



ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ ЧЛЕНОВ РАН

**О ВАЖНЕЙШИХ НАУЧНЫХ ДОСТИЖЕНИЯХ,
ПОЛУЧЕННЫХ РОССИЙСКИМИ УЧЕНЫМИ
В 2022 ГОДУ**

**ПРЕЗИДЕНТ РАН
АКАДЕМИК РАН Г.Я. КРАСНИКОВ**

23 мая 2023 г.



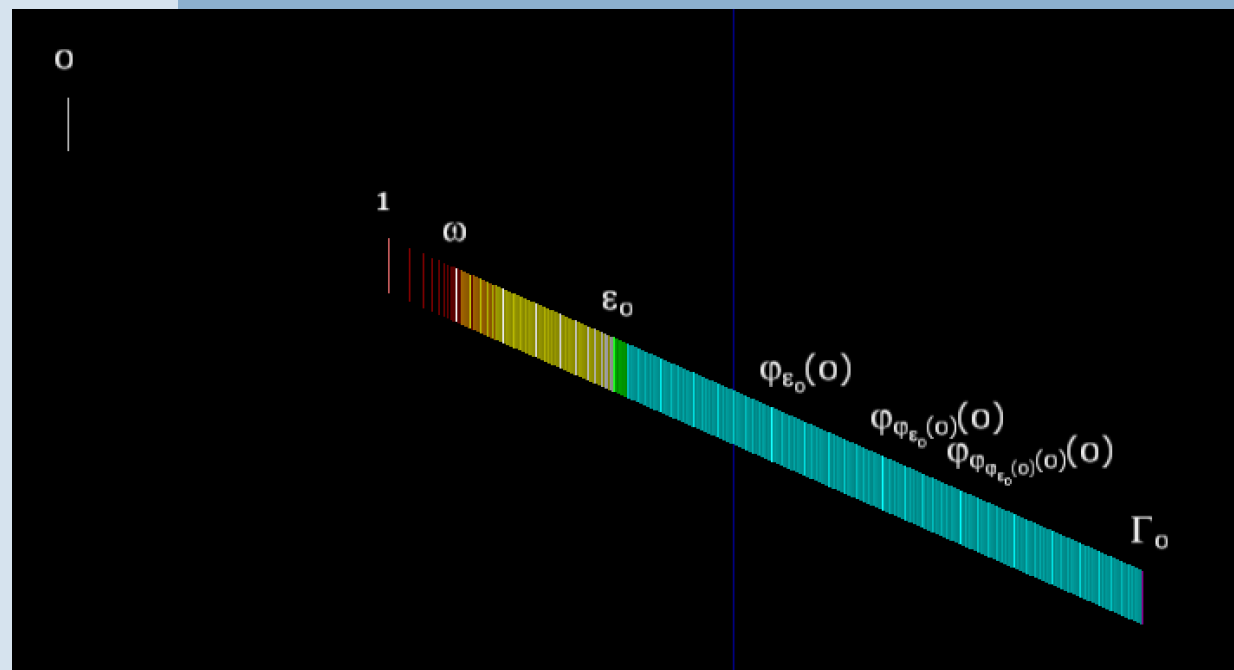
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ



АЛГЕБРЫ РЕФЛЕКСИИ ДЛЯ ПРЕДИКАТИВНЫХ РАСШИРЕНИЙ АРИФМЕТИКИ ПЕАНО

Работа относится к исследованию классификации систем аксиом, необходимых для формального построения математических теорий. Идеи алгебраического подхода к такой классификации возникли в начале 2000-х годов. В их основе лежат далеко идущие обобщения известных теорем Гёделя о неполноте. Ключевую роль играют алгебраические структуры, возникающие на множествах высказываний того или иного формального языка. Однако применение таких методов до сих пор ограничивалось относительно слабыми системами аксиом арифметики натуральных чисел.

Эти методы авторами распространены на существенно более широкий класс аксиоматических теорий, в которых, в том числе, могут быть доказаны основные теоремы математического анализа (так называемые предикативные теории, характеризующиеся эффективными вполне упорядоченными структурами, не превосходящими границы, известной как ординал Фефермана-Шютте Γ_0).



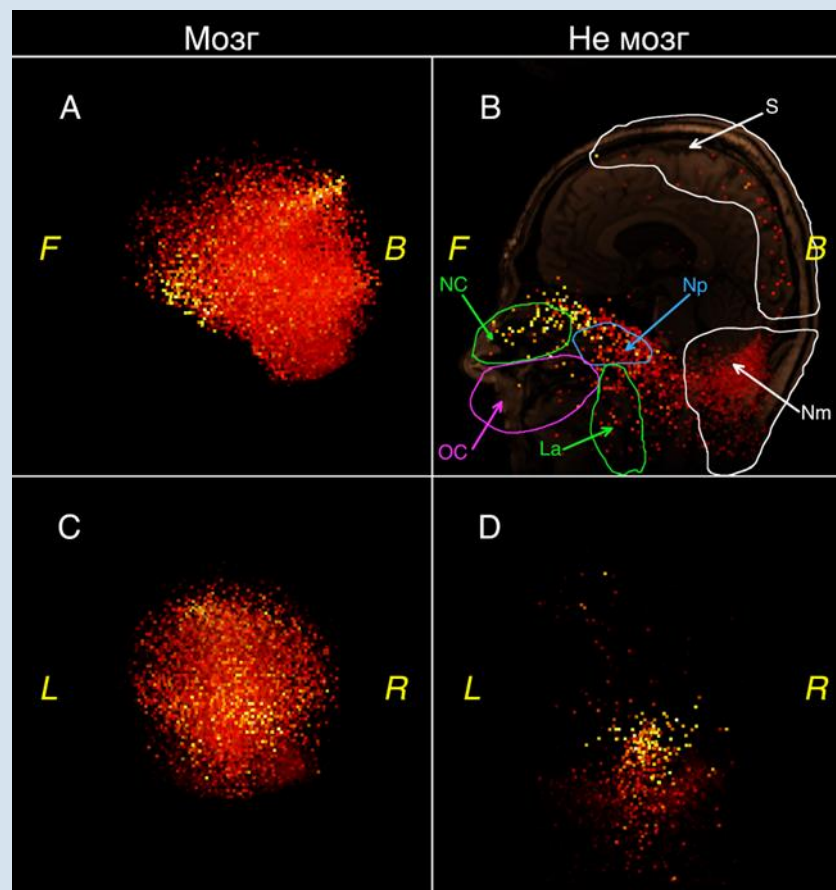
Визуализация ординалов предикативных теорий

РАЗДЕЛЕНИЕ ЭНЦЕФАЛОГРАММЫ НА СИГНАЛ ОТ МОЗГА И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ШУМ, ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЕГО ИСТОЧНИКОВ

Разработан новый метод реконструкции электрической функциональной структуры тела человека по данным неинвазивных магнитных измерений.

С помощью суперкомпьютеров вычисляется пространственное распределение элементарных источников в различных органах и тканях. Впервые получено разделение полной магнитной энцефалограммы на сигнал, производимый мозгом, и шум, производимый физиологическими источниками вне мозга, выполнена идентификация этих источников.

Результат открывает новые возможности для диагностики.



Функциональные томограммы мозга и внемозговых источников
А, В - вид слева
С, D - вид спереди

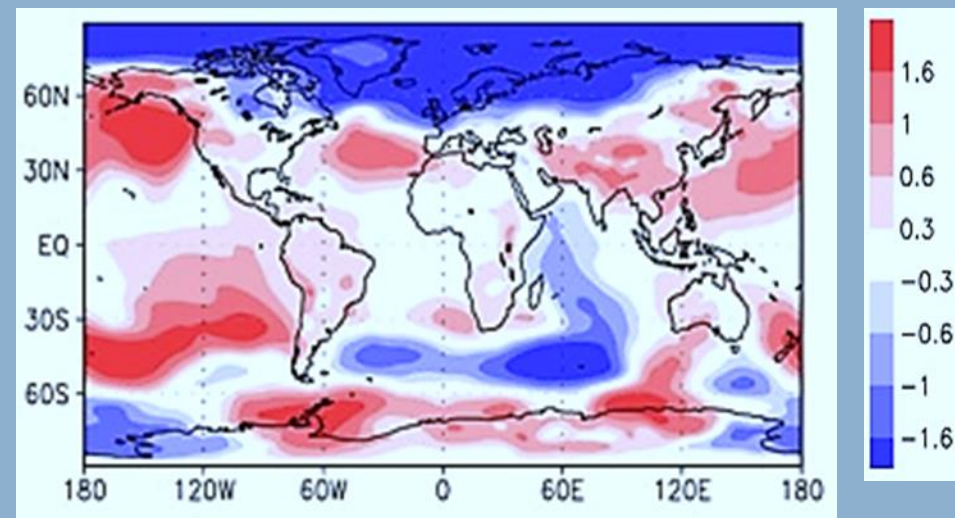
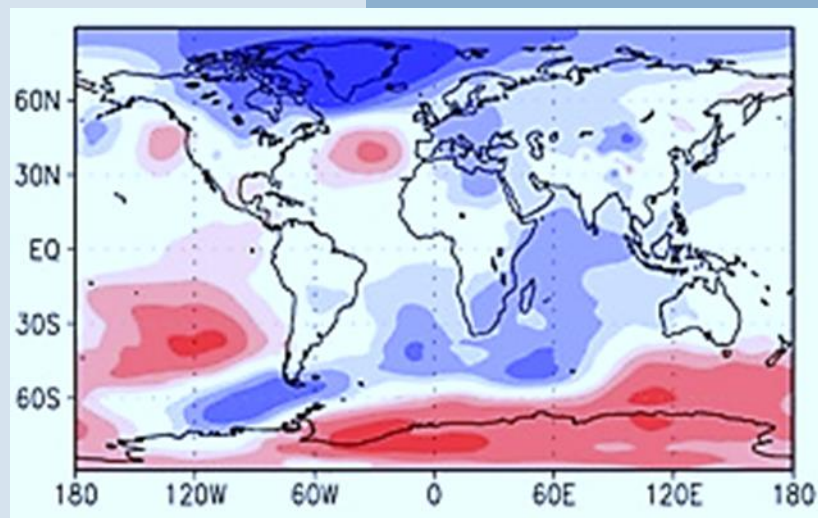
Условные обозначения:
NC – полость носа;
OC – ротовая полость и язык;
La – гортань;
Np – носоглотка;
S – скальп;
Nm – мышцы шеи



СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ НА СРОК ОТ 1 ДО 5 ЛЕТ

На основе модели климата ИВМ РАН создана первая в России система прогнозирования аномалий климата на срок от 1 до 5 лет. Система учитывает как начальное состояние атмосферы, океана, криосферы и почвы, так и изменение внешних воздействий на климатическую систему. Тестирование системы показало адекватное воспроизведение аномалий 1980-2021 гг., по качеству сопоставимое с зарубежными аналогами.

Система создана с целью оперативного ежегодного формирования прогнозов на срок от 1 до 5 лет для использования в Гидрометцентре России.



Аномалии давления на уровне моря (гПа) в 2020г. по отношению к среднему за 1980-2014г. по данным прогностической системы при старте с 1 ноября 2019г. (слева) и по данным наблюдений (справа). Коэффициент пространственной корреляции между этими полями равен 0.57



КОМПЛЕКС МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВЕРИФИКАЦИИ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В ОБЛАЧНЫХ СРЕДАХ

Разработаны фундаментальные методы и программные инструменты для моделирования и верификации средств защиты информации в облачных средах. Разработки базируются на новейших технологиях (гомоморфное шифрование, глубокая верификация и верификация криптографических протоколов передачи информации), что позволило на порядок увеличить скорость кодирования и декодирования, в 2-3 раза повысить процент обнаруживаемых и исправляемых ошибок, на два порядка сократить размеры анализируемых структур, что критически важно для промышленных протоколов.

Результаты обеспечивают противодействие полному спектру киберугроз на стадиях хранения, передачи и обработки информации в распределенных системах, включая web-сервисы, центры обработки данных и сервисы облачных вычислений. Программные средства прошли апробацию в АО «Лаборатория Касперского», ГК «Astra Linux», ООО «Базальт СПО», ФАУ «ГосНИИАС».

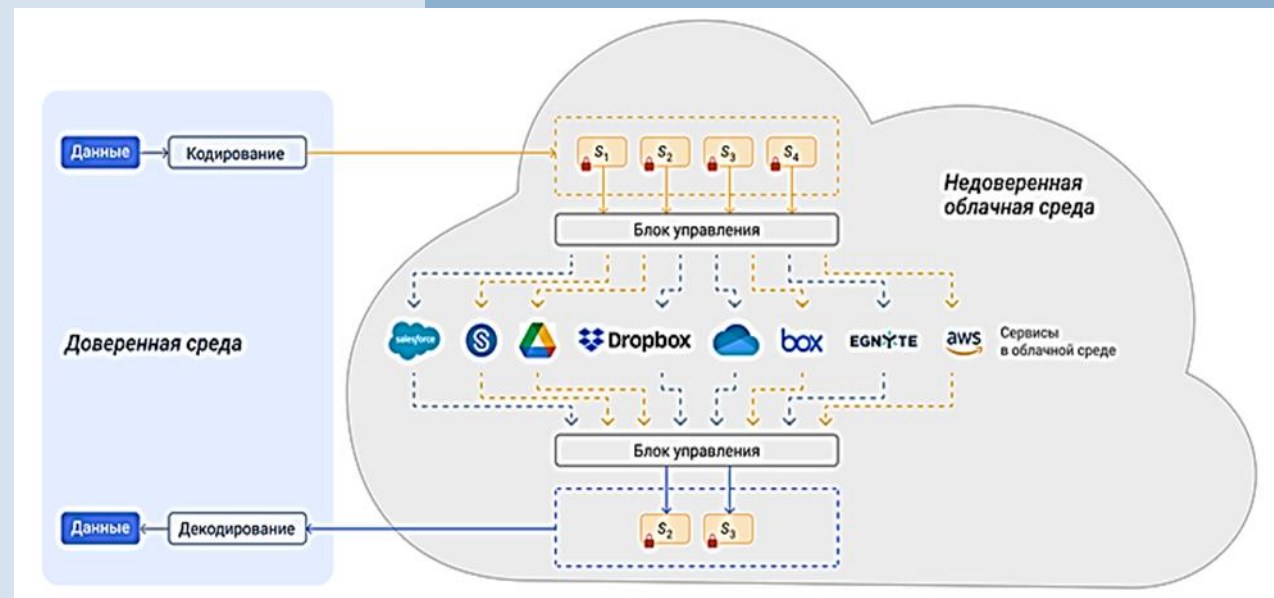


Схема реализации обработки зашифрованных данных в недоверенной облачной среде при использовании гомоморфного шифрования

Публикации:

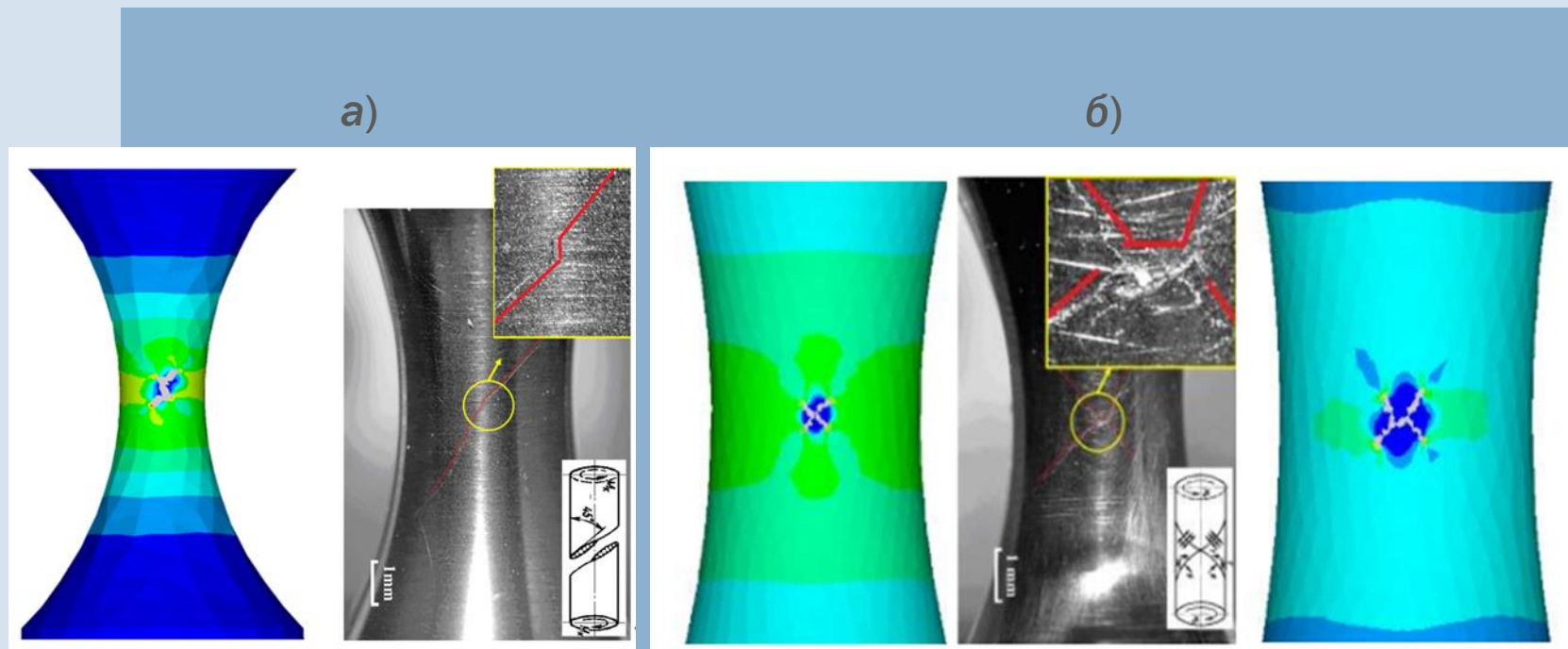
N.V. Yevtushenko, V.V. Kuliamin, N. Kushik // Softw. Qual. J. 30(1): 161-180 (2022).
A. Tchernykh, R.M. Canosa-Reyes, J.M. Cortés-Mendoza, B. Pulido-Gaytan, R. Rivera-Rodriguez, J.E. Lozano-Rizk, E.R. Concepción-Morales, H.E. Castro Barrera, C.J. Barrios-Hernandez, F. Medrano-Jaimes, A. Avetisyan, M. Babenko, A.Yu. Drozdov // PLoS ONE. 2022. Vol. 17(1): e0261856.

МУЛЬТИРЕЖИМНАЯ МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМЫ СКВОЗНОГО СЧЕТА ЗАРОЖДЕНИЯ, РАЗВИТИЯ И ВЕТВЛЕНИЯ УСТАЛОСТНЫХ КВАЗИТРЕЩИН

Разработаны модель и алгоритмы сквозного счета зарождения, развития и ветвления усталостных квазитрещин.

Результаты математического моделирования (рис.) показали воспроизведение экспериментально наблюдаемого эффекта смены типа зародившейся квазитрещины при изломе или ветвлении траектории ее развития (Z- и X-образные квазитрещины).

Промоделированы процессы зарождения и развития усталостных квазитрещин в процессе эксплуатации элемента компрессора газотурбинного двигателя - диска с лопаткой под действием центробежных и аэродинамических нагрузок. Полученные результаты показали реалистичные оценки долговечности эксплуатации реальных элементов авиационных конструкций.



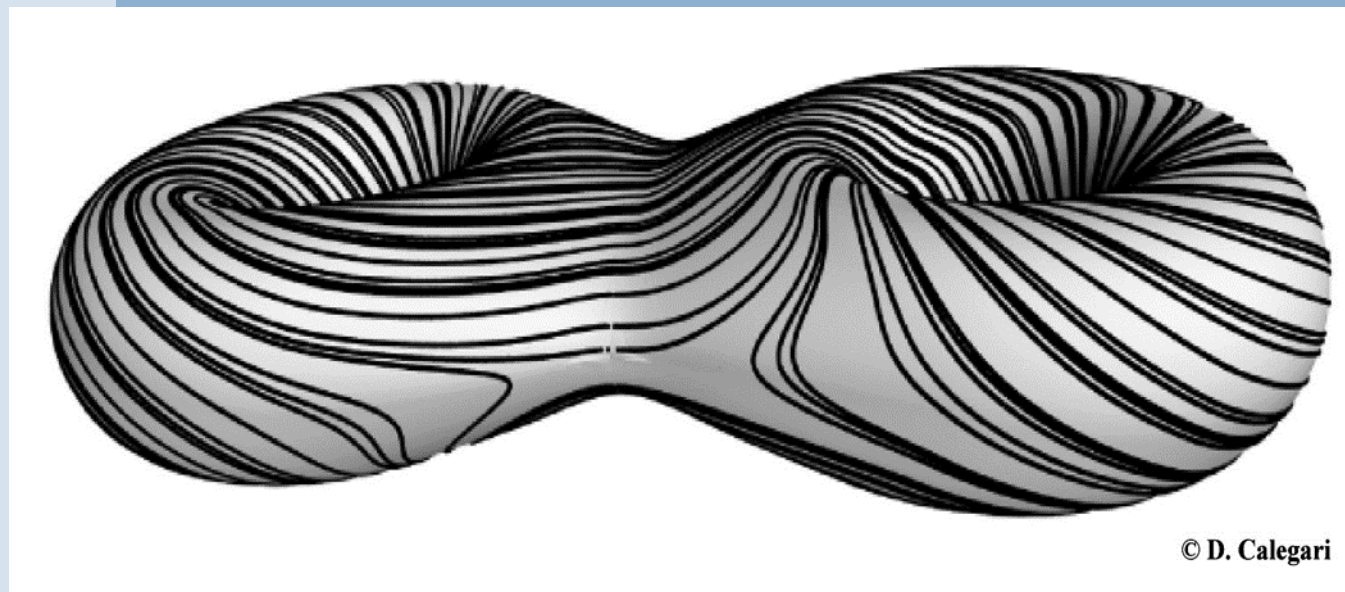
Результаты численного моделирования развития усталостной трещины:
а) при поверхностном зарождении (Z-трещина), б) при подповерхностном зарождении (X-трещина)



КАК ВЫГЛЯДИТ СЛУЧАЙНАЯ МНОГОКОМПОНЕНТНАЯ КРИВАЯ НА ПОВЕРХНОСТИ С БОЛЬШИМ ЧИСЛОМ РУЧЕК?

Мариам Мирзахани, лауреат премии Филдса 2014 года, поставила вопрос: *Как выглядит случайная многокомпонентная кривая (мультикривая) на поверхности с большим числом ручек?* Другими словами, случайным образом нарисуем на поверхности с g ручками n замкнутых кривых, которые не пересекают сами себя и не пересекаются друг с другом. Какова вероятность того, что эта случайная конфигурация кривых на поверхности будет совпадать с заранее заданной?

В работе дан исчерпывающий ответ на этот вопрос. Показано, что примитивные компоненты случайной мультикривой на поверхности с большим числом ручек g реализуют линейно независимые классы гомологий с асимптотической вероятностью 1 , а их кратности все равны 1 с асимптотической вероятностью $\sqrt{2}/2$. Доказано, что число компонент случайной мультикривой очень хорошо приближается числом циклов случайной перестановки относительно некоторой явной неоднородной меры на симметрической группе из $3g - 3$ элементов.



© D. Calegari

Мультикривая на поверхности с двумя ручками

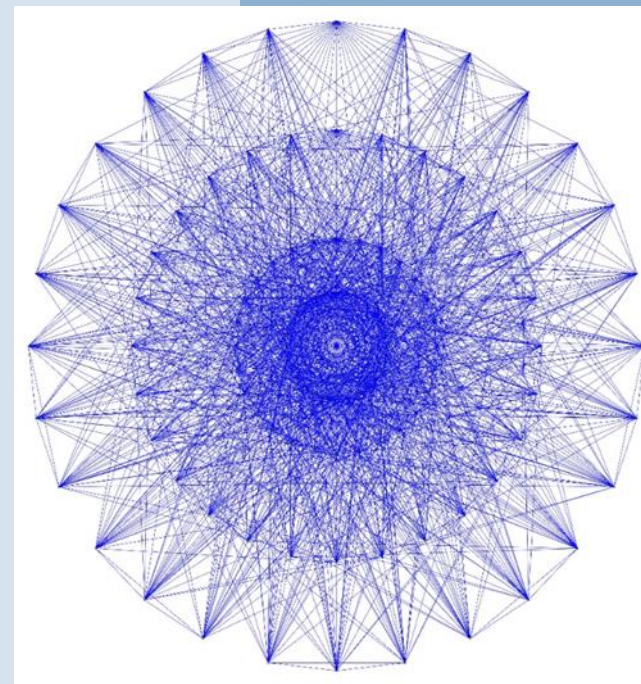


ДИСТАНЦИОННО РЕГУЛЯРНЫЕ АНТИПОДАЛЬНЫЕ НАКРЫТИЯ ПОЛНЫХ ГРАФОВ И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ АССОЦИАТИВНЫЕ СХЕМЫ

В алгебраической комбинаторике особое значение имеют метрические схемы, эквивалентные дистанционно регулярным антиподальным накрытиям полных графов. С помощью таких накрытий выразима структура многих важных алгебраических, геометрических и комбинаторных объектов, с другой стороны — их конструкции находят приложения в фундаментальных вопросах дискретной геометрии и квантовой теории информации.

Получено описание полутранзитивных накрытий, применение которого в общей задаче классификации реберно-транзитивных накрытий позволило: (1) полностью решить задачу в почти простом случае для индуцируемой на антиподальных классах 2-однородной группы, (2) в аффинном случае — свести к небольшому числу локальных подслучаев.

Исследовано устройство шуровых ассоциативных схем, у которых граф некоторого базисного отношения является накрытием полного графа. Разработана новая техника исследования подобных схем. С ее помощью получена обобщенная конструкция реберно-транзитивных накрытий в почти простом случае, которая дает унифицированное описание бесконечных семейств таких накрытий из шести основных известных конструкций; обнаружены новые бесконечные семейства реберно-транзитивных графов, допускающих разбиение множества вершин на совершенные 1-коды; найдены бесконечные семейства графов смежных классов и графов π -локального слияния ряда простых групп лиева типа, принадлежащие классу графов делимых дизайнов.



