием изучаемых растений и сопутствующие агрохимические исследования согласно общепринятой методике закладки и проведения полевых опытов с удобрениями. Рассчитать экономическую эффективность применения нового удобрения и сравнить с аналогами.

Актуальность: Комплексное органоминеральное удобрение пролонгированного действия будет содержать в своем составе 6 питательных элементов для растений: азот, фосфор, калий, кальций, кремний и сера. Удобрение гранулированное, будет обладать хорошей сыпучестью, удобно для применения в сельскохозяйственном производстве. Оно может использоваться на любых типах почв и под все сельскохозяйственные культуры. Производство удобрения – инновационного продукта будет способствовать сохранению и повышению почвенного плодородия, увеличению урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур. Функциональное назначение продукта – удобрение сельскохозяйственных культур. Может использоваться в качестве основного и при посевного внесения в почву при помощи сельскохозяйственной техники. Предлагаемая технология производства органоминерального удобрения будет предусматривать использование местных техногенных отходов металлургической промышленности и отходов птицеводства, что позволит снизить стоимость удобрения в два раза по сравнению с аналогами. Низкая стоимость комплексного удобрения позволит продавать его сельхозтоваропроизводителям всех субъектов УрФО.

Ожидаемые результаты: впервые в составе комплексного органоминерального удобрения будет применен диатомит в качестве компонента, содержащего аморфный кремний доступный для растений. Удобрение будет содержать два местных источника минерального питания растений (гипс и диатомит). Для создания продукта будет применен новый способ гранулирования смеси компонентов. Применение научно-обоснованных пропорций составляющих удобрение материалов будет получен новый уникальный продукт, обладающий повышенными полезными свойствами (агромелиорант, удобрение). Полученный продукт будет создан на основе отходов промышленности и птицеводства, применяемых в определенных фракциях и пропорциях.

**Руководитель проекта:** Карпухин Михаил Юрьевич, Проректор по научной работе и инновациям, заведующий кафедрой овощеводства и плодоводства им. Н.Ф. Коняева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
mkarpukhin@yandex.ru prorector-urgau@mail.ru

**Проект: Селекция, семеноводство и сортоиспытание современных высокопродуктивных сортов и гибридов овощных культур открытого и защищенного грунта (томат, огурец, перец, баклажан, лук шалот, чеснок)**

Цель: создать новые отечественные сорта и гибриды овощных культур защищенного грунта (огурец, томат) с высокой адаптивностью и повышенным содержанием биологически активных соединений для функционального питания и эффективную систему их семеноводства. Требования к новым гибридам огурца: высокая продуктивность, устойчивость к заболеваниям, универсальность использования, партенокарпический тип, высокие вкусовые качества, отсутствие горечи, повышенное содержание питательных веществ и витаминов, лежкость.

Актуальность: Использование высокопродуктивных гибридов огурца селекции Уральского ГАУ в современных отечественных промышленных тепличных комбинатах в условиях импортозамещения на малообъёмной культуре получение и использование высококачественного посевного материала отечественных гибридов овощных культур для защищённого грунта. Снижение себестоимости отечественной продукции овощных культур, возделываемых в защищенном грунте за счет высокой продуктивности и устойчивости к заболеваниям. Повышение рентабельности защищенного грунта.

Ожидаемые результаты: Создание новых гибридов огурца и томата с заданными свойствами; внедрение эффективной системы семеноводства новых гибридов огурца и томата в теплицах Среднего Урала. Получение гибридов томата «нового типа» позволит значительно снизить производственные затраты на производство продукции и повысить рентабельность защищенного грунта.

Применение новых современных методов ускорения селекционного процесса новой системы семеноводства, разработанных учеными университета, позволит сократить время получения новых гибридов, повысить качество семенного материала и обеспечить частичное импортозамещение на рынке отечественных семян в регионе.

Отобранные гибридные формы огурца и томата, обладая высокой продуктивностью, вкусовыми качествами, универсальностью использования и устойчивостью к основным заболеваниям могут быть использованы как современными тепличными комбинатами, так и КФХ, ЛПХ и населением в коллективных садах. Внедрение высокоэффективной системы семеноводства овощных культур позволит получить семена высших категорий, обеспечить конкурентоспособность и частичное импортозамещение семян иностранной селекции, в 1,5 раза снизить себестоимость получаемой продукции и повысить рентабельность производства. Новые современные сорта, гибриды и исходные формы в дальнейшем значительно увеличат генетический потенциал отечественной селекции и будут использованы в дальнейших исследованиях в качестве доноров полезных признаков и свойств.

# 80. Уральский государственный педагогический университет

**Руководитель проекта:** Русанов Борис Андреевич, Ассистент, кандидат физико-математических наук
rusfive@mail.ru

**Проект: Разработка новых защитных покрытий на основе аморфных алюминиевых сплавов**

1. Описание проекта

В проекте изучено влияние различного соотношения переходных металлов – никеля и кобальта на теплофизические свойства, термическую стабильность, стеклообразующую способность и коррозионные свойства сплавов Al-ПМ-РЗМ в кристаллическом, жидком и аморфном состояниях. ПМ - переходные металлы, РЗМ – редкоземельные металлы.

Выплавлены сплавы Al-ПМ-РЗМ, всего 9 составов. Изучены теплофизические свойства – плотность, электрическое сопротивление, вязкость указанных композиций в кристаллическом и жидком состояниях. Температуры солидус, ликвидус, а также тепловые реакции изучены методом дифференциального термического анализа.

Установлено, что данные составы имеют широкую двухфазную область с нелинейным ходом температурных зависимостей плотности и электрического сопротивления. Показано (впервые), что при температуре ликвидус изученные сплавы имеют нетипичный для алюминиевых составов ход температурных зависимостей плотности и электросопротивления (резкий рост плотности и падение сопротивления, соответственно). Кроме того, установлено, что в жидком состоянии данные составы демонстрируют нелинейный ход температурных зависимостей плотности, а также наличие гистерезиса плотности и вязкости (несовпадение хода политерм при нагреве и охлаждении). В опытах по измерению плотности и вязкости показано (впервые), что перегрев за температуру начала гистерезиса свойств или долговременные изотермические выдержки при температурах, незначительно превышающих температуру ликвидус позволяет сплавам перейти в более однородное состояние, что подтверждается линейным видом политерм плотности и отсутствием аномалий на политермах вязкости. Сформулированы требования к температурно-временному режиму подготовки расплава перед закалкой.

Методом спиннингования получены аморфные ленты толщиной 45 мкм и шириной до 5 мм. Установлено, что качественные аморфные образцы удается получить только из расплава перегретого за температуру начала гистерезиса теплофизических свойств (плотности, вязкости). Кинетику кристаллизации аморфных сплавов изучали с помощью ДСК и рентгенофазового анализа. Строение сплавов исследовано на просвечивающем электронном микроскопе. Дополнительно изучены температурные зависимости электросопротивления аморфных лент. Установлено, что наиболее термически стабильными являются составы, содержащие одинаковое количество никеля и кобальта. Показано, что независимо от соотношения никеля и кобальта в исследованных сплавах на первой стадии кристаллизации образуются только наночастицы ГЦК-Al. Кроме того впервые

удалось показать, что на второй стадии кристаллизации происходит формирование тройных интерметаллидов Al19Ni5P3M3 (Al23Ni6P3M4).

Коррозионное поведение сплавов изучалось в водном растворе 5 мас. % NaCl при 20оС на протяжении 1500 часов. По данным гравиметрического анализа определяли массовый и глубинный показатель скорости коррозии. Кроме того, выполнен ряд электрохимических измерений исследуемых сплавов посредством снятия циклических вольтамперных кривых (ЦВА). Установлено, что изученные составы подвержены различному типу коррозионных поражений в зависимости от используемого РЗМ.

Методом плазменного напыления получено защитное покрытие на основе сплавов Al-ПМ-РЗМ на поверхности стали. Коррозионное поведение стали с покрытием и без него исследовано в водном растворе 5 мас. % NaCl при 20оС на протяжении 150 часов. Показано, что защитное покрытие на порядок повышает коррозионную стойкость, стали, что свидетельствует о возможном практическом применении данного состава для антикоррозионной обработки конструкционных сталей, используемых в нефтяной промышленности.

Таким образом в проекте показано, что для получения качественных защитных покрытий на основе композиций Al-ПМ-РЗМ требуется учёт температурно-временных режимов подготовки расплава перед закалкой, а также подбор РЗМ с точки зрения повышения термической стабильности, стеклообразующей способности и коррозионной стойкости.

2. Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

На сегодняшний день нам не известны работы, посвященные созданию защитных покрытий на основе аморфных алюминиевых сплавов. Исходя из имеющихся в литературе данных по кристаллической структуре обсуждаемых сплавов, можно утверждать, что исследуемые объекты представляют собой смесь фаз с практически отсутствующим растворением компонентов друг в друге. Основными фазами здесь являются: алюминий, первые интерметаллические соединения Al3ПМ, Al9ПМ2, Al11P3M3, Al3P3M и небольшая доля тройных интерметаллидов. В то же время, в быстрозакаленных сплавах Al-ПМ-РЗМ обнаружено большое количество метастабильных соединений со сложной структурой. Как следует из результатов рентгеновской дифрактометрии и вискозиметрии, для жидких сплавов Al-ПМ-РЗМ характерно микрогетерогенное строение, сохраняющееся даже при значительных перегревах над ликвидусом – в расплавах присутствуют микрообласти, обогащенные тугоплавкими интерметаллидами.

В работах по электропроводности и магнитной восприимчивости отмечается сложная электронная структура сплавов и соединений Al-ПМ-РЗМ при низких температурах. Однако нет единого мнения о характере взаимодействия редкоземельного и 3d-переходного элементов с матрицей алюминия, а также о том, какие магнитные моменты локализованы на атомах РЗМ и ПМ. Экспериментальные данные об электронной структуре указанных объектов при высоких температурах в литературе практически отсутствуют.

3. Область применения проекта

Результаты исследования могут напрямую использоваться с прикладной точки зрения, а именно:

1. Полученные композиции Al-ПМ-РЗМ в аморфном состоянии и комплексное исследование их жидкого и аморфного состояний позволит получить наиболее общую информацию об особенностях формирования стеклообразного состояния, строении и

влиянии различных комбинаций переходных и редкоземельных металлов на структуру и свойства, а значит и сформулировать области применения данных материалов, в частности определить какие именно стальные конструкции скважин будут наиболее хорошо защищены от разрушающих факторов среды;

2. Новые данные о теплофизических свойствах (плотности, вязкости, электросопротивлению) сплавов Al-ПМ-РЗМ позволят разработать рекомендации о методике их получения с целью минимизации экономических затрат на производство этих сплавов в аморфном состоянии;

3. Новые защитные покрытия для стальных конструкций скважин позволят продлить срок их эксплуатации, что будет иметь значительный экономический эффект, а также улучшит их прочностные характеристики;

4. Новые данные о коррозионной стойкости аморфных материалов Al-ПМ-РЗМ позволят подобрать отрасли их применения и провести экономическую оценку в случае их использования с различными конструкционными сталями в других отраслях промышленности и технологий.

4. Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

Применение предлагаемых составов в качестве защитных покрытий различных конструкционных материалов может позволить продлить срок их эксплуатации в агрессивных средах, что существенно повиляет на сокращение затрат по ремонту и замене узлов.

5. Другие важные сведения

На сегодняшний день нами исследованы теплофизические свойства предлагаемых сплавов, изучена их коррозионная стойкость.

# 81. Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук

**Руководитель проекта:** Костогрызов Андрей Иванович, Главный научный сотрудник, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор
Akostogr@gmail.com

**Проект: Методы решения задач анализа рисков и обоснования мер противодействия угрозам для информационно-технических систем различного приложения**

Учитывая, что для современных информационно-технических систем потенциальные ущербы и затраты на ликвидацию последствий нарушений качества и безопасности в условиях разнородных угроз могут на порядок превышать затраты на упреждающие меры, объективно необходим поиск эффективных решений для противодействия угрозам. В свою очередь, мировые тенденции развития современных систем различного функционального назначения свидетельствуют о необходимости кардинального разворота к реализации научно обоснованных эффективных упреждающих мер на основе вероятностного моделирования в отличие от нынешнего «ручного» управления отдельными видами качества и безопасности, основанного на выполнении устоявшихся инструкций и на экспертных оценках складывающихся ситуаций. Такая идея красной линией проходит через все современные концепции и последние международные стандарты системной инженерии. Но как это сделать – остается за кадром. Актуальность решения прикладных задач анализа рисков обусловлена с одной стороны важностью обеспечения качества и безопасности информационно-технических систем (в т.ч. обеспечения качества используемой информации), а с другой - сложностью современных систем и их высокой стоимостью. Информационно-технические системы могут быть подсистемой или составным элементом более глобальной системы–см. рис. 1.

Рис. 1 Примеры информационно-технических систем

Основы предлагаемых методов решения задач анализа рисков и обоснования упреждающих мер противодействия угрозам является комплекс математических моделей для вероятностного моделирования системных процессов [1-9]. Состав и структура этих моделей определяется целями, стоящими перед рассматриваемой системой и выполняемыми функциями. Состав основных функций сложных систем включает сбор, обработку, хранение и представление требуемой информации для ее последующего применения. Основная идея решения задач для информационно-технических систем является обеспечение требуемого качества используемой информации – см. рис. 2. В общем случае анализ заключается во взаимоувязанной оценке показателей надежности и своевременности представления, полноты, достоверности и конфиденциальности используемой информации.

Рис. 2 Абстрактный пример качества получаемой информации с учетом разнородных угроз

При функционировании интересуемой системы в условиях складывающихся разнородных угроз степень приемлемости происходящих событий предлагаемые методы позволяют оценивать вероятностью «успеха» и/или «неудачи» (риском «неудачи» с учетом возможных ущербов) в течение заданного прогнозного периода времени. При этом прогнозный период времени должен задаваться таким, чтобы за это время успеть восстановить возможности, которые могут оказаться утраченными, или осуществить предстоящее действие, с которым была связана инициация решения практической задачи. В каждом конкретном случае понятие «успеха» должно быть определено в терминах приемлемого состояния интересуемой системы для выполнения заданных или ожидаемых функций. Понятие «неудачи» означает отсутствие «успеха».

Предлагаемые аналитические методы и модели базируются на классически построенном вероятностном пространстве ($\Omega$, B, P), где $\Omega$ – конечное пространство элементарных событий; B – класс всех подмножеств множества $\Omega$, удовлетворяющий свойствам сигма-алгебры; P – вероятностная мера на пространстве элементарных событий. При этом, поскольку $\Omega=\{\omega k\}$ – конечное, в моделях установлено отображение $\omega_k \rightarrow p_k = P(\omega_k)$ такое, что $p_k \geq 0$ и $\sum_k p_k = 1$, см. подробнее [1-9 и др.].

Сложная система декомпозируется до составных элементов для решения проблем применительно к каждому из элементов и подсистем и их сворачивания в систему в целом. Каждый из составных элементов представляется в виде «черного ящика», и для него могут быть применены различные вероятностные модели для расчетов и построения искомой функции распределения времени между соседними нарушениями целостности, учитывающие разнородные угрозы, предпринимаемые меры контроля, мониторинга и восстановления целостности.

Предлагаемые методы и модели охватывают сложные системы, логически декомпозируемые до последовательно-параллельных структур. Например, объединение двух последовательно соединенных систем (подсистем или элементов) представлено на рис. 3. Слева – рассматриваемая система без учета средств автоматизации, а справа – информационная система, поддерживающая функции автоматизации. Логическая интерпретация элементарных состояний такова: интегрированная система находится в состоянии «отсутствия нарушений целостности», если «И» система слева, «И» система справа находятся в состоянии «отсутствия нарушений целостности».

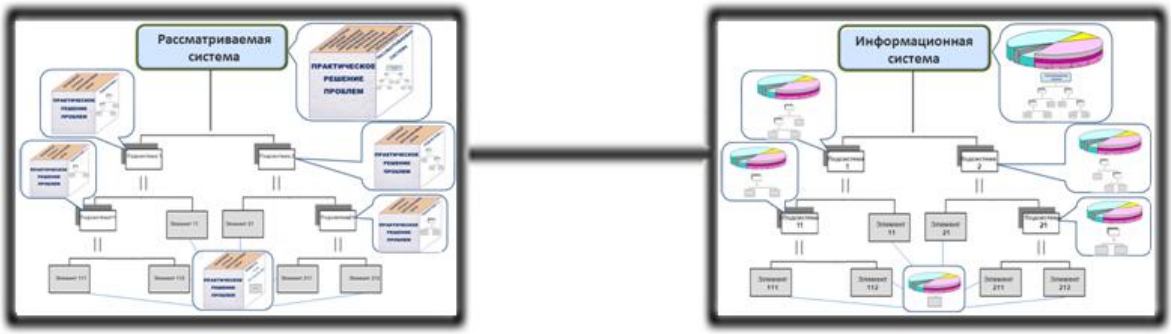



Рисунок 3 - Пример логического последовательного объединения двух разнородных систем (подсистем, элементов)

Некоторые авторские публикации по теме проекта

1. Kostogryzov A.I. “Software Tools Complex for Evaluation of Information Systems Operation Quality (CEISOQ).” Proceedings of the 34-th Annual Event of the Government Electronics and Information Association (GEIA), Engineering and Technical Management Symposium, USA, Dallas, pp.63-70, 2000.

2. Безкоровайный М.М., Костогрызов А.И., Львов В.М. Инструментально-моделирующий комплекс для оценки качества функционирования информационных систем КОК. 150 задач анализа и синтеза и примеров их решения. М.: Изд. «Вооружение. Политика. Конверсия», 2002.- 304 с.

3. Костогрызов А.И., Степанов П.В. Инновационное управление качеством и рисками в жизненном цикле систем – М.: Изд.”Вооружение, политика, конверсия”, 2008. – 404с.

4. Kostogryzov A., Nistratov G., Nistratov A., Krylov V., Popov V. (2011) Mathematical models and applicable technologies to forecast, analyze and optimize quality and risks for complex systems. Proceedings of the 1st International Conference on Transportation Information and Safety（ICTIS 2011, June 30th ~July 2nd 2011, Wuhan, China, p. 845-854

5. Kostogryzov A., Grigoriev L., Nistratov G., Nistratov A., Krylov V. (2013) Prediction and Optimization of System Quality and Risks on the Base of Modelling Processes, DOI:

10.4236/ajor.2013.31A021, American Journal of Operations Research, 2013, 3, p.217-244, http://www.scirp.org/journal/ajor/

6. Акимов В.А.,Костогрызов А.И., Махутов Н.А. и др. /Под ред. Махутова Н.А./ Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Научные основы техногенной безопасности. М.: МГОФ «Знание», 2015, - 936с.

7. Artemyev V., Kostogryzov A., Rudenko Ju., Kurpatov O., Nistratov G., Nistratov A., Probabilistic methods of estimating the mean residual time before the next parameters abnormalities for monitored critical systems. Proceedings of the 2nd International Conference on System Reliability and Safety (ICSRS), Milan, Italy, December 20-22, 2017, pp. 368-373. ISBN: 978-1-5386-3321-2

8. Probabilistic modeling in system engineering. InTechOpen, Edited by A. Kostogryzov, 2018, 279p. ISBN: 978-1-78923-775-7, http://www.intechopen.com/books/probabilistic-modeling-in-system-engineering

9. A. Kostogryzov and V. Korolev, Probabilistic Methods for Cognitive Solving of Some Problems in Artificial Intelligence Systems. Probability, Combinatorics and Control, InTechOpen. DOI: http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.89168, https://www.intechopen.com/books/probability-combinatorics-and-control

2. Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

Преимущества заключаются в предоставлении аналитических методов решения задач анализа рисков и обоснования упреждающих мер противодействия угрозам. Аналитическое прогнозирование рисков осуществляется на основе вероятностного моделирования систем. Для практического применения рекомендуются методы и модели [1-9 и др.], где субъективные весовые коэффициенты исключены. Последнее – важно, т. к. продолжают широко применяться методы, базирующиеся на экспертных оценках, в т. ч. с использованием различного рода субъективно назначаемых коэффициентов (из-за субъективизма возможны «подгонки» под любые пожелания, ожидания и нормативы, не привязанные к конкретным методам).

3. Область применения проекта (технологии)

Область применения охватывает информационно-технические системы в приложении к областям «Энергетика и топливная промышленность», «Транспорт, связь, логистики», «Образование», не ограничиваясь ими.

4. Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

По мере обучения методам решения задач анализа рисков и обоснования упреждающих мер противодействия угрозам и способам их применения в жизненном цикле информационно-технические систем коммерциализация возможна на основе оказания платных аналитических услуг в режиме времени, близком к реальному.

О прагматическом эффекте от моделирования может свидетельствовать следующий практический пример. В России создан комплекс обеспечения техногенной безопасности на объектах газораспределения нефтегазовой отрасли, использующий предложенные методы моделирования. В созданном комплексе периферийные газорегуляторные пункты дополнительно оснащены датчиками вибрации (фиксирование землетрясения), пожара, наводнения, несанкционированного доступа, урагана, видеоизображение внутренней и внешней обстановки, а также интеллектуальными средствами реакции, способными реализовать процедуры распознавания, идентификации и раннего прогнозирования развития нештатных ситуаций. Реализованные технологические возможности

использования космической связи позволили реагировать за секунды. Эксплуатация комплекса в Калужской и Курской областях обеспечила безаварийное функционирование нефтегазовых объектов (до этого – по несколько аварийных ситуаций в год). Применение комплекса обеспечило возможность экономии 8,5 млрд рублей за 5 лет. Это достигнуто за счет эффективного внедрения функций прогнозирования рисков и обеспечения техногенной безопасности в технологического процессы контроля и мониторинга газораспределения. Работа была удостоена премии Правительства РФ в области науки и техники в 2015г.