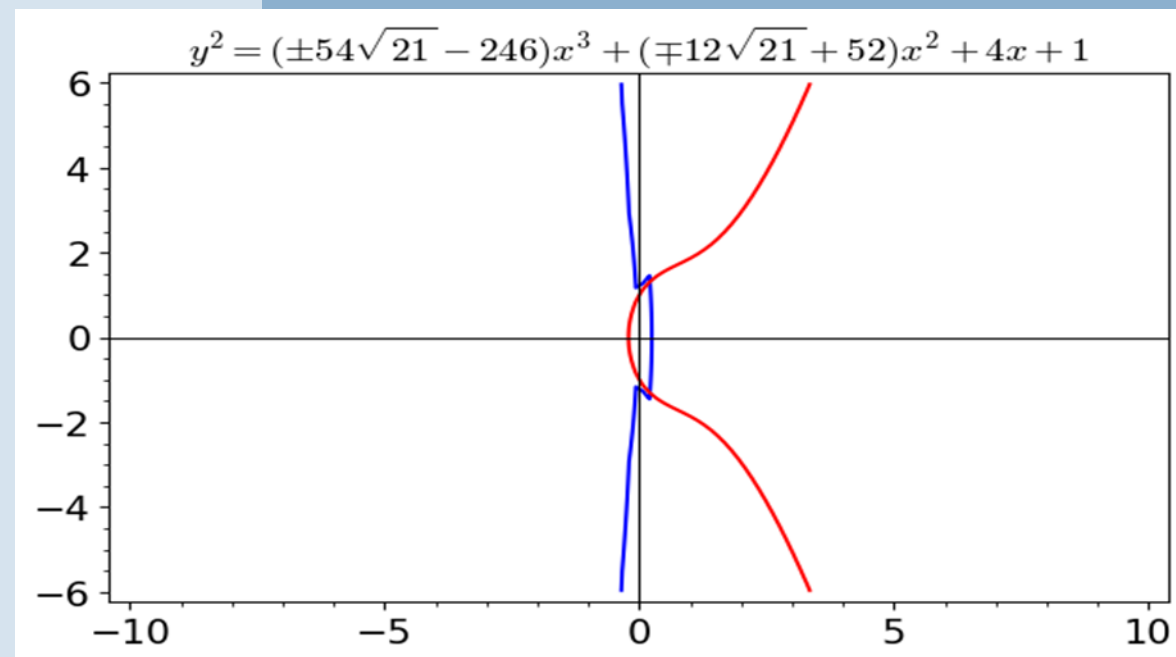
Единственное реберно-транзитивное дистанционно регулярное антиподальное 4-накрытие графа K_{28} с параметром $\mu=8$ (изоморфно графу коллинеарности унитарного обобщенного четырехугольника $GQ(3,9)$ с удаленным циклическим спредом, дает равноугольный жесткий фрейм (размера 28) в R^7)



ЭЛЛИПТИЧЕСКИЕ КРИВЫЕ И ЭЛЛИПТИЧЕСКИЕ ПОЛЯ С ПЕРИОДИЧЕСКИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Эллиптические кривые традиционно играют очень важную роль в математике. В 2017 г. В.П. Платоновым была поставлена проблема о классификации над полями алгебраических чисел эллиптических кривых, построенных по кубическому многочлену f , для которых поле рациональных функций обладает периодическим разложением \sqrt{f} в непрерывную дробь. Эта фундаментальная и сложная проблема берет начало от классических работ Абеля и Чебышёва XIX века, но результаты по ее исследованию в основном принадлежат XXI веку.

Эта проблема полностью решена над алгебраическими числовыми полями K степени не выше 3. Удивителен результат, что несмотря на то, что таких числовых полей бесконечно много, множество неэквивалентных нетривиальных многочленов f , задающих эллиптическую кривую и обладающих периодическим разложением квадратного корня в функциональную непрерывную дробь в поле $K(x)$, конечно, и исчерпывается 7 многочленами. А для всех квадратичных расширений (множество которых бесконечно), к трем многочленам, определенным над полем рациональных чисел, добавляется всего один, с коэффициентами в поле $Q(\sqrt{21})$.



Эллиптическая кривая, заданная многочленом f с коэффициентами в поле $Q(\sqrt{21})$, обладающим периодическим разложением \sqrt{f}

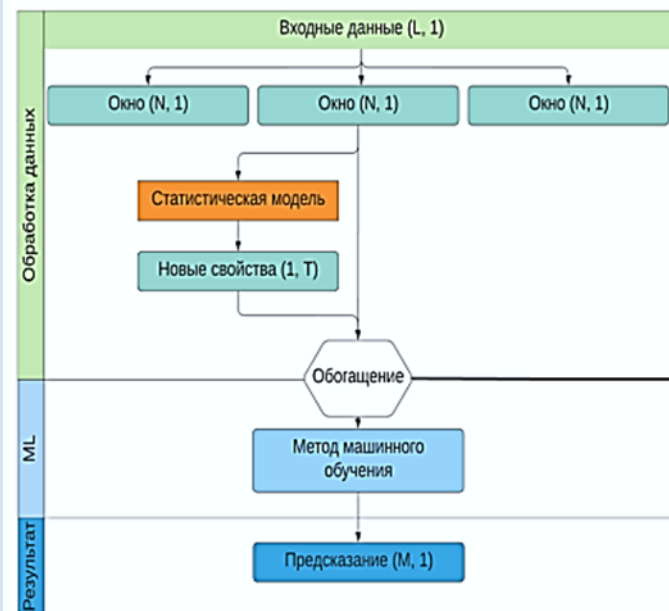


МЕТОД РАСШИРЕНИЯ ПРИЗНАКОВОГО ПРОСТРАНСТВА В ЗАДАЧАХ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ХАРАКТЕРИСТИК СМЕШАННЫХ ВЕРОЯТНОСТНЫХ МОДЕЛЕЙ

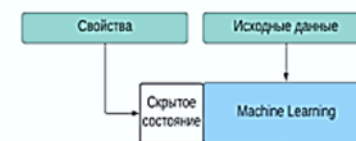
Во многих областях процессы успешно моделируются с использованием стохастических дифференциальных уравнений и возникающих при их решении смешанных вероятностных распределений.

Предложен принципиально новый метод к формированию расширенного признакового пространства в задачах обучения нейронных сетей [1] на основе параметров моделей – от моментных характеристик [1] до введенных компонент локальной непрерывности [2], определяемых в режиме скользящего окна. Метод успешно использован при прогнозировании экспериментальных рядов турбулентной плазмы, полученных на стеллараторе Λ -2M (Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН), и данных о потоках тепла между океаном и атмосферой (Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН) [1, 3]. Средняя точность при расширении признакового пространства характеристиками моделей для кратко- и среднесрочных прогнозов возросла на 15.94% и 11.88%, соответственно. Эти же принципы позволили разработать эффективную автоматизированную торговую стратегию [2] на основе ансамблевой рекуррентной LSTM-сети, доходность которой на 23.3%–32.2% превышает значения для известных решений. Таким образом, метод является достаточно универсальным для его развития и применения в различных прикладных исследованиях.

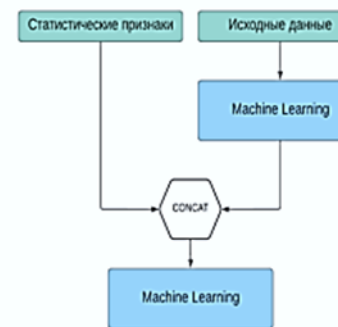
1. Использование новых признаков в архитектуре нейронной сети



2. Изменение скрытого состояния



3. Ансамбль моделей



Расширение признакового пространства с помощью математических моделей для повышения точности прогнозирования неоднородных данных

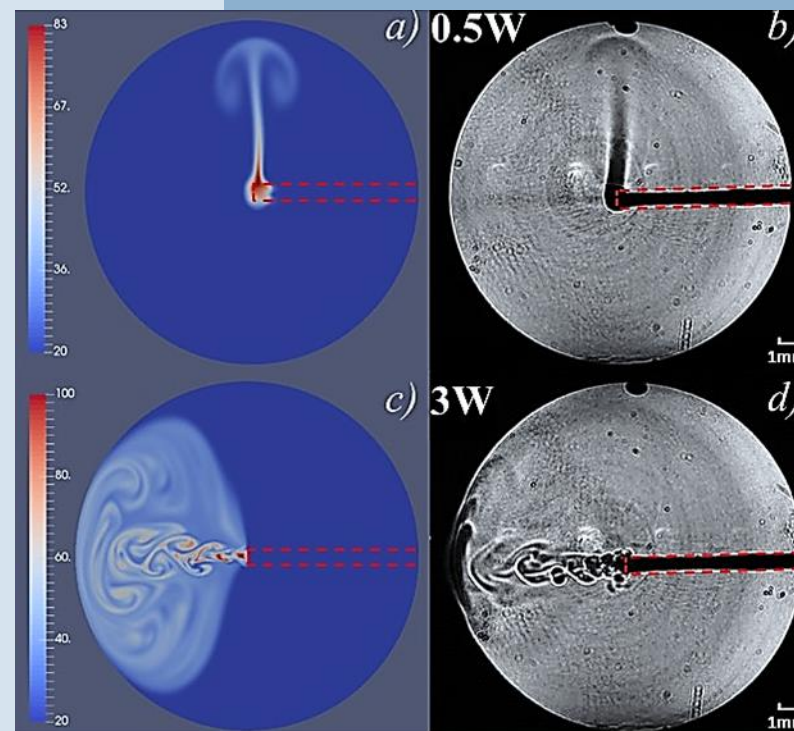
Публикации:

1. Gorshenin A.K., Kuzmin V.Yu. // Mathematics, 2022. Vol. 10. Iss. 4. Art. No. 589. <https://doi.org/10.3390/math10040589>
2. Gorshenin A.K., Vilyaev A.L. // Pattern Rec. and Image Analysis, 2022. Vol. 32. No. 4. P. 807–819. <https://doi.org/10.1134/S1054661822040058>
3. Горшенин А.К., Кузьмин В.Ю. Свид. о гос. рег. программ для ЭВМ № 2022664764 от 04.08.2022.



МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАТОПЛЕННОЙ НАГРЕТОЙ СТРУИ ВНУТРИ ЗАМКНУТОЙ ПОЛОСТИ, ЗАПОЛНЕННОЙ ХОЛОДНОЙ ЖИДКОСТЬЮ

На основе уравнения Навье-Стокса с учетом силы плавучести и теплопереноса в среде выполнено математическое моделирование нестационарного процесса распространения затопленной нагретой струи внутри замкнутой полости, заполненной холодной жидкостью. Феноменологические параметры модели были определены на основе сопоставления с данными экспериментального исследования. Численное моделирование данного процесса позволило анализировать явления, связанные с схлопыванием паровых пузырьков при кипении жидкости на торце лазерного нагревателя, а также пространственный перенос тепла до границы области при различной мощности лазерного излучения. Полученный результат использован для обоснования хирургического лечения сосудистых аномалий.



Распределение температуры, полученное численным моделированием (слева) и соответствующие экспериментальные теневые изображения (справа):
а) Рассчитанное поле температур в случае свободной конвекции,
б) теневое изображение, полученное из эксперимента при мощности лазерного излучения 0.5W,
с) поле температур, рассчитанное в случае генерации микроструй в режиме пузырькового кипения,
д) теневое изображение полученное из эксперимента при мощности лазерного излучения 3W.
Контур оптоволоконка выделен красной прерывистой линией.

Публикации:

С.Н. Мокрин и др. // Доклады РАН. Физика, технические науки. 2022. Т. 507. С. 68-72.

А.В. Кулик и др. // Письма в ЖТФ. 2022. Том 48, вып. 2. С. 20-23.

И.А. Абушкин и др. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2022. Том 174, № 9.



ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ

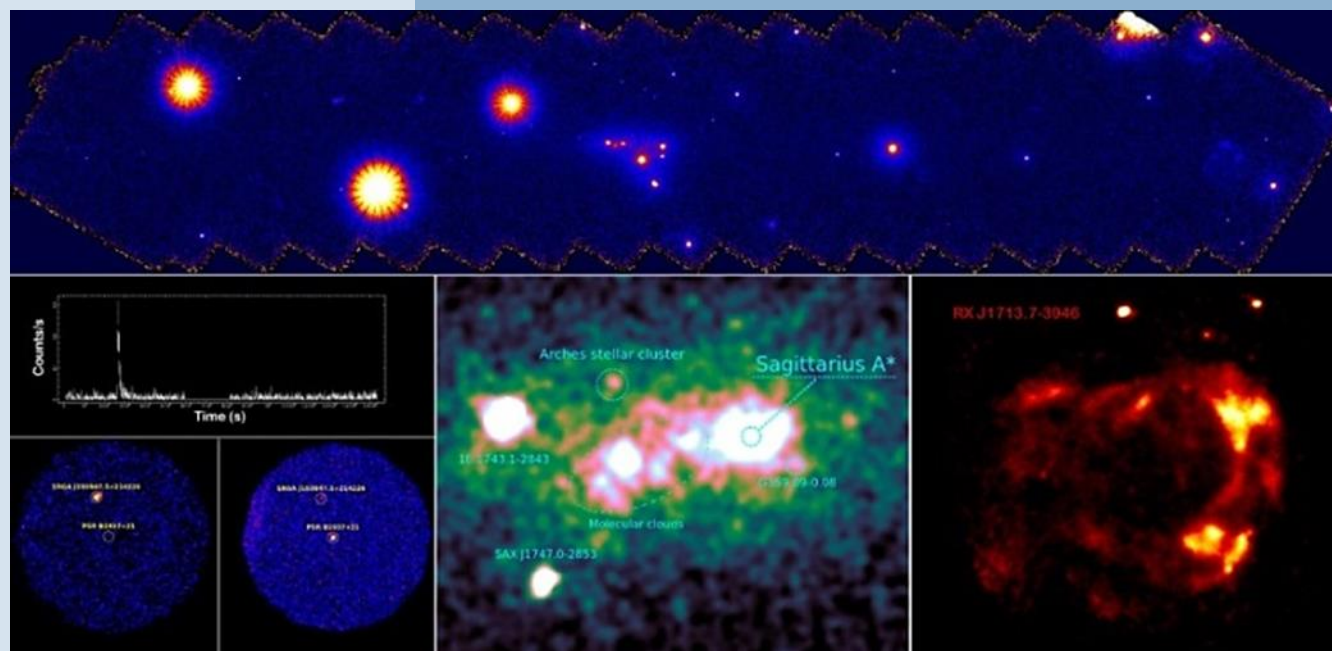


ГАЛАКТИКА И МЕТАГАЛАКТИКА В ЖЕСТКИХ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧАХ – ОБЗОР НЕБА С ПОМОЩЬЮ ТЕЛЕСКОПА ART-XC ОРБИТАЛЬНОЙ ОБСЕРВАТОРИИ СПЕКТР-РГ

Выпущен каталог источников, зарегистрированных в жестких рентгеновских лучах с помощью телескопа ART-XC им. М.Н. Павлинского обсерватории Спектр-РГ по данным первого года обзора всего неба. С помощью наблюдений на всех крупных российских оптических телескопах определена природа новых объектов, обнаруженных в ходе этого обзора. Открыто несколько десятков ранее неизвестных аккрецирующих белых карликов и нейтронных звезд в нашей Галактике, а также активно растущих сверхмассивных черных дыр в ядрах других галактик (рис.). Обнаружены транзиентные события разной природы – мощные вспышки на звездах, необычные объекты в Галактике, гамма-всплески; впервые построены детальные карты остатков вспышек сверхновых в жестких рентгеновских лучах. Для проведения более полной «переписи» рентгеновских источников в Галактике начиная с марта 2022 года телескоп ART-XC проводит глубокое сканирование Млечного Пути. Это позволяет отыскивать слабые источники жесткого рентгеновского излучения даже на дальнем крае Галактики.

Гранты РФФ 19-12-00396, 19-12-00423, 21-12-00210

**Институт космических исследований РАН
(чл.-корр. РАН А.А. Лутовинов, С.Ю. Сазонов и др.)**



Галактика и метagalactика в жестких рентгеновских лучах
– обзор неба с помощью телескопа ART-XC орбитальной обсерватории СРГ

Публикации:

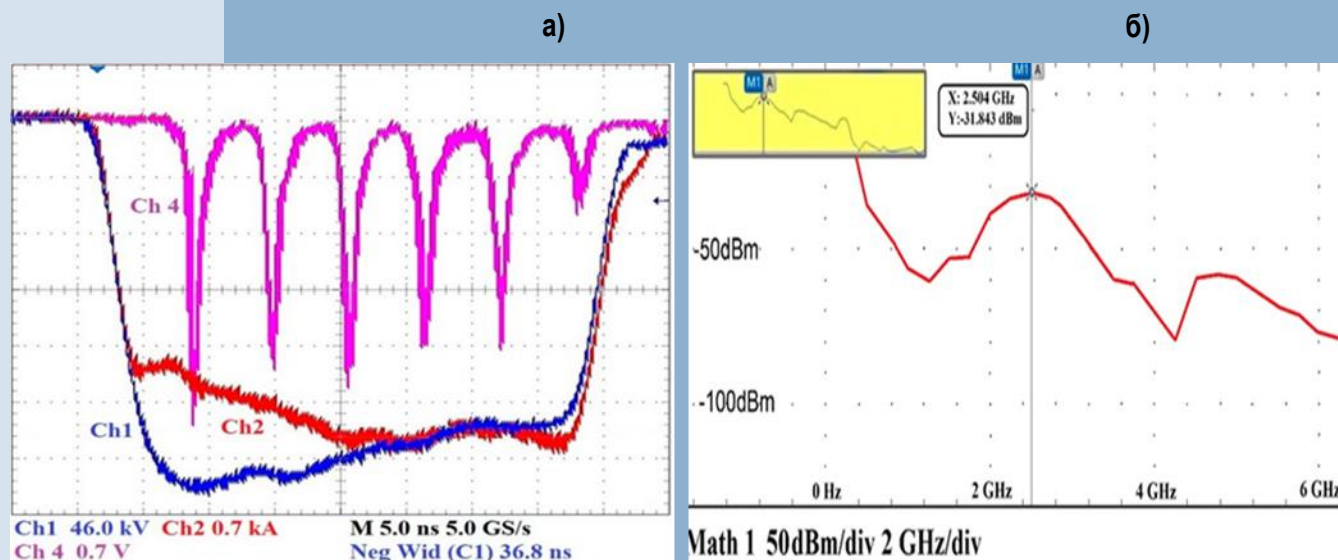
Pavlinsky M., Sazonov S., Burenin R. et al. // *Astronomy & Astrophysics*, 661, A38 (2022).
Zaznobin I., Sazonov S., Burenin R. et al. // *Astronomy & Astrophysics*, 661, A39 (2022).
Mereminskiy I., Dodin A., Lutovinov A. et al. // *Astronomy & Astrophysics*, 661, A32 (2022).
Lutovinov A., Tsygankov S., Mereminskiy I. et al. // *Astronomy & Astrophysics*, 661, A28 (2022).



ГЕНЕРАЦИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ГИГАВАТТНЫХ УЛЬТРАКОРОТКИХ СВЧ-ИМПУЛЬСОВ С НАНОСЕКУНДНЫМ ПЕРИОДОМ СЛЕДОВАНИЯ

Реализована схема генерации периодической последовательности ультракоротких ($\approx 10^{-9}$ с) СВЧ-импульсов с пиковой мощностью $\approx 10^9$ Вт и частотой следования импульсов более 10^8 Гц. В основе схемы – релятивистская лампа обратной волны в режиме сверхизлучения, в которой изменению подверглись части как со стороны входа электронного пучка, так и на коллекторном крае, где обеспечено частичное отражение электромагнитной волны. Эксперимент выполнен на основе сильноточного электронного ускорителя СИНУС-330М с модифицированной формирующей линией, обеспечивающей импульс напряжения утроенной ширины (37 нс), с амплитудой на катоде -280 кВ, при токе пучка 3,9 кА. Впервые достигнут гигаваттный уровень пиковой мощности ультракоротких СВЧ-импульсов в режиме генерации их периодической последовательности со стабильной амплитудой и формой (рис. а). Центральная частота в спектре колебаний каждого пакета импульсов 10 ГГц (рис. б). СВЧ-генератор с данными характеристиками имеет значимый потенциал применений.

Грант РФФИ 21-12-00096

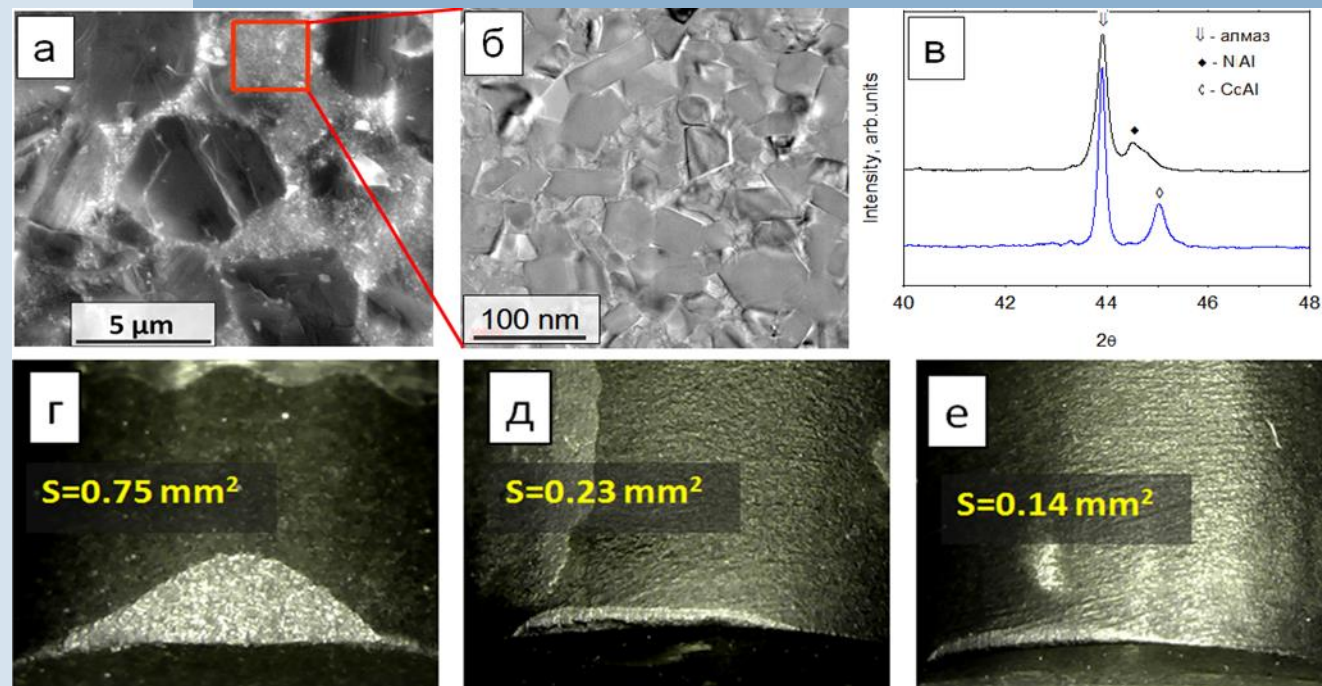


Создание генераторов мощного микроволнового и сверхширокополосного излучения: а) наложение 20 пакетов импульсов (Ch1 – ускоряющее напряжение, Ch2 – ток электронного пучка, Ch4 – протектированный СВЧ-сигнал); б) спектр колебаний промежуточной частоты ($F = F_{\text{get}} + \Delta F$, где $F_{\text{get}} \approx 7,5$ ГГц — частота гетеродина, $\Delta F \approx 2,5$ ГГц — промежуточная частота)



НОВЫЕ АЛМАЗНЫЕ КОМПОЗИТЫ С СОВЕРШЕННЫМИ МЕЖЗЕРЕННЫМИ ГРАНИЦАМИ, РЕКОРДНОЙ ИЗНОСОСТОЙКОСТЬЮ И ТЕРМИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТЬЮ НА ОСНОВЕ МИКРО- И НАНОАЛМАЗОВ

Использование для спекания в условиях высоких давлений и температур микро- и нанодiamondов с фторированной поверхностью позволило изменить принцип формирования совершенных границ раздела и разработать новый класс конкурентных сверхтвердых композитов. При синтезе реализуется эффект аномально быстрого роста микро- и нанодiamondов с фторированной поверхностью в присутствии алюминия. Найдены оптимальные составы и термобарические условия получения композитов из фторированных смесей микро- и нанодiamondов спеканием гомогенных смесей и инфильтрацией металлических расплавов. Оригинальная связующая фаза в виде интерметаллидов $\text{Co}(\text{Ni})\text{Al}$ обеспечивает образование прочного алмазного каркаса и увеличение термической устойчивости (рис.). Сравнительные испытания, проведенные в нефтесервисной компании Бейкер Хьюз, показали, что износостойкость новых композитов при точении гранита более чем в два раза выше, чем у лучших коммерческих аналогов. Новые композиты могут иметь широкую область промышленного применения, в частности для оснащения ими буровых инструментов нового поколения.



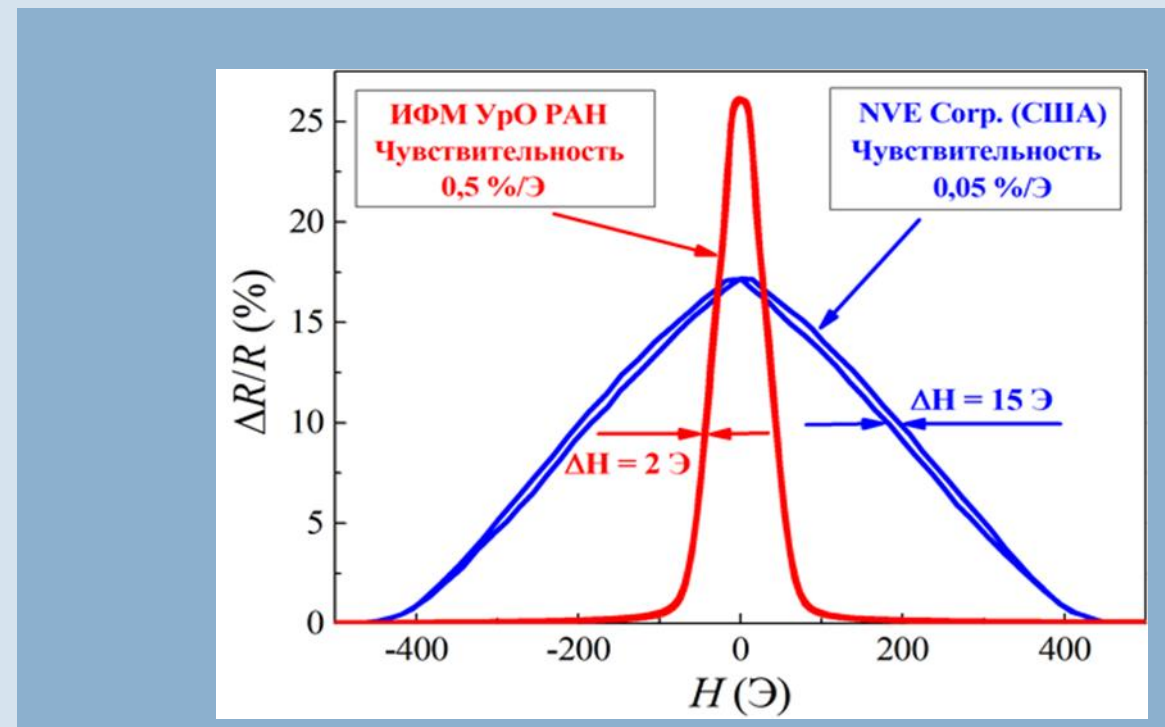
Микроструктура (а, б) и рентгенофазовый анализ (в) экспериментальных композитов. Пятна износа после точения гранита: (г) - коммерческий композит компании US Synthetic, (д) - композит из гомогенной смеси алмаз-2Al-6Co, (е) – композит с дополнительной инфильтрацией никеля



МАГНИТНЫЕ НАНОСТРУКТУРЫ СПИНТРОНИКИ С РЕКОРДНЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Разработана магнетронная технология синтеза магнитных наноструктур с эффектом гигантского магнитосопротивления (ГМС), имеющих рекордные функциональные характеристики. Уникальные свойства полученных наноструктур обусловлены выбором оптимальной композиции и использованием в них оригинальных магнитных и немагнитных сплавов. Разработаны обменно-связанные металлические сверхрешетки CoFeNi/CuIn, которые по величине магнитосопротивления, минимальности гистерезиса и высокой линейности по магнитному полю, превышают зарубежные аналоги и являются лучшими в своем классе магниточувствительных наноматериалов (рис.).

Сверхрешетки устойчивы к воздействию высоких температур вплоть до $T = 300\text{ }^{\circ}\text{C}$ и могут выступать в качестве исходных магниточувствительных сред для создания магнитных сенсоров. Оптимизированные для конкретных задач наноструктуры, нанесенные на кремниевые пластины, в настоящее время используются на предприятии радиоэлектронной промышленности для создания инновационных изделий магнитоэлектроники и спинтроники.



Сравнение магниторезистивных кривых для сверхрешетки CoFeNi/CuIn, полученной в ИФМ УрО РАН, и базового ГМС материала, используемого фирмой NVE Corporation (США) для изготовления линейки магниточувствительных сенсоров



ТРАНСПОРТИРУЕМЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ ЧАСЫ НА ОДИНОЧНОМ ИОНЕ ИТТЕРБИЯ

Созданы первые в России компактные транспортируемые оптические часы на одиночном ионе иттербия. Оптические часы – это сложные и чувствительные устройства, что позволяет применять их в широком круге прикладных и фундаментальных задач. Такие часы позволят построить карту гравитационного потенциала Земли и необходимы для повышения точности систем спутниковой навигации. Однако для этого необходимо, чтобы оптические часы были транспортируемыми, достаточно компактными и автономными. На создание таких часов направлены усилия многих лабораторий мира.

Созданные часы имеют массу около 300 кг и объем менее 1 м³, включая модуль преобразования оптического сигнала в радиодиапазон и электронику, что делает представленную систему одной из наиболее компактных на сегодняшний день (рис.). Часы достигают уровня относительной нестабильности частоты менее 5×10^{-16} на времени усреднения около 10000 с.

Грант Минобрнауки России: УИН RFMEFI61017X0010



Транспортируемые оптические часы на одиночном ионе иттербия

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН,
АО РКС, ООО Авеста, Сколтех и Институт лазерной физики СО РАН
(И.А. Семериков, И.В. Заливако, А.С. Борисенко, М.Д. Аксенов,
Н.Н. Колачевский, К.Ю. Хабарова)

Публикация:
Khabarova K. et al. //Symmetry. 2022. Т. 14. №. 10. С. 2213. DOI 10.3390/sym14102213.



НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ

Создана новая группа жаропрочных сплавов для применения в области температур до 1800°C. Структурно новые материалы представляют собой естественные композиты, в которых роль матрицы выполняют твердые растворы на основе молибдена, а упрочняющих фаз – тугоплавкие карбиды.

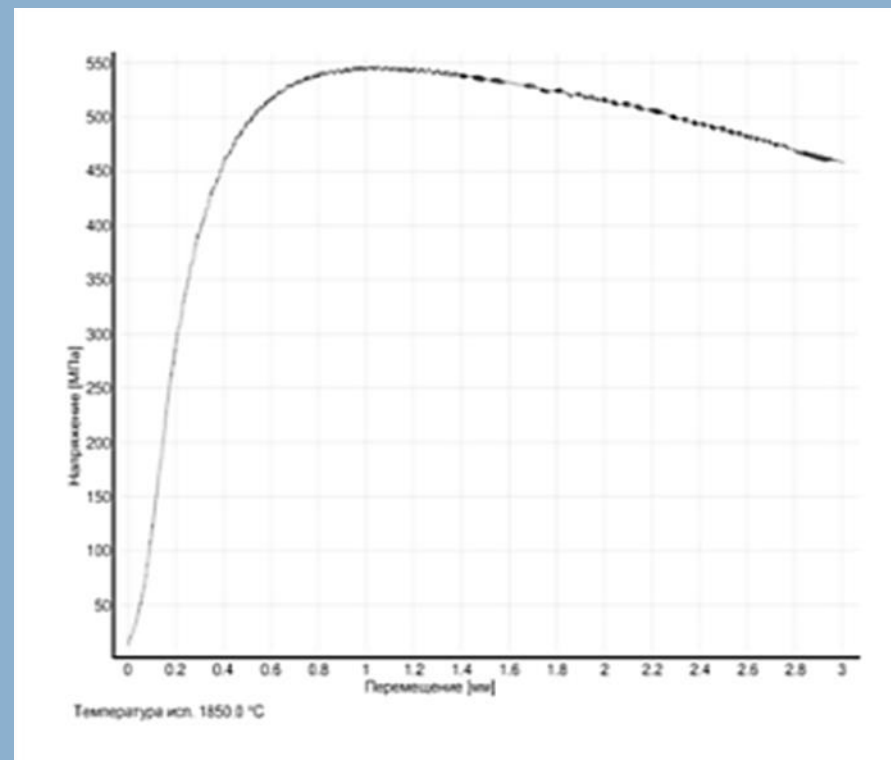


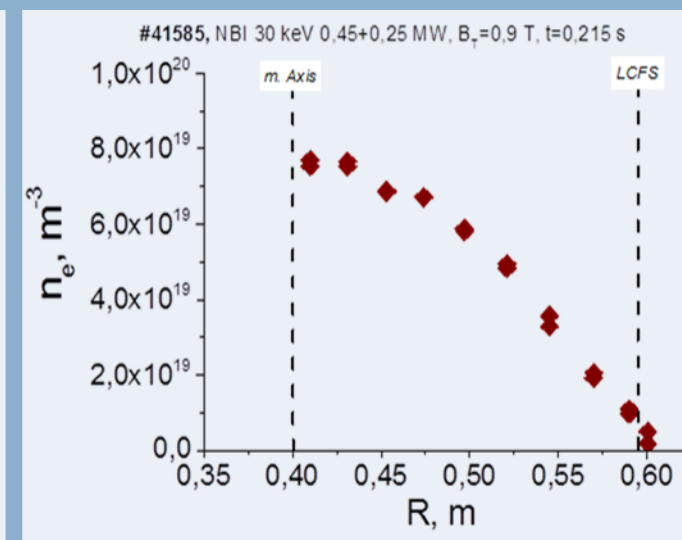
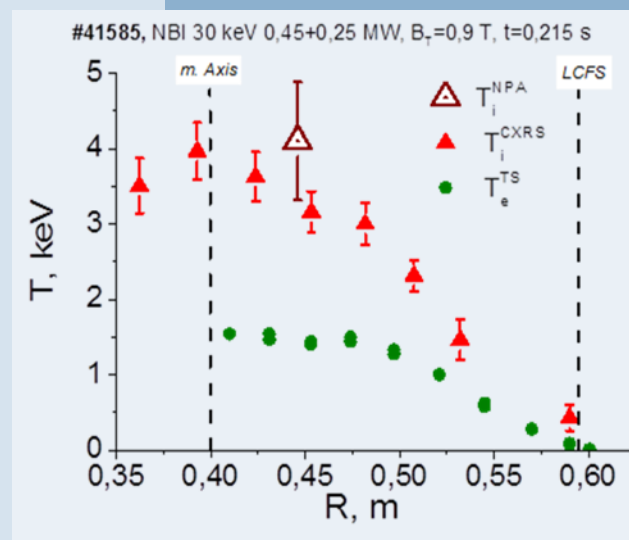
Диаграмма испытания образца жаропрочных сплава на 3-точечный изгиб при 1850 °C (предел прочности составил 548 МПа)



ДОСТИЖЕНИЕ СУБТЕРМОЯДЕРНЫХ ТЕМПЕРАТУР В КОМПАКТНОМ СФЕРИЧЕСКОМ ТОКАМАКЕ ГЛОБУС–М2

В 2022 году проведены эксперименты на модернизированной уникальной научной установке «Сферический токамак Глобус-М2» с достижением величин магнитного поля до 1 Тл и протекающего по плазме тока – до 0.5 МА. Полученные параметры плазмы оказались в хорошем соответствии с наиболее оптимистичными прогнозами, ранее сделанными учеными: температура плазмы, при инжекции в токамак двух пучков атомарного водорода высокой энергии, достигла 45 миллионов градусов (4 кэВ) (рис.), что всего вдвое меньше температуры, необходимой для зажигания реакции управляемого термоядерного синтеза изотопов водорода.

Достигнутая на Глобус-М2 температура плазмы высокой плотности продемонстрирована впервые в отечественных исследованиях на установках типа токамак. В мировой практике сравнимые температуры регистрировались в установках гораздо больших размеров, работающих при более высоком магнитном поле, что указывает на большие потенциальные возможности сферических токамаков как основы для создания компактных термоядерных устройств различного назначения.

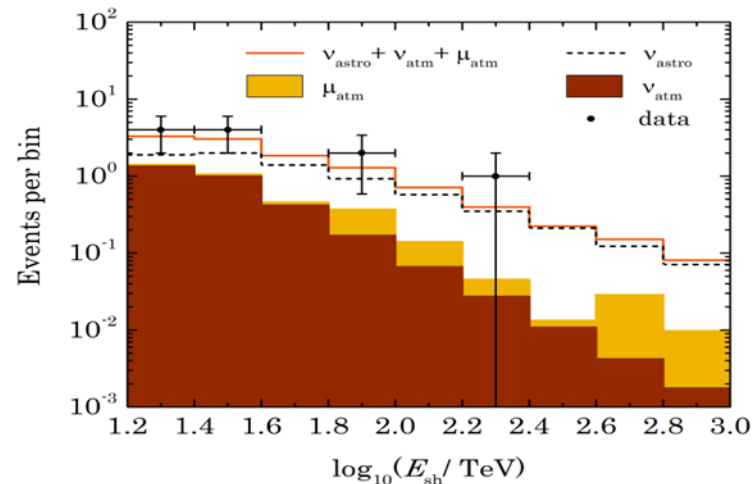


Результаты экспериментов на модернизированной уникальной научной установке «Сферический токамак Глобус-М2»



ФИЗИКА НЕЙТРИНО И АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

С вводом в апреле 2022 года двух новых кластеров рабочий объем Байкальского глубоководного нейтринного телескопа Baikal-GVD превысил 0.4 куб. км в задаче регистрации событий от нейтрино высоких энергий (свыше 100 ТэВ). Детектор содержит в своем составе 10 кластеров глубоководных гирлянд регистрирующей и управляющей аппаратуры (2916 оптических модулей) и является крупнейшим нейтринным телескопом Северного полушария. При анализе данных, полученных при работе детектора в конфигурациях 2018 – 2021 годов, были выделены 11 каскадных событий с энергией свыше 15 ТэВ из-под горизонта, инициированных нейтрино астрофизической природы, что на уровне достоверности 3σ подтверждает результаты первого наблюдения потока астрофизических нейтрино высоких энергий на антарктическом детекторе IceCube (рис.).



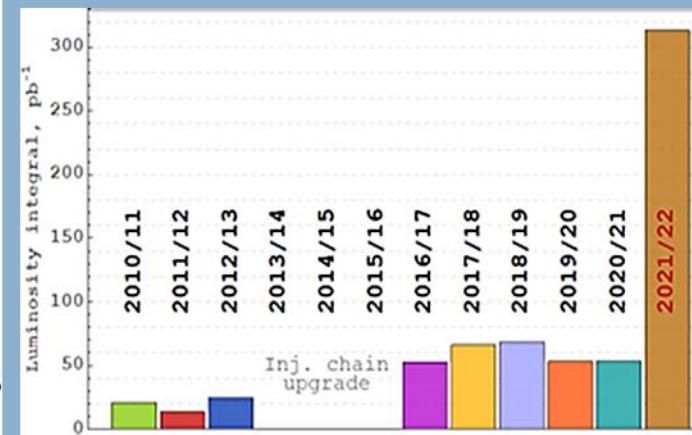
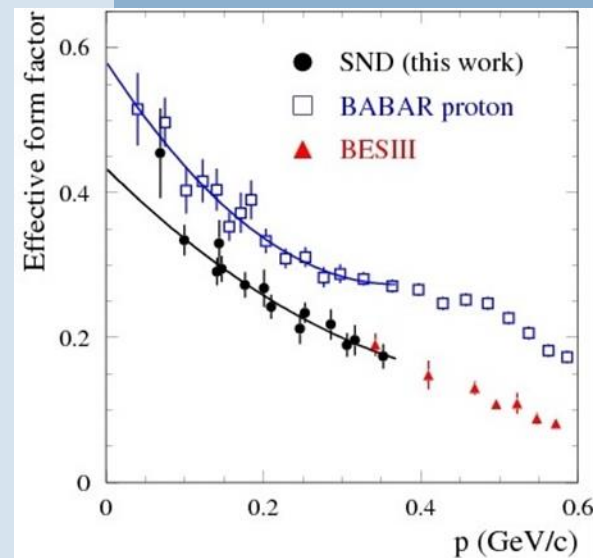
Распределения по энергии экспериментальных и теоретически ожидаемых событий в рамках анализа каскадных событий из-под горизонта: экспериментальные события - черные точки; распределение событий ожидаемое от диффузного потока нейтрино астрофизической природы с параметрами, полученными из данных Baikal-GVD за 2018-2021 гг. - пунктирная гистограмма; фоновые события от атмосферных мюонов и атмосферных нейтрино - состыкованные желтая и коричневая закрашенные области; суммарное число ожидаемых сигнальных и фоновых событий - оранжевая гистограмма



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННОЙ АННИГИЛЯЦИИ В ПАРУ НЕЙТРОН-АНТИНЕЙТРОН НА КОЛМАЙДЕРЕ ВЭПП-2000

В 2022 году в эксперименте СНД на электрон-позитронном коллайдере ВЭПП-2000 была завершена многолетняя работа по изучению процесса рождения пары нейтрон-антинейтрон в электрон-позитронной аннигиляции в области энергии вблизи порога, от 1884 до 2000 МэВ в системе центра масс. Результат основывается на данных, набранных в эксперименте в 2017 г. и 2019 г. (при полном интеграле 30 пб^{-1}). Было зарегистрировано более 2000 пар нейтрон-антинейтрон и измерено сечение процесса ($0.3\text{-}0.5 \text{ нб}$), а также впервые вблизи порога измерены эффективный временноподобный электромагнитный формфактор нейтрона (рис., слева) и отношение электрического и магнитного формфакторов нейтрона [1]. Это впервые позволило количественно описать структуру сильного взаимодействия нейтрона и его античастицы вблизи порога рождения. Полученные на детекторе СНД результаты стыкуются с измерениями китайского детектора BESIII при большей энергии.

Электрон-позитронный коллайдер ВЭПП 2000, с диапазоном энергий от 160 до 1000 МэВ в пучке, работает с двумя детекторами СНД и КМД 3 с 2010 г. После завершения в 2016 году модернизации инжектора, производительность по позитронам выросла на порядок. ВЭПП 2000 продолжает набор данных с постоянным наращиванием своей эффективности (рис., справа). В сезоне 2021-22 гг. были достигнуты рекордные для энергии пучков 890 МэВ пиковая светимость $L = 9 \cdot 10^{31} \text{ см}^{-2}\text{с}^{-1}$ и суточный темп набора данных – 4 пб^{-1} [2]. Полный интеграл, набранный в сезоне, превышает 300 пб^{-1} на один детектор – треть экспериментальной программы! Это позволит в дальнейшем значительно увеличить точность всех физических измерений.



Слева: измеренный на детекторе СНД в работе [1] формфактор нейтрона (кружки) в сравнении с результатами BESIII (треугольники) и измеренным в эксперименте BaBar формфактором протона (квадраты).

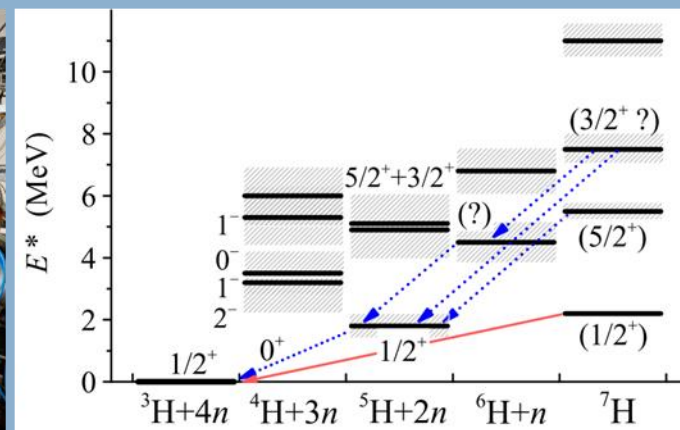
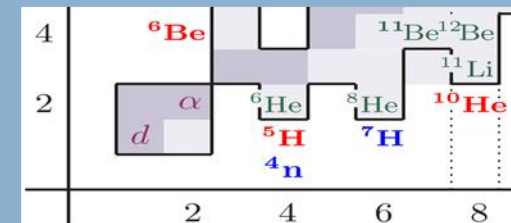
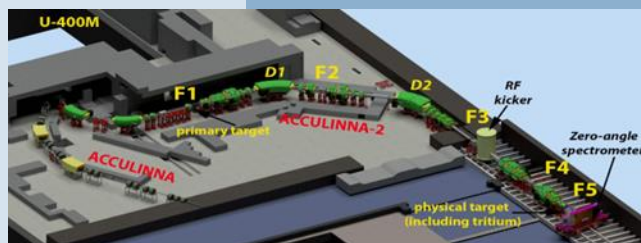
Справа: объем данных (интеграл светимости), набранный на каждом детекторе на ВЭПП-2000 по годам



ИЗУЧЕНИЕ СПЕКТРОВ СВЕРХТЯЖЕЛЫХ ВОДОРОДОВ ${}^7\text{H}$, ${}^6\text{H}$ И ОБНАРУЖЕНИЕ НОВОЙ МОДЫ СПОНТАННОГО РАСПАДА С ИСПУСКНИЕМ 4-Х НЕЙТРОНОВ НА ФРАГМЕНТ-СЕПАРАТОРЕ ACCULINNA-2

Обработаны и опубликованы результаты первой экспериментальной кампании (2018-2020 гг.) фрагмент-сепаратора ACCULINNA-2, посвященной поиску сверхтяжелых изотопов водорода ${}^6\text{H}$ и ${}^7\text{H}$. Получены спектры ${}^7\text{H}$, позволяющие разрешить низколежащие состояния этого изотопа. Полученная энергия основного состояния ${}^6\text{H}$ требует пересмотра существующих в базах данных результата и является экспериментальным обоснованием того, что основное состояние ядра ${}^7\text{H}$ распадается по уникальному «истинно 5-частичному» каналу – то есть с одновременным испусканием четырех нейтронов и тритона (рис.). Это первый доказанный случай существования данной новой моды спонтанного ядерного распада.

Грант РФФ 22-12-00054



Слева: Общий вид фрагмент сепаратора ACCULINNA-2 и низкофононая экспериментальная зона в фокальной точке F5.

Справа: Фрагмент карты нуклидов в области ${}^6\text{H}$, ${}^7\text{H}$ и новая схема сверхтяжелых уровней изотопов водорода, полученных в экспериментах ОИЯИ

Объединенный институт ядерных исследований
(А.А. Безбах, Л.В. Григоренко, А.В. Горшков, С.А. Крупко,
И.А. Музалевский, Е.Ю. Никольский, Г.М. Тер-Акопьян и др.)

Публикации:

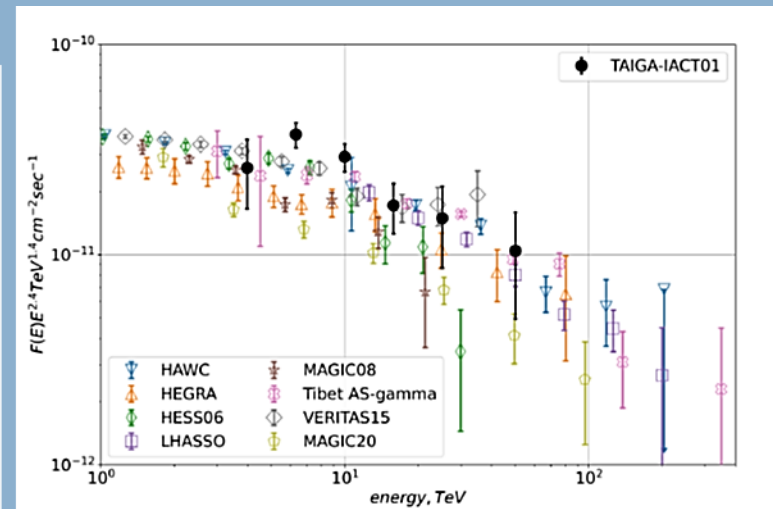
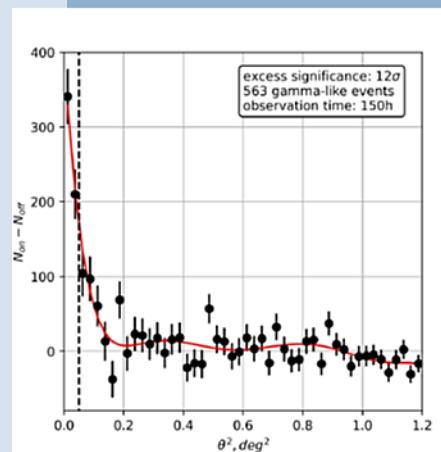
1. A.A. Bezbakh et al., Physical Review Letters 124 (2020) 022502 [arXiv:1906.07818].
2. I.A. Muzalevskii et al., Physical Review C 103 (2021) 044313 [arXiv: 2010.09655].
3. E.Yu. Nikolskii et al., Physical Review C 105 (2022) 064605 [arXiv:2105.04435].



ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СПЕКТР ГАММА-КВАНТОВ ОТ КРАБОВИДНОЙ ТУМАННОСТИ ПО ДАННЫМ АСТРОФИЗИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА TAIGA

В Тункинской долине (в 50 км от озера Байкал) завершено развертывание первой очереди Астрофизического комплекса TAIGA (Tunka Advanced Instrument for cosmic ray physics and Gamma-ray Astronomy). На данный момент Астрофизический комплекс TAIGA - самая северная гамма-обсерватория мирового уровня. В программу наблюдения обсерватории входят источники, время наблюдения которых достаточно большое для северного расположения обсерватории: Крабовидная туманность и др. Гамма-источник в Крабовидной туманности наблюдался первым атмосферным черенковским телескопом в течение 150 часов в двух сезонах (2019-2020 и 2020-2021). Выделены 563 события от гамма-квантов в энергетическом диапазоне 5-100 ТэВ. Уровень значимости такого числа событий на фоне заряженных космических лучей составляет 12 сигма. Разработана методика восстановления энергии гамма-квантов по данным только одного атмосферного телескопа. При восстановлении энергии частиц использовалась процедура, настроенная по М-К расчетам, приводящая к точности определения энергии около 30 %, и позволяющая восстановить энергетический спектр событий (рис. б). Полученный спектр частиц достаточно хорошо совпадает с мировыми данными в области от 5 до 100 ТэВ.

Грант РФФ 19-72-20067, РФФИ №19-02.



Слева: Θ^2 - распределение событий после вычитания фоновых событий. Избыток событий над фоном при $\Theta^2 < 0.05$ град² равно 563. Значимость такого превышения на фоном 12 σ . Θ - угол между направлением на источник и восстановленным направлением прихода события.

Справа: Восстановленный энергетический спектр гамма-квантов от Крабовидной туманности по данным первого телескопа эксперимента TAIGA в сравнении с результатами измерений других обсерваторий

Коллаборация TAIGA: НИИЯФ МГУ, НИИПФ ИГУ, ОИЯИ, НИЯУ МИФИ, ИЯИ РАН, ИЯФ СО РАН, НГУ, ИЗМИРАН, АГУ

(Кузьмичев Л.А., Свешникова Л.Г., Постников Е.Б., Бонвеч Е.А., Волчугов П.А., Коростелева Е.Е., Лубсандоржиев Н.Б., Осипова Э.А., Попова Е.Г. и др.)