5. Другие важные сведения

Авторский подход к вероятностному моделированию стандартных процессов доведен до реализации на уровне типовых требований к системному анализу в системной инженерии и реализован в стандартах ГОСТ Р 59329 – ГОСТ Р 59357 (действуют с 2021 года), ГОСТ Р 59989 – ГОСТ Р 59994 (действуют с конца 2022 года), а также в ГОСТ Р 58494 «Оборудование горно-шахтное. Многофункциональные системы безопасности угольных шахт. Система дистанционного контроля опасных производственных объектов» (действует с 2019 года).

**Руководитель проекта:** Матвеев Иван Алексеевич, главный научный сотрудник, доктор технических наук
matveev@frccsc.ru

**Проект: Методика «Фибринодинамика»: технологическая новизна и применение в медицине**

1. Описание проекта

Название: Метод «Фибринодинамика»: технологическая новизна и применение в медицине. Метод «Фибринодинамика» была разработан в лаборатории биохимии ФГБНУ «Научный центр психического здоровья» РАН. Технология включает авторскую программу Karmin, которая была разработана в ФИЦ Информатики и Управления для определения пространственно-временных показателей роста и лизиса тромба от активатора одновременно в режиме коагуляции и фибринолиза. Технология выполняется на анализаторе тромбодинамики Т2 (ООО Гемакор.Москва Россия). Отличительной чертой технологии от прототипа (тест тромбодинамики,ООО Гемакор) является одновременное проведение и анализа не только пространственных показателей роста (коагуляции), но и лизиса (фибринолиза) тромба от активатора. В результате проведенных нами исследований было показано, что основным практически-значимым фибринодинамическим показателем нарушения гемостаза у больных с хронической ишемии головного мозга является определения времени отрыва тромба от активатора. Этот показатель резко повышается у этих больных с эндотелиальной дисфункцией или другими системными хроническими воспалениями (стеросклероз, , что позволяет использовать его для точного определения остроты этой дисфункции, что очень важно для ранней профилактики и лучшего прогноза течения этих тяжелых заболеваний.

Предлагаемый метод (Karmin) — это метод качественной и количественной оценки систем свертывания и фибринолиза образца плазмы крови посредством регистрации и анализа пространственно-временной динамики фибринового сгустка в гетерогенной in vitro системе. В результате исследования определяются параметры Потенциал Коагуляции (CP), Потенциал Фибринолиза (FP), Потенциал Гемостаза (HP), а также Фибринолитический индекс (FI). Будучи модификацией метода Тромбодинамики, Karmin позволяет имитировать in vitro патофизиологические процессы, которые происходят в естественных условиях во время формирования и лизиса гемостатической пробки или тромбоза.

Метод Karmin реализован на платформе Анализатора Тромбодинамики Т-2 с дополнительным программным обеспечением Karmin. Т-2 — это прибор для неинвазивной диагностики, разработанный для измерения пространственно-временных характеристик процессов формирования и лизиса фибринового сгустка в тонком не перемешиваемом слое плазмы крови. Процесс коагуляции начинается от поверхности с иммобилизованным тканевым фактором. В отличие от других диагностических тестов, используемых в рутинной практике, рост и лизис фибринового сгустка в методе Karmin происходит в пространстве и времени, а не только во времени.

Два заранее приготовленных образца плазмы: 1-ый для измерения классической Тромбодинамики, 2-ой – с добавлением tPA для измерения фибринолиза – помещаются в специальную измерительную кювету. Затем, специальная пластиковая вставка с нанесенным на нижний торец активатором вставляется в кювету. При касании активатора

плазмы крови происходит имитация поврежденной стенки сосуда (рис. 1).

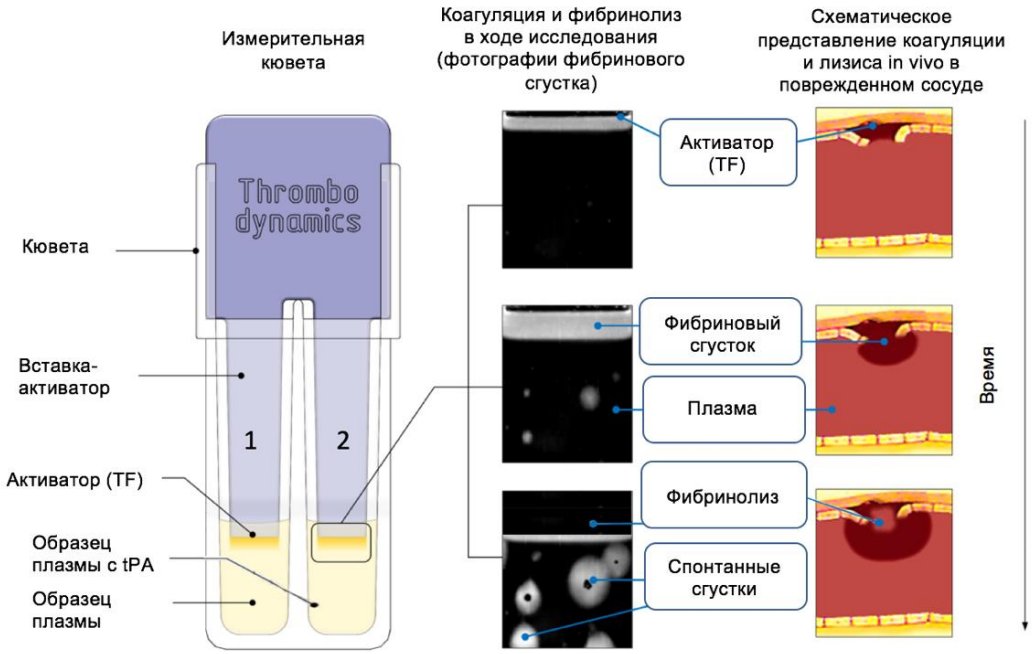



Рис.1. Принцип измерения

Как только образец плазмы и поверхность с нанесенным активатором

контактируют, на поверхности запускается процесс роста фибринового сгустка вглубь образца. Через некоторое время, в канале 2 активируется система фибринолиза, происходит лизис сгустка. Процессы роста и лизиса сгустка регистрируется анализатором Тромбодинамики Т-2 в режиме микроскопии посредством метода темного поля. Цифровая камера Т-2 снимает серию снимков рассеянного света от кюветы.

Полученные серии фотографий показывают, как форма, размер и плотность фибринового сгустка меняются во времени. Полученные фотографии, программное обеспечение Karmin рассчитывает численные параметры пространственно-временной динамики формирования и лизиса фибринового сгустка (параметры Karmin). По данным канала 1 можно получить стандартные параметры Тромбодинамики.

Одна из основных особенностей метода Karmin – возможность предоставить пользователю серию фотографий в реальном времени роста и лизиса фибринового сгустка. Серии фотографий анализируются качественно и количественно при помощи специального программного обеспечения Karmin. Параметры на выходе программы дают описание состояния системы Гемостаза: Потенциал Гемостаза (HP), Потенциал Коагуляции (CP), Потенциал Фибринолиза (FP), а также может быть рассчитан Фибринолитический Индекс (FI). Степень отклонения может быть оценена путем сравнения с рассчитанными численными параметрами референсного диапазона. На рис. 2 приведена схема, наглядно показывающая в координатах потенциалов CP и FP связь между значениями потенциалов и клинической картины:

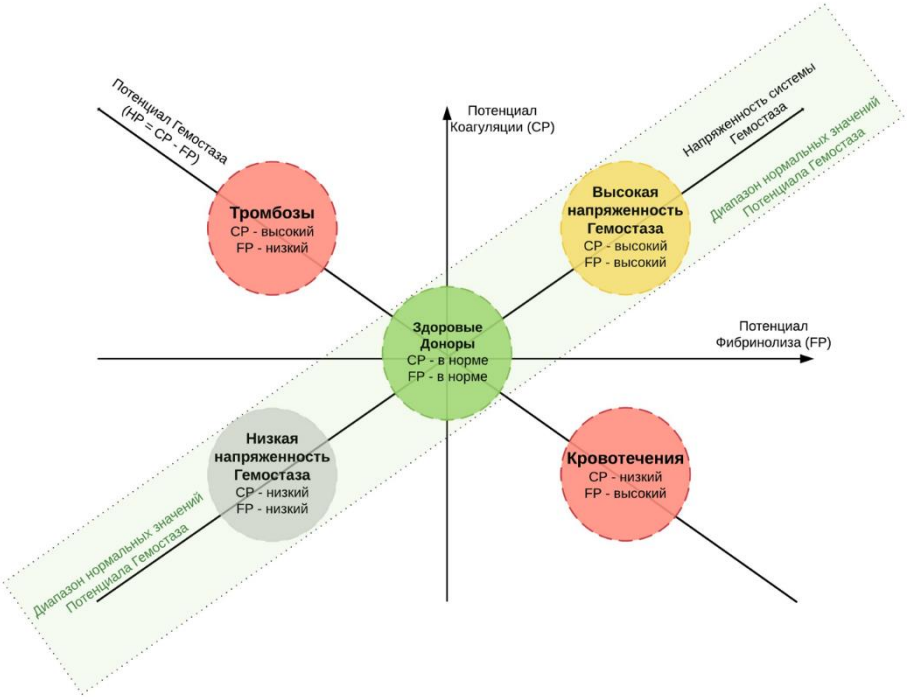



Рис.2

Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами.

Эта технология позволяет очень быстро и более точно по сравнению с другими методами определения эндотелиальной дисфункции определять остроту этой дисфункции. Это связано с тем, что только в этой технологии правильно определяется время отрыва тромба от активатора, т. е. определяется острота эндотелиальной дисфункции.

Область применения – клиническая и профилактическая медицина.

Перспективы. Является новым, инновационным и простым методом для постановки более точного диагноза у больных эндотелиальной дисфункции.

Коммерциализация. Фибринодинамика с ее ПО Karmin являются закрытой от конкурентов технологией. Поэтому Фибринодинамика имеет перспективу для ее коммерциализации

Ситуация на внутреннем рынке, имеющиеся аналоги:

Большая часть исследований гемостаза приходится на классические тесты на свертываемость, в исключительных случаях учреждениям доступны современные тесты D-димеры, Тромбоэластография, Тест генерации Тромбина. Однако, они не позволяют получить отдельно информацию о потенциалах свертывания от микровезикул, свертывания по внутреннему пути, и фибринолиза. В этом ключевое преимущество предлагаемого продукта.

Ситуация на внешнем рынке, имеющиеся зарубежные аналоги:

На внешнем рынке более распространены современные диагностические тесты: D-димер, тромбоэластография, тест генерации тромбина. Однако, они не стандартизованы, и не позволяют получить отдельно информацию о потенциалах свертывания от микровезикул, свертывания по внутреннему пути, и фибринолиза. В этом ключевое преимущество предлагаемого продукта.

# 82. Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха

**Руководитель проекта:** Старовойтов Виктор Иванович, Заведующий отделом, доктор технических наук, профессор
Agronir1@mail.ru

**Проект: Промышленное выращивание и переработка топинамбура**

В условиях необходимости укрепления агропромышленного комплекса Союзного государства России и Беларуси целесообразно продвигать инновационные высокоэффективные направления, позволяющие сделать технологический рывок в развитии АПК. Наряду с производством зерновых культур, необходимо развивать клубневые и корнеплодные культуры, дающие наибольшую биомассу на единицу площади. Урожайность биомассы топинамбура -до 50–70 т/га, в т. ч. клубней до 20–50 т/га. Эта культура хорошо подходит для производства пищевых продуктов, кормов, альтернативного топлива, глубокой переработки для получения лекарственных препаратов, аминокислот, микроэлементов и одновременно позволяют эффективно секвестрировать углерод.

В условиях резкого изменения политического и экономического переустройства мира в Союзном государстве необходимо сконцентрировать внимание на проблеме безопасности, включая важный компонент: обеспечение продовольственной безопасности.

Настало время разработки собственной стратегии развития сельского хозяйства с учетом складывающейся долговременной ситуации, преимуществ Союзного государства и существующего потенциала.

Преимущества Союзного государства в этом направлении: огромные площади неиспользуемых пахотных земель (в России), высокий технический потенциал и задел по выпуску сельскохозяйственной техники (в первую очередь в Беларуси), наличие в достаточном количестве органических и минеральных удобрений, средств защиты и практически неограниченной запас энергии для производства и передела сырья.

В Союзном государстве необходимо наряду с производством зерновых культур развивать клубневые и корнеплодные культуры, дающие большую биомассу, которую можно использовать для производства пищевых продуктов, альтернативного топлива, глубокой переработки для получения лекарственных препаратов, аминокислот, микроэлементов и др.

Важным направлением в условиях изменяющегося климата является разработка функциональных, агротехнических и зоотехнических требований к технологиям, машинам и оборудованию для агропромышленного комплекса. При выращивании инновационных сортов на основе достижений машиностроения и постгеномных технологий, поскольку расшифровка генома растений открыла возможности получения дополнительных знаний о ранее не известных процессах, которые происходят в живых клетках. После расшифровки генома появилось понимание, что происходит не только на клеточном уровне, но и на уровне отдельных молекул и таким образом влиять на улучшение параметров и глубины передела растениеводческой продукции.

Цель работы

Подготовка инновационных предложений при формировании единой аграрной политики Союзного государства направленной на обеспечение продовольственной безопасности в условиях переустройства мира и глобального изменения климата.

Комплексное развитие растениеводства и производства топинамбура, для увеличения продовольственной безопасности, как культуры, дающей наибольшую биомассу, и позволяют секвестрировать углерода.

- Развитие на территории Союзного государства методов быстрого тиражирования топинамбура.
- Развитие выращивания и комплексного глубокого передела биомассы топинамбура для получения крахмала, инулина, альтернативного топлива и кормов для животных.

Проект реализуется на территории России и Беларуси. Проект включает три составляющих:

1) Создание генетической базы сортов топинамбура-Россия и Беларусь; создание банка хранения и размножения в закрытых условиях-Россия;Московская обл.,Минск.

2) Организация семеноводства топинамбура в чистых фитосанитарных условиях Костромской обл.-150 га.

Производство топинамбура для переработки и переработка: Липецкая обл.-10 тыс.га.

Проект является пилотным и предполагается в перспективе создать с учетом потребности России до 100 комплексов, на общей площади 1 млн.га для обеспечения устойчивого развития продовольственной безопасности .

Описание проекта

- Цель работы
- Комплексное развитие производства топинамбура, для увеличения продовольственной безопасности, как культуры, дающей наибольшую биомассу и позволяющей секвестрировать углерод;
- Развитие на территории Союзного государства методов быстрого тиражирования семенного топинамбура.
- Развитие выращивания и комплексного глубокого передела биомассы топинамбура для получения фруктозоолигосахаридов, инулина, пищевых волокон, альтернативного топлива и кормов для животных.

Корма, приготовленные из топинамбура (зеленая масса, силос, травяная мука), по физиологической ценности своего химического состава значительно превосходят традиционно используемые в скотоводстве (зеленая масса и силос из кукурузы, доннико-люцерновая травяная мука.

Так, в зеленой массе топинамбура по сравнению с кукурузой содержится больше сухого вещества (на 3,5 абс. %), органического вещества (на 3,6 абс. %), сырого протеина (на 2,4 абс.%),жира сырого (на 0,12 абс.%), сырой клетчатки (на 0,22 абс.%), кальция (на 1,3 г/кг), сахара (на 8,25 г/кг). В силосе из топинамбура сухого вещества больше на 10,3 абс. %, органического вещества – на 10,4 абс.%, протеина – 0,29 абс.%, жира – 0,21 абс.%, клетчатки – 1,56 абс.%, БЭВ – в 2,1 раза, кальция – в 2,3 раза, фосфора – в 1,4 раза, сахара – в 14 раз, кормовых единиц – в 1,5 раза. Травяная мука из топинамбура превосходит травяную муку из донника и люцерны по содержанию сахара - в 2,2 раза.

Сравнительный химический анализ листьев и стеблей топинамбура показал превосходство стебля топинамбура над листьями по содержанию сухих веществ в 3,2 раза, по содержанию кормовых единиц – в 2,4 раза. При этом каротина в листьях на 25 мг/кг (в 2,7 раза) больше, чем в стеблях (P>0,95). Листья топинамбура в два-три раза богаче азотистыми веществами, чем стебли; кроме того, азотистые вещества листьев представлены, в основном, белками и только в незначительной доле амидами. О высокой питательной ценности стеблей топинамбура свидетельствует большой процент (85%) легкогидролизуемых полисахаридов.

Зеленая масса и клубни топинамбура характеризуются ценным микроэлементным составом, который должен позитивно сказаться на физиологическом состоянии и молочной продуктивности коров.

Для дойных коров первостепенное значение имеет полноценность протеинового питания, которая оценивается уровнем и сочетанием заменимых и незаменимых аминокислот (таблица 2). Установлено, что незаменимых аминокислот в зеленой массе топинамбура содержится больше в 2 раза, в силосе из топинамбура – в 1,5 раза, чем в соответствующих кормах из кукурузы. Превосходство травяной муки из топинамбура над мукой из донника+люцерна по этому показателю составило 2,2 раза.

Жирные кислоты, получаемые с кормом, играют значительную роль в промежуточном обмене животного. Они участвую в синтезе молочного жира, молочного сахара и белка. Жирных кислот в зеленой массе топинамбура содержится на 15,4% больше, чем в зеленой массе кукурузы. В силосе из топинамбура наблюдается превосходство над силосом из кукурузы по сумме кислот (в 2 раза), по содержанию линолевой кислоты (в 2,5 раза). Сумма жирно-кислотного состава травяной муки из топинамбура выше в 7,3 раза, чем муки из донника+ люцерны.

При определении кормовой ценности культур большое значение имеет выход питательных веществ, валовой и обменной энергии с 1 га площади пашни (таблица 3). Установлено, что с единицы площади можно получить в 2,2 раза больше зеленой массы и силоса из топинамбура, по сравнению с такими же видами кормов из кукурузы, травяной муки из топинамбура в 2,1 раза больше, чем травяной муки из доннико-люцерновой смеси. Превосходство кормов из топинамбура по сумме питательных веществ с 1 га посевов составляло 2,4–6,2 раза, энергетическим кормовым единицам и обменной энергии – 2,0-4,0 раза, валовой энергии – 2,5 – 3,4 раза.

Таким образом, по химическому составу, питательности и энергетической ценности топинамбур является ценной кормовой культурой и есть все основания утверждать, что корма из топинамбура можно отнести к высокоэнергетическим кормам.

# 83. Федеральный исследовательский центр «Пущинский научный центр биологических исследований Российской академии наук

**Руководитель проекта:** Матыченков Владимир Викторович, Ведущий научный сотрудник, доктор биологических наук
vvmatichenkov@yandex.ru

**Проект: Увеличение эффективности азотных и фосфорных удобрений с использованием кремниевых препаратов**

Обеспеченность населения продовольствием является основной задачей каждого государства. Интенсификация сельского хозяйства осуществлялась в основном за счет постоянного повышения доз удобрений, эффективность которых составляет не выше 20–30%. Внесение высоких доз азотных и фосфорных удобрений приводит к быстрой деградации почвенного плодородия, загрязнению окружающей среды, в том числе, почв тяжелыми металлами из фосфорных удобрений и природных вод растворимыми формами азота и фосфора, и эмиссии N2O в атмосферу. Кризис энергоресурсов обусловил резкое подорожание природного газа, который является основным источником производства азотных удобрений. Необходимость повышения эффективности минеральных удобрений и уровня почвенного плодородия стала актуальной проблемой выживания во многих странах, включая Россию и Китай.

На основе Si-содержащих соединений разработаны технологии, позволяющие значительно (не менее чем на 30–50%) повысить эффективность фосфорных и азотных удобрений, снизить вынос питательных элементов из пахотного слоя, усилить активность почвенных микроорганизмов и повысить уровень почвенного плодородия. Однако традиционно применяемые в сельском хозяйстве кремнийсодержащие препараты имеют низкую эффективность, поэтому были разработаны технологии активации источников кремния, включая природные минералы (цеолиты, диатомиты) и отходы металлургической промышленности, что позволяет получать высокоэффективные кремниевые удобрения.

Основной целью проекта является выявление кремний-опосредованных механизмов повышения эффективности азотных и фосфорных удобрений в системе почва-растение в зависимости от почвенно-климатических условий регионов России и Китая.

Научные задачи:

1) Обобщение знаний о роли и функциях Si в природе и методах определения различных форм Si в почве.

2) Разработка единого методологического подхода к исследованию различных форм кремния (актуального и потенциального кремния в почве, активных форм кремния в кремниевых препаратах, моно- и поликремниевых кислот в природных водах и тканях растений).

3) Выявление механизмов снижения выноса фосфора и азота из пахотного горизонта почв при внесении кремниевых препаратов.

4) Исследование влияния кремниевых препаратов на активность почвенных микроорганизмов, участвующих в процессах фиксации азота и денитрификации.

5) Изучение трансформации труднорастворимых соединений фосфора в доступные для растений формы под воздействием активных форм кремния.

6) Исследование влияния активных форм кремния на поведение, трансформацию и аккумуляцию тяжелых металлов в системе почва-растение.

7) Изучение влияния кремниевых препаратов на плодородие почв.

Практические задачи

1) Поиск местных материалов, содержащих активные формы кремния (природных минералов, синтетических продуктов и экологически чистых промышленных отходов), для экономически целесообразного их применения при решении локальных проблем, связанных с плодородием почв и эффективностью традиционных минеральных удобрений.

2) Адаптация технологий активации кремнийсодержащих соединений.

3) Оценка возможного снижения норм внесения традиционных фосфорных и азотных удобрений при их совместном применении с кремниевыми удобрениями без снижения урожайности сельскохозяйственных культур.

4) Разработка рекомендаций по повышению уровня почвенного плодородия при совместном использовании кремниевых препаратов, азотных и фосфорных удобрений.

Исследования в области изучения роли и функций кремния в системе почва-микроорганизмы-растения авторы проекта проводят с 1984 года. Руководитель проекта В.В. Матыченков по данной теме защитил кандидатскую диссертацию в 1990г. и докторскую диссертацию в 2008 г. Были разработаны методы определения активных форм кремния - монокремниевой и поликремневой кислот - в почве, природных водах и растениях.

Сотрудничество с китайскими учеными по теме исследования кремния в системе почва-микроорганизмы-растения осуществляется с 2012 года, с индийскими учеными - с 2015 года. Были проведены лабораторные эксперименты и полевые испытания ряда кремниевых препаратов, которые свидетельствуют о возможности существенного снижения норм внесения азотных и фосфорных удобрений без снижения урожайности и качества продукции.

Институт имеет все необходимое оборудование, включая спектрофотометры, анализаторы, ион-метры, климатические камеры, теплицы, опытные поля, для проведения исследований для реализации проекта. Китайские, индийские и бразильские партнеры также имеют хорошую материально-техническую базу для реализации данного проекта.

Таким образом, коллектив обладает опытом, методическими разработками и технической базой, необходимыми для реализации представленного проекта.

В результате реализации проекта будут установлены прямые и опосредованные механизмы воздействия растворимых форм кремния (мономеров и полимеров кремниевой кислоты), а также твердых кремниевых удобрений на поведение и эффективность азотных и фосфорных удобрений в системе почва-растение. В рамках фундаментальных исследований будут выявлены направленность и количественные характеристики универсальных и специфических для конкретных почвенно-климатических условий физико-химических и биологических процессов с участием активных форм кремния. Будет установлено влияние кремниевых удобрений и мелиорантов на сорбционные свойства почв по отношению к азоту и фосфору; активность почвенных

микроорганизмов, участвующих в фиксации азота из атмосферы и в процессе денитрификации; трансформацию недоступных для растений фосфора в доступную форму в результате реакции замещения фосфат-аниона на силикат-анион в фосфатах кальция, магния, железа и алюминия; транспорт азота и фосфора из корней в наземные органы растений. Полученные знания позволят разработать рекомендации по снижению норм внесения фосфорных и азотных удобрений без снижения урожайности сельскохозяйственных культур и их качества. Снижение доз внесения удобрений будет способствовать повышению уровня плодородия почв благодаря уменьшению негативного воздействия высоких доз азотных удобрений и снижению риска химического загрязнения почв тяжелыми металлами, источником которых являются фосфорные удобрения.

В качестве отчетов будут представлены практические рекомендации по использованию местных источников активного кремния (или технологий по их получению) и описание технологических процессов повышения эффективности азотных и фосфорных удобрений.

Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

В настоящее время аналогов или прототипов таких проектов в мире не существует, так как авторы проекта являются лидерами в данной области и имеют опыт реализации таких проектов.

Область применения проекта (технологии)

Сельское хозяйство, экология, обеспечение продовольственной независимости.

Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

Полученные результаты позволять снизить нормы внесения традиционных минеральных азотных и фосфорных удобрений на 30–50% без снижения урожайности сельскохозяйственных культур и повышения качества получаемого урожая. При этом будет происходить повышение уровня почвенного плодородия, что в будущем позволит дополнительно снижать уровни внесения минеральных удобрений.

Другие важные сведения

Сроки реализации проекта – 3 года.

# 84. Федеральный Исследовательский Центр Фундаментальной и Трансляционной Медицины

**Руководитель проекта:** Юрченко Ксения Сергеевна, старший научный сотрудник, руководитель лаборатории экспериментальной онкологии и испытания фармакологических средств НИИ Вирусологии, кандидат биологических наук
xenia7yurchenko@gmail.com

**Проект: Разработка и создание противоопухолевого лекарственного препарата на основе онколитического вируса для виротерапии**

Предлагаемый проект имеет несколько важных направлений. Первое направлено на решение актуальной научной проблемы в рамках НИР – изучение молекулярных механизмов клеточной гибели злокачественных клеток при цитотоксическом воздействии природных онколитических штаммов, в том числе природных штаммов вируса болезни Ньюкасла, на опухоли различного генеза, а также оценка иммуностимулирующего противоопухолевого вклада для использования в качестве противоопухолевого иммуностимулирующего агента в терапии злокачественных новообразований. Второе направление связано с реализацией - разработкой и подготовкой - прототипного препарата.

Несмотря на значительный объем результатов научных исследований эффективности виротерапевтических препаратов на основе вирусов разных таксономических групп, такие данные ограничены общим описанием предполагаемых механизмов активации гибели опухолевых клеток под действием онколитических вирусов. Изучение молекулярного механизма противоопухолевого действия вирусов, как правило, смещено на второй план, а исследования сконцентрированы на повышении эффективности противоопухолевой терапии путем тестирования новых штаммов вирусов на панели опухолевых клеток или создании рекомбинантных штаммов, в геном которых встроены гены, кодирующие различные эффекторные молекулы, в частности, индуцирующие апоптоз опухолевых клеток. Для России подобные исследования единичны и сконцентрированы в основном на рекомбинантных вирусах и проверке их безопасности и токсичности.

В связи с этим решение проблемы определения механизма вирус-опосредованной гибели клеток опухоли и, как следствие, оценка эффективности противоопухолевого действия вируса как онколитического препарата представляется крайне затруднительным.

Наши исследования демонтрируют наличие цитотоксическим и иммуноопосредованных воздействий природных штаммов вируса болезни Ньюкасла на опухолевые клетки различного генеза и этиологии. В рамках совместных работ возможно расширение знаний о механизмах вирус-опосредованной гибели опухолевых клеток, которые подкрепят основу разработки противоопухолевого прототипного виротерапевтического препарата.

Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

Разработанный образец прототипного противоопухолевого препарата на основе природных онколитических штаммов вируса болезни Ньюкасла будет обладать следующими характеристиками и преимуществами по сравнению с существующими аналогами:

- высокий уровень цитотоксического воздействия и специфичность по отношению к опухолевым клеткам в организме пациента;

- высокий терапевтический индекс по сравнению с классическими химиотерапевтическими препаратами;

- низкая системная токсичность для здоровых тканей, минимальный риск развития тяжелых побочных эффектов;

- наличие не только цитотоксических свойств, но и прямое иммуностимулирующее действие на опухолевые клетки.

- штаммы, на основе которых будет разработан прототипный препарат, являются неадаптированными к клеточным линиям и организму человека, не аттенуированными методом селекции, генетически не модифицированными (нерекомбинантные) и среднепатогенными для птиц, что позволяет предположить

наличие у них более выраженных онколитических свойств по сравнению с ослабленными вакцинными и аттенуированными штаммами вируса.

Несмотря на то, что проблемой онколитических вирусов и в России, Китае и в мире занимается достаточно большое количество научных коллективов, предлагаемый проект обладает рядом особенностей, делающих его конкурентоспособным и перспективным в плане создания реального лечебного препарата на основе вируса болезни Ньюкасла.

На сегодняшний день исследуемые онколитические вирусы наиболее широко представлены рекомбинантными, аттениурованными или адаптированными изначально патогенными для человека штаммами.

Основные объекты разработок на территории России: аденовирусы (6 серотипа), поксвирусы (вирусы осповакцины) и парамиксовирусы (вирус Сендай). Однако работы российских научных групп связаны с модификациями генома вируса с целью аттенуации вируса, встройки генов иммуномодуляторов или факторов, уменьшающих иммунную супрессию с оценкой эффективности роста опухоли, а не прицельным исследованием механизма клеточной гибели.

Лишь небольшая доля исследований посвящена изучению противоопухолевого действия природных штаммов вирусов, одним из которых является вирус болезни Ньюкасла – условно патогенный для человека вирус, природные штаммы которого обладают доказанным противоопухолевым действием. Исследования природных штаммов ВБН на территории России другими научными группами не проводятся.

В мире помимо имеющихся трех коммерческих препаратов (Gendicine, Oncorine, одобренные китайским CFDA, и Imlygic, одобренный FDA и EMEA). При участии фармкомпаний проходят клинические испытания эффективности противоопухолевого действия Reolysin®, CavatakTM, Toca511&TocaFC, Delta24-RGD, Pexa-Vec – на базе американских фармконцернов. Все перечисленные разработки являются генетически-модефицированными.

Существует несколько научно-исследовательских групп из других стран, объектом изучения которых является вирус болезни Ньюкасла: Малайзия, США, Индия, Германия, Япония, Китай (Prof. Y. Huang, Prof. Y.-X. Zhao, Prof. S. Meng), Бельгия, в которых проводятся исследования по изучения молекулярных, генетических и онколитических свойств штаммов ВБН, в том числе мезогенных и природных вариантов аналогичных по патотипу и вирулентности исследуемым нами штаммам. Привлекательным является то, что в случае каждого конкретного штамма, клеточной линии и при выбранных методах терапии

терапевтический эффект может отличаться, поэтому каждая группа исследователей по сути обладает уникальным противоопухолевым кандидатом для разработки виротерапевтического препарата.

Таким образом, работы, ведущиеся по данному проекту, способны полностью соответствовать мировым тенденциям, находятся на передовом рубеже по изучению онколитических свойств вирусов и созданию современного эффективного препарата для борьбы с опухолевыми заболеваниями.

Область применения проекта

На научной сессии Российской академии наук в конце 2018 года уже была затронута тема перспективы использования онколитических вирусов при лечении онкологических заболеваний со ссылкой на огромный опыт зарубежных коллег в исследовании эффективности и безопасности онколитических вирусов при монотерапии и сочетанном методе лечения опухолей в США, Европе и Китае, которые уже привели к появлению коммерчески доступных онколитических препаратов против нескольких видов опухолей.

Разрабатываемая технология относится к биомедицинской сфере и направлена в первую очередь на переход к высокотехнологичному здравоохранению и технологиям здоровьесбережения. Технология направлена на охрану здоровья и ускорение инновационного развития здравоохранения на основе высокотехнологичной медицины и медицины будущего, клеточных технологий, фармакологии.

4. Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

Рынок сбыта:

1) крупные фармакологические компании;

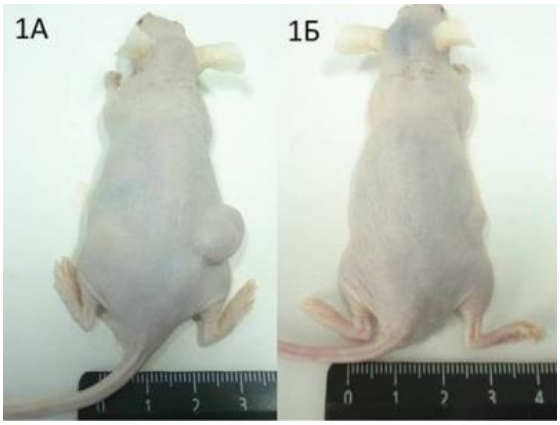
2) государственные медицинские учреждения, онкологические центры и частные клиники.

Кроме того, потенциальными потребителями наших продуктов могут быть научно-исследовательские центры, занимающиеся проведением доклинических и клинических испытаний новых лекарственных средств и фундаментальными исследованиями в области онкологии.

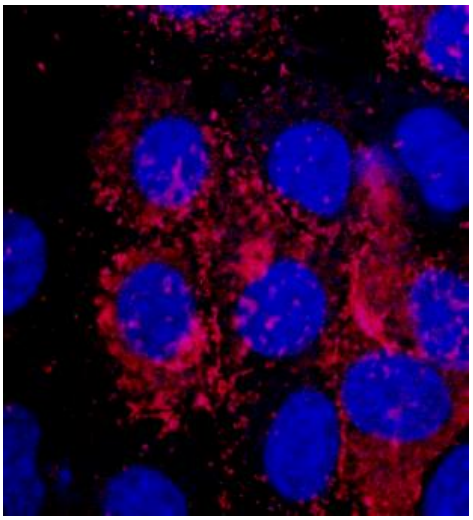
Перспективным рынком для сбыта разрабатываемого нами препарата является рынок лекарственных средств для лечения онкологических заболеваний.

Рост этого сегмента рынка обусловлен появлением новых более дорогих лекарственных препаратов, увеличением числа пациентов, получающих химиотерапию, улучшением доступа к современным средствам пациентов из развивающихся стран.

Общий объем сегмента противоопухолевых препаратов в России составляет несколько десятков млрд. рублей.



Подкожные опухолевые узлы немелкоклеточной карциномы легкого человека (A549) на модели SCID-мышей, 15 сутки после виротерапии. А. Нелеченая мышь. Б. Экспериментальная мышь, после интратуморальной виротерапии.



Распределение штамма ВБН в опухолевых клетках линии колоректального рака HCT116, вторые сутки после инфицирования. Иммуцитохимическое окрашивание, конфокальная микроскопия, 100х. Ядра DAPI, вторичные антитела – Alexa546.

# 85. Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ

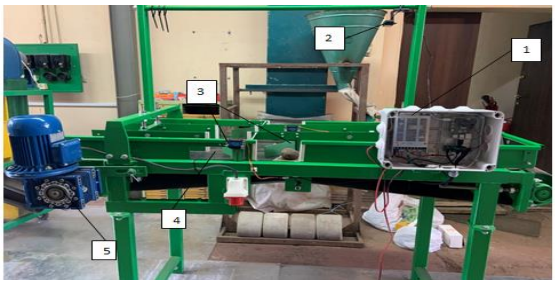
**Руководитель проекта:** Сибирёв Алексей Викторович, Заведующий лабораторией машинных технологий для возделывания и уборки овощных культур открытого грунта» / доктор технических наук
sibirev2011@yandex.ru

**Проект: Машина для лазерно-оптического сортирования корнеклубнеплодов и лука**

К основным недостаткам машин для послеуборочной сепарации и сортирования товарной продукции следует отнести повышенные повреждения при взаимодействии товарной продукции с исполнительными механизмами выполнения технологических операций, что приводит к выбраковке корнеклубнеплодов и невозможности закладке на хранение или же реализацию в товарные сети.

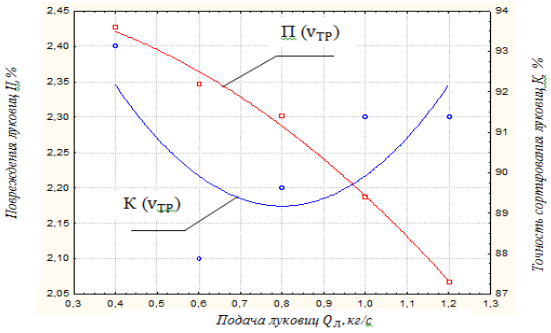
Машина с лазерно-оптической системой сортирования обеспечивает сортирование товарной продукции посредством сканирования системой технического зрения разделяемого объекта, передачи полученной информации на блок управления и дальнейшей ее трансформации через систему оптического контроля (рисунок 1 А) на исполнительные механизмы сортирования, представленные упруго-эластичными рабочими органами, приводимыми в действие электроприводами, схема управления которыми представлена на рисунке 1 Б.

А)




Б)

Рисунок 1 – Общий вид линии для послеуборочной обработки лука, моркови и столовой свеклы с автоматической системой контроля: А): 1 – приемный бункер; 2 – передаточный транспортер; 3 – спиральный очиститель вороха; 4 –стол сортировочный; 5 – транспортерные ленты; 6 – электродвигатели; Б): 1 – блок управления; 2 – камера; 3 – исполнительные механизмы; 4 – лотки; 5 – электродвигатель привода транспортерной ленты




А) Б)

Рисунок 2: А) –Общий вид системы распознавания корнеклубнеплодов и луковиц;
Б) – Зависимость точности сортирования К, % и повреждений луковиц П, % от поступательной скорости движения транспортера сортировального стола

Результаты лабораторных исследований линии для послеуборочной обработки корнеклубнеплодов и лука с системой автоматизированного сортирования позволяет констатировать, что наибольшая точность сортирования луковиц более 91%, достигается при поступательной скорости движения транспортера сортировального стола, равной 1,2 м/с, при повреждении луковиц 2,3%, что соответствует агротехническим требованиям на послеуборочную обработку.

Потребителями научно-технической продукции являются пищекомбинаты, сельскохозяйственные предприятия, в т.ч. фермерские, семеноводческие, а также специализирующиеся на хранении и реализации корнеклубнеплодов, овощей и фруктов. В настоящее время производство и применение аналогичных модулей отсутствует, потенциальный спрос в РФ составляет 70 шт. в год. Модуль может устанавливаться на серийные или заказные инспекционные столы, загрузочные транспортеры, или на серийное оборудование для послеуборочной, товарной и предпосадочной обработки картофеля и овощей.

**Руководитель проекта:** Гончарова Юлия Александровна, Научный сотрудник
lopatina.julia@yandex.ru

**Проект: Полимерные композиционные материалы для деталей сельскохозяйственной техники и оборудования**

Распылители являются одной из наиболее важных частей опрыскивателя. Они в значительной мере определяют эффективность использования препарата. Основным видом изнашивания, которым подвержены распылители при работе, является гидроабразивное. Так как заправка воды для опрыскивания часто происходит из естественных водоемов, в которых содержатся абразивные частицы, то происходит их износ. Применение таких жидкостей приводит к изменению формы наконечника распыла (рисунок 1), и в конечном итоге ведет к увеличению диаметра сопла, а соответственно, и к увеличению расхода рабочей жидкости.

Рисунок 1 – Процесс износа сопла распылителя

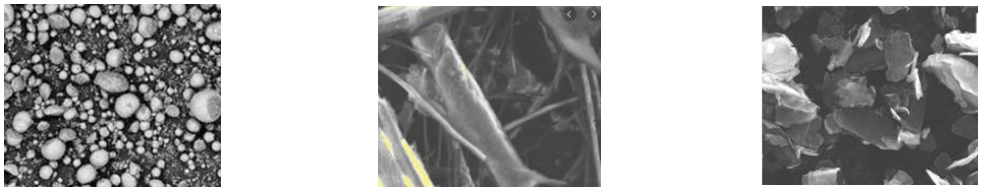
При сильном износе распылителей опрыскиватель может вносить на 30–60% больше или меньше раствора, чем нужно. Таким образом, использование изношенных распылителей не может обеспечить равномерное внесение средств защиты растений. Это приводит к тому, что поле становится «полосатым» – часть полос остается с сорняками, а остальные становятся чистыми из-за передозировки химических веществ.

Современные распылители изготавливаются из различных материалов, которые различаются по степени износостойкости. Быстрее всего изнашиваются распылители из латуни, поэтому их сегодня производят меньше всего. Полимерные распылители подлежат замене в зависимости от фирмы-производителя через 60–80 ч работы. При эксплуатации свыше этого срока отклонение расхода рабочей жидкости от допустимого стандартом параметра будет составлять около 5 %. Хорошие показатели износостойкости у закаленной нержавеющей стали. Однако самыми износостойкими считаются распылители из керамики, которые будут служить примерно два сезона. В среднем такие распылители дороже в пять раз, чем пластиковые.

Наиболее дешевыми являются полимерные распылители, однако недостатком их применения является быстрый износ. Поскольку сопротивление абразивному и кавитационному износу определяется твердостью изнашиваемой поверхности, возможным способом повышения абразивной стойкости полимерных распылителей является применение композиционных материалов для их изготовления, содержащих твердые наполнители.

Проведенный анализ показал, что наиболее часто распылители изготавливают из таких полимеров, как полиоксиметилен (ПОМ) и сверхвыоскомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ). Сравнительный анализ свойств данных полмиеров показал, что наибольший интерес для

дальнейших исследований представляет ПОМ. В качестве возможных наполнителей рассматривали твердые керамические частицы, волокна различной природы, а также частички твердых смазок (графит и дисульфид молибдена), поскольку было высказано предположение, что несмотря на их низкую твердость, их присутствие также может положительно сказаться на износостойкости материала. В результате проведенного анализа для экспериментов были выбраны карбид кремния, стекловолокно и графит (рисунок 2).



а б в

Рисунок 2 – Изображения выбранных наполнителей (РЭМ):
а – карбид кремния; б – стекловолокно; в – графит

Выбранные наполнители вводились в объем ПОМ с помощью роторного смесителя периодического действия (рисунок 3). Объемные доли наполнителей составляли 10, 15 и 20 %.

а б в

Рисунок 3 – Смеситель HAAKE PolyLabRheomix 600 OS:
а – общий вид; б – камера смешения с роторами; в – набор роторов

Для полученных смесей проводили оценку технологической характеристики, вязкости, с помощью экструзионного пластометра ПТР-ЛАБ-02. Полученные значения вязкости смесей представлены на рисунке 4.