Публикации:

N Budnev et al (TAIGA collaboration) TAIGA. // Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A 1039 (2022) 167047

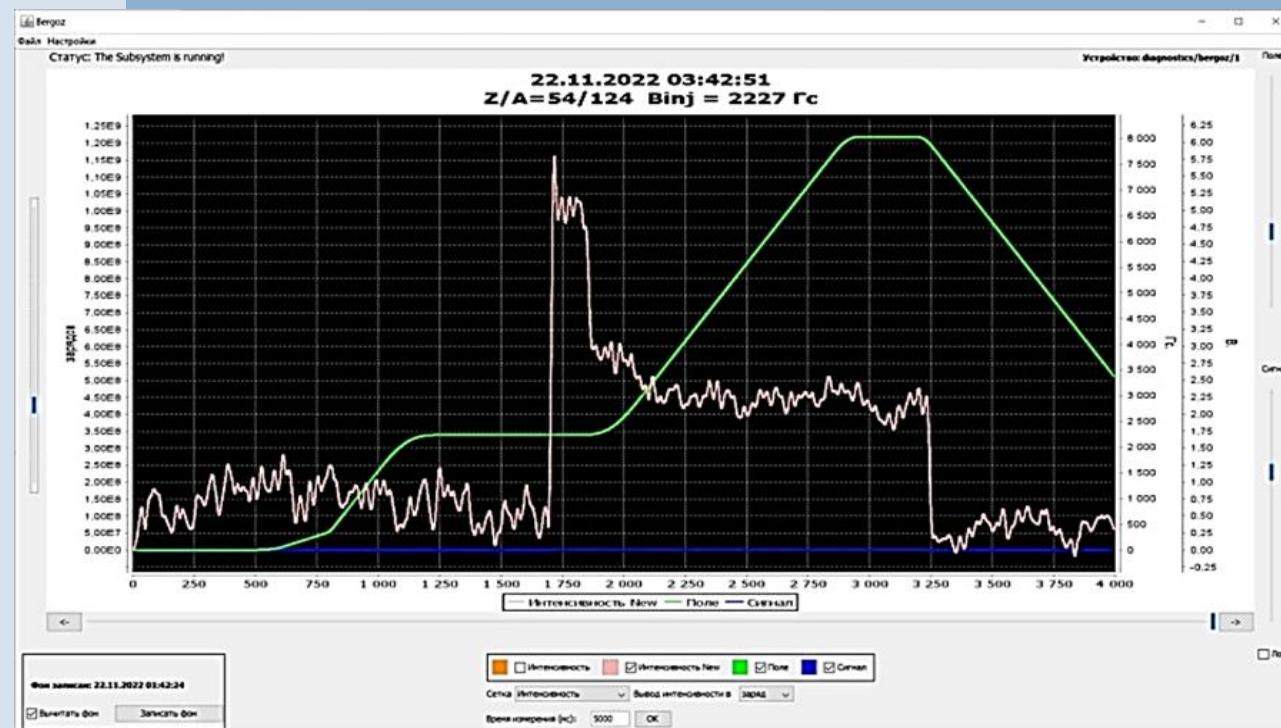
Л.Г. Свешникова, и др. (коллаборация TAIGA) // Изв. РАН, серия физ. Принято к печати.



КОМПЛЕКС УСКОРИТЕЛЕЙ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ

Завершено создание комплекса ускорителей тяжелых ионов, включающего в себя источник электронно-струнного типа, линейный ускоритель тяжелых ионов, промежуточный сверхпроводящий синхротрон — бустер, основной ускоритель комплекса NICA–нуклотрон, и все связывающие их каналы транспортировки пучка. В 2022 г. на комплексе осуществлено ускорение ионов углерода, аргона и ксенон (рис.). На пучках аргона проведено испытание станции облучения устройств микроэлектроники (СОЧИ — Станция Облучения ЧИпов). Начаты эксперименты на фиксированных мишенях. В ходе весеннего сеанса продолжительностью более 2000 часов на пучках углерода с энергией 3 ГэВ/н проведены эксперименты по программе исследования короткодействующих корреляций нуклонов в ядрах.

Завершена подготовка к проведению экспериментов и получена рекордная интенсивность на выведенных пучках ускоренных ионов ксенона. Помимо инъекции в колайдер пучков ионов вплоть до золота и висмута, комплекс обеспечит решение многих физических и прикладных задач.



Цикл магнитного поля нуклотрона и интенсивность пучка ядер ксенона, измеренная параметрическим трансформатором тока, в процессе настройки для эксперимента BM@N. Интенсивность ускоренного пучка примерно 10^7 частиц

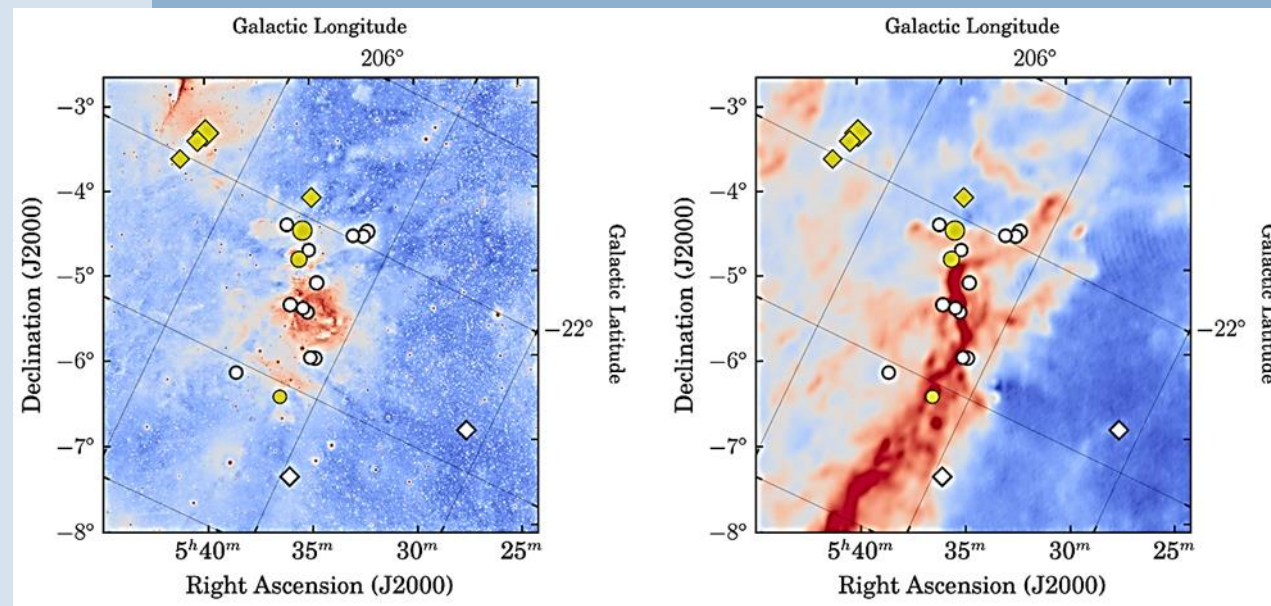


ПОЛУЧЕНИЕ ПРЯМЫХ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ РЕЛИКТОВОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ КРУПНОМАСШТАБНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ХИМИЧЕСКИ ПЕКУЛЯРНЫХ ЗВЕЗД

Завершен спектрополяриметрический обзор на 6-м телескопе БТА всех химически пекулярных (CP) звезд, отождествленных в ассоциации молодых звезд Orion OB1. Выборка объединяет 56 CP звезд возрастом 1–15 млн лет, имеющих общее в пределах ассоциации происхождение. У 31 звезды обнаруживается магнитное поле сильнее 500 Гс, включая 14 звезд, чье поле найдено впервые. Результаты анализа полученных данных показывают снижение с возрастом доли CP звезд в целом и доли магнитных CP, в частности, по отношению к нормальным звездам того же класса, но без выраженных химических аномалий. Впервые обнаружено, что у объектов моложе 1 млн лет магнитное поле не обнаруживается, в дальнейшем происходит перестройка структуры звезды и магнитное поле становится видимым, достигая максимума на временах порядка 2–3 млн лет и в дальнейшем падает в 3 раза на временах порядка 10 млн лет. Полученный результат (рис. 2) является прямым и статистически достоверным подтверждением реликтового происхождения магнитных полей звезд ранних спектральных классов.

Грант РФФИ №21-12-00147

Специальная астрофизическая обсерватория РАН
(Семенко Е.А., Романюк И.И., Якунин И.А., Кудрявцев Д.О., Моисеева А.В.)



Распределение химически пекулярных звезд в области туманности Ориона (закрашенными символами отмечены звезды с магнитным полем, кружками показаны звезды, входящие в состав населения туманности):
слева – вид участка неба в видимом диапазоне в псевдоцветовой палитре; справа – та же область неба на частотах 353, 545 и 857 ГГц в данных миссии Planck)

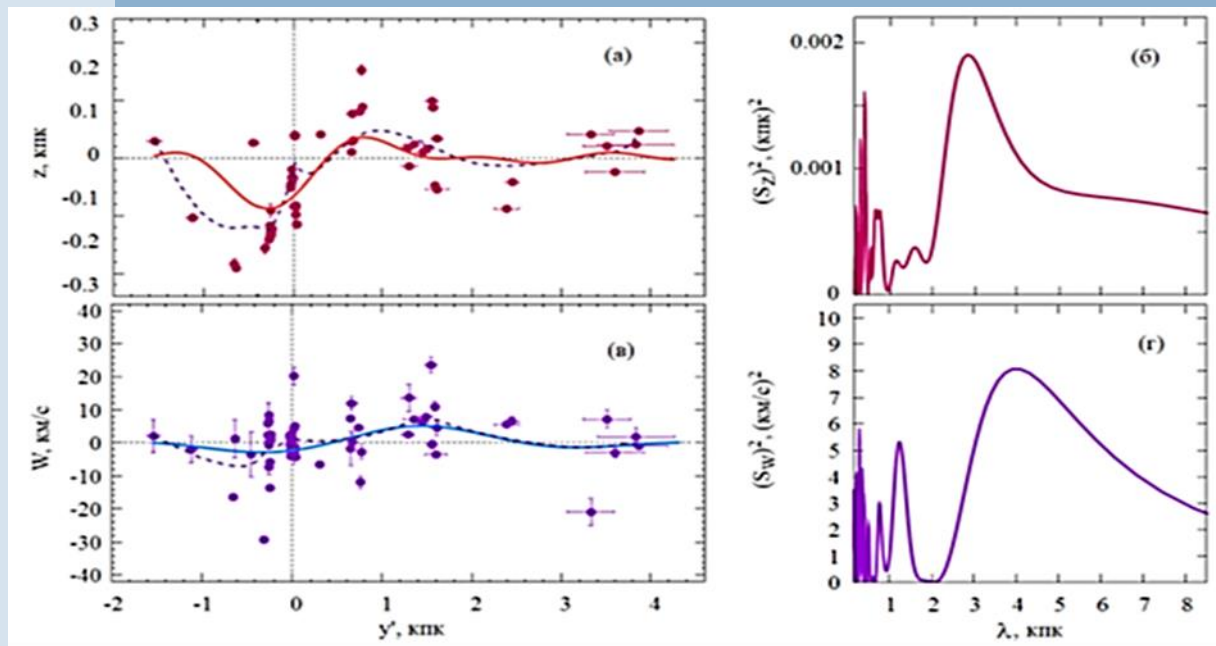
Публикации:

Semenko E., Romanyuk I., Yakunin I., Kudryavtsev D., Moiseeva A. // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2022, Volume 515, Issue 1, pp.998-1011



ПЕРВАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ВОЛНЫ РЭДКЛИФФА ПО МАЗЕРАМ И МОЛОДЫМ ЗВЕЗДАМ

Показано наличие волны Рэдклиффа в положениях, а также в вертикальных скоростях мазеров и радиозвезд, принадлежащих Местному рукаву. Амплитуда волны W_{\max} по вертикальным скоростям мазеров W определена впервые. Волна распространяется вдоль Местного рукава, напоминает локальный высокоамплитудный всплеск, быстро сходящий на нет. Наибольшую амплитуду эта структура имеет в непосредственной близости от Солнца, где главными «вкладчиками» являются звезды Пояса Галда (рис.). На основе спектрального анализа мазеров с измеренными тригонометрическими паралаксами получены следующие оценки геометрических и кинематических характеристик волны: наибольшее значение вертикальной координаты z равно $z_{\max}=87\pm 4$ пк и длина волны 2.8 ± 0.1 кпк, амплитуда возмущения вертикальных скоростей W достигает значения $W_{\max}=5.1\pm 0.7$ км/с и длина волны, найденная по вертикальным скоростям 3.9 ± 1.6 кпк. Волна Рэдклиффа проявляется и в положениях очень молодых звезд, не достигших стадии главной последовательности. По ним получены следующие оценки: $z_{\max}=118\pm 3$ пк и длина волны 2.0 ± 0.1 кпк.

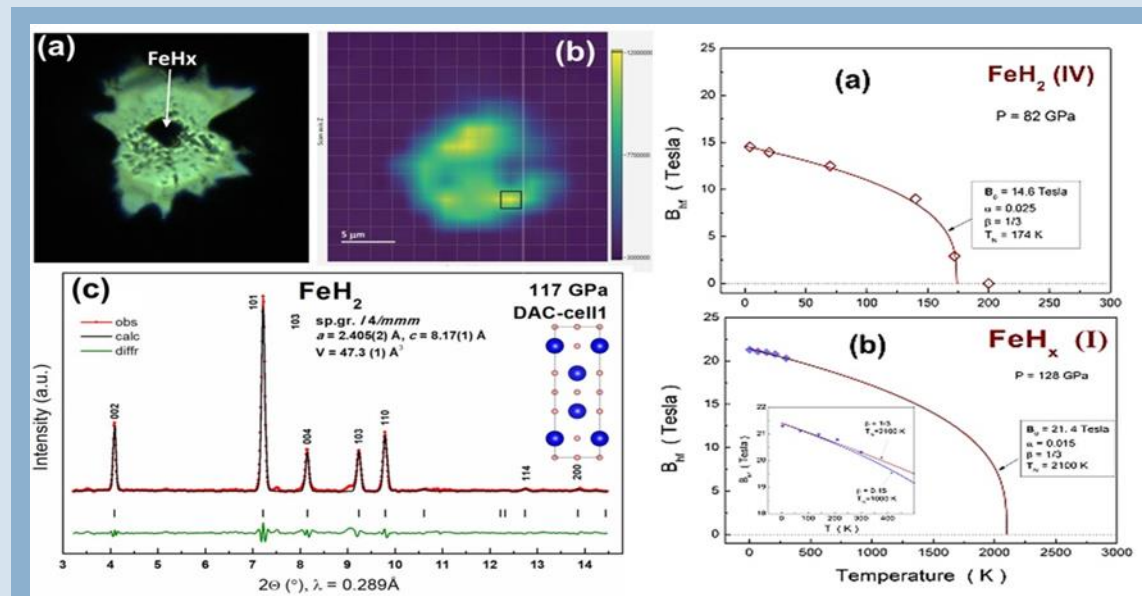


Координаты мазеров z в зависимости от расстояния y' (а) и их спектр мощности (б), вертикальные скорости мазеров W в зависимости от расстояния y' (в) и их спектр мощности (г), периодические кривые, показанные сплошными жирными линиями, отражают результаты спектрального анализа, пунктирными линиями показаны сглаженные средние значения



СИНТЕЗ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ФАЗ ПОЛИГИДРИДОВ ЖЕЛЕЗА ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ МЕГАБАРНОГО ДИАПАЗОНА

В условиях высоких давлениях до 157 ГПа и высоких температур до 2000 К впервые синтезированы семь различных соединений железа с водородом FeH_x с совершенно разными электронными и магнитными свойствами. Синтез проводился в системе Fe - боразан (NH₃BH₃) в камерах с алмазными наковальнями при лазерном нагреве образца. Обнаружено, что одно из этих соединений FeH₂ имеет тетрагональную кристаллическую структуру I4/mmm и при давлении 82 ГПа является магнетиком до температуры около 174 К (рис. a,b,c слева). Также удивительным результатом является обнаружение одной из фаз FeH_x, неизвестного пока состава, которая при давлении 128 ГПа остается магнитоупорядоченной в интервале температур от 4 до 300 К, а экстраполированное значение температуры Нееля может достигать ~ 2100 К (рис. b справа). Существование магнитных фаз соединений железа при таком рекордно высоком давлении является уникальным и не наблюдалось до настоящего времени. Следует отметить, что такие высокие давления характерны для области, находящейся на границе между нижней мантией и внешним ядром Земли, в составе которой преобладает железо. Поэтому полученные экспериментальные данные о магнитном состоянии и электронных свойствах фаз железа важны как с фундаментальной точки зрения физики металлов и их магнетизма, а также с точки зрения физики Земли.



Фотография образца в камере высокого давления (a слева). Показано распределение фазы FeH₂ по образцу (b слева), а также дифрактограмма фазы I4/mmm - FeH₂ и её кристаллическая структура (c слева). Температурная зависимость магнитного сверхтонкого поля B_{hf} на ядрах Fe-57 в тетрагональной фазе I4/mmm - FeH₂ при давлении 82 ГПа, температура Нееля ~ 174 К (a справа). Температурная зависимость магнитного сверхтонкого поля B_{hf} на ядрах Fe-57 в фазе FeH_x (I) при давлении 128 ГПа (b справа). Экстраполированное значение температуры Нееля ~ 2100 К

ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН при участии Center for High Pressure Science and Technology Advanced Research (HPSTAR), Shanghai, China и Института ядерных исследований РАН (Гаврилюк А.Г., С. Н. Аксёнов, Иванова А.Г., Троян И.А., Любутин И.С. и др.)

Публикация: А.Г. Гаврилюк, В.В. Стружкин, С.Н. Аксёнов, А.Г. Иванова, А.А. Миронович, И.А. Троян, И.С. Любутин. // JETP Letters. 116. issue 11. (2022).

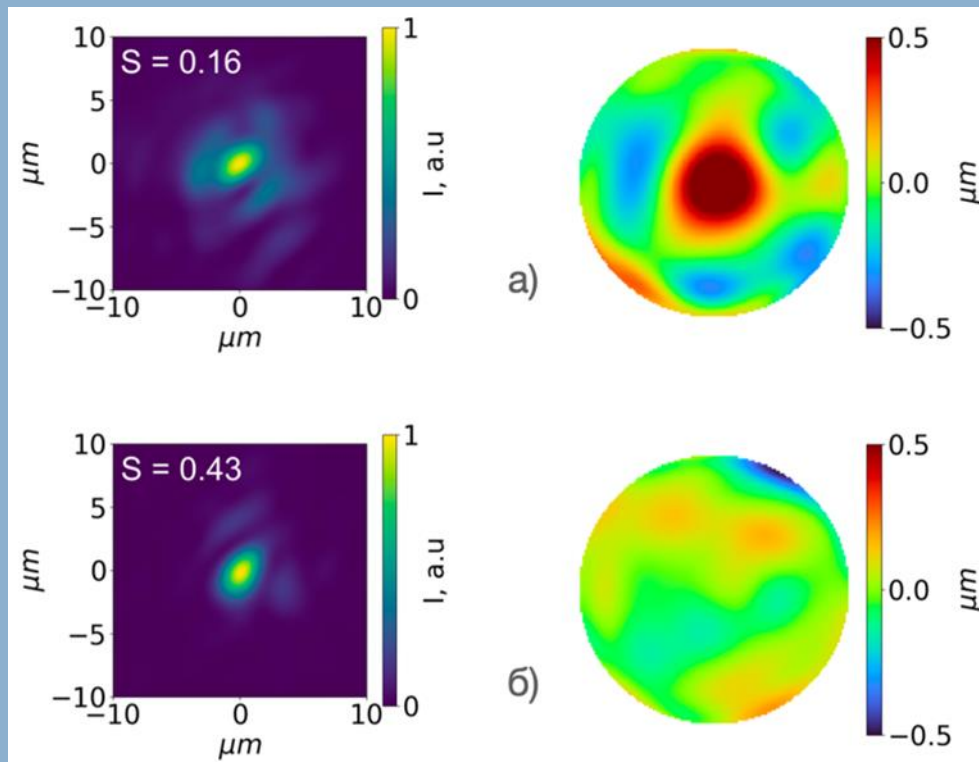


ФОКУСИРОВКА ПЕТАВАТТНОГО ЛАЗЕРНОГО ИМПУЛЬСА ПОСЛЕ ПОСТКОМПРЕССИИ ПРИ ПОМОЩИ АДАПТИВНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Впервые продемонстрировано, что нелинейные искажения волнового фронта петаваттного фемтосекундного лазерного импульса, сжатого по технологии CafCA (Compression after Compression Approach), можно эффективно корректировать при помощи деформируемого зеркала и датчика волнового фронта гартмановского типа (рис.). Таким образом, CafCA позволяет не только многократно поднять пиковую мощность лазерного импульса при сохранении его энергии, но и пропорционально увеличить интенсивность излучения в фокусе. В экспериментах с фокусирующей системой F/2,5 получена пиковая интенсивность в 52% от теоретического предела.

Гранты: РФФ, проект № 20-62-46050;

РФФИ/Росатом, проект № 20-21-00023



Распределения светового потока в области фокуса (слева) и искажений волнового фронта (справа) без коррекции (а) и с коррекцией (б) волнового фронта

Институт прикладной физики РАН

(Соловьев А.А., Котов А.В., Мартьянов М.А., Перевалов С.Е., Земсков Р.С., Стародубцев М.В., Яковлев И.В., Гинзбург В.Н., Кочетков А.А., Шайкин И.А., Кузьмин А.А., Стукачев С.Е., Мионов С.Ю., Шайкин А.А., академик РАН Хазанов Е.А.)

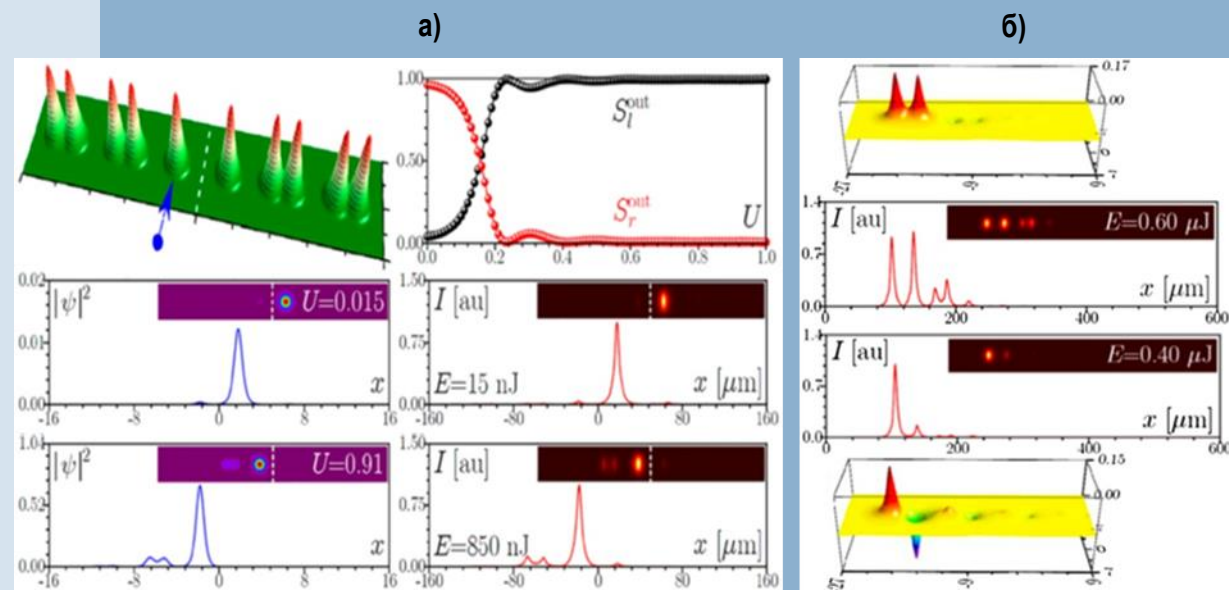
Публикация:

Soloviev A. et al. // Optics Express. 2022. V. 30. №. 22. P. 40584-40591
Martyanov M. et al. // JOSA B. 2022. V. 39. №. 7. P. 1936-1944

ПИОНЕРСКИЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ В ОБЛАСТИ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ФОТОНИКИ

Топологические изоляторы являются перспективными системами в области фотоники для разработки широкого класса топологически защищённых устройств. Для демонстрации возможности надежного переключения излучения между двумя такими структурами, изготовлены массивы с нетривиальной топологией, состоящие из нескольких пар волноводов (димеров), и в них впервые были экспериментально зарегистрированы переключения топологических краевых состояний между двумя близко расположенными топологическими массивами, динамику которых можно контролировать и даже полностью подавить, увеличивая мощность входного излучения (рис. а). Процессы нелинейной локализации и формирование уникальных топологических солитонов наблюдались также в более сложной реализации топологических массивов (тримерах волноводов). Экспериментально наблюдались синфазные и противофазные топологические солитоны, что является прямым доказательством сосуществования и возможности избирательного возбуждения в одной и той же или в разных запрещённых зонах двух типов топологических краевых солитонов с различной внутренней структурой (рис. б).

Грант РФФ 21-12-00096



Демонстрация переключения топологических краевых состояний между двумя близко расположенными топологическими массивами: а) наблюдение синфазных и противофазных топологических солитонов; б) избирательное возбуждение в запрещённых зонах двух типов топологических краевых солитонов с различной внутренней структурой



НАНОТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



АППАРАТНЫЙ БАЗИС РЕАЛИЗАЦИИ НАДЕЖНЫХ СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ НА ОСНОВЕ СБОЕУСТОЙЧИВОЙ САМОСИНХРОННОЙ СХЕМОТЕХНИКИ И СРЕДСТВ ИХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Разработаны методы и библиотеки проектирования сбоеустойчивых самосинхронных (СС) вычислительных систем, апробированные на математическом сопроцессоре – СС-умножителе с накоплением с высокой степенью параллельных процессов (более 1000). Его проверка на самосинхронность была обеспечена собственными программными средствами СС-анализа (рис. 1). Уровень сбоеустойчивости сопроцессора в 1,9 раза выше, чем у синхронных аналогов. Предложена методология сравнительного численного анализа уровня сбоеустойчивости синхронных и СС-схем. Разработаны схемотехнические и топологические методы повышения сбоеустойчивости вычислительно-управляющих СС-систем, увеличивающие время их бесбойной работы в сравнении с синхронными аналогами: комбинационных – до 4,0 раз, последовательных – до 7,1 раза (рис. 2). Библиотека СС-элементов полностью защищена патентами: 39 патентов РФ и 2 патента США.