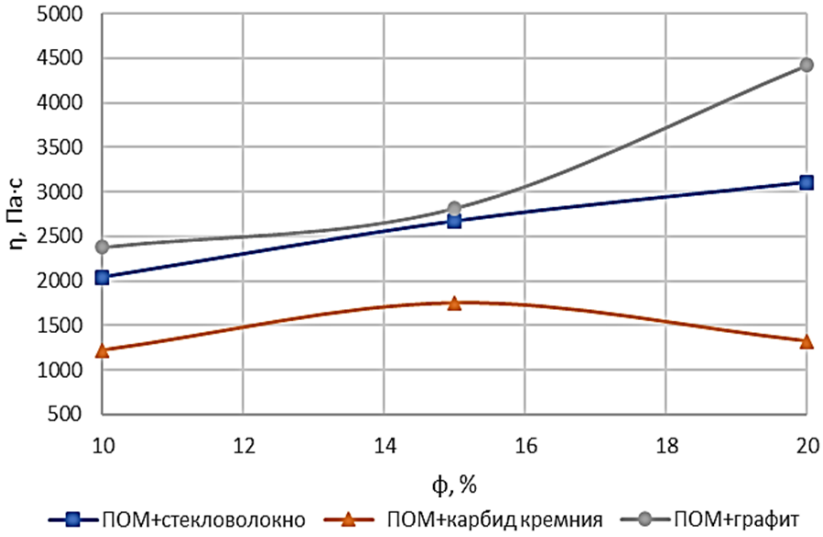



Рисунок 4 – Вязкость композиций в зависимости от содержания наполнителя

Максимальное значение вязкости показала смесь с графитом, что может быть связано с тем, что графит имеет пластинчатую развитую форму частиц. Увеличение вязкости происходит в основном из-за искажения линий потока непрерывной фазы вокруг частиц наполнителя, что приводит к дополнительному внутреннему трению и рассеиванию энергии. Наименьшую аномалию вязкости гидродинамического поля потока вызывают гладкие сферические частицы, как у карбида кремния. Частицы неправильной формы и с шероховатой поверхностью вызывают гораздо большую аномалию вязкости по сравнению со сферическими.

Наименьшую вязкость расплава при всех исследованных нагрузках показали смеси с карбидом кремния. Их вязкость близка к вязкости чистого ПОМ (рисунок 5).

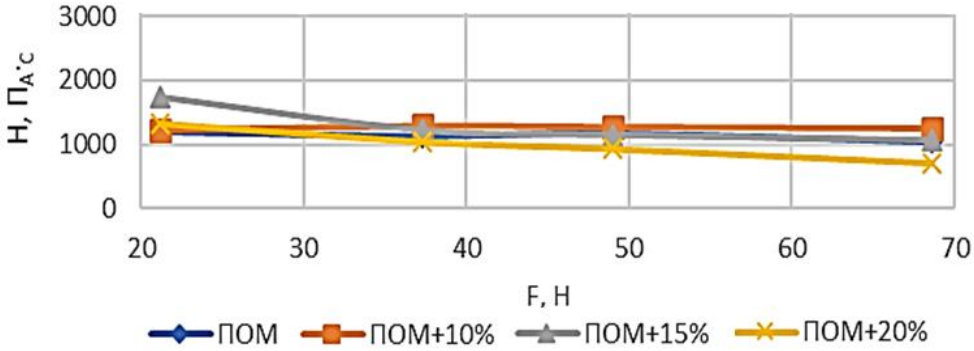



Рисунок 5 – Вязкость чистого ПОМ и композиций ПОМ + стекловолокно при различных нагрузках

Следующим этапом работы была оценка эксплуатационных свойств композитов. Из смесей были спрессованы пластины, из которых вырезали лазером образцы для испытаний. На полученных образцах измеряли твердость и абразивную стойкость. Результаты измерения твердости представлены на рисунке 6.

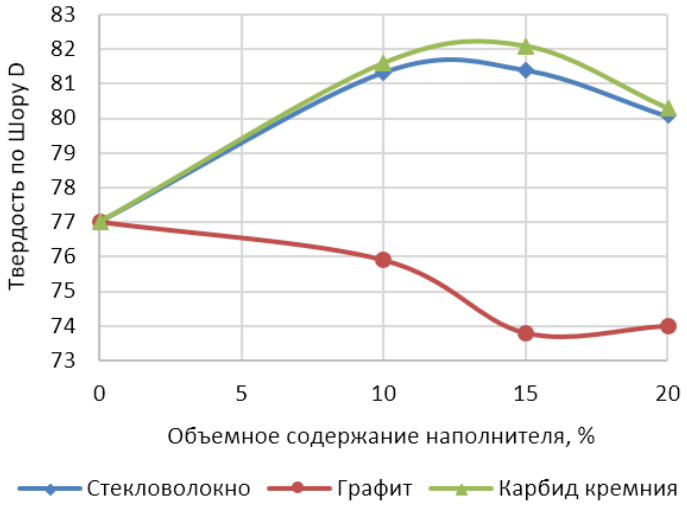



Рисунок 6 – Твердость композиций на основе ПОМ

Твердость композитов, наполненных карбидом кремния и стекловолокном, возрастает с ростом содержания наполнителя. Прирост твердости в максимальном случае около 5 единиц, что составляет около 6% (82,1 против исходных 77,0 на примере карбида кремния). С ростом содержания данных наполнителей твёрдость сначала возрастает, но при содержании 20 об. % немного снижается. Чуть меньшая твердость в этом случае может быть связана с большим количеством пузырей в объеме композита, поскольку при увеличении содержания наполнителя вероятность их возникновения также возрастает. Образцы, наполненные графитом, напротив имеют тенденцию к снижению числа твердости при росте его содержания, что связано с низкой твердостью графита.

Оценка абразивного износа проводилось на установке «Профи Стенд» (рисунок 7). Суть метода заключается в определении уменьшения объема образца в результате истирания. Основной составной частью машины является вращающийся цилиндр диаметром 150 мм, на котором крепится шлифовальная шкурка.

Рисунок 7 – Машина для испытания на абразивный износ

Методика испытаний заключается в следующем: вначале в течение 256 секунд осуществлялась притирка образца, затем притертый образец очищали от стружки пыли и взвешивали. Далее проводилось основное испытание, путь истирания образца при котором составлял 40 м, скорость вращения цилиндра 40 об/мин. Нагрузка на протяжении всего испытания составляла 2,4 Н. После испытания образец снова очищают и взвешивают. Результаты испытаний на абразивный износ представлены на рисунке 8.

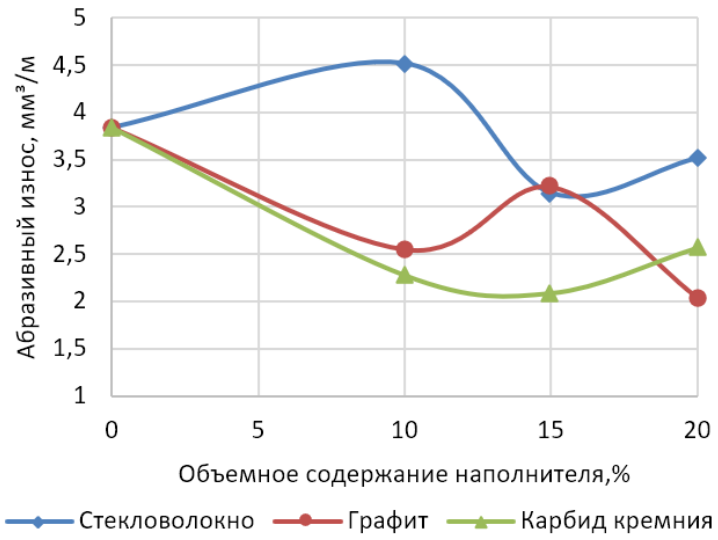



Рисунок 8 – Абразивный износ композиций на основе ПОМ

По результатам проведенных испытаний на абразивную стойкость все смеси показали тенденцию к снижению показателя износа с ростом содержания наполнителя. Величина объемного износа снижается почти в два раза – с 3,84 мм3/м для чистого ПОМ до 2,09 мм3/м для ПОМ, наполненного 15 об. % карбида кремния. Наиболее эффективно на показатель объемного износа влияет добавка карбида кремния, что связано с ее высокой твердостью.

Таким образом, в результате проведенного комплекса испытаний, наиболее оптимальными характеристиками, необходимыми для изготовления и эксплуатации распылителей сельскохозяйственных опрыскивателей, обладает композит на основе ПОМ с 15%-м содержанием карбида кремния в качестве наполнителя. В дальнейшем планируется провести работы по изготовлению композиций на основе ПОМ с другими размерами частиц карбида кремния и исследовать влияние данного параметра на выходные характеристики. Также необходимо провести работы по разработке технологии изготовления смесей с помощью двухшнековых экструдеров и провести испытания материалов и образцов распылителей из композита, приближенных к реальным условиям эксплуатации.

Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

Аналогами предложенной разработки являются распылители, изготовленные из полимерных материалов, таких как ПОМ или СВМПЭ, а также распылители с керамическими вкладышами. Полимерные распылители дешевле распылителей с керамическими вкладышами, однако быстро изнашиваются, что негативно влияет на

форму факела распыла и как следствие на качество внесения средств химической защиты растений. Предложенный композиционный материал превосходит по стойкости к износу чистый полимер, при этом стоимость такого распылителя возрастает незначительно, поскольку его можно перерабатывать традиционными для чистого полимера методами.

Область применения проекта

Предложенный композиционный материал пригоден для изготовления любых видов распылителей сельскохозяйственных опрыскивателей. Также он может быть перспективен при изготовлении других деталей сельскохозяйственной техники, подверженных гидроабразивному износу.

Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

Проведенная экономическая оценка показала, что стоимость распылителей из композиционного материала в 1,5 раза ниже, чем стоимость распылителей с керамическим вкладышем, при схожем ресурсе работы.

**Руководитель проекта:** Смирнов Игорь Геннадьевич, Главный научный сотрудник, доктор технических наук
rashn-smirnov@yandex.ru

**Проект: Разработка роботизированного комплекса для ухода за насаждениями и уборки урожая в садоводстве**

Сущность разработки – роботизированный комплекс, состоящий из электроприводной платформы с увеличенным клиренсом, системы технического зрения с программой мониторинга урожайности плодов на основе нейросети и роботизированного трехзвенного манипулятора с трехпалым захватывающим устройством для мониторинга урожайности и уборки плодов в производственных условиях. В движение универсальную роботизированную платформу приводят два мотор редуктора с электродвигателями постоянного тока суммарной мощностью 1,5 кВт, установленные на задних колесах. Система позиционирования и управления движением комплекса связана программными приложениями на основе искусственного интеллекта с энергоустановкой и электротрансмиссией, что позволяет осуществлять работу платформы в трех режимах: дистанционное управление, автономный режим по электронным картам местности с использованием сигналов GPS, а также в беспилотном режиме с помощью модулей машинного зрения.

Преимущества перед аналогами заключаются в технических решениях, заложенных в конструкцию манипулятора, обеспечивающих его быстродействие, в алгоритмах поиска координат, распознавания и подсчета количества плодов, способствующих увеличению производительности манипулятора в зоне охвата камер технического зрения при выполнении операции съёма плодов яблони с кроны дерева с одновременным мониторингом урожайности.

Область применения проекта.

Сельское хозяйство, промышленное садоводство

Перспективы коммерциализации.

Из общей площади плодовых насаждений в России 450 тыс. га. площадь насаждений специализированных сельскохозяйственных организаций занимает около 170 тыс. га. Весь объем новых закладок интенсивных садов (15 тыс. га) приходится на сельскохозяйственные организации. Ежегодный валовый сбор плодов в сельскохозяйственных организациях составляет порядка 900 тыс. т, что в денежном эквиваленте составляет около 45 млрд. руб. Крупнейшие производители плодов заинтересованы в приобретении роботизированных устройств для сбора урожая.

Анализ прототипов из открытых источников показал, что стоимость роботизированного устройства для сбора урожая составляет порядка 150–200 тыс. евро. Стоимость разрабатываемого роботизированного устройства с интеллектуальной системой управления составит 1800 тыс. рублей, что в 7,5–10 раз меньше известных аналогов.

Применение роботизированного комплекса позволит в автономном режиме без участия человека проводить технологическую операцию уборки урожая плодов яблони и его транспортировку в контейнерах, увеличить производительность на уборочных операциях на 20–25%, сократить производственные издержки на 30-35%.

Роботизированный комплекс обеспечивает проведение технологических операции по внесению средств защиты растений, обрезки крон плодовых деревьев, опрыскивания, уборки урожая плодов яблони.

# 86. Федеральный научный центр биологической защиты растений

**Руководитель проекта:** Асатурова Анжела Михайловна, кандидат биологических наук, директор ФГБНУ ФНЦБЗР, по совместительству ведущий научный сотрудник лаборатории микробиологической защиты растений ФГБНУ ФНЦБЗР
biocontrol-vniibzr@yandex.ru

**Проект: Новый биофунгицид для защиты сельскохозяйственных культур от экономически значимых болезней**

Микробиологический фунгицид Веленсис, Ж на основе штамма Bacillus subtilis BZR 336g, обладающий антифунгальной и ростстимулирующей активностью.

Штамм выделен из ризопланы растения озимой пшеницы Крыловского района Краснодарского края. Идентификация штамма проведена сотрудниками сектора биотехнологии ФГБНУ ФНЦБЗР. Молекулярно-генетическая идентификация: анализировалась последовательность нуклеотидов в 16S рРНК.

Концентрация действующего вещества (в г/л или г/кг): 1 х 109 КОЕ/мл.

Препаративная форма: Ж – жидкость.

Смачиваемость: Хорошая

Содержание посторонней микрофлоры: не более 3%.

Нормативная и/или техническая документация для препаратов, производимых на территории Российской Федерации:

- Лабораторный регламент производства биопрепарата на основе штамма Bacillus subtilis BZR 336g, Ж

- Технические условия. ТУ 9291-001-00494002-2015. Биопрепарат на основе штамма BZR 336g B. subtilis для защиты озимой пшеницы, ячменя и яблони от болезней.

По показателям вирулентности, токсичности, токсигенности и диссеминации штамм B. subtilis BZR 336g не является патогенным для теплокровных животных.

Статус: находится на регистрации для озимой пшеницы, озимого ячменя, яблони, проходит регистрационные испытания в трех агроклиматических зонах, изучается расширение спектра действия препарата по другим сельскохозяйственным культурам.

Патентно-лицензионная ценность: Патент на изобретение № 2553518. Опубл. 20.06.2015. «Штамм бактерий Bacillus subtilis для получения биопрепарата против фитопатогенных грибов» Асатурова А.М., Дубяга В.М.

Механизм действия на целевой объект: фунгицидное и фунгистатическое действие на целевой объект.

Культуры: озимая пшеница, озимый ячмень, яблоня, картофель, соя, томат, малина, смородина.

Вредные объекты (с латинскими названиями) или назначение: снежная плесень (Microdochium nivale), мучнистая роса (Blumeria graminis), септориоз (Septoria tritici, S. ribis, S. lycopersici, S. glycines), желтая пятнистость листьев (Pyrenophora tritici-repentis), комплекс корневых гнилей, в т.ч. фузариозные Fusarium graminearum, F. culmorum, сетчатый

гельминтоспориоз (Pyrenophora teres Drechsler), гельминтоспориоз (Helminthosporium spp.), ринхоспориоз (Rhynchosporium secalis), парша (Venturia inaequalis), альтернариоз (Alternaria mali), мучнистая роса (Podosphaera leucotricha), ризоктониоз (Rhizoctonia solani), фитофтороз (Phytophthora infestans), пероноспороз (Erysiphe communis), пурпуровая пятнистость (Didymella applanata), курчавость листьев (Taphrina deformans), пирикуляриоз (Pyricularia oryzae)

Рекомендуемые регламенты применения

1. Срок проведения обработок:

Фаза развития защищаемой культуры:

- Пшеница озимая, ячмень озимый - обработка семян, конец кущения – выход в трубку.
- Яблоня - в фазы листообразования – роста и созревания плодов

2. Фазы развития (стадия) вредного организма: споры и мицелий фитопатогенных грибов

3. Кратность обработок:

- Пшеница озимая, ячмень озимый – предпосевная обработка, 1-2 обработки по вегетации
- Яблоня 3–5 обработок в вегетационный период

4. Интервал между обработками: 7, 10, 14 дней

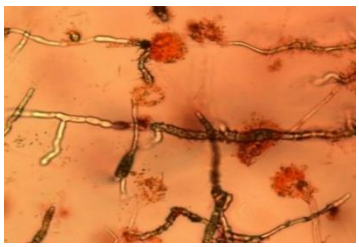
5. Рекомендуемая норма расхода и способ применения:

- Пшеница озимая, ячмень озимый – обработка семян: 3 л/т; обработка по вегетации – 3л/га
- Яблоня – Опрыскивание 5 л/га

6. Рекомендуемый срок ожидания (в днях до сбора урожая): 0 (отсутствует)

7. Вид (механизм) действия на вредные организмы: препарат контактного действия. Обладает фунгицидным и фунгистатическим действием.

Лизис гифы F. graminearum BZR 4 при инкубации с B. subtilis BZR 336g



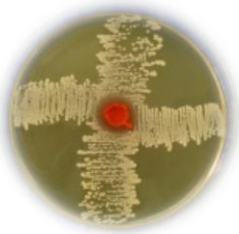
Разрушение мицелия P. tritici-repentis Kr-15/2016 при инкубации с B. subtilis BZR 336g

8. Период защитного действия: 5–30 дней в зависимости от культуры, патогена и погодных условий.

9. Скорость воздействия: непосредственно после контакта

10. Совместимость с другими препаратами

Представлена совместимость с основными коммерческими препаратами, рекомендованными для применения на зерновых и плодовых культурах: с химическими пестицидами, биологическими препаратами, регуляторами роста растений, микробиологическими удобрениями, прилипателями.



химические фунгициды

регуляторы роста растений

микробиологические удобрения

Применение препарата обеспечивает увеличение длины побега растений озимой пшеницы на 11,3 %, увеличение массы побега на 51,1 %, увеличение длины корня 9 %, увеличение массы корня 28 %

1 – контроль,
2 – Раксил,
3 – Фитоспорин-М, Ж,
4 – Веленсис, Ж

1 2 3 4

Биологическая эффективность

1. Лабораторные и вегетационные опыты на базе ФГБНУ ФНЦБЗР:

- Корневые гнили – 44,3–72,3 %
- Листовые пятнистости – 40,9–94,4%

2. Полевые опыты

Эффективность биопрепарата протестирована в нескольких агроклиматических зонах на различных сельскохозяйственных культурах

3. Фитотоксичность, толерантность защищаемых культур: не фитотоксичен

4. Возможность возникновения резистентности: отсутствует

5. Возможность варьирования культур в севообороте: без ограничений

6. Влияние препарата на полезную энтомофауну защищаемого агроценоза: не оказывает влияние на полезную энтомофауну, совместим с энтомофагами.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению является штамм бактерий B. subtilis

ВНИИСХМ 128, являющийся основой биопрепарата «Фитоспорин» (Патент РФ №2099947, кл. AO1N, C12 N, C12R, опубл. 27.12.1997). Штамм характеризуется высокой антагонистической активностью в отношении фитопатогенных бактерий и грибов.

Эффективность нового биопрепарата Веленсис, Ж подтверждена в нескольких агроклиматических зонах на различных сельскохозяйственных культурах. В настоящее время препарат находится на стадии регистрации для включения его в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов», разрешенных к применению на территории РФ. После успешного прохождения регистрации препарата, его можно будет рекомендовать к использованию на озимой пшенице, озимом ячмене, яблоне для их защиты от экономически значимых болезней, а также будет возможно расширить спектр применения на другие сельскохозяйственные культуры. Производить препарат для реализации можно будет как на базе ФГБНУ ФНЦБЗР с использованием УНУ «Технологическая линия для получения микробиологических средств защиты растений нового поколения», так и по лицензии.

Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

Преимуществом нового биопрепарата по сравнению с аналогами из химических средств защиты растений является низкая цена, возможность обработки семян и вегетирующих растений, высокая экологичность, отсутствие резистентности у патогенов и широкий спектр действия.

Область применения проекта

Сельское хозяйство

Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

Установлено, что применение нового препарата Веленсис, Ж в системе защиты озимой пшеницы обеспечивает рентабельность на уровне 185 % по сравнению с применением химического препарата Максим Плюс, КС – 10%. Отмечено, что технология защиты одного га яблони с использованием препарата Веленсис, Ж составляет 47 000 руб. по сравнению с существующими коммерческими химическими препаратами – 84 000 руб. Стоимость обработки одного га яблони препаратом Веленсис, Ж составляет 5 000 руб., тогда как применение коммерческих биофунгицидов оценивается в 7 000 руб.

Производство и применение биофунгицидов позволит последовательно решить серьезные проблемы сельского хозяйства: снизить загрязнение агроландшафтов и агроценозов остатками химических пестицидов; остановить рост резистентности к ним вредных объектов; восстановить и повысить супрессивность почв; оздоровить микробиоценозы сельскохозяйственных угодий, создать общую теорию и региональные системы интегрированной защиты растений; улучшить условия труда; обеспечить научный и производственный потенциал для развития промышленного органического земледелия и получения достаточного количества органических продуктов на экспорт.