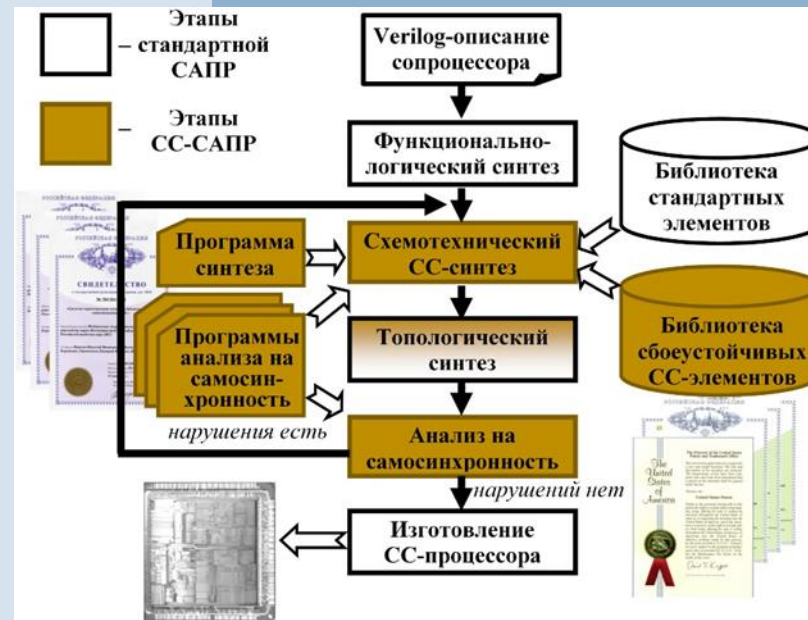


Рис. 1. Интеграция подсистем автоматизированного проектирования СС-схем в САПР синхронных СБИС



Рис. 2. Преимущество СС-схем в сравнении с синхронными аналогами по уровню сбоеустойчивости

Публикации:

- Sokolov I.A. et al. // Automation & Remote Control, 2022. 83(2): 264–272.
Степченков Ю.А., Дьяченко Ю.Г. и др. // Известия вузов. Электроника, 2022. 27(5): 624–634.
Sokolov I.A. et al. // 2022 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus) St. Petersburg, Moscow, Russia, January 25-28, 2022. P. 459-463.



КОСМИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОМУ ДИСТАНЦИОННОМУ ЗОНДИРОВАНИЮ ЗЕМЛИ НА ОСНОВЕ КУБСАТОВ

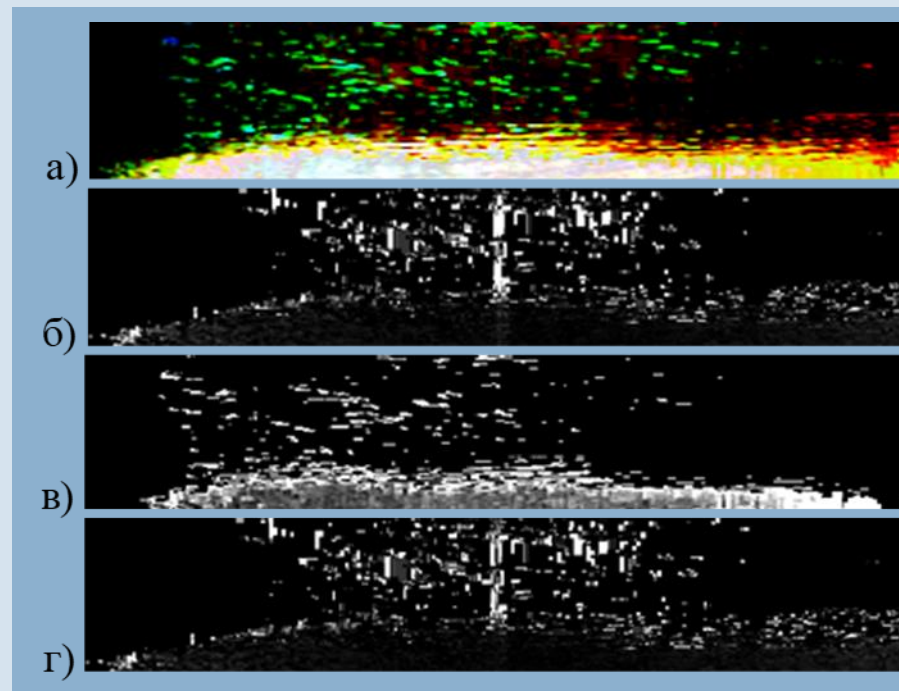
Разработана и экспериментально исследована в космосе полезная нагрузка наноспутников для дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) формата Кубсат 3U ($U=10\times 10\times 10$ см³):

видеокамера с объективом на основе дифракционной гармонической линзы и наземной нейросетевой коррекцией полученных изображений выведена на орбиту 22 марта 2021 года на наноспутнике МИЭМ-ВШЭ «Cube SX Sirius HSE»;

гиперспектрометр видимого диапазона на основе модифицированной схемы Оффнера, имеющий 190 спектральных каналов, выведен на орбиту 9 августа 2022 года на наноспутнике «ИСОИ».

Полученные в ноябре 2022 года со спутника «ИСОИ» гиперспектральные данные позволили рассчитать ряд важных вегетационных индексов (см. рис.).

Эксперименты показали перспективность использования наноспутников формата Кубсат 3U для точного земледелия и в образовательном процессе. Результаты исследования являются основой для развертывания отечественной группировки наноспутников, обеспечивающей оперативное получение данных дистанционного зондирования Земли для отраслей экономики Российской Федерации.

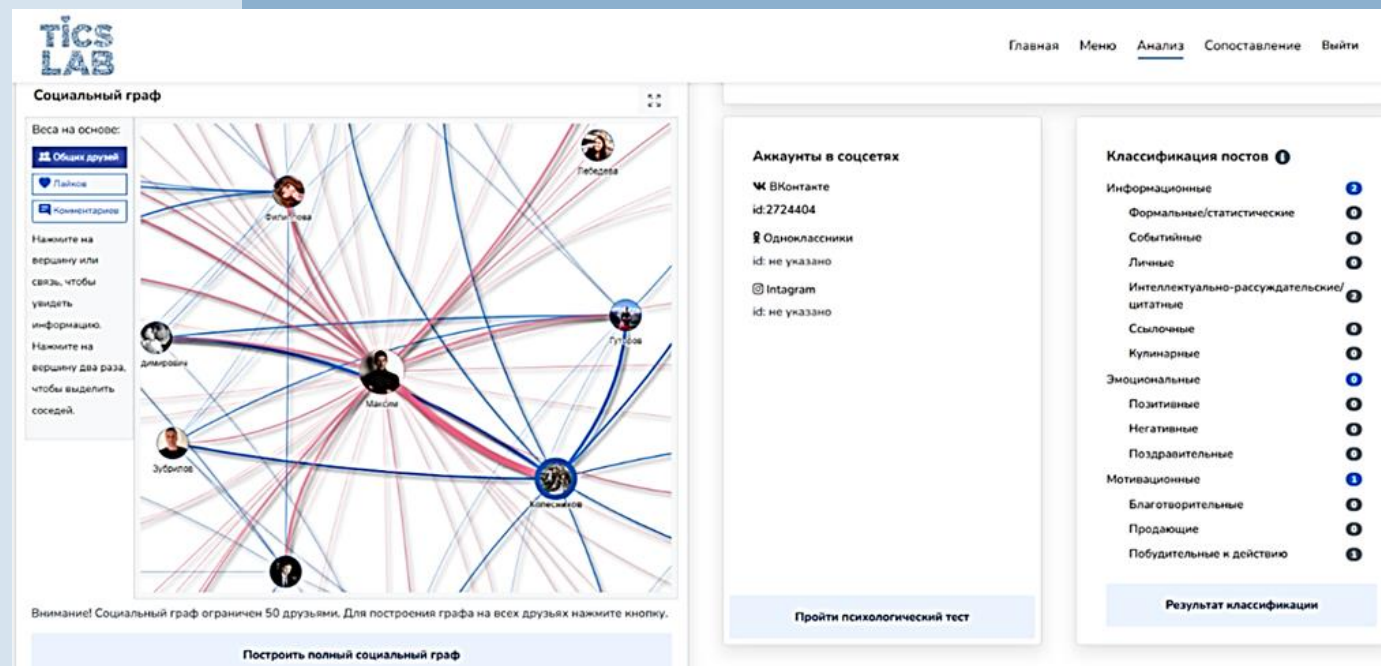


Гиперспектральные данные, полученные со спутника «ИСОИ»: цветосинтезированное изображение (а); вегетационный индекс $NDVI_{0.705}$ (б) показывает наличие зеленой массы; вегетационный индекс PRI (фотохимический индекс отражения, в местах максимума индекса растительность находится в стрессовом состоянии) (в); первый индекс красного края Вогельмана (VOG1) определяет концентрацию хлорофилла в растениях (г)



МОДЕЛИ, МЕТОДЫ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА АНАЛИЗА ДАННЫХ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК УЧАСТНИКОВ РАЗЛИЧНЫХ СООБЩЕСТВ И ИНТЕНСИВНОСТИ ЭПИЗОДОВ ИХ ПОВЕДЕНИЯ

Разработаны модели и методы автоматизированного извлечения, обработки, унификации и представления извлекаемых из социальных сетей данных, позволяющих оценить психологические, поведенческие и иные личностные особенности пользователей, определить интенсивность их рискообразующего поведения с учетом неполноты и неточности данных об эпизодах этого поведения. Разработан принципиально новый программный инструмент, обеспечивающий снижение размерности параметрического пространства характеристик участников различных сообществ, применяемый для агрегации и синтеза сведений о выраженности личностных, поведенческих особенностей пользователей (рис.), которые используются в качестве предикторов для анализа защищенности от социоинженерных атак, ресоциализации прошедших боевые действия, профориентирования и т.п.



Интерфейс веб-фреймворка, предназначенного для агрегации и синтеза сведений о выраженности личностных, поведенческих особенностей пользователей

Публикации:

Олисеенко В.Д., Абрамов М.В., Тулупьев А.Л., Иванов К.А. // Программные продукты и системы. 2022. Т. 35. № 1. С. 45–53. DOI: 10.15827/0236-235X.137.

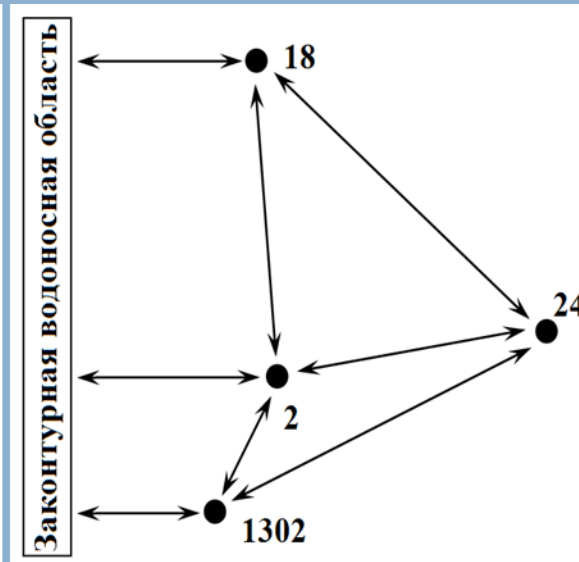
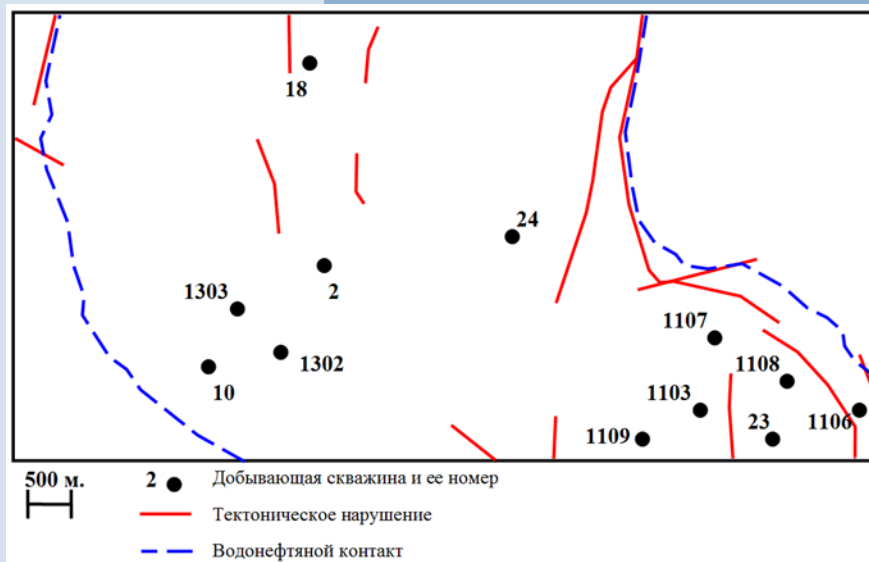
Sokolov B. V., Yusupov R. M. // International Conference System Analysis In Engineering And Control. – Springer, Cham, 2022. – pp. 52–59.



МЕТОД МУЛЬТИСКВАЖИННОЙ ДЕКОНВОЛЮЦИИ ДАННЫХ О ДЕБИТЕ И ДАВЛЕНИИ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН С ПОМОЩЬЮ CRM-МОДЕЛЕЙ С УЧЕТОМ ОБВОДНЕНИЯ ИССЛЕДУЕМЫХ СКВАЖИН

Ранее мультискважинная деконволюция для обводняющихся скважин считалась невозможной, поскольку в процессе обводнения изменяется модель течения. В качестве инструмента для решения задачи была создана специальная CRM-модель. Предложено 6 разных способов учета обводнения в модели. Разработанный метод позволяет определять фильтрационно-емкостные свойства пласта в околоскважинном и межскважинном пространствах, восстанавливать динамику пластового давления, анализировать взаимовлияние скважин, прогнозировать работу скважин. Метод показал хорошие результаты при тестировании на теоретических и промысловых данных (рис.).

Метод имеет высокую практическую значимость для анализа, контроля и регулирования разработки нефтяных месторождений при заводнении. Он позволяет обеспечить выполнение проектных показателей разработки нефтяных месторождений (что является актуальной проблемой отрасли) и повысить нефтеотдачу.



Промысловый пример – нефтяное месторождение в республике Коми. Схема расположения скважин и границ (слева) и схема связей в CRM-модели (справа)



ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССОВ РАБОТЫ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Предложена новая технология создания цифровых двойников для описания процессов работы инфраструктурных объектов Байкальской природной территории, использующих природосберегающее оборудование. Она ориентирована на исследование, прогнозирование и оптимизацию технологических, экономических и экологических показателей работы объектов на основе анализа потоков предметных данных в среде моделирования.

Суть и новизна технологии по сравнению с известными заключаются в интеграции методов факторного анализа, многокритериальной оптимизации, искусственного интеллекта, инженерии знаний, концептуального и сервис-ориентированного программирования, обработки больших данных, распределенных вычислений и мультиагентных систем.

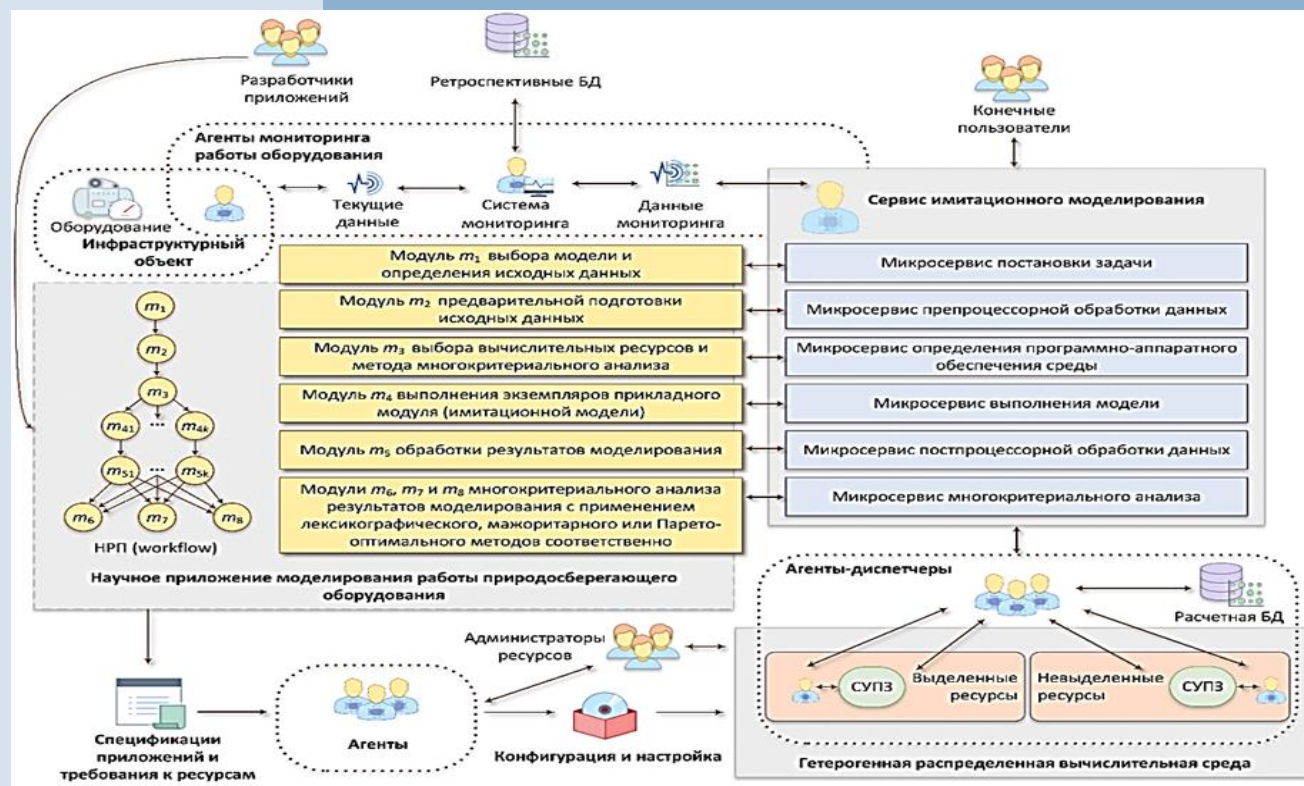


Схема создания и применения цифровых двойников

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН
(Башарина О.Ю., Бычков И.В., Горский С.А., Костромин Р.О., Сидоров И.А.,
Феоктистов А.Г.)

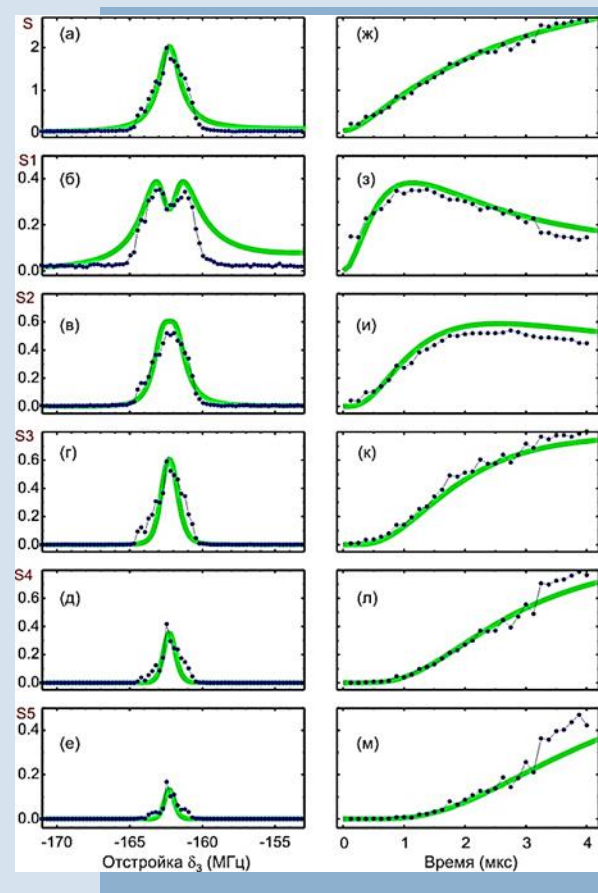
Публикации:

Feoktistov A., Gorsky S., Kostromoin R., Fedorov R., Bychkov I. // ISPRS International Journal of Geo-Information. 2022. Vol. 11, № 1. P. 8. (WoS: Q2, JSR: IF 3.099; Scopus: Q1, SJR: IF 0.721).
Bychkov I.V. et al. // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing. 2022. Vol. 58, № 4.
Бычков И.В. и др. // Вычислительные технологии. 2022. Т. 27, № 5. С.30–42.



ДИНАМИКА ТРЕХФОТОННОГО ЛАЗЕРНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ МЕЗОСКОПИЧЕСКИХ АНСАМБЛЕЙ ХОЛОДНЫХ РИДБЕРГОВСКИХ АТОМОВ РУБИДИЯ

Впервые исследована временная динамика трехфотонного лазерного возбуждения $5S_{1/2} \rightarrow 5P_{3/2} \rightarrow 6S_{1/2} \rightarrow 39P_{3/2}$ мезоскопических ансамблей холодных атомов Rb в ридберговские состояния в магнитооптической ловушке с использованием на каждой ступени непрерывных одночастотных лазеров. Ансамбли состояли из $N=1-5$ атомов и регистрировались методом селективной полевой ионизации с постселекцией по числу атомов. Измерена зависимость вероятности возбуждения от длительности возбуждающих лазерных импульсов и числа регистрируемых ридберговских атомов (рис.). При малых временах взаимодействия наблюдался линейный рост вероятностей, а при больших временах вероятности выходили на насыщение, при этом для каждого числа атомов имелись свои особенности. Проведено сравнение экспериментальных зависимостей с результатами численных расчетов в рамках четырехуровневой модели и получено их хорошее согласие. Определены условия, необходимые для наблюдения осцилляций населенностей Раби. Полученные результаты важны для реализации двухкубитовых квантовых операций на основе взаимодействий ридберговских атомов.



(а)-(е) Точками изображены экспериментальные записи спектров трехфотонного лазерного возбуждения ридберговского состояния $39P_{3/2}$ при сканировании отстройки δ_3 лазера третьей ступени и времени взаимодействия $t = 4$ мкс. Запись S представляет собой сигнал, соответствующий среднему числу ридберговских атомов, регистрируемых на лазерный импульс. Записи S1-S5 представляют спектры возбуждения мезоскопических ансамблей с определенным числом ридберговских атомов $N=1-5$. Их сумма дает полный измеряемый сигнал S. Сплошные кривые – результат численного моделирования при трехфотонной частоте Раби $\Omega/(2\pi) = 0,2$ МГц, среднем числе атомов $N_0=10$ и вероятности их регистрации $T=0,6$.

(ж)-(м) То же самое для амплитуды резонансов в центре линии перехода в зависимости от времени возбуждения при $N_0=13$.

РАННЯЯ ДИАГНОСТИКА РАКА КОЖИ И ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЙ РАДИОФОТОНИКИ

На базе технологий радиофотоники предложен, обоснован и разработан новый метод диагностики рака и других патологий кожных покровов и внутренних органов, а также диабета с использованием принципа многоспектральной обработки световых полей и изображений при последовательном программно-управляемом облучении светом с большим количеством длин волн.

Разработан и изготовлен лабораторный экспериментальный макет (рис. 1), на котором впервые проведен комплекс исследований на пациентах с различными видами кожных новообразований и повреждений, подтвердивший работоспособность и эффективность предложенного метода. Впервые показана целесообразность использования высокоселективных акустооптических перестраиваемых фильтров при формировании облучающего пучка света, что позволяет за счет значительного увеличения числа используемых для анализа длин волн обеспечить быстрое действие процесса и высокую достоверность диагностики, в частности рака внутренних органов гибридными эндоскопами (рис.2).

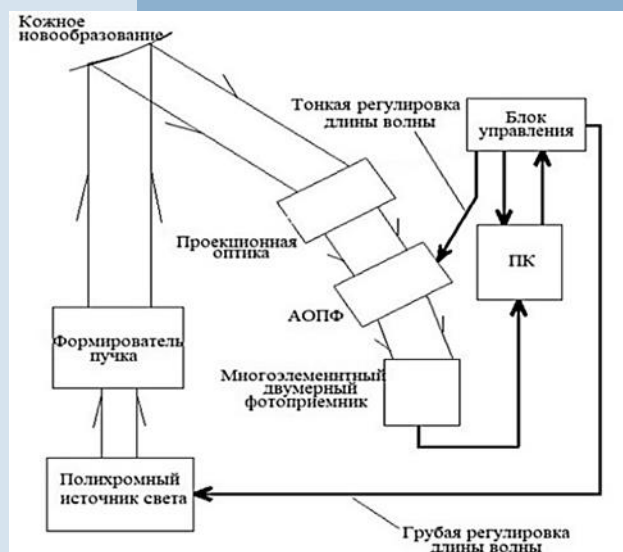


Рис. 1. Структурная схема макета устройства диагностики рака кожи на основе многоспектрального анализа

АОПФ - акустооптический перестраиваемый фильтр;
1 - оптоволоконный облучатель;
2 - оптоволоконный датчик изображений;
3 - TV-камера



Рис. 2. Структурная схема макета гибридного эндоскопа для диагностики рака внутренних органов на основе многоспектрального анализа

Публикации:

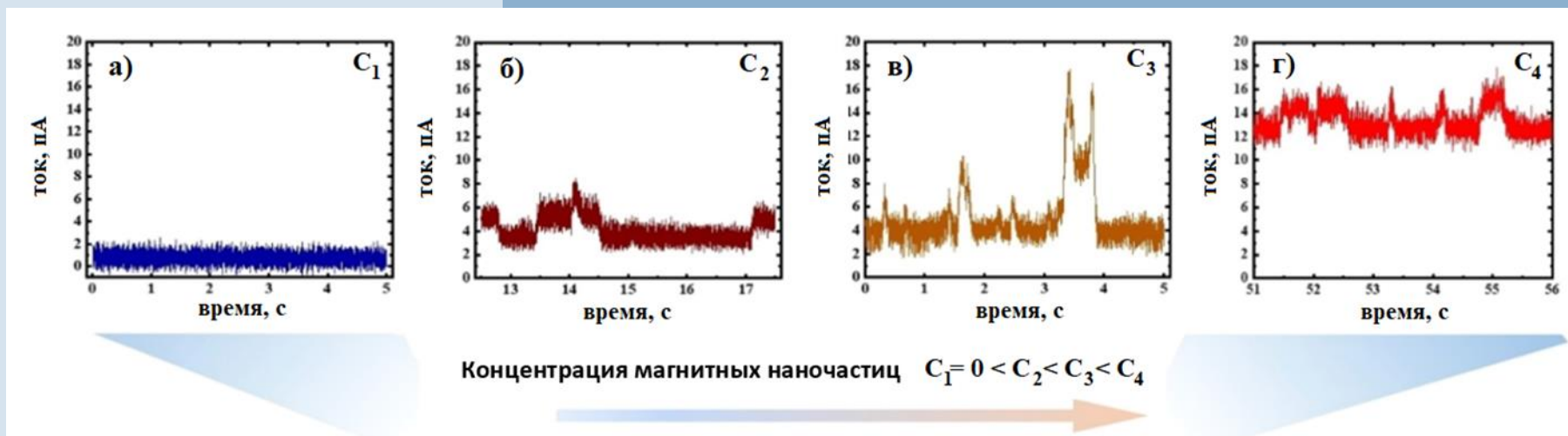
Zaichenko K.V., Gurevich B.S. // Proceedings of SPIE. 2021, vol. 11922, pp. 119221C.
Zaichenko K.V., Gurevich B.S. // Proceedings of SPIE. 2022, vol. 12144, pp. 121440E-1 – 121440E-6.
Zaichenko K.V., Gurevich B.S., Svyatkina V.I. // Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics, 2022, vol. 22, no. 5, pp. 846–853.



ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ПРОНИЦАЕМОСТИ БИСЛОЙНЫХ ЛИПИДНЫХ МЕМБРАН ПОД ДЕЙСТВИЕМ НАНОЧАСТИЦ ФЕРРИТА КОБАЛЬТА

Обнаружены структурные изменения фосфатидилхолиновых липидных мембран, вызванные их взаимодействием с магнитными наночастицами феррита кобальта. Использовались наночастицы нескольких типов: с кубическим ядром феррита кобальта размером 12 или 27 нм, покрытым гидрофильной оболочкой из человеческого сывороточного альбумина или полиэтиленгликоля.

Методом кондуктометрии зарегистрировано образование метастабильных проводящих пор с аномально высоким временем жизни, обусловленных взаимодействием рассматриваемых наночастиц с липидным бислоем. Обнаружено, что, несмотря на наноразмерный радиус пор, характерное время их существования составляет около секунды (рис.).



Увеличение проводимости липидной мембраны с ростом концентрации $C_1=0 < C_2 < C_3 < C_4$ наночастиц феррита кобальта. Напряжение на мембране 30 мВ

Важность результата состоит в создании основы для решения актуальной задачи, направленной на разработку новых эффективных терапевтических стратегий адресной управляемой доставки лекарственных веществ в целевые области организма человека и животных.

СВЧ-ФОТОДИОДЫ НА ОСНОВЕ ГЕТЕРОСТРУКТУР INALAS/INGAAS/INP

Передача сверхвысокочастотного (СВЧ) сигнала по оптоволокну обеспечивает снижение потерь передачи в сотни, тысячи раз по сравнению с традиционным коаксиальным кабелем.

Разработаны конструкция и технология изготовления мощных бескорпусных СВЧ-фотодиодов для спектрального диапазона 1,0–1,65 мкм, не производимых в России. Фотодиоды изготавливаются на основе гетероструктур InAlAs/InGaAs/InP и представляют собой мезоструктуры с барьером Шоттки (рис. 1). Рабочая частота фотодиодов диаметром $\varnothing 10$ мкм достигает 40 ГГц, а максимальная выходная СВЧ-мощность на частоте 20 ГГц для фотодиодов $\varnothing 15$ мкм составила 58 мВт. Показано, что фотодиоды перспективны для систем генерации и передачи аналоговых СВЧ-сигналов с высокими требованиями к фазовым шумам.

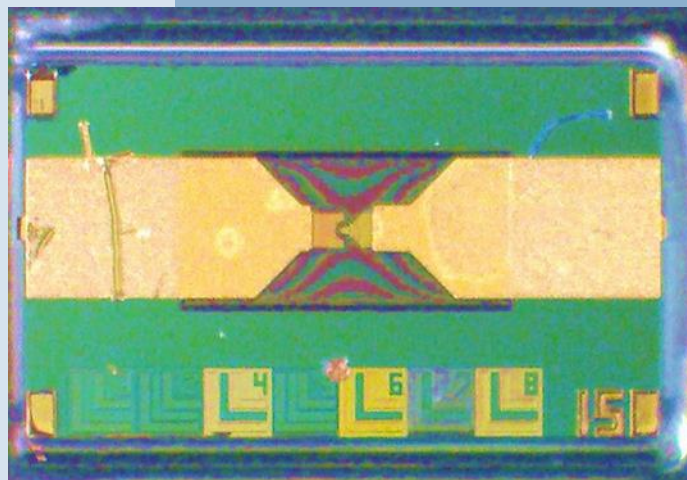


Рис. 1. Бескорпусной чип-фотодиод

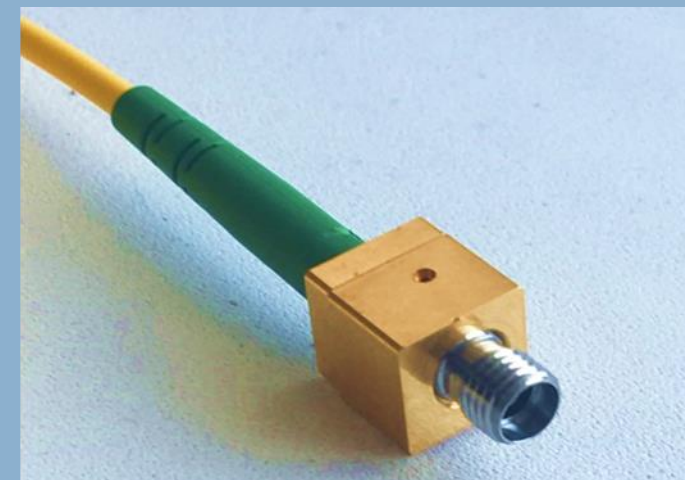


Рис. 2. Фотоприемник с волоконным вводом излучения на основе разработанных фотодиодов (совместно с ООО «Ай Эм Тех» и ТУСУР)

Разработаны также pin-фотодиоды, на основе которых совместно с ООО «Ай Эм Тех» и ТУСУР (г. Томск) и АО НПЦ «ЭЛВИС» (г. Зеленоград) изготовлены высокоскоростные фотоприемники с волоконным вводом излучения (рис. 2), а также гибридные фотоприемники с трансимпедансными усилителями.



МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПРОГРАММИРОВАНИЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ КОНФИГУРИРУЕМЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ТРЕБУЕМОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ

Гетерогенные конфигурируемые большие интегральные схемы (БИС) включают в себя как программируемую логику, так и типовые сложно функциональные блоки: процессоры, интерфейсные схемы, блоки цифровой обработки сигналов. Разработанные и реализованные методы и средства программирования таких схем представляют собой систему автоматизированного проектирования (САПР) программирующей информации и позволяют создать БИС с требуемой функциональностью, причем программирование соединений и, соответственно, обеспечение требуемой функциональности БИС осуществляется оперативно, путем записи управляющей информации в распределенную память заранее изготовленных гетерогенных конфигурируемых БИС (рис.).

Разработчикам отечественной микроэлектронной аппаратуры необходима широкая номенклатура интегральных схем при небольших объемах их потребления. Применение конфигурируемых БИС совместно с разработанной САПР позволяет в короткие сроки реализовать большое количество необходимых в настоящее время заказных микросхем путем программирования их функциональности, что в значительной мере обеспечивает их импортозамещение.



Алгоритм программирования БИС с требуемой функциональностью

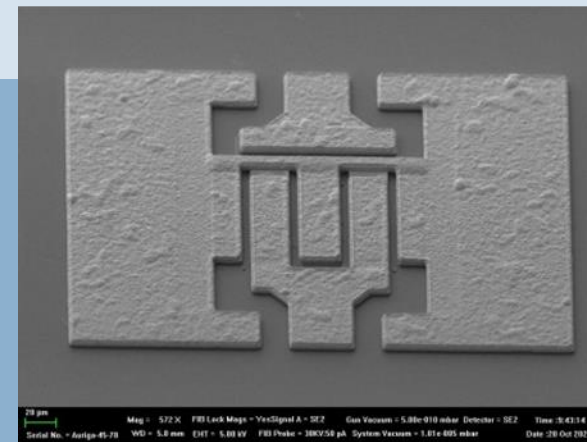


ТЕХНОЛОГИЯ ЭПИТАКСИАЛЬНОГО РОСТА ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ НИТРИДА ГАЛЛИЯ ДЛЯ ТРАНЗИСТОРОВ И СВЕТОДИОДОВ НА ПОДЛОЖКАХ КРЕМНИЯ ДИАМЕТРОМ ДО 150 ММ

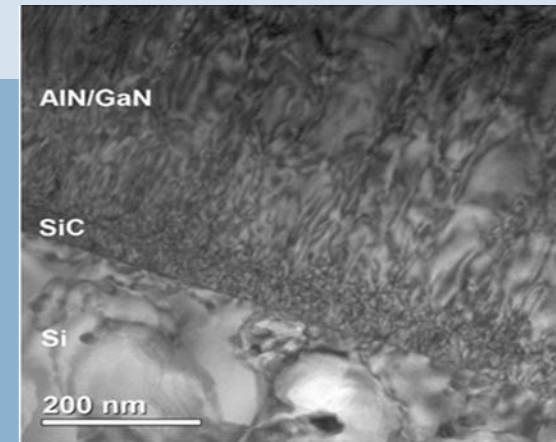
Разработана отечественная технология выращивания гетероструктур на основе нитрида галлия для СВЧ транзисторов на сверхвысокоомных эпитаксиальных структурах кремния диаметром 100-150 мм. На разработанных структурах получены СВЧ транзисторы (рис. а) с максимальным током стока насыщения 1200 мА/мм, крутизной не менее 300 мСм/мм, напряжением обратного пробоя более 80 В и граничной частотой (f_t) около 80 ГГц.

Выращены светодиодные гетероструктуры (рис. б) с использованием темплейтов SiC/Si, синтезированных методом согласованного замещения атомов.

С использованием удаления подложки для увеличения эффективности вывода света разработана технология изготовления кристаллов светодиодов (рис. в).



Поперечный срез затвора транзистора на сверхвысокоомной эпитаксиальной структуре кремния (а)



Изображение просвечивающей электронной микроскопии структуры AlGaIn/SiC/Si в поперечном сечении (б)



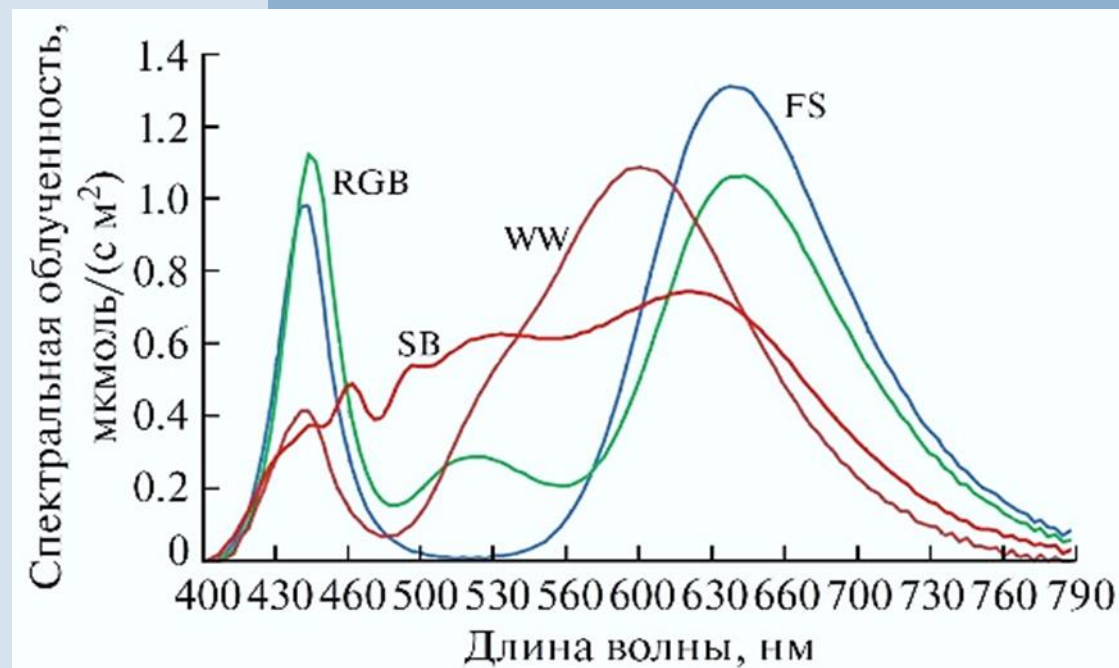
Излучение чипа с удаленной подложкой (в)



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ СВЕТОВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ВЕГЕТАЦИИ РАСТЕНИЙ

Установка состоит из четырех боксов со следующим светодиодным освещением: WW (теплый белый), SB (солнечный бокс), RGB (красно-зелено-синий) и FS (красно-синий). Соотношение энергий (B:G:R, %) составляет: WW – 14:48:38, SB – 26:41:33, RGB – 32:19:49, FS – 27:11:62. Сводные спектральные характеристики приведены на рис.

Новизна заключается в точном дозировании вариаций искусственного освещения влияющих на регуляцию ростовых и фитохимических характеристик растений. Значимость определяется использованием устройства для получения новых знаний в исследовании влияния вариаций искусственного освещения для применения в тепличном растениеводстве с целью получения максимального энергоэффективного результата в зависимости от вида культур. Результат необходим для разработки основ технологии увеличения урожайности растительных культур в агроиндустриальной промышленности на основе вариаций искусственного освещения.



Сводные спектры излучения источников света экспериментальной установки



ПРИМЕНЕНИЕ КОЛЬЦЕВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПОТОКОВ В МОЦНЫХ КЛИСТРОНАХ

Проведенные исследования показали возможность увеличения КПД многорезонаторного клистрона на 5-6% за счет использования кольцевых электронных потоков. Полученные в результате оптимизационных расчетов сравнительные зависимости предельных значений электронного КПД для клистронов со сплошным (график 1) и кольцевым пучком (график 3) представлены на рис. 1. Показано, что замена сплошного электронного пучка на кольцевой позволяет увеличить силу тока пучка и мощность прибора на 30-100% при том же значении КПД (см. графики 1, 2 на рис. 1). Получено аналитическое выражение для выбора параметров кольцевого электронного потока, обеспечивающее такую замену. На рис.2 приведены зависимости относительного увеличения силы тока кольцевого пучка от коэффициента заполнения пучка при различных значениях толщины кольцевого пучка. В миллиметровом диапазоне применение кольцевых электронных потоков может позволить обеспечить рекордные значения выходной мощности однолучевых клистронов.

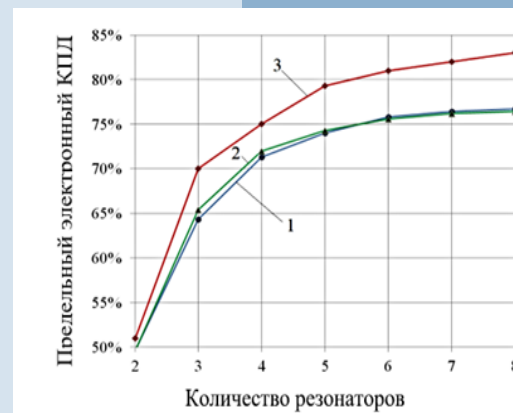


Рис.1. Зависимость предельных электронных КПД клистрона от числа резонаторов для различных величин тока электронного пучка I_0 : (1) - сплошной пучок, $I_0 = 17.25$ А; (2) - кольцевой пучок, $I_0 = 27.3$ А; (3) - кольцевой пучок, $I_0 = 17.25$ А.

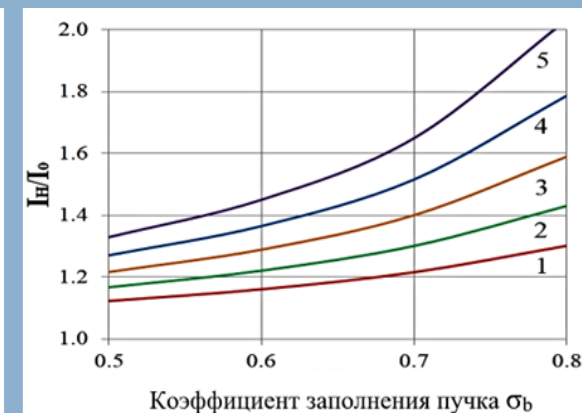


Рис.2. Зависимость увеличения силы тока I_0 при замене сплошного пучка кольцевым при сохранении значения КПД от коэффициента заполнения пучка σ_b для различных значений толщины кольцевого пучка: (1) $\sigma_b = 0.5$; (2) $\sigma_b = 0.6$; (3) $\sigma_b = 0.7$; (4) $\sigma_b = 0.8$; (5) $\sigma_b = 0.96$



ТЕОРИЯ СВЯЗАННЫХ МОД ДЛЯ ОПИСАНИЯ РЕЗОНАНСОВ ФАНО В СПЕКТРАХ СЛОИСТЫХ СТРУКТУР ДЛЯ СПЕКТРОСКОПИИ НА ОСНОВЕ УСИЛЕНИЯ ПОЛЯ

Выделение отдельных эффектов, ассоциированных с возбуждением и связью мод в структурах, а также описание физики резонансов и формирования резонансного профиля Фано может быть осуществлено на основе теории связанных мод (СМ). В отличие от традиционных теорий СМ с феноменологическими постоянными коэффициентами впервые аналитически получены формулировки моделей СМ для структур, допускающих возбуждение как одиночных, так и связанных волноводных мод, мод Фабри-Перо, симметричных и антисимметричных плазмонных мод (рис. 1). Также получены явные аналитические выражения, связывающие резонансные характеристики, такие как высота, положение, ширина, наклон резонанса, максимальное усиления поля, чувствительность к изменению оптических характеристик окружающей среды и т.п., интерференционных структур с их физическими и геометрическими параметрами.

Полученные строгие формулировки СМ необходимы для физического понимания эффектов связи между амплитудами колебаний локальных полей резонаторов и послужат основой для разработки общей формулировки СМ для связанных резонансных систем. Разработанная аналитическая теория согласуется с результатами моделирования (рис. 2).

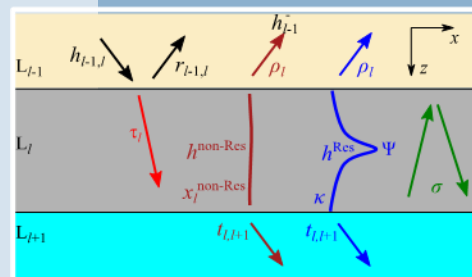


Рис.1. Пример модели возбуждения резонансных (синяя) и нерезонансных (красная) колебаний поля в случае интерференционного резонатора

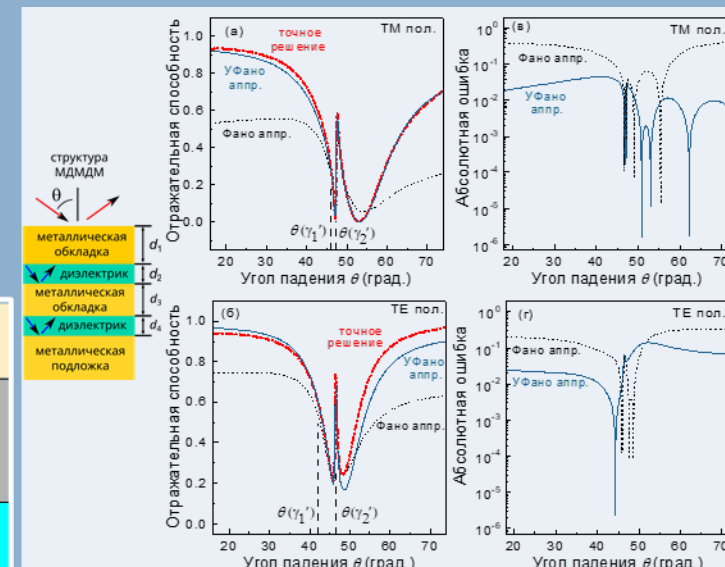
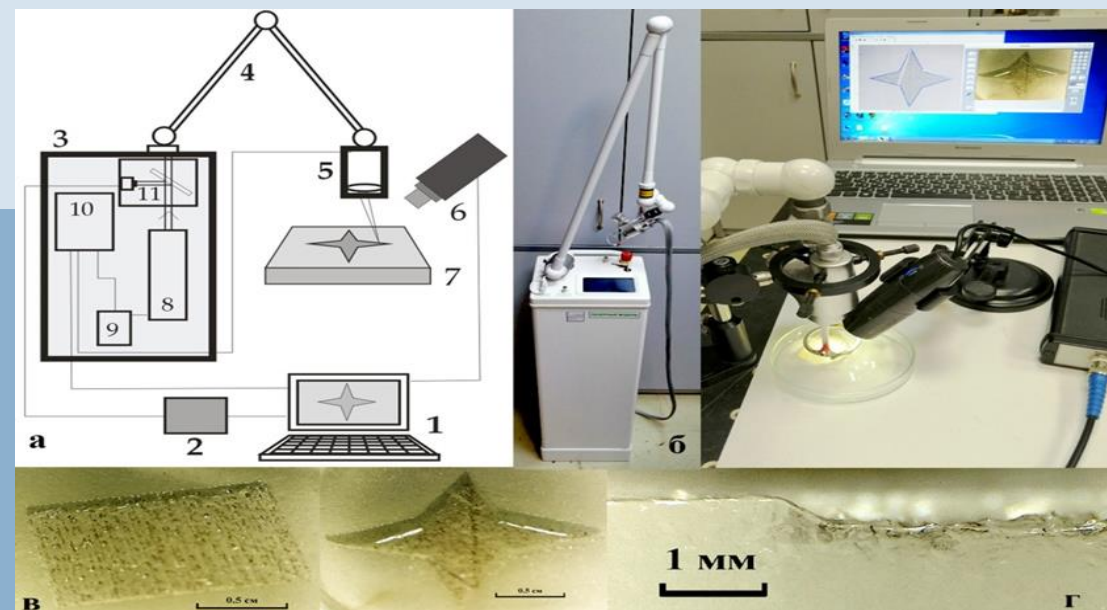


Рис.2. Примеры спектров отражения [слева], точные значения (красная линия) и их аппроксимации разработанными (синяя) и традиционными (черная) моделями СМ в случае связанных мод Фабри-Перо в металло-диэлектрических структурах и их соответствующие отклонения от точных значений [справа]

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА НА ОСНОВЕ СО₂ ЛАЗЕРА С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРЕЦИЗИОННОГО ВЫПАРИВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ

Создана установка на основе СО₂-лазера с обратной связью для прецизионного автоматизированного выпаривания биологических тканей. Послойное выпаривание ткани осуществляется с использованием гальванометрического сканатора внутри заранее определяемой зоны любой формы, задаваемой с помощью компьютера. Установка позволяет в процессе выпаривания записывать автодинный сигнал и его производные в заданном частотном диапазоне и одновременно осуществлять видеозапись процесса выпаривания с помощью цифрового микроскопа (рис.). Автодинная диагностика (прием на резонатор лазера обратно рассеянного из зоны испарения излучения) послойного лазерного сканирования позволяет контролировать процесс испарения биоткани одного типа и определять границы между тканями различных типов как в плоскости сканирования, так и по глубине ткани.

Созданная установка может быть использована для исследований и отработки новых подходов к прецизионным малотравматичным лазерным операциям с применением роботизированных хирургических систем с обратной связью.



Лазерная установка по автоматизированному выпариванию биотканей:
 а - схема установки (1 – компьютер, 2 – аналого-цифровой преобразователь, 3 – лазерный блок, 4 – шарнирно-зеркальный манипулятор, 5 – гальвано-сканатор, 6 – микроскоп, 7 – образец, 8 – лазерный излучатель на основе СО₂-лазера, 9 – блок питания лазера, 10 – контроллер управления лазерным модулем, 11 – оптический блок); б – фотография лазерной установки; в – изображения разных форм на поверхности образцов (под углом к поверхности) из агара, полученные при сканировании лазерным пучком со скоростью 15 мм/с при мощности лазерного излучения 5 Вт; г – фотография среза области сканирования образца из агара.



ЭНЕРГЕТИКА, МЕХАНИКА, МАШИНОСТРОЕНИЕ И ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ



ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СОВМЕЩЕННОМУ РАДИАЦИОННОМУ И КОНВЕКТИВНОМУ НАГРЕВУ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО МАТЕРИАЛА

Впервые выполнены исследования по совмещенному радиационному и конвективному нагреву высокотемпературного материала. Эксперименты проведены на уникальной научной установке РФ – ВЧ-плазмотроне ВГУ-4. В качестве источника излучения использовался волоконный лазер. Образец из теплозащитного плиточного материала орбитального корабля «Буран» подвергался совместному воздействию дозвуковой струи азотной плазмы и лазерного излучения.

Успешно продемонстрирован рост тепловой нагрузки на материал во время испытания в плазмотроне, показаны возможности по пространственно-временной модуляции теплового потока. Новый технический подход позволит повысить максимальные реализуемые температуры поверхности и существенно расширить области экспериментального моделирования аэродинамического нагрева, в том числе для лабораторного воспроизведения условий входа космического аппарата в атмосферы Марса, Венеры, других планет Солнечной системы и их спутников.

Результаты таких испытаний востребованы профильными предприятиями и организациями отечественной аэрокосмической отрасли.

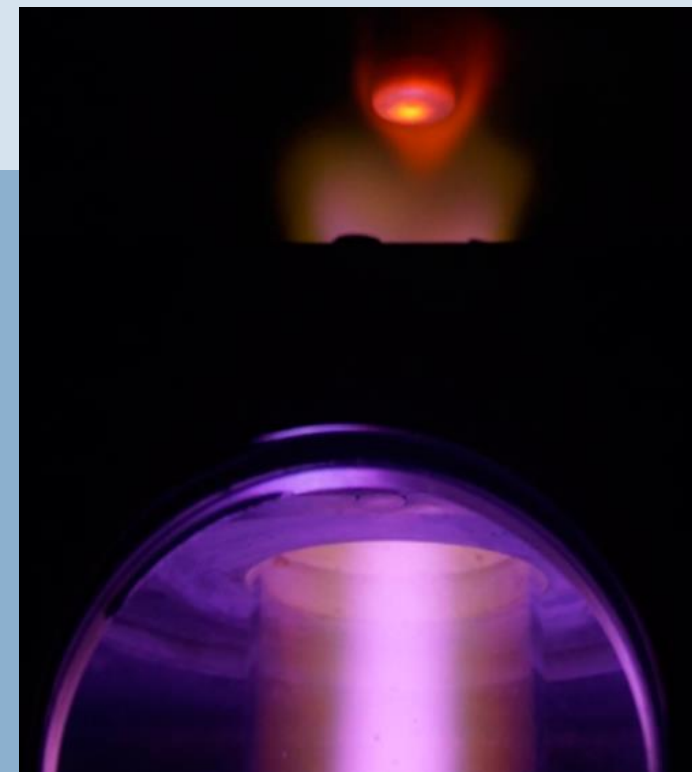


Фото образца под воздействием дозвуковой струи азотной плазмы и дополнительно нагретого лазерным излучением

АНАЛИТИКО-ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ТЕРМОВЯЗКОУПРУГИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ МЕЖФАЗНЫМ СЛОЕМ

Разработан параметрический метод определения термовязкоупругих характеристик (теплофизических и вязкоупругих) композитных материалов на основе вязкоупругой матрицы и включений с промежуточным межфазным слоем. Этот метод базируется на теории асимптотического усреднения уравнений с быстроосциллирующими коэффициентами в параметрическом пространстве и аналитическом решении обобщенной задачи Эшелби для многослойного включения. На основе такого подхода с помощью новой конечно-элементной технологии построен эффективный алгоритм решения задачи на ячейке (рис. 1) для определения термовязкоупругих характеристик композитов. Проведено исследование зависимости жесткостных и демпфирующих свойств эпоксидной смолы, армированной углеродными волокнами, от вязкоупругих характеристик межфазного слоя и матрицы при различной температуре, объемного наполнения и частоты вибрации при гармонических колебаниях (рис. 2). Отмечены эффекты локального усиления демпфирующих свойств при определенных соотношениях параметров межфазного слоя и матрицы.