**Руководитель проекта:** Кремнева Оксана Юрьевна, Ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией, кандидат биологических наук
kremenoks@mail.ru

**Проект: Технология ранней диагностики возбудителей болезней пшеницы с использованием наземных и авиа гиперспектральных измерений, дистанционных средств мониторинга и искусственного интеллекта**

Создание технологии для дистанционной диагностики возбудителей болезней пшеницы с использованием современного высокотехнологичного спектрального оборудования, комплекса спороулавливающих устройств и искусственного интеллекта.

Технология позволит быстро и эффективно на больших площадях проводить дистанционно оценку фитосанитарной ситуации с.-х. культур и своевременно проводить защитные мероприятия.

Конечный продукт – технология, включающая систему использования высокотехнологичного оборудования и программного продукта.

Преимущества проекта (технологии) в сравнении с прототипами или аналогами

Технология предназначена для дистанционного зондирования сельскохозяйственных культур: быстрого обнаружения очагов инфекции, ранней диагностики возбудителей опасных болезней.

Технология учитывает и несет информацию о наличии фитопатогенной инфекции в посевах зерновых культур (пшеница) на больших площадях за короткий период времени до видимых симптомов заболеваний или минимальном развитии вредных. Позволяет определить вид вредных объектов, степень развития с геолокацией.

Используя данную технологию, можно проводить защитные мероприятия в более точные сроки и тем самым увеличить их эффективность. Либо проводить обработки точечно, при выявлении очагов инфекции, что так же может снизить затраты на защитные мероприятия и снизить пестицидную нагрузку на окружающую среду.

Область применения проекта (технологии)

Сельское хозяйство

Потенциальные конечные потребители технологии могут быть разделены на следующие сегменты:

1. Крупные сельскохозяйственные предприятия.
2. Фермерские хозяйства.
3. Государственные сельскохозяйственные и карантинные службы.

Перспективы коммерциализации (экономические выгоды, социальные выгоды)

Технология: оборудование + программное приложение.

# 87. Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации

**Руководитель проекта:** Соловьев Владимир Игоревич, Декан, доктор экономических наук
vsolovievrafa.ru

**Проект: Разработка интеллектуальных систем и роботизированных комплексов комплексов для решения сельскохозяйственных задач**

Проект включает в себя интеллектуальные робототехнические средства и комплексы умного сельскохозяйственного производства, включая разработку систем компьютерного зрения, навигации, управления, автоматического выполнения сельскохозяйственных операций и других систем искусственного интеллекта для роботов, манипуляторов, беспилотных наземных и воздушных транспортных средств, а также систем предиктивной аналитики и поддержки принятий решений применительно к агропромышленному комплексу. Результаты прикладных решений, разработанных в рамках проекта направлены на повышение эффективности сельского хозяйства, в том числе рост урожайности, снижение потерь урожая, повышение производительности труда, снижение нагрузки на персонал, эффективность производства продуктов питания. Преимущество разрабатываемых интеллектуальных систем и интеллектуальных робототехнических средств состоит в модернизации существующих современных алгоритмов, а также в разработке новых алгоритмов компьютерного зрения, навигации, управления, автоматического выполнения сельскохозяйственных операций. При этом отличительной особенностью разрабатываемых алгоритмов является использования в качестве метрик качества показателей эффективности сельскохозяйственного производства (например, доли собранного урожая, доли необнаруженного урожая, доли потерянного урожая и т. п.).

Ключевой особенностью разрабатываемых интеллектуальных систем является ориентация на работу с неструктурированными объектами (например, животными, растениями, плодами и т. п.) в сложной сильно изменчивой окружающей среде (на фермах, в садах, в полях и т. п.) с учетом влияния большого количества внешних факторов (климат, почва, экология и пр.)

Помимо этого, все алгоритмы разрабатываются с ориентацией на массовое использование в модульной платформе умного сельскохозяйственного производства, включающего в себя:

- блоки беспилотного управления наземными и воздушными транспортными средствами;
- манипуляторы для осуществления сельскохозяйственных операций: кормления и дойки животных, посева растений, мониторинга посевов, распознание болезней, внесения удобрений, прополка, обрезки, сбора и сортировки урожая, борьбы с болезнями и вредителями и т. д.;
- цифровые двойники ферм, садов, полей, питомников, сельскохозяйственных машин и т. д.;
- интеллектуальная система управления сельскохозяйственным производством.

Также предполагается разработка универсального программно-аппаратного комплекса AgroDevKit, позволяющего преобразовать имеющуюся сельскохозяйственную технику в беспилотный транспорт, беспилотного дирижабля, ориентированного на длительные полеты с проведением мониторинга посевов, распознавание болезней, обнаружение вредителей и т. д., полностью автономной аэропонной системе установки для работы на Международной Космической Станции. Аналогии таких систем на сегодняшний день отсутствуют.

Кроме этого, все решения разрабатываются с ориентацией на их доступность для потребителей по стоимости.

# 88. Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова

**Руководитель проекта:** Смирнова Нина Владимировна, Профессор кафедры «Химические технологии», доктор химических наук
smirnova_nv@mail.ru

**Проект: Энергоустановка на твердополимерных топливных элементах мощностью до 5 кВт**

Проект направлен на разработку и создание энергоустановок на твердополимерных топливных элементах (ТПТЭ) мощностью до 5 кВт, использующих водород в качестве топлива, и воздух в качестве окислителя. Процесс производства электроэнергии в ТПТЭ проходит в одну стадию без промежуточных преобразований химической энергии в электрическую. Единичная ячейка топливного элемента состоит из биполярной пластины и мембранно-электродного блока, представляющего собой два электрода с нанесенным катализатором, разделенных протонпроводящей полимерной мембраной. На электродах протекают реакции окисления водорода с высвобождением электронов и восстановлением атмосферного кислорода до воды. Основной функцией биполярной пластины в топливном элементе является подвод и равномерное распределение по активной поверхности рабочих газов, кроме того, с ее помощью происходит токосъем и осуществляется поддержание соответствующих теплового и водного балансов в системе.

Энергоустановка включает в себя ряд последовательно соединённых ТПТЭ, систем подачи и хранения топлива, терморегулирования, подачи окислителя, накопления энергии, управления. Энергоустановка непрерывно вырабатывает электроэнергию по мере подачи в систему водорода, поэтому в ней предусмотрена система накопления энергии. Такая архитектура позволяет производить рекуперацию энергии в моменты пониженного энергопотребления и ее компенсации, за счет АКБ, в моменты повышенного энергопотребления. В энергоустановке так же будут совмещены системы терморегулирования и подачи окислителя.

Системы энергопитания на основе ТПТЭ выделяются следующими преимуществами: энергоемкость не зависит от температуры окружающей среды, низкий уровень шума, отсутствие саморазряда и «эффекта памяти», экологичность, высокие энергоемкость и КПД. К тому же ТПТЭ, использующие водород в качестве топлива, обеспечивают нулевую эмиссию $CO_2$, так как единственным продуктом электрохимических реакций между молекулами водорода и кислорода является вода.

Разработка научно-технического продукта будет так же способствовать преодолению основных технологических барьеров рынков НТИ, таких как Автонет, Маринет, Аэронет и Энерджинет в рамках сквозной технологии (Приоритетные группы технологий НТИ) «Новые и портативные источники энергии» и может быть использован в следующих областях:

- Распределённая генерация электричества в домохозяйствах;

- Автономные микро- и мини-сети электроснабжения;
- Источники резервного питания;
- Замена дизель-генераторов;
- Беспилотные летательные аппараты;
- Мопеды и мотороллеры;
- Легковой транспорт;
- Мобильные целевые средства различных сред применения.

В 2019 году объем совокупной мощности ТЭ превысил 1 гигаватт, увеличившись на 40% по сравнению предыдущим годом. Автомобильная промышленность первая из отраслей подходит к цели удешевления технологии производства систем энергопитания на основе ТПТЭ, и как следствие, к более широкому их распространению. Совокупный объем рынка систем энергопитания на основе ТПТЭ в России в 2018 г. составил чуть более 1 млн. долларов США. В свою очередь, объем импорта исчислялся 320 тыс. долларов, а экспорта - всего 25 тыс. долларов США. Для сравнения, объем мирового рынка систем энергопитания на водородных топливных элементах в 2019 г. перешагнул отметку 6 млрд. долларов США.

Еще одним потребительским сегментом является автономная энергетика для труднодоступных объектов: вышек сотовой связи, оборудования, которое обслуживает магистральные газопроводы и нефтепроводы, удаленных поселков и т.д. Децентрализованные формы обеспечения энергией поселков и малых городов являются вполне реальной перспективой в условиях назревшего энергетического кризиса.

Рынок коммерческих беспилотных летательных аппаратов — это ниша, которая подвержена стремительно росту, так как они могут быть полезны для широкого спектра приложений в различных секторах, включая развлечение, строительство и сельское хозяйство. Согласно отчету Allied Market Research, мировой рынок коммерческих беспилотных летательных аппаратов в 2015 году оценивался в 2,15 миллиардов долларов. Однако в 2022 году он должен вырасти до 10,74 миллиардов долларов. Системы энергопитания на основе ТПТЭ превосходят среднюю литиевую батарею с точки зрения энергоемкости в три-четыре раза. Рост рынка также подтверждается увеличением стоимости акций производителей мобильных энергоустановок. Так, рост акций американской компании Plug Power, специализирующейся на реализации топливных элементов киловаттного класса, составил более 250% в 2020 г.

Достижимость решения поставленных задач обоснована научным заделом, имеющимся у авторов проекта, высокой квалификацией коллектива исполнителей, наличием необходимой приборной базы. В ЮРГПУ(НПИ) накоплен огромный опыт создания новых материалов, технологий и эффективных конструкторских решений в области водородной энергетики. В рамках участия в первом из серии Технологических конкурсов UpGreat Национальной технологической инициативы (НТИ) была создана команда «ПолиТех». Конкурс был направлен на создание энергетической установки на основе водородных топливных элементов, сравнимой по эффективности с традиционными источниками энергии для малых беспилотных аппаратов, т.е. наземных, летающих и плавающих беспилотных аппаратов малых размеров «Первый элемент. Воздух» (http://1element.upgreat.one/). Команде проекта удалось создать установку с удельной массовой энергоёмкостью 529,3 Вт·час/кг. На сегодняшний день это лучший показатель для установок такого класса, созданных в России.

В рамках реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» выполнено исследование по разработке новых материалов, технологий и технологического оборудования для энергоустановок на водородных топливных элементах (Гос. Контракт № 075-15-2019-1850 «Мобильные энергоустановки на водородных топливных элементах киловаттного класса мощности: разработка новых материалов, технологий, технологического оборудования»).

Ведется работа по проекту Минобрнауки России № 075-00350-20-03 «Энергоустановки на водородных топливных элементах для малых беспилотных аппаратов: моделирование, разработка, исследования».

Ранее также были успешно реализованы проекты в области водородной энергетики и создания новых перспективных материалов:

- РФФИ Проект 10-03-00474-а. (2010–2012 г.);
- ФЦП «Кадры» Гос. контракт № 14.740.11.0371 (2010–2012 г);
- РФФИ Проект № 16–29-06409 (2016-2018).

Рис. 1 - СТЕК ТПТЭ

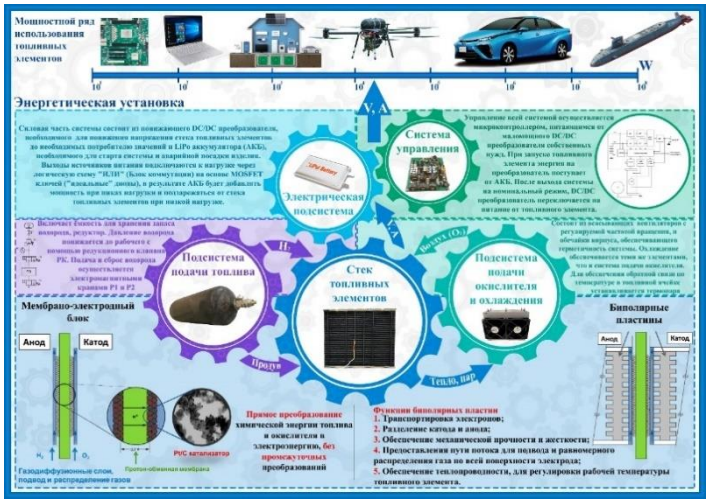



Рис. 2 – Схема энергоустановки на ТПТЭ

# 89. Южно-Уральский государственный аграрный университет

**Руководитель проекта:** Мифтахутдинов Алевтин Викторович, Заведующий кафедрой морфологии, физиологии и фармакологии, доктор биологических наук, профессор
nirugavm@mail.ru

**Проект: Повышение эффективности контроля качества тушек цыплят-бройлеров на фоне применения фармакологических средств для коррекции и профилактики предубойных стрессов**

Цель исследований заключалась в повышения эффективности контроля качества тушек цыплят-бройлеров на фоне применения фармакологических средств для коррекции и профилактики предубойных стрессов. Эксперимент проводили на птицефабрике промышленного типа, на бройлерах кросса Arbor Acres. Птица контрольной группы получала основной рацион, 1 опытной – кормовую добавку в дозе 1269 г / 1 тонну корма за 5 суток до убоя, 2 опытной – кормовую добавку в дозе 1693 г / 1 тонну корма за 5 суток до убоя. Убой бройлеров проводили на 38 сутки выращивания. В ходе убоя птицы были зарегистрированы следующие виды дефектов: дерматит, целлюлит; царапины на спине; точечные кровоизлияния, кровоподтеки, гематомы, синяки; вывихи, закрытые и открытые переломы; плохое обескровливание; разрывы кожи; недоощип; наличие внутренних органов; перешпарка тушки. Для оценки качества тушек цыплят-бройлеров использованы диаграммы Исикавы, Парето, ABC-анализ и кластерный анализ. По результатам проведенных исследований было выделено 41,7 % дефектов снижающих сортность тушек птицы и 58,3 % критических, приводящих к выбраковке мяса. Метод кластеризации и ABC-анализ выявили наиболее важную категорию критических дефектов - D2C, возникновение которых происходит на этапе выращивания и переработке птицы. Применение стрескорректора позволило снизить количество дефектов типа D2C в 1 опытной группе на 33,3 %, во 2 на 18,2 % и D2GD во 2 опытной группе на 22,2 %. Таким образом, применение статистических методов оценки повышает эффективность промышленного контроля за уровнем качества тушек цыплят-бройлеров.

**Руководитель проекта:** Щербаков Павел Николаевич, Профессор кафедры Инфекционных болезней и ветеринарно-санитарной экспертизы, доктор ветеринарных наук
scherbakov_pavel@mail.ru

**Проект: Влияние экологических факторов на качество свинины**

Работа была проведена на одном из свинокомплексов Челябинской области. В ходе работы было изучено влияние концентрации токсических газов на рост и сохранность молодняка, гематологические, убойные, органолептические показатели и химический состав мяса свинины. Результат исследования показал, снижение концентрации аммиака и сероводорода привело к улучшению откормочных и мясных качеств свинины.

# 90. Институт высоких технологий Академии наук провинции Хэйлунцзян

**Руководитель проекта:** Чжан Сяочэнь, Вице-директор, научный сотрудник, старший инженер
454850609@qq.com

**Проект: Технология приготовления сферического металлического порошка методом высокоскоростного плазменного вращающегося электрода (PREP)**

Технология высокоскоростного плазменного вращающегося электрода (PREP) для приготовления металлического порошка, максимальная скорость электрода оборудования может достигать 60 000 об / мин, а рабочая скорость может достигать 50000 об / мин. Он используется для приготовления сферических металлических порошков, необходимых для 3D-печати, поверхностного напыления, литья под давлением и обычных областей порошковой металлургии, таких как титановые сплавы, суперсплавы на основе никеля, порошки из нержавеющей стали и т. д.

Основной принцип: расходуемый электрод изготовлен из металла или сплава, а его торец нагревается дугой для плавления в жидкость, а жидкость выбрасывается и измельчается в мелкие капли под действием центробежной силы высокоскоростного вращения электрода. В процессе конденсации под действием поверхностного натяжения окончательно получается сферический порошок.

Характеристики процесса: по сравнению с традиционным процессом газового распыления, процесс плазменного измельчения порошка с вращающимся электродом имеет преимущества компактной конструкции оборудования, простого контроля параметров процесса, узкого диапазона размеров частиц порошка, гладкой и чистой поверхности частиц порошка и высокой эффективности производства.

Состав оборудования: оборудование состоит из устройства плазменной пушки (плазменная пушка и блок питания), компонентов передающего устройства (высокоскоростной динамический уплотнитель и роторный механизм подачи), камеры распыления и системы сбора порошка, вакуумной системы, системы охлаждения, газовой системы и системы электроснабжения и управления и др.

В качестве примера приготовленного металлического порошка используется TC4 -200 ~ 325 меш с выходом более 15%, сферичностью порошка выше 97%, содержанием кислорода ниже 750ppm, текучестью 26 с / 50 г, и плотностью сыпучего материала 2,66 г/см$^3$.

**Руководитель проекта:** Жэнь Биньцяо, Директор исследовательского отдела, заместитель исследователя
454850609@qq.com

**Проект: Новая технология обработки нефтешламов: исследование и разработка комбинированной технологии сверхкритической жидкостной экстракции - высокотемпературной плазмы**

Основываясь на фактической ситуации с нефтешламами при добыче и разработке нефтяных месторождений в провинции Хэйлунцзян, этот проект анализирует основные характеристики нефтешламов, исследует влияющие факторы и законы извлечения нефти с помощью экспериментов, получает наилучшие параметры процесса, а также разрабатывает и разрабатывает сверхкритические характеристики нефтяного шлама, подходящие для провинции. Технология извлечения CO2 для достижения эффективного извлечения нефти, внедрение технологии высокотемпературной плазменной обработки шлама, разработанной Томским политехническим университетом РФ, в соответствии с характеристиками нефти после экстракции, на основе оригинальной российской технологии, дальнейшее совершенствование оборудования и оптимизация параметров процесса, проектирование и разработка технологии высокотемпературной плазменной обработки ресурсов шлама, подходящей для спроса на шлам в провинции. Кроме того, для шлама после извлечения нефти с помощью технологии сверхкритической экстракции CO2 используются биологические методы для удаления возможных остаточных загрязняющих веществ, таких как тяжелые металлы, чтобы они соответствовали национальному стандарту повторного использования твердых отходов.

**Руководитель проекта:** Яо Лимин, Жэнь Ливэй, Ли Давэй, Чжао Мэнши, Чжан Юйтин,
Яо Лимин, Вице-директор, научный сотрудник, старший инженер
yaoliming2000@163.com

**Проект: Высокопроизводительный насос для активации угольной воды суспензии по развитию углехимической промышленности**

Приготовление водоугольной суспензии является исходным процессом углехимической промышленности. Водоугольная суспензия представляет собой чистое жидкое топливо на основе угля и сырье для газификации, объем применения которого в Китае составляет180 миллионов тонн в год. В настоящее время в отечественном процессе варки водоугольной суспензии используется процесс сортировки по размерам частиц для повышения концентрации и стабильности водоугольной суспензии. Все больше и больше производителей надеются на дальнейшее увеличение концентрации водоугольной суспензии, снижение вязкости водоугольной суспензии, повышение стабильности водоугольной суспензии, снижение износа оборудования, снижение затраты на варку, увеличение расстояния транспортировки по трубопроводу. и другие технические требования, которые стали ключевыми техническими проблемами в области углехимической промышленности.

Технология этого проекта заключается в использовании локальной высокой температуры и высокого давления, образующихся при разрушении кавитации, вызванной кавитационным эффектом, для разрушения крупных частиц пылевидного угля на более мелкие частицы, изменения химических характеристик поверхности частиц, повышения степени дисперсии частиц и улучшения стабильности водоугольной суспензии, снизить вязкость и оптимизировать характеристики суспензии, чтобы решить ключевые технические проблемы приготовления водоугольной суспензии для достижения цели энергосбережения и сокращения выбросов.

С 2018 г. данный проект проходит лабораторную проверку эшелоном флюидной тематики НИИ высоких технологий Хэйлунцзянской академии наук совместно с соответствующими научно-исследовательскими командами СФУ и СибГТУ. России.Эта технология подходит для характеристик типов угля в различных регионах Китая и соответствует вышеупомянутым техническим показателям, является совершенно другим техническим маршрутом по сравнению с существующей технологией сортировки частиц водоугольной суспензии. На основе предыдущей лабораторной проверки команды Китая и России еще больше укрепили сотрудничество, внедрили российскую технологию проектирования и производства опытного оборудования и прототипы, а также провели пилотные масштабные проверочные испытания.

# 91. Ичуньское отделение Хэйлунцзянской академии наук

**Руководитель проекта:** Го Син, Директор, старший инженер
guoheike@163.com

**Проект: Разработка экстракции функциональных веществ и продукты из съедобных грибов и черник**

В данном проекте объектами разработками являются съедобные грибы и черники, которые полностью раскрывают два характерных лесных продукта лесного района Ичунь. Отобраны  были пять сортов с высоким выходом SOD и полисахарида от съедобных грибов, и были изучены технические параметры процесса экстракции, чтобы получить наилучший процесс получения SOD и полисахарида. И получены 10 видов полисахаридных комплексов с оздоровительно-лечебным эффектом при использовании комплексообразования полисахаридных экстрактов шампиньонов и линчжи с кальцием, железом, цинком, селеном и йодом, которые могут дополнять микроэлементы на основе сохранения исходного структура и функции полисахаридов. Отобран сорт высокоурожайного антоциана из дикорастущих и культивируемых сортов черники Ичунь. и были изучены технические параметры процесса экстракции и очистки, чтобы получить наилучший процесс экстракции и очистки антоцианина черники, и степень извлечения достигла 88,5%.

Этот проект объединяет антоцианин черники, полисахаридных экстрактов шампиньонов и комплексы кальция, железа, цинка, селена, йода и фермента SOD съедобных грибов путем научно-технологическим комплексообразованием. Он обладает способностью удаления свободных радикалов и антиоксидантной способностью, и содержат селен и SOD с другими антиоксидантными функциями для дальнейшего улучшения антиоксидантного эффекта. В то же время он также может добавлять микроэлементы кальций, железо, цинк и йод, которые обладают антиоксидантными свойствами, замедляют старение, повышают иммунитет организма, предотвращают старение нервов глаз и мозга, укрепляют сердце, еще имеют противораковые свойства и укрепление памяти. Оптимальный рецепт был проверен с помощью эксперимента с антиоксидантом в лабораторных условиях, а затем с помощью мышей в условиях организма для проведения тестирования, и были обнаружены показатели антиоксиданта. Результаты были значительно улучшены по сравнению с группой пустого контроля и группой препаратов (полифенолы чая).

**Руководитель проекта:** Чжан Вэй, Директор Исследовательского центра, старший инженер
zw81025259@163.com

**Проект: Выращивание широколистного Lonicera Caerulea L. в Малом Хингане и оценка генетических ресурсов**

В настоящее время отечественные исследования Lonicera Caerulea L. сосредоточены только на отборе селекции, разведения, выращивания сортов, последовательно опубликованы статьи по охране природных ресурсов, уходу и управлению местных исследований. Существует мало разработок по созданию плодовых садов и эффективному управлению садами в условиях холодного края, и нет полной системы выращивания. В этом проекте исследовании были обнаружены и выращены крупноплодные, высокоурожайные, стабильные и скороспелые широколиственные сорта в дикой популяции Lonicera Caerulea L. В то же время сосредоточьтесь на технологиях строительства и управления плодовыми садами, экологических выращиваниях и модели эффективного управления, а также предлагает комплексную систему поддержки для разведения саженцев, экологического выращивания и эффективного управления.

**Руководитель проекта:** Гао Чжитао, Директор, инженер
gaozhitao2484@163.com

**Проект: Разработка и применение связанных технологий для съедобных грибов**

В соответствии с потребностями развития индустрии съедобных грибов проводятся исследования в 5 аспектах от производства штамма до глубокой переработки продуктов, в том числе разработка и применение по созданию архивов штаммов, селекции отличных штаммов, отбору альтернативных материалов, разработке и применению отходов, технологии выращивания осенних черных древесных грибов, и борьбе с вредителями и болезнями, разработке связанных оборудований для производства съедобных грибов, разработке технологии по экстракции полисахарида съедобного гриба методом глубинной ферментации.

В проекте было создано биологические архивы морфологических маркеров, биохимических маркеров, молекулярных маркеров DNA 36 видов черных древесных грибов. Отобрано 6 видов сельскохозяйственных и лесных отходов, 19 видов рецептов и методов переработки отходов, Отобран мер управления, таких как время и температура выращивания осенних черных древесных грибов, а также методы предотвращения и борьбы с вредителями и болезнями. Было оптимизировано и оснащено 10 комплектами оборудования для производства черных древесных грибов, таких как упаковочная машина, машина для инокуляции, разливочная машина и т. д., а также оптимизированы технологические и безопасные процессы для получения полисахарида.

Путаница штаммов, отбор отличных штаммов, нехватка сырья, несовершенство технологии выращивания, низкая степень механизации, слабая технология глубокой переработки - все проблемы, которые сейчас волнуют развитие съедобных грибов. Это достижение формирует план и процедуру для этих ключевых вопросов технологии производства, а также формирует ряд технических защитных мер от источника до конечного продукта, чтобы обеспечить экономические, социальные и экологические эффекты промышленного развития.

Применяется достижения в селекции отличных штаммов, отборе альтернативных материалов, технологии выращивания. В 2013 году выполнили проект распространени центрального финансирования «Демонстрация и распространение отличных штаммов черных древесных грибов и недревесных заменителей в качестве альтернативы для холодных регионов». Разработка снизила коэффициент загрязнения, увеличила производительность черных древесных грибов, общий объем производства увеличился на 10%, а общий экономический эффект увеличился на 15%.

# 92. Национальный Инновационный Центр

**Проект: Информация по техническим требованиям материаловедения**

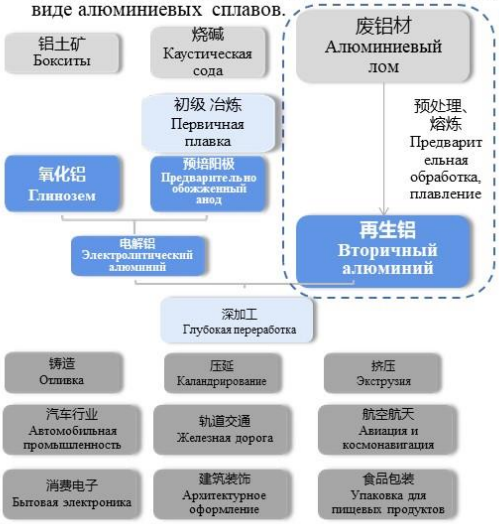
**Разработка технологий переработки и применения вторичного алюминия**

## 背景 Фон

长三角国家技术创新中心 NATIONAL INNOVATION CENTER for EXCELLENCE

再生铝是由废旧铝和废铝合金材料或含铝的废料，经重新熔化提炼而得到的铝合金或铝金属， 是金属铝的一个重要来源。再生铝主要是以铝合金的形式出现的。

Переработанный алюминий представляет собой алюминиевый лом или отработанный алюминиевый сплав или алюминийсодержащий отход. Алюминиевый сплав или металлический алюминий, полученный путем переплавки и рафинирования, является важным источником металлического алюминия. Вторичный алюминий, в основном, представлен в виде алюминиевых сплавов.



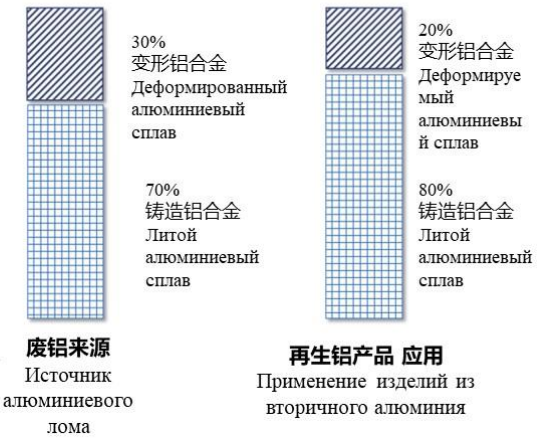

| 性能 Характеристика | 电解铝 Электролитический алюминий | 再生铝 Вторичный алюминий |
|---|---|---|
| 原料 Сырье | 铝土矿山 Бокситовый рудник | 废铝料 Алюминиевый лом |
| 工艺 Технология | 化学分解提炼、电解 Химическое разложение и извлечение | 预处理、熔炼、精炼 Предварительная обработка, плавка, рафинирование |
| 产品 Изделие | 原铝 Первичный алюминий | 铝合金 Алюминиевый сплав |
| 能耗 Потребление энергии | 很高 Высоко | 低 Низко |
| 环境影响 Воздействие на окружающую среду | 很大 Велико | 小 Мало |
| 政策方向 Направление политики | 限制 Ограниченно | 支持 Поддержано |
| 产业经济模式 Промышленная экономическая модель | 传统资源消耗型 Традиционное потребление ресурсов | 循环经济 Циркулярная экономика |

## 市场 Рынок

长三角国家技术创新中心 NATIONAL INNOVATION CENTER for EXCELLENCE

**中国铝供应来源（2019年）**

Источники поставок алюминия в Китае (2019 г.)




**废铝来源**
Источник алюминиевого лома

**再生铝产品 应用**
Применение изделий из вторичного алюминия

行业现状：**降级使用，料重工轻**

Статус отрасли: использование низкого класса, «тяжелый материал и легкая работа»

# 技术需求
## Техническое требование

长三角国家技术创新中心
NATIONAL INNOVATION CENTER for EXCELLENCE

**废铝**
**Алюминиевый лом**

结合企业边角料，如A356铝合金，开发配套工艺（**鼎镁**）
В сочетании с отходами предприятия, такими как алюминиевый сплав A356, разрабатывают вспомогательные технологии **(Дин Мэй)**

提高机械化程度
Повышение степени механизации

**1 分类 Классификации**
**拆解、清洗、破碎、磁选、烘干、压缩**
**Демонтаж, очистка, дробление, магнитная сепарация, сушка, прессование**

依数量、化学成分、回收 率及成本分类存放和处理。
Раздельное хранение и утилизация в зависимости от количества, химического состава, конэффициент извлечения и стоимости.

开发控制前端杂质含量的技术， 减少氧化渣和熔剂的使用量
Разработка технологии контроля содержания примесей в переднем конце. Сокращение использования шлака и флюса.

**2 预处理 Предварительная обработка**
**分选、洗涤、脱漆**
**Сортирование, мойка, удаление краски**

去除连接的其他金属、塑料、橡胶或涂料等杂质，提高后续熔炼质量。
Удаление примеси, такие как другие металлы, пластмассы, резины или краски, чтобы улучшить качество последующей плавки.

**3 熔炼 Плавка**
**烘干、熔化、精炼、成分调整**
**Сушка, плавка, рафинирование, регулирование состава**

废铝大部分回炉重熔，浇铸为再生 铝锭（少部分进行直接改制利用）。
Большое каличество алюминиевого лома возвращается в печь для переплава и отливается в вторичные алюминиевые слитки (небольшое каличество напрямую перерабатывается и утилизируется).

**深加工**
**Глубокая переработка**
铝灰的处理
每生产 1 吨再生铝可产生 5%的二次铝灰渣（危废）
Обработка алюминиевой золы
Каждая 1 тонна произведенного вторичного алюминия может образовывать 5% вторичной алюминиевой золы (опасные отходы).

**建议：**
1. 海外技术，尤其日本、美国、德国
2. 国内团队，上交、中南、昆明理工...
3. 联创中心，怡球、永茂泰、罗普斯金...

**Предложение:**
1.Зарубежные технологии, особенно технологии Японии, США, Германии
2. Отечественная команда, Шанхайский университет Цзяотун, Чжуннань университет, Куньминский технологический институт
3.Совместный инновационный центр, Ицю, Юнмаотай, LPSK

- 回收率达80%
- 处理后的含铁量0.12%以下 **（六丰机械）**
- Коэффициент извлечения составляет 80%
- Содержание железа после обработки составляет менее 0,12% **(Люфэн Машинерия).**

- 新型搅拌和循环技术；优化 加料方式和捞渣口设计
- 开展余热和废气利用研究， 优化铝熔炼炉回转窑设计， 开发采用蓄热式燃烧技术、 防二噁英技术、有机尾气催 化燃烧及热量回收技术
- Новая технология перемешивания и циркулирования. Оптимизация метода подачи и дизайна отверстия для сбора шлака.
- Проведение исследований по утилизации отработанного тепла и отработанных газов. Оптимизация дизайна вращающейся печи и плавильной печи для алюминия. Разработка и внедрение технологии регенеративного сжигания, антидиоксиновой технологии. Разработка и внедрение технологии сжигания регенеративного типа, антидиоксиновой технологии, каталитического сжиганя органических хвостовых газов и технологии рекуперации тепла.

可用于高温苛刻工况条件下再生双室炉的高温结 构陶瓷材料，达到普通铝合金反射炉的寿命，并 分析损坏机理 **（瑞复达）**
Высокотемпературные конструкционные керамические материалы, которые использованы двухкамерных печей для регенерации в условиях высокой температуры и жесткого режима, чтобы достигли срока службы обычных отражательных печей из алюминиевого сплава и анализа механизма повреждения **(Refuta)**

# 93. Провинциальный институт лесных наук провинции Хэйлунцзян

**Руководитель проекта:** Чжан Цзяньин, Заместитель исследователя
Zhangjianying1124@126.com

**Проект: Разработки селекции крупноплодной черешни новых сортов в условиях холодного края и связанная с ней технология выращивания**

Проект в полной мере использует богатые ресурсы Prunus tomentosa Thunb L. в провинции Хэйлунцзян для проведения селекции Prunus tomentosa Thunb L. и разведения новых Prunus tomentosa Thunb L. Путем гибрида была разведена черешня нового сорта с морозостойкостью, крупными плодами и поздним сроком созревания. В 2017 году была разведена крупноплодная черешня, пригодная для посадки в холодных регионах. В 2020 году был разрешен новый национальный сорт под названием «Ваньфу №1». (CNA20172738. 2). “Ваньфу № 1” созревает на месяц позже, чем вишня (конец июня), восполнив пустой период вишни. По качеству: плоды крупны (средняя масса одного плода 5,73 г), кисло-сладки; по холодостойкости: успешно открыли новую ситуацию для выращивания крупноплодной черешни в условиях холода и открытого поля.

При разработки свежих продуктов или фруктового вина оставшиеся черешневые косточки также успокаивают нервы, снижают кровяное давление и улучшают вязкость кровеносных сосудов. Подушки из косточек черешни полезны для лечения мышечных болей в голове, шее, плечах и спине.

В обычаях некоторых стран подушка из косточек черешни имеет функцию избегания зла и рассеивания бедствий. Когда Шанхай участвовал в Международной текстильной ярмарке в 2012 году, европейские покупатели спросили, могут ли они производить подушки из черешневой косточки. Они хотели были купить 4000 килограммов по цене 3,8 юаней за килограмм, чтобы сделали подушки для здоровья и продать их за рубежом. Покупная цена черешневых косточек в Интернете составляет около 3 юаней за килограмм, а разработка медицинских подушек из черешневых косточек имеет большие перспективы.

В настоящее время разработана высокоурожайная технология выращивания крупноплодной черешни в условиях холодных регионов, которая может направить региональное распространение отличных сортов, специализированное производство и обеспечить надежное и быстрое развитие лесного хозяйства. В то же время проект интегрирует производство, жизнь, экологию, отдых и осмотр, и имеет научные, инновационные, отличительные и оперативные особенности. Это эффективный способ открыл канал преобразования от экологической ценности к экономической ценности и поспособствовал экономическому развитию под приоритетом защиты лесных ресурсов. Это является потребностью удовлетворения к лучшей жизни для всестороннего содействия регулированию структуры сельскохозяйственной и лесной промышленности в нашей провинции, повышения эффективности производства, обогащения людей в лесных районах. Это является важным мероприятием по улучшению экологической среды и содействию устойчивому развитию лесной и фруктовой промышленности.

# 94. Провинциальный институт охраны лесов провинции Хэйлунцзян

**Руководитель проекта:** Чжао Хунин, Заместитель исследователя
66401467@qq.com

**Проект: Разработка и применение аттрактанта для лиственничного жука(Ips subelongatus Motschulsky)**

Благодаря изучения вторичной биомассы лиственницы, способной вызывать электрофизиологические реакции лиственничного жука, разработки взаимоотношения состава вторичной биомассы лиственницы с поведением лиственничного жука. Отобран вторичный метаболит лиственницы с аттрактивным действием на лиственничного жука. С помощью использования данного вещества разработан аттрактант, обладающий притягивающим действием на лиственничного жука. Благодаря использования аттрактанта лиственничного жука, можно эффективно контролировать поведение лиственничного жука при выборе хозяина, чтобы достичь цели защиты роста лиственницы со слабым потенциалом от вреда лиственничного жука. И он может эффективно отслеживать динамику популяции лиственничного жука. Таким образом, полностью используется способность природных летучих веществ растений для регулирования поведения вредителей, и избегается ущерб и угроза окружающей среде при мониторинге и борьбе с вредителями. Цель борьбы с вредоносностью лиственничного жука достигнута. Поэтому результаты разработки этого проекта могут обеспечить теоретическую основу и техническую поддержку для устойчивого развития борьбы с вредителями.

Применение результатов этого проекта уменьшит трудность контроля и карантина лиственничного жука. И может эффективно контролировать плотность популяции лиственничных жуков. Полученные результаты снижают ущерб, наносимый лиственничному жуке экосистеме, основным компонентом которой является лиственница, и защищают лесную экологическую среду. С целью обеспечить защиту роста и развития лиственницы и урожая семян, а также снизить экономический ущерб от появления вредителей. С целью обеспечить защиту роста и развития лиственницы и урожая семян, а также снизить экономический ущерб от появления вредителей. Поэтому эта работа имеет значительно социальные, экологические и экономические эффекты.

**Руководитель проекта:** Чжао Хунин, заместитель исследователя
66401467@qq.com

**Проект: Безопасная и высокоэффективная технология мониторинга Anoplophora glabripennis(Motschulsky)**

В соответствии с этой характеристикой опасности Хэйлунцзянский научно-исследовательский институт защиты леса усовершенствовал технологию отловамониторинга Anoplophora glabripennis, улучшил конструкция ловушки, добавил новые компоненты приманки и улучшил эффект отлова имаго Anoplophora glabripennis. Его применение в Хэйлунцзяне имеет больше преимуществ. Эта технология значительно повышает уровень мониторинга Anoplophora glabripennis, снижает искусственное расследование, может точно отражать закон увеличения и уменьшения численности вредителей и позволяет легко определить период борьбы с вредителями.

Преимущество этого результата в том, что объем использования мал. Не токсичен для окружающей среды, и низка стоимость, прост в эксплуатации. Используется для наблюдения за периодом эклозии и исследования насекомых. Он может снизить экономические потери лесного хозяйства, не загрязняя окружающую среду, и имеет широкие перспективы применения при комплексной борьбе с Anoplophora glabripennis (Motschulsky).

**Руководитель проекта:** Лю Кай, помощник ответственного лица, помощник исследователя
412564656@qq.com

**Проект: Разработка многофункционального подвижного инспекционного оборудования для предотвращения лесных пожаров**

В данном проекте разработано новое многофункциональное подвижное инспекционно-противопожарное оборудование для предотвращения лесных пожаров. В качестве несущего шасси используется сельскохозяйственный четырехколесный трактор с хорошей проходимостью. Усовершенствованы приводной режим и пневмогидравлическое управления. Разработано и установлено оборудование для пожаротушения на водной основе с соответствующими противовесами и передним устройством противопожарной полосы, чтобы полная машина могла справляться с различными сложными дорожными условиями. После ежедневных проверок или получения пожарных задач разрешит быстро приблизиться к месту пожара и использовать различные методы пожаротушения для тушения пожара на ходе, действительно реализует «раннее обнаружение и раннее устранение».

Рисунок 1. Прототип разработан командой

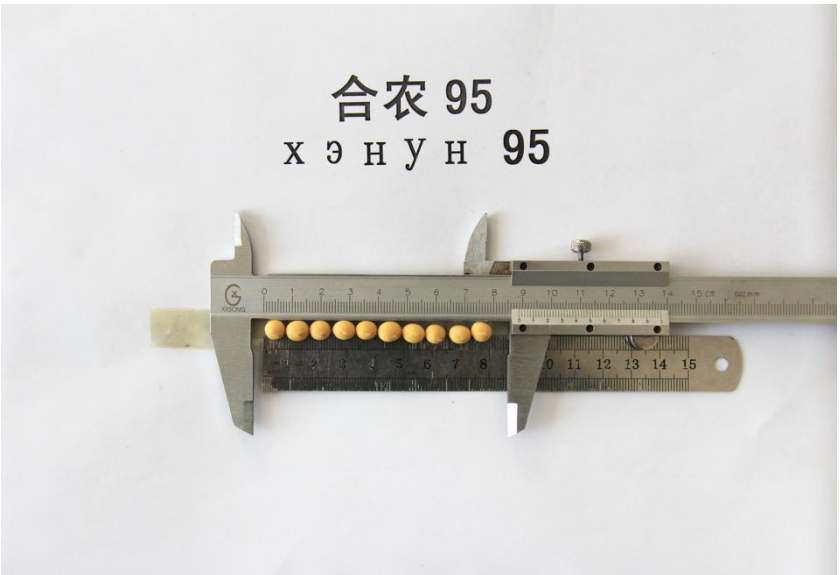
# 95. Российско-Китайский центр по научно-техническому сотрудничеству в области сельского хозяйства Хэйлунцзянской академии сельскохозяйственных наук

**Руководитель проекта:** Чжан Цзюймэй, начальник, ведущий научный сотрудник на второй степени
zr0705@126.com

**Проект: Сорт сои ХЭ НУН 95 (HE NONG 95)**

Сорт скороспелый. Вегетационный период (от всходов до созревания) - 113 дней, где сумма активных температур (выше 10°С) для полного развития составляет 2150°С. Растение полудетерминантное, высотой 73.8 см и компактное. Нижние бобы располагаются на высоте 12.9 см от поверхности почвы. В среднем количество бобов на одном растении - 32 шт. Цветы фиолетовые. Листья острые с сероватым опушением. Семена округлые, желтые и слабо блестящие. Рубчик желтый. Масса 100 зерен 19.1 г. В семенах накапливаться до 41.39% сухого белка и до 18.76% жира. Потенциальная урожайность 3,0–3,5 т/га. Сорт умеренно восприимчив к штаммам №1 SMV и №3 SMV, среднеустойчив к церкоспоридиуму (Cercosporidium sofinum) при искусственном заражении.