Метод применим в строительстве, машиностроении, автомобилестроении, аэрокосмической областях, а также в медицине.

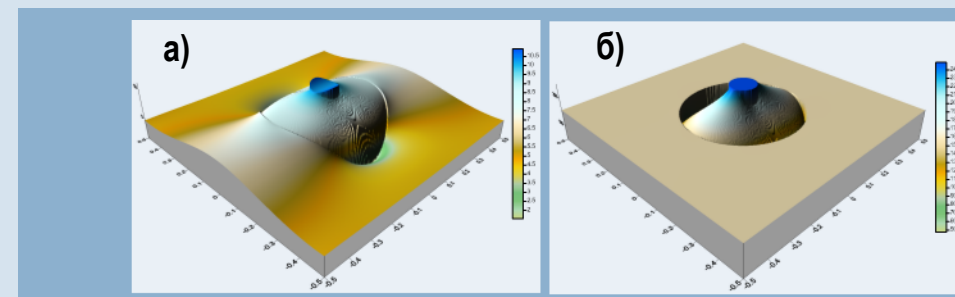


Рис. 1. Компонента напряжений σ_x в задаче на ячейке с волокном и функционально-градиентным слоем при деформации 1% вдоль оси x в эпоксидной (а) и почти несжимаемой эластомерной (б) матрице

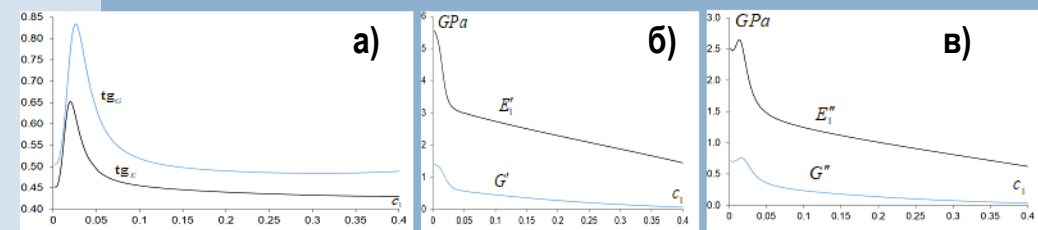


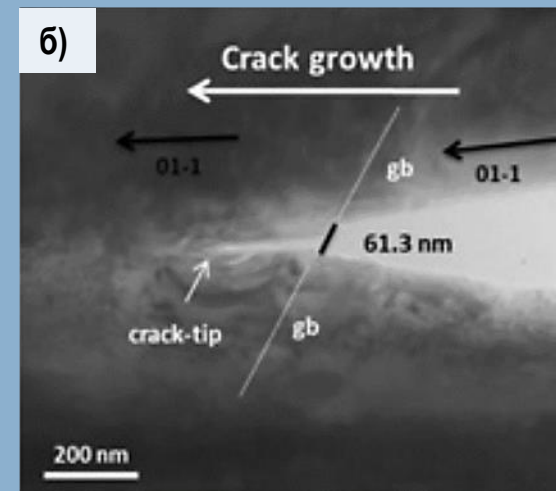
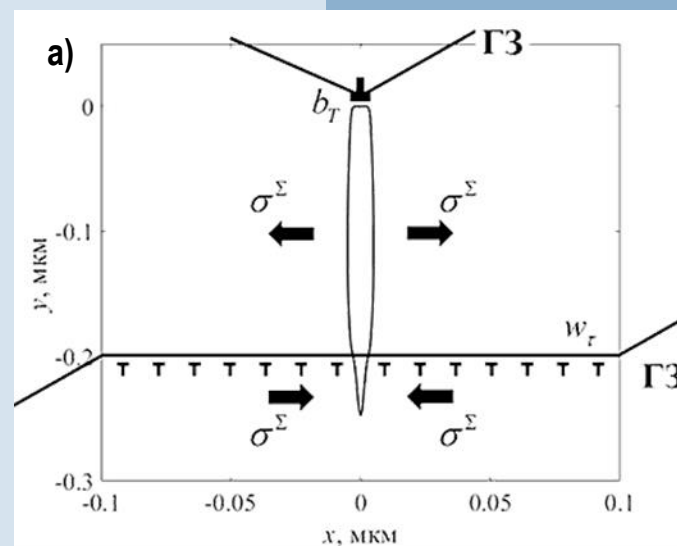
Рис. 2. Зависимость эффективных модулей накопления Юнга и сдвига (а), потерь Юнга и сдвига (б) и тангенса угла потерь (в) в зависимости от объемной доли межфазного слоя c_1 в плоскости изотропии для случая мягкого и вязкого межфазного слоя



МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ В МАТЕРИАЛАХ С СИЛЬНО-ФРАГМЕНТИРОВАННОЙ СТРУКТУРОЙ, СФОРМИРОВАННОЙ В ХОДЕ БОЛЬШИХ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ

На основе проведенных электронно-микроскопических исследований предложена модель, описывающая трещинообразование в материалах с сильно-фрагментированной структурой, сформированной в ходе больших пластических деформаций. Установлено, что зарождение трещин в такой структуре происходит в окрестности ротационно-сдвиговых мезодефектов, накапливающихся на границах и в стыках фрагментов вследствие несовместности пластической деформации. В рамках предложенной модели определены области существования стабильных микротрещин и построены карты распределения их длин в конфигурационном пространстве параметров, характеризующих дефектную структуру материалов.

Полученные результаты важны для построения физической теории вязкого разрушения и разработки методов диагностики прочностного состояния металлов и сплавов

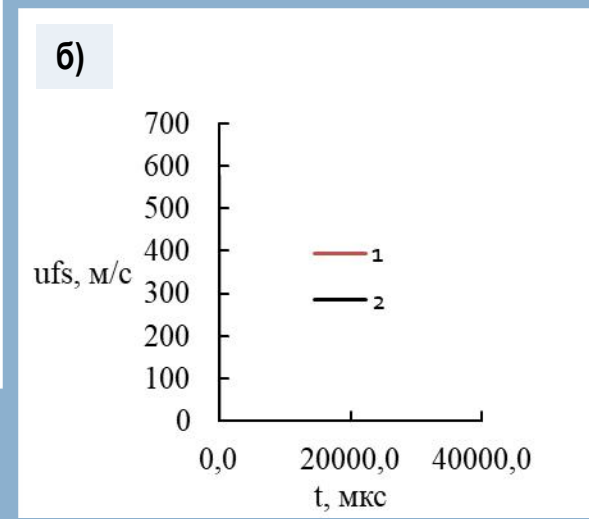
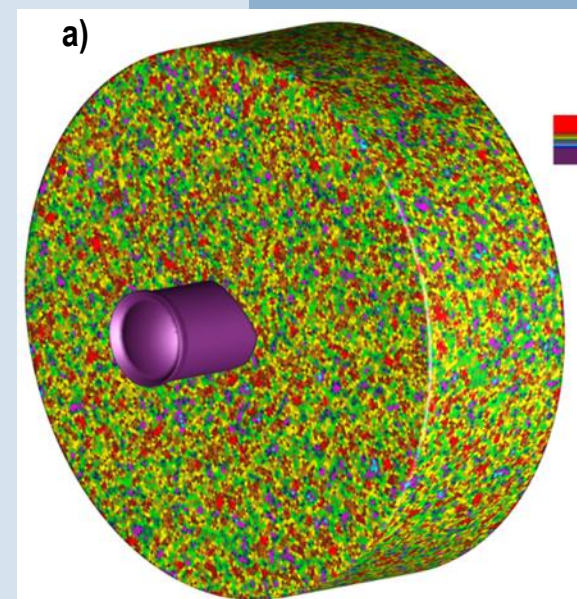


Расчетный профиль (а) и наблюдаемый профиль (б)

УПРУГОПЛАСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРЯМОГО ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗРУШАЮЩЕЙСЯ ГЕТЕРОГЕННОЙ СРЕДЫ

Построена замкнутая дискретная упругопластическая модель прямого численного моделирования разрушающейся гетерогенной среды, позволяющая предсказывать отклик среды от ударного воздействия с высокой точностью воспроизводя процессы деформирования, разрушения и образования трещин в металлокерамических материалах, созданных с помощью аддитивных технологий. Предложенная модель позволяет предсказывать отклик гетерогенной среды, как по физико-механическим, так и по прочностным свойствам, без привлечения дополнительных знаний о материале.

На рис. б, в качестве примера, показано сравнение рассчитанного методом прямого численного моделирования профиля скорости движения свободной поверхности гетерогенном металлокерамическом материале (WC+Co) при концентрации кобальта 8%. Сравнение показывает, что авторская модель с хорошей точностью описывает откольное разрушение металлокерамического композита.

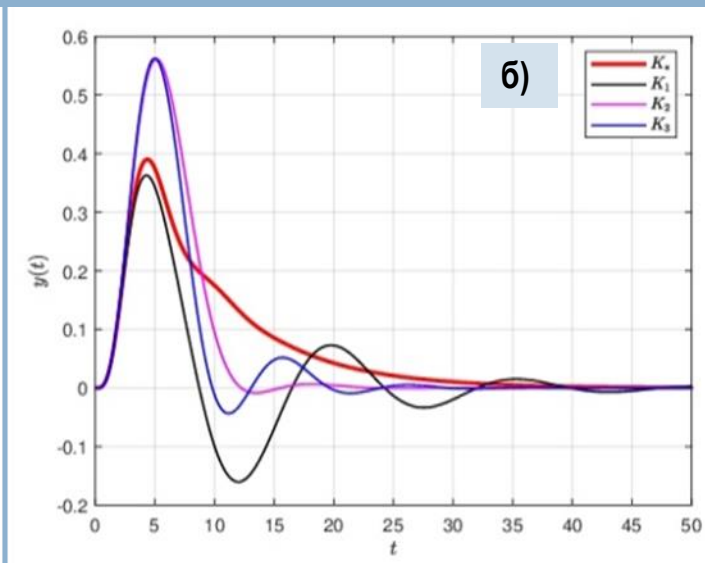
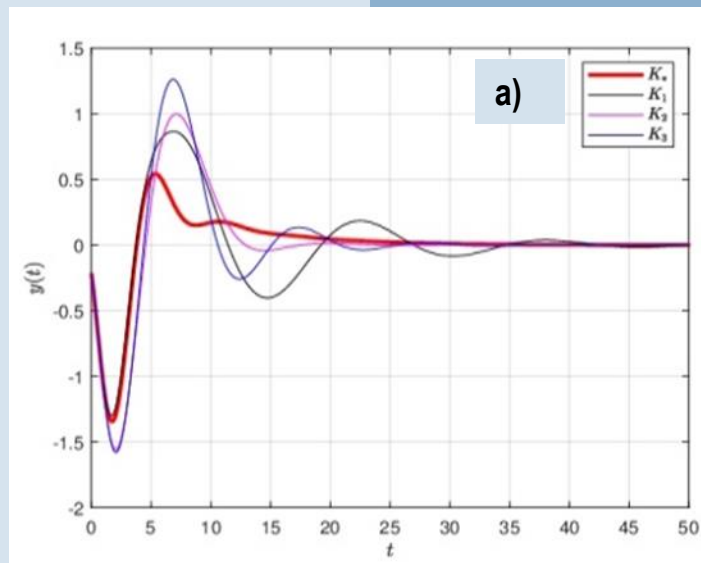


Металлокерамический композит (а) и профиль скорости движения свободной поверхности WC-2Co (б):
1 – экспериментальные данные; 2 – результат расчета



НОВЫЙ ПОДХОД К НАСТРОЙКЕ И ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПИД-РЕГУЛЯТОРА

Предложен новый, основанный на сведении проблемы к задаче оптимизации, подход к настройке и оптимизации параметров ПИД-регулятора. Качество регулятора оценивается по квадратичному критерию от выхода системы: ПИД-регулятор настраивается в зависимости от неопределенности в начальных условиях так, чтобы выход системы был равномерно малым, при этом дополнительно гарантируется заданная степень устойчивости замкнутой системы. Выписан градиентный метод для отыскания параметров ПИД-регулятора. Предлагаемая рекуррентная процедура является весьма эффективной и приводящей ко вполне удовлетворительным по инженерным критериям качества ПИД-регуляторам.

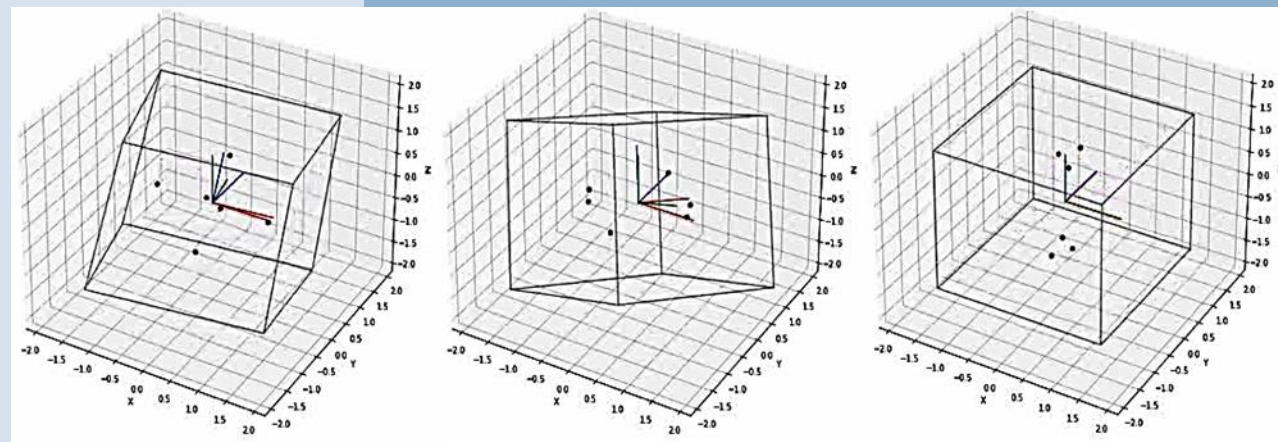


Траектории выхода тестовой линейной системы при ненулевом начальном условии и единичном ступенчатом возмущении, замкнутой построенным (K_*) и ранее известными ПИД-регуляторами

ДИНАМИКА МОБИЛЬНЫХ СИСТЕМ С УПРАВЛЯЕМОЙ КОНФИГУРАЦИЕЙ

Завершен многолетний цикл исследований, посвященных проблемам динамики и управления движением мобильных систем, способных перемещаться в различных средах за счет целенаправленного изменения их конфигурации. Движение этих систем осуществляется путем изменения формы или взаимного расположения составляющих тел при сохранении контакта с внешней средой. Такие способы перемещения широко распространены в живой природе (ползание змей и червей, плавание рыб и животных) и используются для осуществления локомоции мобильных робототехнических систем.

Построены и исследованы математические модели динамики мобильных систем с изменяемой конфигурацией разнообразных типов. Изучены вопросы управляемости таких систем в зависимости от конструктивных параметров системы и свойств внешней среды. Построены различные режимы движения, при этом основное внимание уделяется периодическим режимам, при которых конфигурация системы (относительное положение составляющих тел) и скорости ее тел относительно среды изменяются периодически.



Анимация оптимального управления по приведению куба с шестью подвижными материальными точками к заданной ориентации

Найдены оптимальные конструктивные параметры и оптимальные законы управления, при которых мобильная система движется с максимальной средней скоростью или с минимальными затратами энергии на единицу пути. Результаты значительно расширяют теоретические знания и имеют перспективы использования для разработки мобильных робототехнических систем новых типов.



КОМПЛЕКС МОДЕЛЕЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ СТРАНЫ

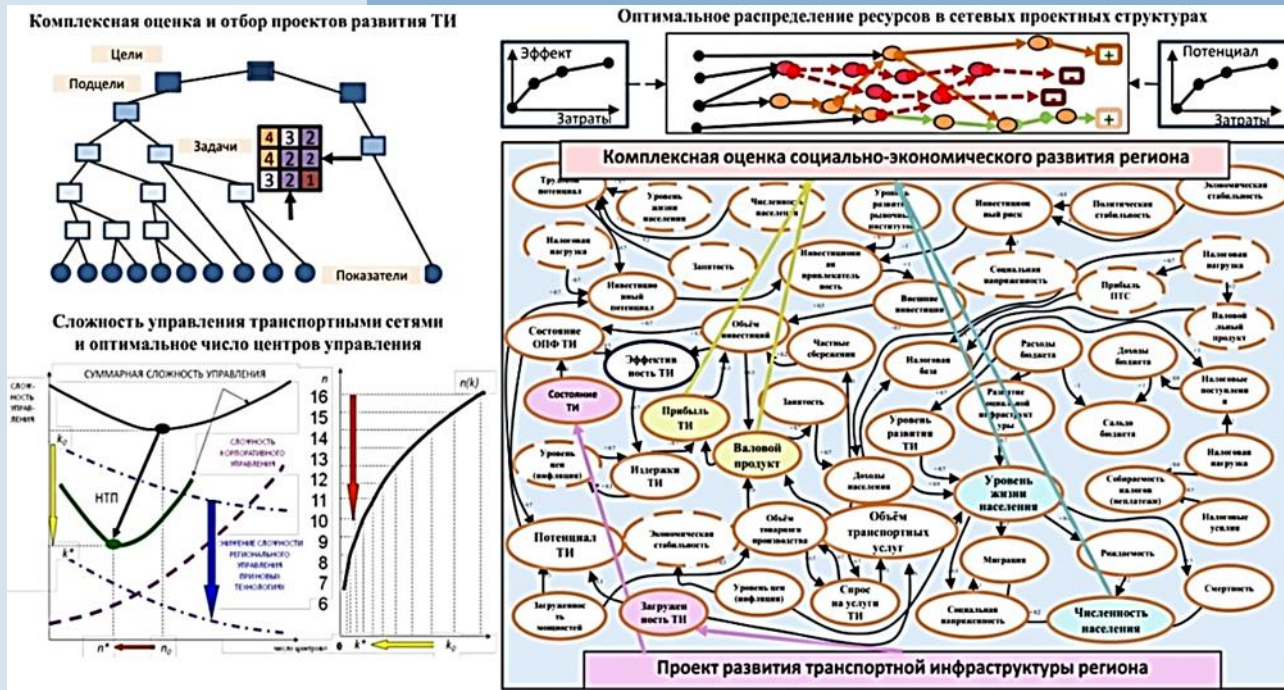
Разработанный комплекс моделей является дальнейшим развитием моделей, вошедших в работу, отмеченную Премией Правительства РФ 2022 года в области науки и техники, и содержит 4 блока моделей.

1-й блок на основе анализа целей стратегического развития транспортной инфраструктуры позволяет формировать систему ранжирования и отбора приоритетных проектов, обеспечивающую их рациональное бюджетирование.

2-й блок поддерживает экспертизу крупномасштабных проектов развития транспортной инфраструктуры.

3-й блок позволяет проводить экспертизу влияния крупномасштабных проектов развития транспортной инфраструктуры на развитие социально-экономической системы страны, основываясь на построении и использовании когнитивных карт.

4-й блок включает модели согласованного планирования, стимулирования и реструктуризации системы управления функционированием крупномасштабных транспортных сетей, на основе их разбиения на полигоны управления.



Структура комплекса моделей



МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВНЕШНИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Проведена разработка и экспериментальные исследования метода идентификации кинематических параметров промышленных роботов без использования внешних измерительных устройств. Метод не требует использования сложного и дорогостоящего оборудования для высокоточных внешних измерений положения и ориентации рабочего инструмента в декартовой системе координат. Этот метод с помощью простых и доступных инструментов (рис. 1) позволяет уточнить механические параметры роботов и тем самым значительно повысить точность перемещения их рабочих инструментов при выполнении различных технологических операций.

Предлагаемый способ экспериментально проверен (рис. 2) и может быть применен непосредственно на производственных линиях.

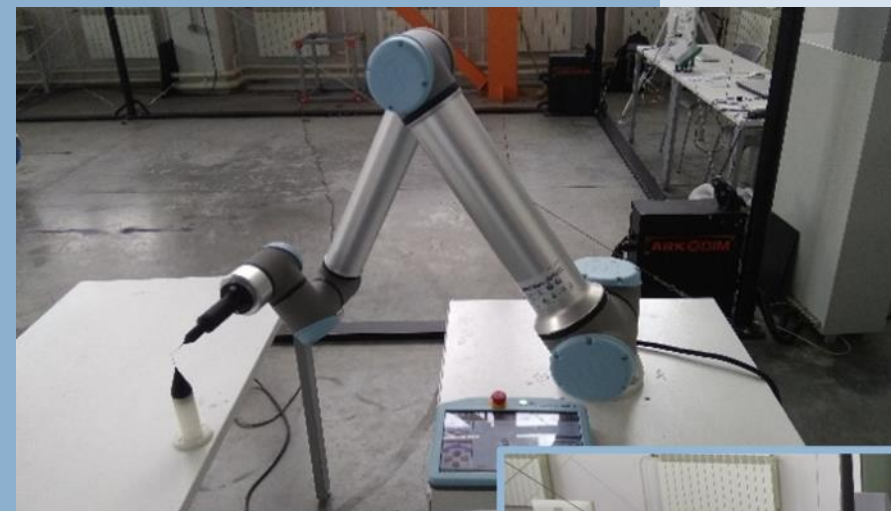


Рис. 1. Процесс получения данных для идентификации параметров

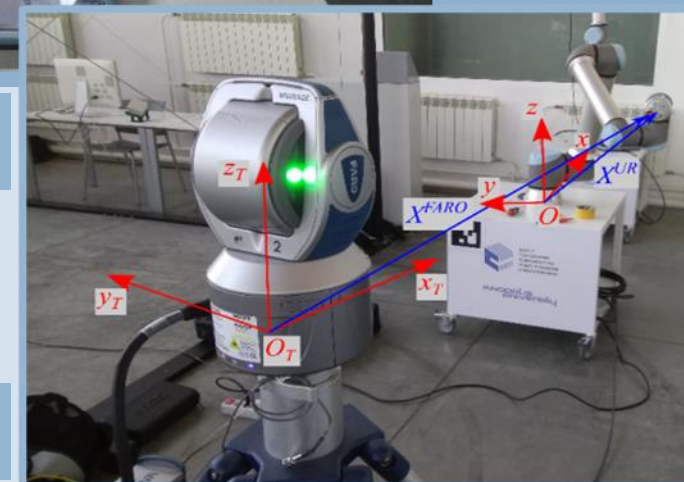


Рис 2. Экспериментальные исследования

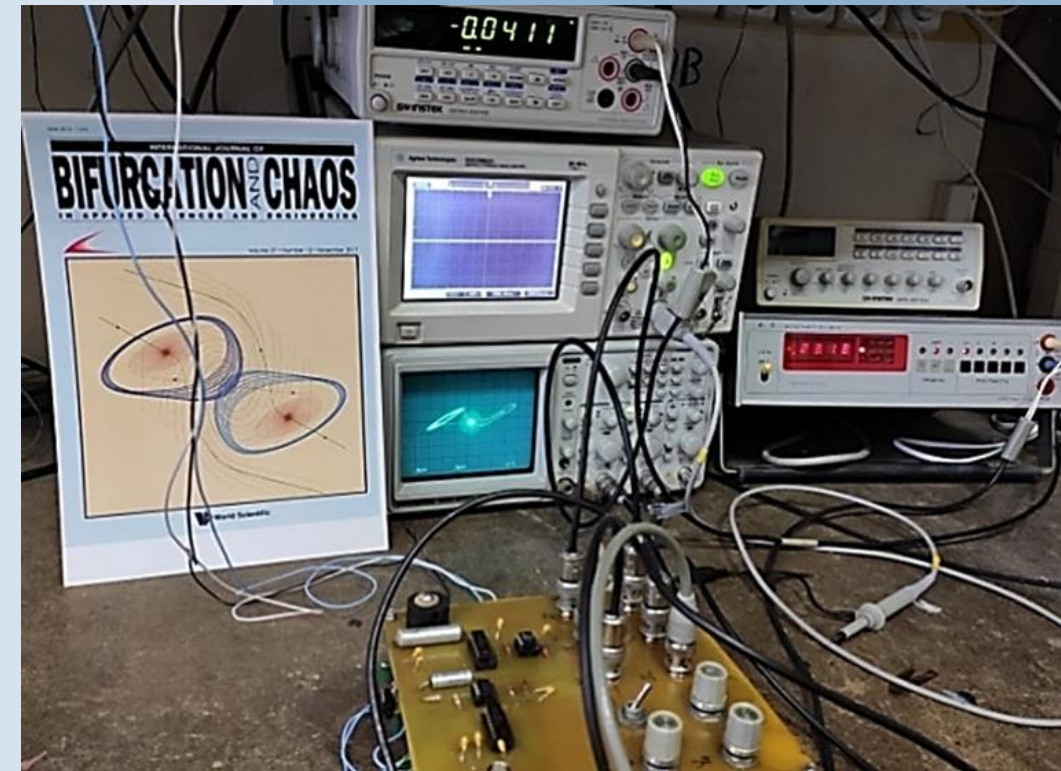


ТЕОРИИ СКРЫТЫХ КОЛЕБАНИЙ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ

Созданы и развиты теории скрытых колебаний, что позволило продвинуться в решении ряда известных фундаментальных задач и оказалось широко востребованным для актуальных прикладных исследований. На практике переход состояния системы управления к скрытому аттрактору, вызванный внешними возмущениями, приводит к нежелательным режимам работы и часто является причиной аварий и катастроф. Теория скрытых колебаний открыла принципиально новые возможности определения границ устойчивости и выявления нежелательных колебаний для предотвращения технологических и техногенных катастроф.