Сорт включён в Госреестр селекционных достижении в 2022 году для использования по 12 региону (Дальневосточный), оригинатор Цзямусыский филиал Хэйлунцзянской академии сельскохозяйственных наук (КНР).


合农 95
хэнун 95

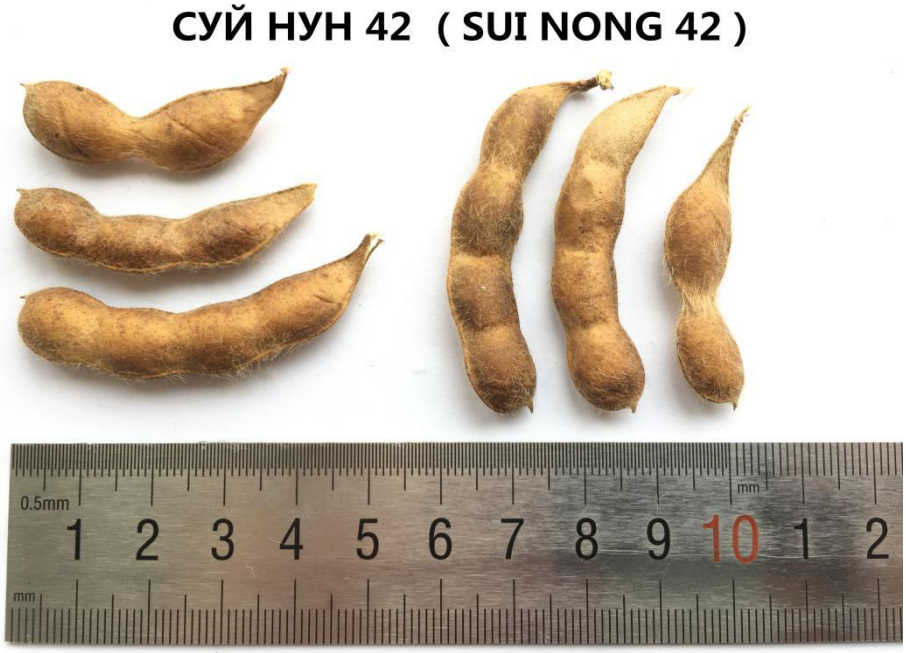
合农 95
Хэнун95

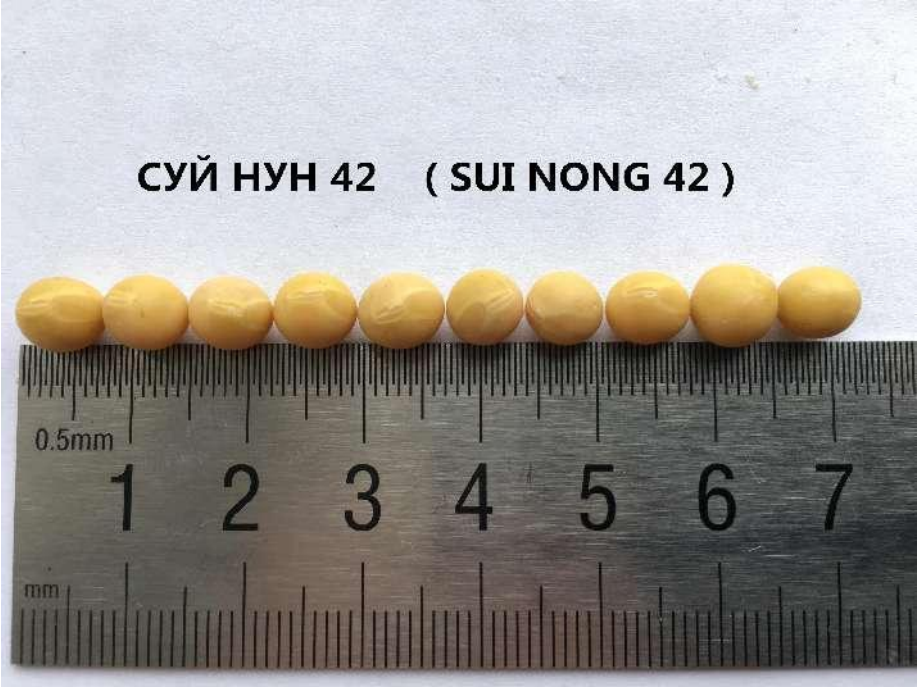
**Руководитель проекта:** Чжан Цзюймэй, начальник, ведущий научный сотрудник на второй степени
zr0705@126.com

**Проект: Сорт сои СУЙ НУН 42 (SUI NONG 42)**

Вегетационный период (от всходов до созревания) - 118 дней, где сумма активных температур (выше 10℃) для полного развития составляет 2400℃. Растение индетерминантное с высотой 90.0см и разветвленное. Цветы фиолетовые. Листья острые с сероватым опушением. Семена округлые , желтые и не блестящие. Рубчик желтый. Масса 100 зерен 21 г. В семенах накапливаться до 40.68% сухого белка и до 20% жира. Потенциальная урожайность 3,5–4,0 т/га. Сорт среднеустойчив к церкоспоридиуму (Cercosporidium sofinum) при искусственном заражении. Устойчив к листовым болезням в полевых условиях, Особое внимание следует уделять борьбе с корневыми болезнями. Стебли растений прочные, устойчивы к полеганию, Створки бобов при созревании не растрескиваются. Сорт имеет хорошую адаптивность.

Сорт включён в Госреестр селекционных достижении в 2022 году для использования по 12 региону (Дальневосточный), оригинатор Суйхуаский филиал Хэйлунцзянской академии сельскохозяйственных наук (КНР).





СУЙ НУН 42
( SUI NONG 42 )

# 96. Северо-Восточный сельскохозяйственный университет

**Руководитель проекта:** Цзян Ляньчжоу, профессор
neauzscqk@163.com

**Проект: Создание и разработка ключевых технологий высокоценной ферментативной переработки соевых продуктов на основе белка**

Используя технологию биологического ферментативного гидролиза в качестве основы, сосредоточьтесь на исследованиях и разработках ключевых технологий, таких как подготовка специальной соевой протеазы, подготовка функциональной пептидазы, улучшение качества соевого шрота ферментативным методом и использование ценных побочных продуктов ферментативной обработки, и создание технологической системы ферментативного приготовления белковых соевых продуктов. Благодаря инновациям и оптимизации технологии ферментативного приготовления соевого белка специального назначения, функциональных пептидов и высококачественного соевого шрота, с целью того, чтобы решить проблемы единственного сорта белка специального назначения, плохого нацеливания на функциональные пептиды, низкого содержания питательных веществ в сухом соевом молоке и низкого использования побочных продуктов ферментативной обработки и т.д., преодолеть ограничения применения продуктов в молочных продуктах, мясных продуктах и замороженных продуктах и реализовать низкопотребляющую, экологически чистую и высокоценную продукцию.

**Руководитель проекта:** Цзян Ляньчжоу, профессор
neauzscqk@163.com

**Проект: Ключевые технологии «зеленой» переработки и высокоценного использования растительного масла**

В настоящее время методы обработки растительного масла обычно имеют узкие места, такие как тяжелые условия обработки, низкое использование ресурсов, остатки растворителей, высокое потребление энергии, загрязнение окружающей среды и малоценные продукты. Поэтому крайне важно разработать ключевые технологии экологически чистой переработки и высокоценного использования растительного масла, которые были бы экологичными, безопасными, питательными, полезными для здоровья, эффективными и экологически чистыми. Впервые основной патент команды был использован для предложения теоретической концепции механизма биодиссоциации масла и гибкой обработки белка. Компания создала технологической системы зеленой переработки растительного масла нового поколения, характеризующейся ферментативной биодиссоциацией, одновременным отделением свободного масла, эмульсии, гидролизатов и остатков, а также использованием с высокой добавленной стоимостью, и открыла стратегически развивающуюся отрасль в области современных продуктов питания.

**Руководитель проекта:** Ли Сяодун, профессор
neauzscqk@163.com

**Проект: Подходящие разработки ключевых технологий и продуктов для переработки ряда сырных продуктов в Китае**

Ввиду проблем китайских сырных продуктов, зависящих от импорта и отдельной категории продуктов, это достижение оптимизирует и совершенствует процесс производства сыра и качество продуктов, а также разрабатывает серию сырных продуктов, таких как сыры, хранящиеся при комнатной температуре, и восстановленные сыры, пробиотические сыры, сыры с низким содержанием жира и натрия, подходящие для китайских потребителей. Это достижение эффективно улучшает вкус и текстуру сыра, реализует хранение сыра при комнатной температуре, обеспечивает количество жизнеспособных бактерий пробиотиков в готовом сырном продукте, повышает выход искусственного сыра, делает сыр качественным функциональным молочным продуктом и любимым продуктом для закусок потребителей, тем самым увеличив национальный спрос на сырные продукты и стимулируя увеличение производства сыра. Соответствующие результаты занимают лидирующие позиции в Китае.

**Руководитель проекта:** Ли Сяодун, профессор
neauzscqk@163.com

**Проект: Презентация результатов переработки сыра и использования молочной сыворотки**

Переработка сыра, и утилизация сыворотки интегрированы за счет высокотехнологичной интеграции, такой как центробежная стерилизация, мембранная технология и технология низкотемпературной распылительной сушки, для повышения уровня технологии переработки сырных продуктов. С предварительной обработкой сырого молока, стерилизацией в сепараторе, мембранным разделением и концентрированием, низкотемпературной сушкой, комплексным использованием побочных продуктов и интеллектуальными производственными функциональными модулями в качестве основы, фокусируется на развитии разработки рецептур и создается собственное оборудование для низкотемпературной распылительной сушки, сушка молочных базовых материалов с высокой добавленной стоимостью при низкой температуре, в полной мере использовать ключевые технологии, такие как низкотемпературная центробежная стерилизация, ультрафильтрационное разделение, нанофильтрационное концентрирование, ионообменное опреснение и т.д., а также разработать специальные мембранные материалы для разделения и обработки различных типов концентрированных белков.

**Руководитель проекта:** Ли Цзе, профессор
neauzscqk@163.com

**Проект: Проект по созданию и индустриализации новых ферментных препаратов**

Ферменты являются экологическими и эффективными катализаторами и являются основой преобразования веществ в биологическом мире. Использование сконструированных штаммов для эффективной экспрессии чужеродных генов для получения ферментных белков является эффективным способом снижения себестоимости производства ферментных препаратов и увеличения количества типов ферментных препаратов, а также является предметом конкуренции в этой области. Разработка общих, эффективных и крупномасштабных экспрессионных систем и технологий с независимыми правами интеллектуальной собственности является стратегическим полем битвы за прорыв международных блокад и всестороннее повышение технического уровня китайской промышленности ферментных препаратов.

Aspergillus niger обладает превосходной способностью секретировать и экспрессировать белок и высокой безопасностью и известен как «идеальная фабрика эукариотических белковых клеток», которая является горячей темой в текущих и будущих исследованиях промышленных систем экспрессии белка. В рамках этого проекта была успешно создана пищевая система секреции и экспрессии Aspergillus niger, которая в настоящее время использовалась для создания инженерных бактерии, такие как ферменты маннаназы, грибковой амилазы, ксиланазы, пролилэндопептидазы, кислотной протеазы, лакказы, разлагающие микотоксины, которые в целом достигли ведущего отечественного и международного продвинутого уровня.

**Руководитель проекта:** Ли Ян, профессор
yanshizhang0729@163.com

**Проект: Анализ полноценного питания китайско-российских серийных сортов сои и разработка характерных продуктов переработки сои**

Являясь основным районом производства сои в Китае, провинция Хэйлунцзян примыкает к России и имеет ряд китайско-российских пограничных переходов, обладает уникальным географическим положением и ресурсными преимуществами в развитии китайско-российского сотрудничества в области глубокой переработки сои. Стремясь решить проблемы плохой применимости, отсутствия специальных сортов, низкого содержания масла и питательных веществ, а также низкого коэффициента использования продукта при переработке сои, этот проект сотрудничает с Россией для проведения исследований по полному анализу питательных веществ и применимости при переработке китайско-российских сортов серий сои, и в полной мере используя преимущества китайских и российских соевых бобов без ГМО и «зеленых и органических», а так же способствует местному экономическому развитию. Путем сбора основных сортов сои в Китае и России, анализируются физиологические показатели, показатели культивирования и физико-химические показатели сортов сои, создается комплексная базы данных анализа питательных веществ сортов сои в Китае и России, а так же выбираются основные сорта посадки с коммерциализацией и определенной площадью посадки, и далее проводятся исследования технологической адаптируемости и корреляции физико-химических показателей различных сортов сои при переработке соевых продуктов. В то же время была проведена разработка ряда ключевых технологий для производства сухого соевого молока, технологии прессования соевого масла с высоким содержанием питательных веществ, ключевых технологий переработки соевых белковых волокнистых имитационных мясных продуктов и ключевых технологий функциональной смеси высокосмешиваемого однородного порошка соевой муки с высоким содержанием пищевых волокон и белок. Благодаря анализу питательных веществ, оценке применимости, высокоценному использованию продуктов переработки сои и побочных продуктов, рынки соевых продуктов двух стран будут еще более обогащены, технический уровень масложировой промышленности будет улучшен, а исследования и разработки соевых продуктов будут продвигаться.

Входе ранних исследований руководитель проекта и исследовательская группа накопили богатый опыт исследований в области соевого белка, соевого масла, функциональных факторов сои и соевых продуктов питания, а также достигли определенных результатов научных исследований. Последовательно руководитель проекта руководил завершением Национального плана поддержки науки и техники, Национального проекта Плана 863, исследований и разработок в области прикладных технологий в провинции Хэйлунцзян и других проектов, а также провел углубленные исследования по комплексному использованию соевой муки, соевого белка, жиров и побочных продуктов, которые заложили основу для успешной реализации этого исследования. Новые продукты переработки сои, разработанные в рамках этого проекта, могут эффективно удовлетворить спрос жителей на высококачественные продукты питания из сои. Ожидается, что предприятия, применяющие технологии, увеличат выручку от продаж на 350 миллионов и

создадут 50-80 новых рабочих мест. Принятие модели совместной посадки и переработки «предприятие + фермер» прямо или косвенно привлекло около 2100 домохозяйств, увеличило посевную площадь более чем на 44 000 Му и увеличило доход фермеров на 40 китайских юаней за Му. и достигнув совокупного увеличения более чем на 1,8 миллиона китайских юаней для фермеров, способствуя развитию сельского хозяйства и увеличению доходов фермеров, эффективность и доходы фермеров. Реализация проекта может дать реальные результаты в краткосрочной перспективе и имеет прямое влияние на возобновление работы и производства. Долгосрочная работа по этому направлению может всесторонне повысить уровень технологии глубокой переработки сои в Китае, расширить китайско-российские цепочки производства сои и играют определенную роль в содействии региональному экономическому развитию Китая и России.

# 97. Харбинская компания «Бизнес-инкубатор Daimler», ООО

**Руководитель проекта:** Цю Чжаовэнь, Генеральный директор
daimuleyiliaoqiyefuhuaqi@lr5.cn

**Проект: Система вспомогательной диагностики с 3D-визуализацией на основе технологии смешанной реальности**

Вспомогательная система диагностики 3D-визуализации, основанная на технологии смешанной реальности, предназначена для проецирования модели виртуального медицинского изображения в поле зрения с использованием данных 2D-КТ или Магнитно-резонансная томография （МРТ） с помощью технологии 3D-реконструкции, а также идеального сопоставления и наложения ее на структуру поражения пациента в соотношение 1:1. Это помогает врачам точно оценить риск операции до операции, сформулировать наиболее научный и подробный хирургический план, точно определить местонахождение поражения во время операции, понять окружающие условия поражения, повысить вероятность успеха операции и обеспечить новый интеллектуальный инструмент для точной хирургии.

Преимущества:

① это экономит время операции, до операции врач составляет план операции и может быстрее определить место поражения и окружающие его кровеносные сосуды, ткани и органы во время операции, сэкономить время операции и улучшить эффект операции.

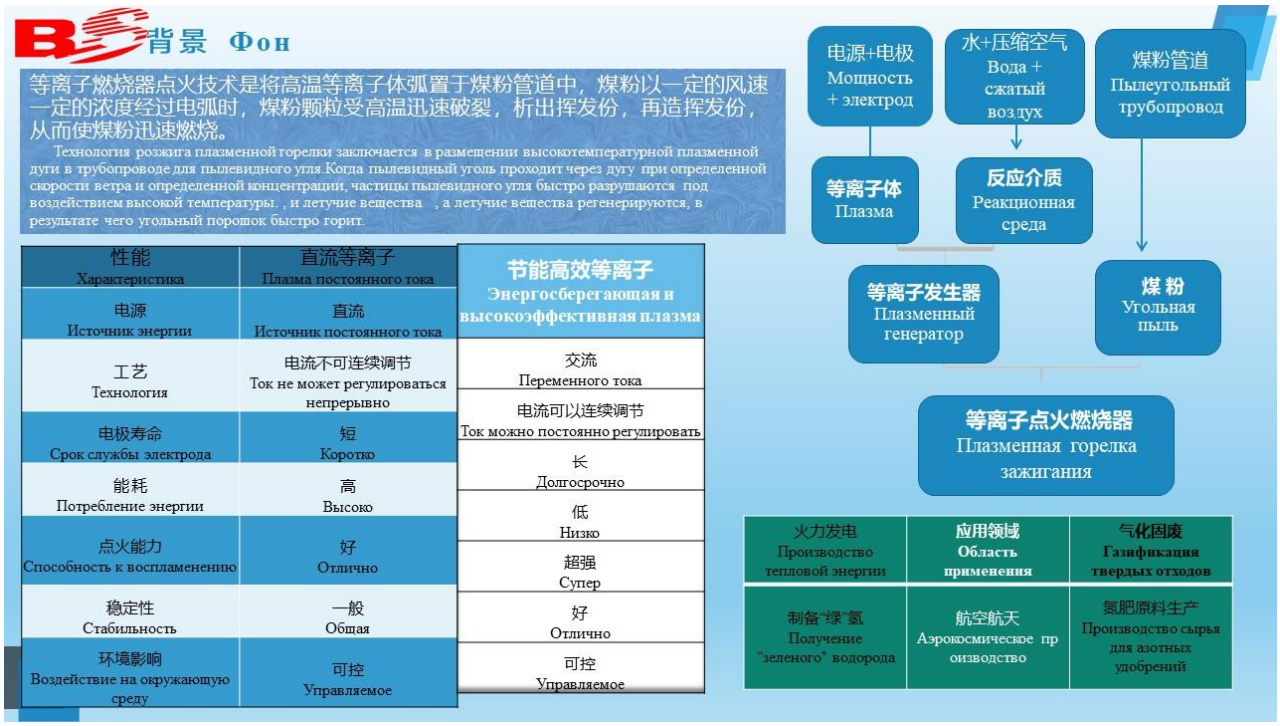
② повышение точности операции, переместите изображение в положение пациента или наложите его на структуру поражения, а также получите внутреннюю информацию пациента, когда хирург не полностью вскрывает повреждение, и осуществите прецизионную медицину.

Расширенная система визуализации является первым продуктом перекрестного поколения в Китае, который сочетает в себе технологию смешанной реальности и медицинскую визуализацию. Расширенная система визуализации преобразует двумерные изображения в трехмерные визуальные стереоскопические изображения, которые могут предоставить врачам интеллектуальные медицинские решения, такие как планирование моделирования предоперационной диагностики, интраоперационная навигация и послеоперационное оценка.

# 98. Харбинская компания научно-технического развития «Бошен», ООО

**Руководитель проекта:**
Ню Хайфэн, Директор Технического центра, доктор, профессор
Хоу Чжэньань, Заместитель директора Научно-исследовательского отдела, старший инженер
lusz66ll@163.com

**Проект: Технология розжига и применения энергосберегающей и высокоэффективной плазменной горелки**



## 等离子点火系统 Плазменная система зажигания

直流等离子燃烧器点火系统主要包括隔离变压器、直流电源（控制部）、等离子发生器（载体空气+冷却水）、火检系统（火焰探头）和煤粉燃烧器等。

Система розжига плазменной горелки постоянного тока в основном включает в себя разделительный трансформатор, источник питания постоянного тока (блок управления), генератор плазмы (несущий воздух + охлаждающая вода), систему обнаружения возгорания (датчик пламени) и пылеугольную горелку.

## 市场 Рынок

中国火电行业（2021年）Китайская теплоэнергетика (2021 г.)

行业现状：**电极寿命短，功率不可调**

Статус отрасли: **Срок службы электрода короткий, мощность не регулируется**

## 技术需求 Технические требования

结合国内等离子技术现状，确定研究、开发节能高效等离子技术的方向

Определить направления исследований и разработок энергосберегающих и высокоэффективных плазменных технологий исходя из современного состояния отечественной плазменной техники.

**技术源头**

Источник технологии

- **新型高效大容量交流等离子技术；优化电源和等离子发生器设计**
- **开展节能高效等离子点火利用研究，优化等离子发生器设计，开发采用交流等离子点火燃烧技术**
- Новая высокоэффективная технология плазменной резки переменного тока высокой мощности, оптимизированный источник питания и конструкция плазменного генератора
- Проведение исследований по энергосберегающему и высокоэффективному использованию плазменного зажигания, оптимизация конструкции плазменных генераторов, а также разработка и внедрение технологии плазменного зажигания и горения переменного тока.

1 **等离子体**

Плазма

**交流电源、大功率、可调节、新材料电极**

Источник питания переменного тока, высокая мощность, регулируемый, электрод из нового материала

开发劣质煤多级强回流煤粉燃烧技术，超级浓缩减少氮氧化物和着火热量

Разработать многоступенчатую технологию сжигания пылеугольного топлива с сильным обратным холодильником для низкокачественного угля, суперобогащение для снижения оксидов азота и теплоты воспламенения.

2 **煤粉燃烧**

Пылеугольное сжигание

**多级钝体、外置强制分级**

Многоступенчатое обтекаемое тело, внешняя принудительная сортировка

- **交流等离子功率达500KW及以上**
- Мощность плазмы переменного тока до 500кВт и выше ;
- **电极使用寿命超过1500h以上。**
- Срок службы электрода более 1500 часов.

3 **交叉学科优化组合**

Междисциплинарный предмет Оптимизированная комбинация

**大容量节能、贫煤点火、超长寿命稳定运行**

Энергосбережение большой мощности, зажигание обедненного угля, долгий срок службы и стабильная работа

**节能高效等离子点火燃烧器**

Энергосберегающая и высокоэффективная плазменная горелка с зажиганием

可用于劣质煤苛刻工况条件下点火的高效等离子体结构材料，达到超长运行使用寿命，并分析电极损坏机理。

Высокоэффективный плазменный структурный материал, который можно использовать для воспламенения низкокачественного угля в тяжелых условиях работы, обеспечивает сверхдлительный срок службы и анализирует механизм повреждения электрода.

对国内现有等离子点火燃烧器进行优化改造，解决劣质煤点火问题，并推广

Оптимизация и преобразование существующих бытовых горелок плазменного розжига для решения проблемы воспламенения некачественного угля и продвижения

# 99. Харбинская научно-техническая компания «Айвэйэр», ООО

**Руководитель проекта:** Жэнь Бочен
1467326260@qq.com

**Проект: Разработка и индустриализация интеллектуального оборудования Metaverse и связанной с ним цифровой промышленной платформы для отраслевых приложений**

Проект предназначен для решения научного исследования и массового производства нового поколения интеллектуального оборудования Metaverse, проблемы времени и эффективности предоставления опыта погружения на основе технологии расширенной реальности, повышения точности и скорости рендеринга виртуальных и реальных сцен, созданных на основе технологии цифрового двойника и 3D-рендеринга. Проект будет использован рядами технологий, основанных на технологии 5G, технологии виртуальной реальности, технологии повышенной реальности, трехмерной технологии, цифровой технология голографического зрения, панорамной технологии, технологии цифровых СМИ и технологии графической визуализации для разработок приложений. Целью проекта является разработка цифровых отраслевых приложений для образования, промышленности, выставок, сельского хозяйства и других отраслей, и всестороннее повышение эффективности принятия решений, производства и демонстрации в различных отраслях.

**Руководитель проекта:** Жэнь Бочен
1467326260@qq.com

**Проект: Разработка в области технологий виртуального цифрового человека**

Виртуальный цифровой человек и связанные с ним технологии играют важную роль в областях цифрового образования, выставок и социального взаимодействия в пост эпидемическую эпоху. Данный проект на основе технологии захвата движения, который захватывает конечности и выражения исполнителей для управления анимированными персонажами, которые не зависят от изображения времени и пространства, и может записывать или взаимодействовать в режиме реального времени. Для различных систем привязки к лицу в системе будет случайно формировать обучающие данные для обучения интернета и формировать модель логического вывода интернета для этой системе привязки к лицу. Весь процесс образования не требует данных предварительной ручной калибровки.

**Руководитель проекта:** Жэнь Бочен
1467326260@qq.com

**Проект: Звездная ферма Metaverse**

Звездная ферма Metaverse на основе на применении последних передовых научно-технологических достижений, таких как взаимодействие датчиков, Стереоскопическое представление и виртуальная реальность-VR, создает многомерное приложение виртуальной реальности «триединство», охватывающее игры, социальное взаимодействие и маркетинг.

На сцене Metaverse можете построить свою собственную базовую ферму с помощью стандартизированных процессов, таких как освоение, сажание, замена и торговль и т.д. В то же время с помощью DIY, сотрудничества, соревнований и других онлайн-взаимодействий можно получить множество наград и ресурсов для реализации фермы реконструкции и повышения. Во время опыта игроки могут свободно наряжаться и создавать животных на ферме. Игроки могут получить разработку игры после голосования, чтобы иметь эксклюзивных животных в игре. В то же время игроки испытают радость, созданная с нуля, и получат материальные продукты и награды после реконструкции и повышения.

Для продуктов и награды «Ферма будущего» реализует реальность виртуальных продуктов. Установив механизм подачи заявок на стенд и вложив сервисную платформу электронной коммерции, после завершения ввода различных брендов, увеличат узнаваемость бренда. В то же время, опираясь на сервисную платформу электронной коммерции, чтобы завершить превращение выгоды. чтобы реализовать построение системы «игры + экономики» в истинном смысле и продвигать инновации Metaverse и быстрое социально-экономическое развитие.

**Руководитель проекта:** Жэнь Бочен
1467326260@qq.com

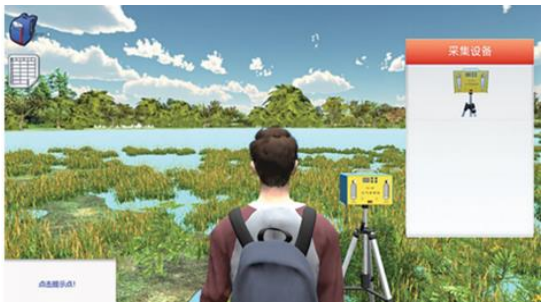
**Проект: Облачная выставочная платформа 5G+VR**

Облачная выставочная платформа VR использует 5G, VR, 3D и другие технические решения для создания интегрированного пространства для отображения цифровой информации. С помощью облачной платформы, виртуального выставочного зала, дисплея предприятия, прямой трансляции 5G + VR, онлайн-продаж и других функциональных модулей будет создана новая выставочная бизнес-платформа «5G + облачная выставка + электронная коммерция». Благодаря высокой широкополосной скорости технологии 5G, используя технологию VR и трехмерную цифровую технологию, чтобы перенести офлайн-выставочный зал в виртуальное онлайн-пространство. Таким образом, осуществляется переход от «лицом к лицу» до «экрана к экрану», и экспоненты и потребители могут участвовать в онлайн-выставках через терминал персонального компьютера. В то же время пользователи с VR-оборудованием могут испытать выставочные сцены погружения с помощью дисплея на головке виртуальной реальности. На облачной выставочной платформе может просмотреть трехмерный план выставочного зала онлайн. Щелкните место на плане, чтобы быстро перейти к соответствующему стенду. Платформа создает трехмерные онлайн-выставочные залы для предприятий и вводит мультимедийные ссылки на корпоративные изображения и продукты. Выставочный зал 3D также может интегрировать функции прямой трансляции экспонентов, поддержки экспонентов онлайн-совещание и услуг электронной коммерции, чтобы обеспечить поддержку углубленного общения между поставщиками и продавцами.

**Руководитель проекта:** Жэнь Бочен
1467326260@qq.com

**Проект: Облачная платформа для обучения профессиональному образованию в виртуальной реальности**

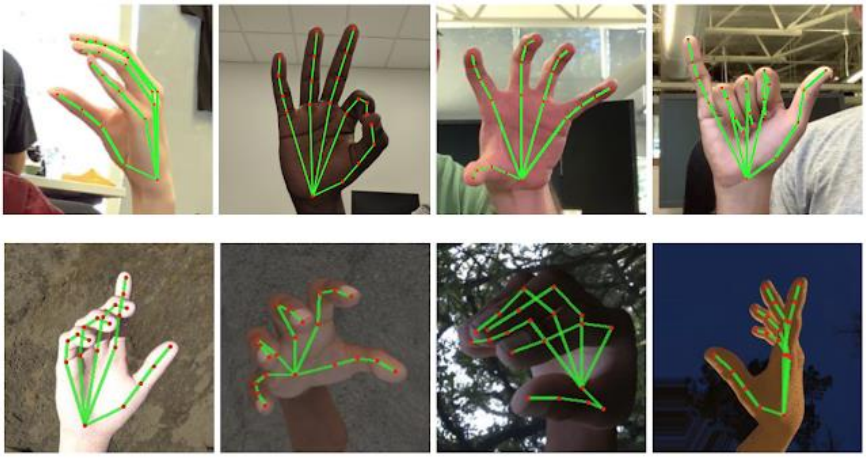
Из-за популяризации и распространения технологии VR в профессиональных колледжах практическое обучение все больше подчеркивало ее преимущества. И позволяет решить проблемы высокой степени опасности, расходных материалов и сложного копирования сцен в процессе традиционного профессионального обучения. Технология “Айвэйэр” является лидером в сфере VR-образования. Первым применилась технология виртуальной реальности VR к профессиональному обучению VR. И разработали программное обеспечение для профессионального образование VR + профессионального обучения, и учебный класс VR и общее решение для VR-образования, чтобы удовлетворять практическим потребностям в обучении практике профессионального образования и применить курс на практике. Технология VR подорвала первоначальный метод обучения в колледжах и университетах. Благодаря значительно улучшенному чувству реальности учащиеся могут погрузиться в фон событий, которые они изучают, отправиться в места, которые ранее были недоступны, и более четко понять некоторые абстрактные концепции, чтобы добиться большего повышения эффективности обучения.



**Руководитель проекта:** Жэнь Бочен
1467326260@qq.com

**Проект: Разработка динамического распознавания жестов**

Разработан в основном метод распознавания динамических жестов, сочетающий традиционное машинное обучение и глубокое машинное обучение, решить проблему точного распознавания динамических жестов в естественных сценах и проблему обучения модели в условиях небольшой выборки данных. И разработан "двигатель" распознавания динамических жестов. Он может предоставлять возможности динамического взаимодействия жестов для интеллектуальных роботов путём локальных встроенных сервисов или облачных сервисов.



# 100. Харбинская научно-техническая компания «Аньцзе»

**Руководитель проекта:** Со Лайчунь, профессор
suolc@163.com

**Проект: Металлоэлектролитный плазменный полировальный станок**

Металлоэлектролитные плазменные станки представляют собой современный, эффективный и поверхностный способ обработки сложных металлических деталей. Он может обеспечить высококачественное полирование деталей из нержавеющей стали и может изменить поверхностные характеристики различных металлических материалов и сплавов. по сравнению с механической полировкой, можно повысить эффективность и экономичность производства в 5–6 раз, а по сравнению с технологии подкисления полировки в 3–4 раза. самая большая особенность технологии заключается в ее экологической целостности, он является "зеленой" технологией, не загрязняющей окружающую среду. по сравнению с традиционной кислой электролитической полировкой, электролит - плазменная технология, используемая для экологической безопасности и дешевых соленых растворов.

Эта технология применяется для поверхностной обработки электропроводного материала, завод по обработке поверхности используется по всей стране, возможность обработки поверхности обрабатывающей промышленности получить конкурентное преимущество, в значительной степени зависит от технического прогресса. потенциальные области применения данного проекта включают в себя станкостроение, тракторное и автомобильное производство, приборостроение, авиационную промышленность, судостроение, химическую промышленность, производство медицинской продукции и технологическое оборудование для пищевой промышленности. новая технология - электролит - плазменная технология - как уровень изготовления высококачественных деталей высокого качества на поверхности имеет весьма широкое распространение. По консервативным прогнозам, авторитетных органов, этот станок может составить более сотни миллиардов экономической продукции.

**Руководитель проекта:** Со Лайчунь, профессор
suolc@163.com

**Проект: Станок для электроискровой обработки смеси**

Электроэрозионный станок для смешивания порошков добавляет присадки в рабочую жидкость, этот станок является инновационным, и технологические испытания доказали, что его производительность выше зарубежных аналогов, является первым в стране производителем электрических искровых станков нового типа с цифровым управлением порошком. Эта новая технология хорошо применяется при обработке деталей полости сложного профильного типа в штампах, литьевых под давлением, что повышает эффективность обработки на 30–40%. После обработки поверхность светлая и однородная, может сэкономить искусственную полировку, повысить качество обработки поверхности пресс-формы и качество изделий. новые цифровые смеси жидкости электроискровой обработки станков обработки поверхности покрыты однородными аморфными сплавами и твёрдой фазой, поэтому для некоторых видов износостойких, коррозиестойких военных деталей и большой объем пресс-формы продукции является перспективным и практичным методом обработки. с быстрым развитием космической авиации, микроэлектроники, связи и гражданской легкой промышленности спрос на плесень стремительно растет, а электроискровая обработка остается одним из основных средств изготовления пресс-формы. По статистическим данным, 60% обработки иностранной пресс-формы осуществляется электрической обработкой, почти все формы обработки в стране не могут быть отделены от электрической искровой обработки. Кроме того, с развитием и совершенствованием электроэрозионной технологии, сфера её обработки постепенно была распространена на область точной и микрообработки и играет большую роль в обработке деталей сложной формы и специального материала. Однако следует отметить, что традиционный метод электроискровой обработки для изготовления пресс-формы и большой площади полости, качество поверхности обработки обычно трудно непосредственно удовлетворить требования использования пресс-формы, в большинстве случаев необходимо полировать поверхности после обработки.

Полировка является крупнейшим узким местом в отечественном и внешнем производстве плесени. Поэтому повышение качества поверхности, на которой осуществляется электроискровая обработка, имеет важное значение для снижения интенсивности труда рабочих, укорочения цикла производства и повышения качества продукции. поверхность после обработки смеси в электроэрозионном станке покрыта однородным слоем аморфных сплавов и твёрдой фазы.

# 101. Хэйлунцзянская компания по производству энергосберегающих материалов «Биньли», ООО

**Руководитель проекта:** Чжань Шаобинь, Исполнительный директор
233401364@qq.com

**Проект: Сборная стеновая конструкция из композитных теплоизоляционных панелей PCB со стальной рамой**

Продукты этого проекта используют полностью автоматическую производственную линию для реализации производства легких стеновых панелей, автоматическую систему подачи, автоматическую систему дозирования, высокоэффективную систему смешивания, систему полива, систему циркуляции пресс-форм, всю автоматизацию производства, продукты имеют нижеследующие характеристики: более легкий вес и более тонкие стенки, более простой монтаж, более высокая прочность, более анти-старение, более высокое энергосбережение, более высокие водонепроницаемость, огнестойкие характеристики соответствуют национальному стандарту уровня А (негорючий корпус), нетоксичен, безвреден, не загрязняют окружающую среду, не содержат радиации и другие характеристики, являются зеленым и экологически чистым строительным материалом. Эта система эффективно реагирует на региональные характеристики суровых холодных регионов, начиная с аспектов энергосбережения и снижения энергопотребления, повышения эффективности противопожарной защиты, безопасности сельскохозяйственных сооружений и продления срока службы, была разработана новаторская "Сборная стеновая конструкция из композитных теплоизоляционных панелей PCB со стальной рамой", система продуктов обладает характеристиками отличной производительности продукта, хорошим эффектом энергосбережения, высокой скоростью сборки, удобной установкой и строительством и коротким периодом строительства и т.д.

# 102. Хэйлунцзянское научно-техническая компания «Дайчжун», ООО

**Руководитель проекта:** Дай Ие, Генеральный директор
dai@lr5.cn

**Проект: Система мониторинга общественного мнения Kering**

Система мониторинга общественного мнения Kering — это новая медиа-платформа, система мониторинга общественного мнения. Система может заранее прогнозировать ряд услуг, включая рекомендации по общественному мнению, рекомендации по общественному мнению и мониторинг общественного мнения для новых медиа-платформ, таких как Weibo и WeChat.

Краткое сведение технических функций системы мониторинга общественного мнения Kering: в настоящее время функциональные точки программного обеспечения для мониторинга общественного мнения можно в основном разделить на три части: быстрый просмотр, своевременный ответ и всесторонний анализ.

Быстрый просмотр означает, что клиенты могут войти в систему, чтобы быстро просмотреть информацию об общественном мнении, относящуюся к ним. Например, вы можете выбрать вход в систему в 9:00 каждый день, и система будет отображать всю связанную об общественном мнений, относящуюся к вам, информацию в вертикальную колонку и отсортировать их по времени. Преимуществом этой функции является эффективность. Сотрудникам отдела общественного мнения не нужно постоянно проверять и просматривать информацию об общественном мнении на сетевых платформах N, как в ручном мониторинге, и даже постоянно беспокоиться о том, что информация может быть утеряна или искажена. Программное обеспечение для мониторинга общественного мнения может автоматически входить в процесс мониторинга только с одной настройкой.

Своевременное реагирование является важным показателем потребности предприятий в мониторинге общественного мнения, поскольку генерация общественного мнения носит внезапный и неконтролируемый характер, что требует от предприятий своевременного получения информации раннего предупреждения в данной среде и своевременной обработки ее. 7 * 24-часовая функция мониторинга в режиме реального времени всей сети системы мониторинга может удовлетворить потребности клиентов и отправлять ранние предупреждения соответствующим ответственным лицам через SMS, электронную почту, WeChat, клиент и другие методы, повышая эффективность реакции корпоративных связей с общественностью и избегать брожения общественного мнения и общественного мнения.

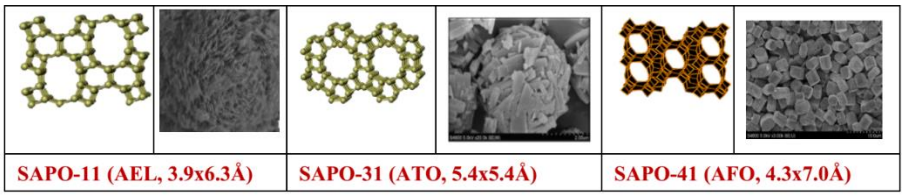
Комплексный анализ в основном относится к тому, может ли система мониторинга общественного мнения автоматически выполнять анализ тенденции развития общественного мнения по теме мониторинга, анализ настроений пользователей сети, анализ ключевых узлов распространения общественного мнения и т. д. Кроме того, клиенты могут свободно экспортировать актуальные данные, графики и отчеты по теме мониторинга общественного мнения.

Вся отечественная индустрия мониторинга общественного мнения прошла процесс развития с нуля, от малого к большому, от экстенсивного к стандартизированному. От размера рынка системы мониторинга общественного мнения в 1 миллиард юаней до масштаба индустрии услуг общественного мнения в 10 миллиардов юаней, весь масштаб рынка мониторинга общественного мнения продемонстрировал устойчивое или даже прорывное расширение.

# 103. Хэйлунцзянский университет

**Руководитель проекта:**
У Вэй, Ph.D., технических наук, профессор, научный руководитель докторов, руководитель магистратуры в области химической инженерии и технологии Хэйлунцзянского университета, директор Национального международного совместного исследовательского центра катализной технологии
Ван Вэй, Ph.D., технических наук, профессор, научный руководитель магистров
Сао Линфэй, Ph.D., химических наук, профессор, научный руководитель магистров
wangw@hlju.edu.cn

**Проект: Высокоэффективная технология приготовления катализаторов для производства низкотемпературных смазочных базовых масел и чистых топливных масел**



В ответ на текущий спрос на базовое масло высококачественной смазки API Ⅲ и биотоплива второго поколения, а также обновление продукции на китайском рынке, опирая на международный совместный научно-исследовательский центр каталитической технологии на национальном уровне разработаны высокоэффективные бифункциональные катализаторы для производства биотоплив второго поколения, дружелюбных к окружающей среде, и соответственной технологии.

Эта технология преодолела технические барьеры крупных зарубежных компаний, решила ряды проблем, существующих в отечественных катализаторах, например, гетерокристаллическая фаза может быть образована, качество продукций в значительном степени зависит от содержаний примесей в сырье. С использованием дешевых тепламатов и сырья промышленного уровня была синтезирована высококристаллическая чистая микропористая и иерархическая SAPO-31 молекулярная сита с контролируемой силой кислоты и распределением центра кислоты в более широком диапазоне геляпрочность кислоты. И были приготовлены ряды высокоэффективных бифункциональных катализаторов, в которых металлические активные центры совпадает с кислотными центрами молекулярных сит.

Эта серия катализаторов обладает превосходными каталитическими свойствами в процессе изомеризации и разгерметизации предварительно очищенных масел 650SN как

сырья, производимых на отечественных крупных нефтеперерабатывающих предприятиях. Выход жидкости для базовых смазочных масел и тяжелых дистиллятов достигают до 93.6 % и 74.9 %, ответственно, индекс вязкости—124, и температура застывания достигает -16 ºC. Все технические показатели смазочного масла соответствуют или превышают стандарт на базовое масло для смазочных масел стандарта API Ⅲ. Разработанные катализаторы являются эффективными катализаторами для производства высококачественных смазочных масел с высоким индексом вязкости и превосходной текучестью при низкой температуре. Завершены 1500-часовой ресурс катализатора по производству биодизеля второго поколения из масла деоксигенации ятрофового масла. Данные катализаторы проявляет высокую активность, высокую селективность изомеризации и хорошей стабильности, которые имеют широкие перспективы применения и потенциал для замены импортных катализаторов. Были получены более 10 авторизованных китайских патентов соответсвенных с техникой приготовления высокоэффективных катализаторов и технологиями.