Проведено выявление скрытых колебаний в нелинейных системах управления и контрпримерах к проблеме Р.Е. Калмана, в замкнутой модели управления гидроагрегатом Саяно-Шушенской ГЭС, в моделях буровых установок, в нелинейных моделях подавления флаттера (задача М.В. Келдыша), в генераторе Л. Чуа и т.д.

С 2019 г. полученные результаты применялись совместно с промышленными компаниями для решения ряда актуальных практических задач, в т.ч. при проектировании систем электроснабжения подвижного состава железнодорожного применения, перспективного электрифицированного самолета и моделей МЭМС гироскопов.



Экспериментальное подтверждение скрытого аттрактора в генераторе Чуа

Публикации:

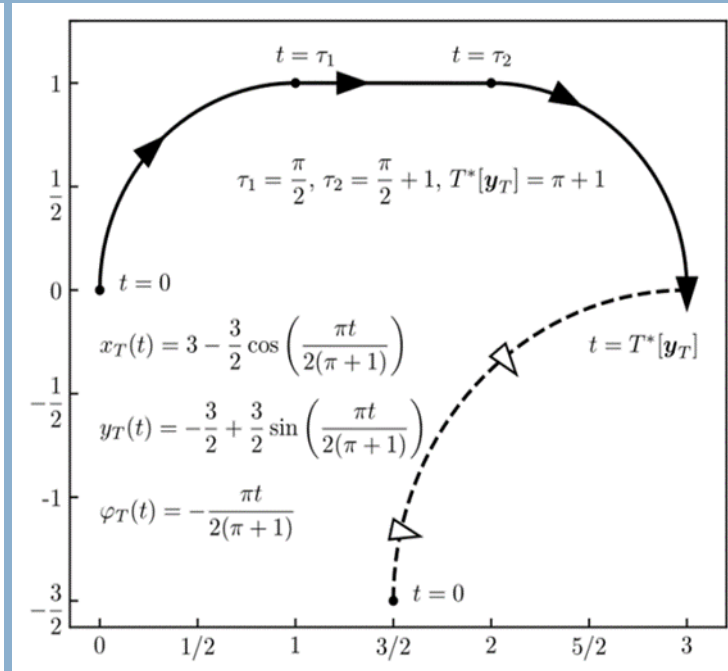
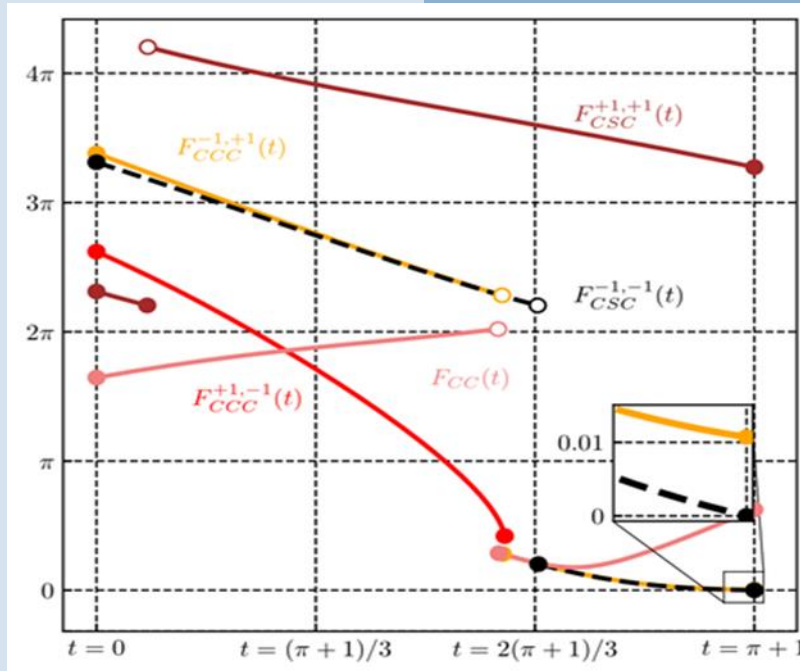
Kuznetsov, N., et al. Nonlinear Dyn (2022). <https://doi.org/10.1007/s11071-022-08078-y> [Q1]
N.V. Kuznetsov, et al // Aero-space Science and Technology, 131, 2022, 107973
(<https://doi.org/10.1016/j.ast.2022.107973>) [Q1]
N.V. Kuznetsov, et al. // Gyroscopy and Navigation, 13(1), 2022, 44-52
(<https://doi.org/10.1134/S2075108722010047>)



АНАЛИТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НАИСКОРЕЙШЕГО БОКОВОГО ПЕРЕХВАТА ДВИЖУЩЕЙСЯ ЦЕЛИ МАШИНОЙ ДУБИНСА

Получены аналитические результаты для решения задачи наискорейшего бокового перехвата движущейся цели машиной Дубинса - управляемым объектом с простейшей моделью движения в горизонтальной плоскости.

Выявлены новые свойства трёхмерного множества достижимости машины Дубинса, позволяющие существенно сузить классы управлений, которые являются кандидатами в оптимальные. Выделено десять непустых классов оптимальных траекторий перехвата. Для каждого класса аналитически получено вещественное уравнение одной неизвестной, наименьший неотрицательных корень которого является оптимальным временем перехвата. Предложен алгоритм синтеза оптимального управления.



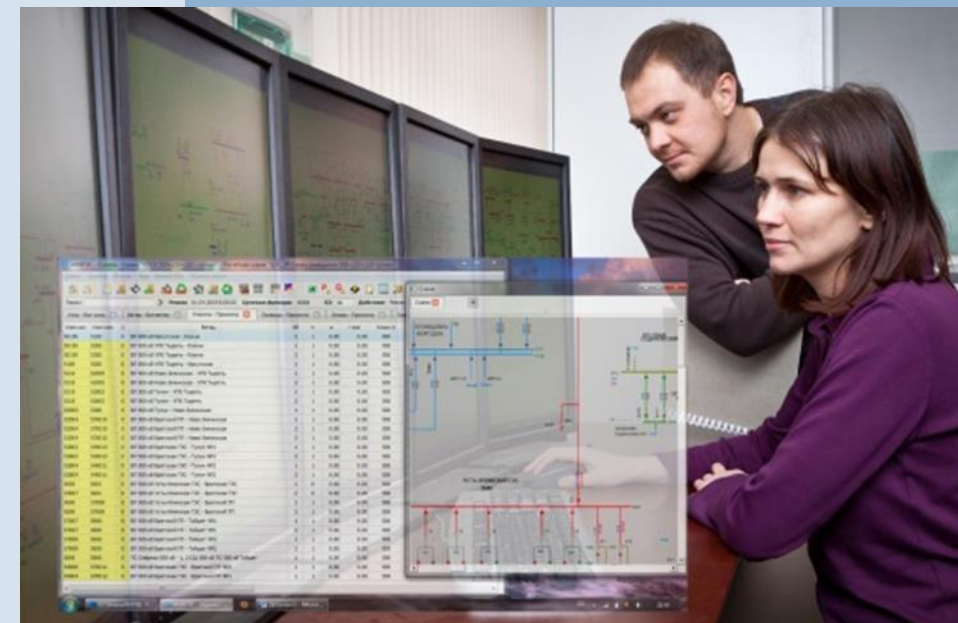


ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Технология предназначена для применения в системах диспетчерского оперативного управления электроэнергетическими системами (ЭЭС). Технология значительно расширяет возможности оперативного управления, позволяя учитывать комплексные характеристики и свойства режимов, а также строить эффективное управление на основе прогнозирования режимов работы ЭЭС на различных территориальных уровнях диспетчерского управления. Технология реализована в парадигме модульной архитектуры в составе программной платформы «АНАРЭС» и интегрирована с системами обработки телеметрической информации.

Основной эффект от внедрения – это повышение качества и эффективности автоматического управления ЭЭС различного масштаба и конфигурации через интеллектуализацию с использованием продвинутых математических моделей и алгоритмов. При этом обеспечивается более гибкое и адаптивное управление режимами электрической сети с получением значительного экономического эффекта в виде снижения потерь энергии и увеличения пропускной способности электрических сетей.

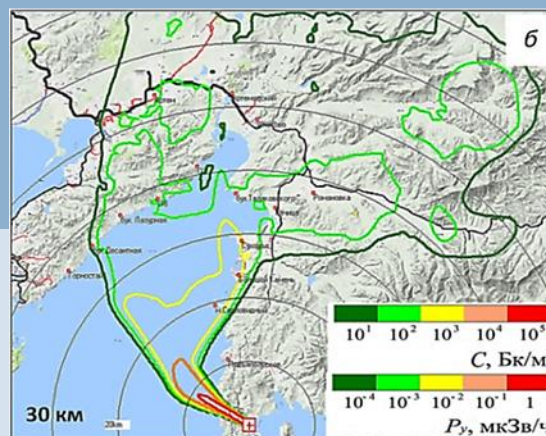
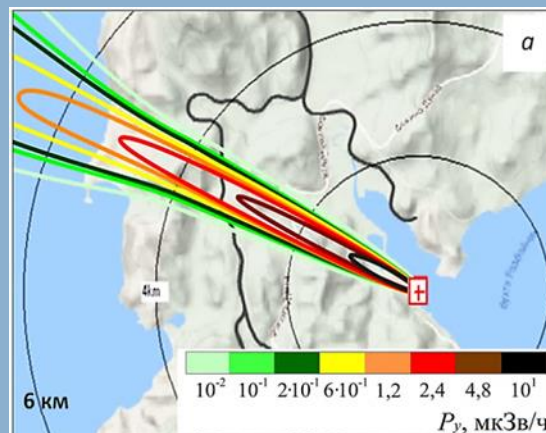
Технология успешно апробирована при разработке отраслевых технологических решений для энергетических компаний, в числе которых ФСК ЕЭС, ИнтерРАО, Иркутскэнерго, Магаданэнерго, Иркутская электросетевая компания и другие.



Демонстрация возможностей технологии интеллектуального управления режимами электроэнергетических систем

РЕКОНСТРУКЦИЯ И ОЦЕНКА РАДИАЦИОННЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА АПЛ В 1985 Г. В БУХТЕ ЧАЖМА

Завершены многолетние исследования по реконструкции и оценке радиационных последствий самой крупной в истории атомных флотов мира ядерной аварии на АПЛ, произошедшей 10 августа 1985 г. на Дальнем Востоке в бухте Чажма. Авария произошла на судоремонтном заводе при восстановлении энергоресурса ядерной энергетической установки на АПЛ К-431 Тихоокеанского флота. Систематизирована информация и проведен анализ последствий инициированного самоподдерживающейся цепной реакцией теплового взрыва ядерного реактора АПЛ. Определены и количественно оценены поражающие факторы ядерной аварии, нанесенный ущерб. Впервые представлен целостный ретроспективный прогноз начального этапа возникновения аварии и ее последующие стадии в интересах обеспечения безопасности персонала и населения. Определены дозовые нагрузки и допустимость проживания населения в районах радиоактивного выпадения в Приморском крае и сопредельной части КНР. Рассмотрены направления и эффективность реабилитации, нерешенные вопросы, социально-экономические последствия.

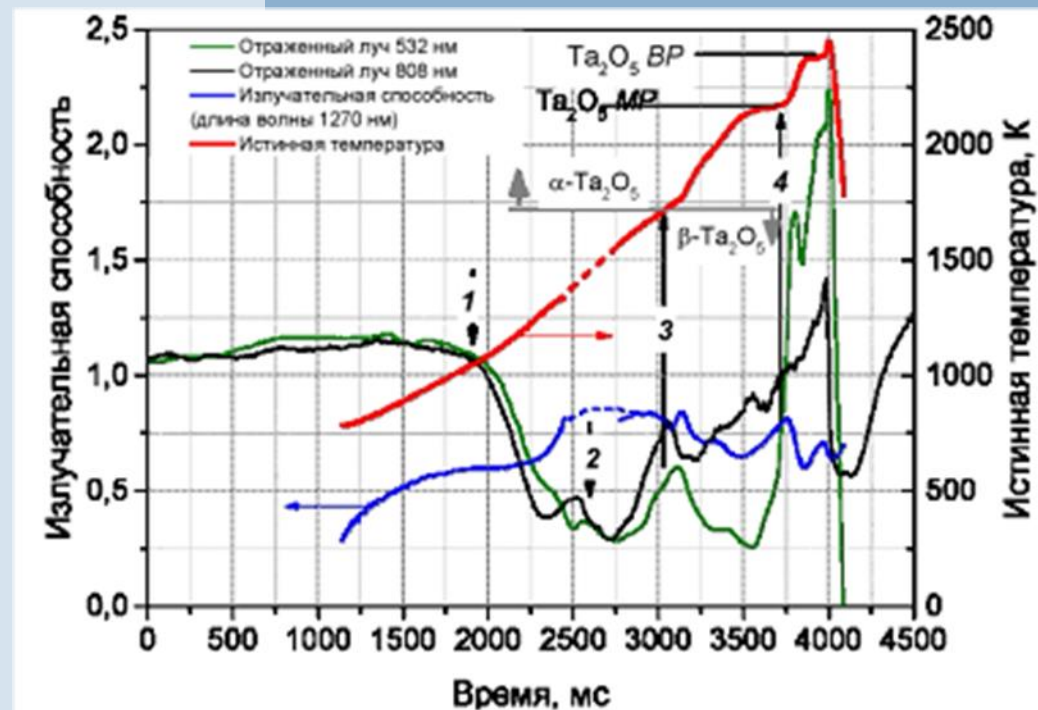


Изменение мощности дозы и плотности выпадения ⁶⁰Со на п-ве Дунай (а), акватории Уссурийского залива (б), территории Приморья и в приграничной зоне Китая (в)



СОЗДАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ УСТАНОВКИ, ИМИТИРУЮЩЕЙ ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА НА СВЕРХТУГОПЛАВКИЕ КЕРАМИКИ В ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В рамках решения важнейшей проблемы применения сверхтугоплавких керамик, связанной с деградацией их свойств при окислении и их работоспособности при воздействии экстремально высоких тепловых потоков, создана современная установка, имитирующая воздействие экстремального теплового потока на сверхтугоплавкие керамики в окислительной среде с помощью лазерного излучения. Впервые получены данные по динамике формирования оксидного слоя карбидов циркония и тантала, определена температура кипения оксида тантала (Ta_2O_5), составившая 2400 К, которая всего на 250 К превысила температуру его плавления (MP) (рис.). Уникальные свойства материалов из сверхтугоплавких керамик с температурами плавления, близкими к 4000 К делают их незаменимыми для перспективных технических проектов ближайшего будущего – теплозащитных покрытий, элементов камер сгорания и источников энергии для летательных аппаратов различного назначения и др. Прогресс в разработке и применении сверхтугоплавких материалов необходим для технологического лидерства и обеспечения независимости Российской Федерации.



Термограмма нагрева образца TaC0.95 в потоке воздуха

Объединенный институт высоких температур РАН
(д.ф.-м.н. Шейндлин М.А., Брыкин М.В., Бгашева Т.В., Васин А.А.,
Вервикишко П.С., Петухов С.В., Фролов А.М.)

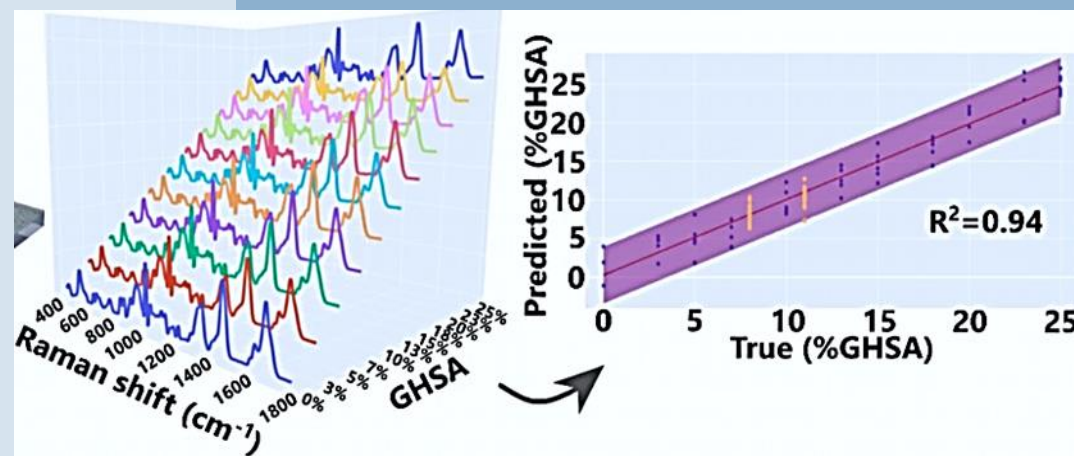
Публикации:
Шейндлин М. А., Брыкин М. В., Бгашева Т. В., Васин А. А., Вервикишко П. С., Петухов С. В.,
Фролов А. М., Сверхтугоплавкие карбиды при воздействии излучения мощного технологического
лазера. Photonics, vol. 16, No 2, 142-155 (2022)



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИГАНТСКОГО КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ГЛИКИРОВАННОГО СЫВОРОТОЧНОГО АЛЬБУМИНА ЧЕЛОВЕКА

Широко используемые в медицинской практике методы определения уровня глюкозы в крови дают оценку среднего содержания глюкозы в организме либо на масштабе нескольких часов (по уровню глюкозы в крови), либо на масштабе 3-4 месяцев (по гликированному гемоглобину). Гликированный сывороточный альбумин человека (GHSA) позволяет оценивать уровень глюкозы с периодом накопления 2-3 недели, поэтому он может эффективно использоваться как в качестве маркера диабета 2-го типа, так и для мониторинга лечения. Однако существующие методы обнаружения GHSA требуют трудоемкой подготовки образцов, использования множества реагентов, сложного оборудования и не могут быть использованы в стационарных условиях.

Предложено использовать гигантское комбинационное рассеяние (ГКР) для обнаружения гликированного сывороточного альбумина человека (GHSA). Предложена сенсорная система для прямого определения уровня GHSA для медицинского применения. В качестве сенсорных элементов использовались разработанные ГКР активные подложки на основе тонких наноструктурированных пленок серебра. Спектры ГКР регистрировались на образцах, полученных сушкой капли анализируемого раствора, нанесенного на поверхность таких пленок. Использование методов распознавания образов позволило избежать сложной подготовки образцов и определить содержание GHSA в биологически значимых концентрациях. В частности, удалось определить GHSA при концентрациях менее 25% от общего значения альбумина на образцах для валидации с концентрацией GHSA 8% и 11% (рис.). Таким образом, ГКР в сочетании с методами искусственного интеллекта может быть мощным и эффективным инструментом для количественного анализа белковых смесей.



Спектры ГКР смесей HSA - GHSA (а); результаты применения линейной регрессионной модели с механизмом регуляризации к экспериментальным данным, прогнозируемые концентрации валидации (б)

Институт теоретической и прикладной электродинамики РАН
(Слипченко Е.А., Богинская И.А., Сафиуллин Р.Р., Рыжиков И.А., Седова М.В.,
Афанасьев К.Н., Нечаева Н.Л., Курочкин И.Н., Мерзликин А.М., Лагарьков А.Н.)

Публикация:
Ekaterina A. Slipchenko, Irina A. Boginskaya, Robert R. Safiullin, Ilya A. Ryzhikov, Marina V. Sedova,
Konstantin N. Afanasev, Natalia L. Nechaeva, Ilya N. Kurochkin, Alexander M. Merzlikin and Andrey
N. Lagarkov. // Chemosensors. 2022. №10. P.520. DOI:10.3390/chemosensors10120520.



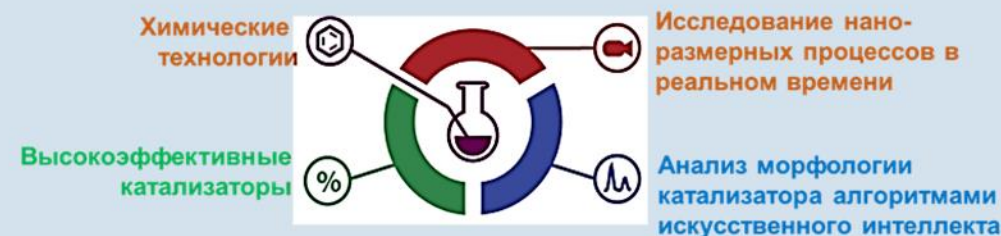
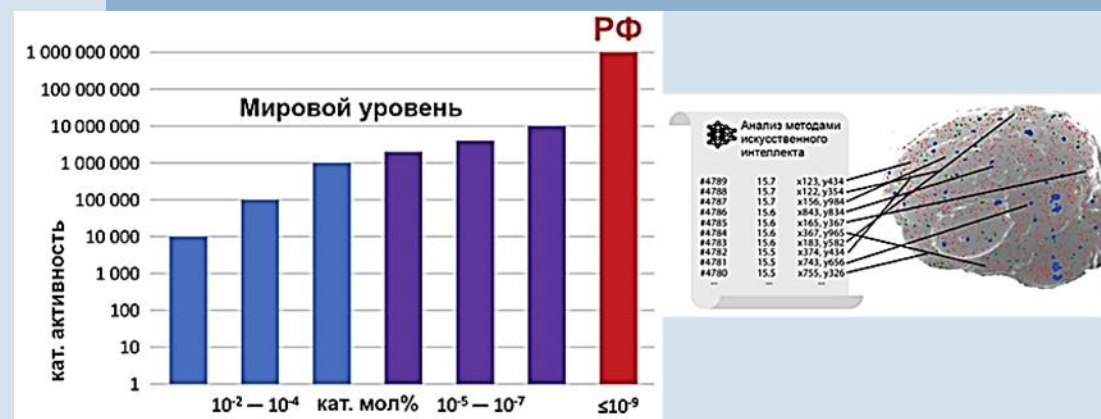
ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ И НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ



НОВЫЙ ПОДХОД РАЗРАБОТКИ НАНО-СТРУКТУРИРОВАННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ, ЗАКЛЮЧАЮЩИЙСЯ В АНАЛИЗЕ ДАННЫХ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Предложен принципиально новый подход разработки наноструктурированных катализаторов, заключающийся в анализе данных электронной микроскопии с помощью алгоритмов искусственного интеллекта. Разработана уникальная методика визуального наблюдения каталитических и органических процессов на микрометровом и нанометровом уровнях. Ключевым этапом подхода является высокоскоростная обработка больших объемов данных о наноструктуре катализатора с применением машинного обучения.

Обобщены фундаментальные и прикладные знания в области катализа и созданы катализаторы, превышающие по активности мировые аналоги. Для востребованного в органическом синтезе процесса кросс-сочетания на катализаторе Pd/C впервые в мире зафиксирована рекордная эффективность катализа с количеством оборотов каталитического центра достигающим одного миллиарда. В настоящее время это самый активный гетерогенный катализатор для процесса тонкого органического синтеза. Установлен мировой рекорд по каталитической активности и разработана механистическая концепция полностью определенного катализа, которая открывает новые возможности для исследований и разработки высокоэффективных катализаторов.



Впервые разработан универсальный алгоритм для полноразмерной интерпретации данных масс-спектров высокого разрешения и выявлены ключевые Pd-содержащие интермедиаты в процессе кросс-сочетания.

НОВЫЕ ЛИТИЙ-СЕЛЕКТИВНЫЕ ЭКСТРАГЕНТЫ И СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЛИТИЯ НА ИХ ОСНОВЕ

Для извлечения лития из водных сред впервые рассмотрен ряд орто-замещенных фенолов (рис. 1). С применением методов компьютерной химии предсказана и путём проведения экстракционных исследований подтверждена их способность к селективному извлечению лития. Разработан способ извлечения лития из водных сред и предложена принципиальная технологическая схема извлечения лития с применением наиболее литий-селективных орто-замещенных фенолов (рис. 2).

Проведенное лабораторное моделирование экстракционного процесса методом полного противотока показало высокую эффективность извлечения лития из рассолов с его содержанием от 10 мг/л, обеспечивая высокую степень и избирательность извлечения лития для широкого диапазона источников литиевого сырья. Используемые в данном способе экстрагенты в сравнении с существующими аналогами имеют лучшие экстракционные характеристики и более низкую стоимость, что позволяет разработать отечественную технологию извлечения лития.

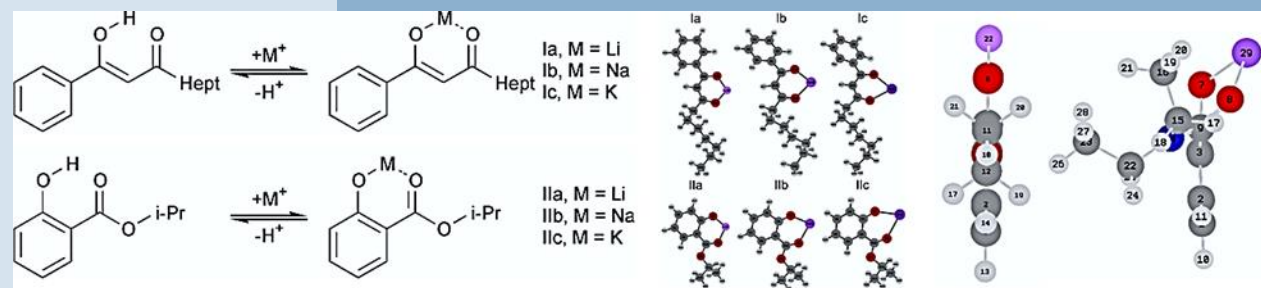


Рисунок 1. Структура орто-замещенных фенолов

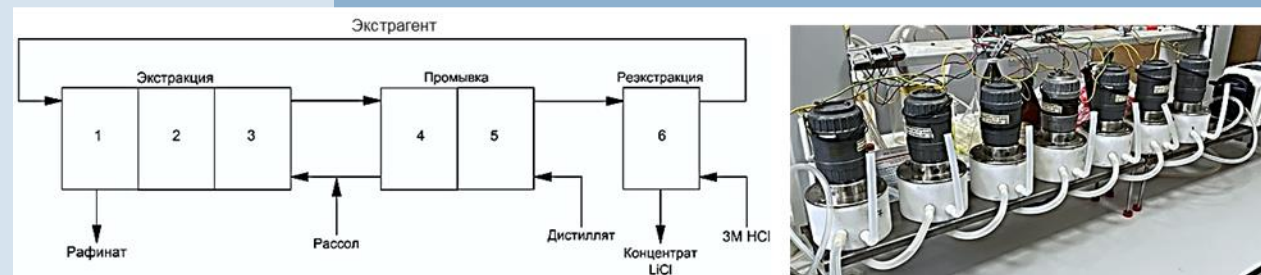
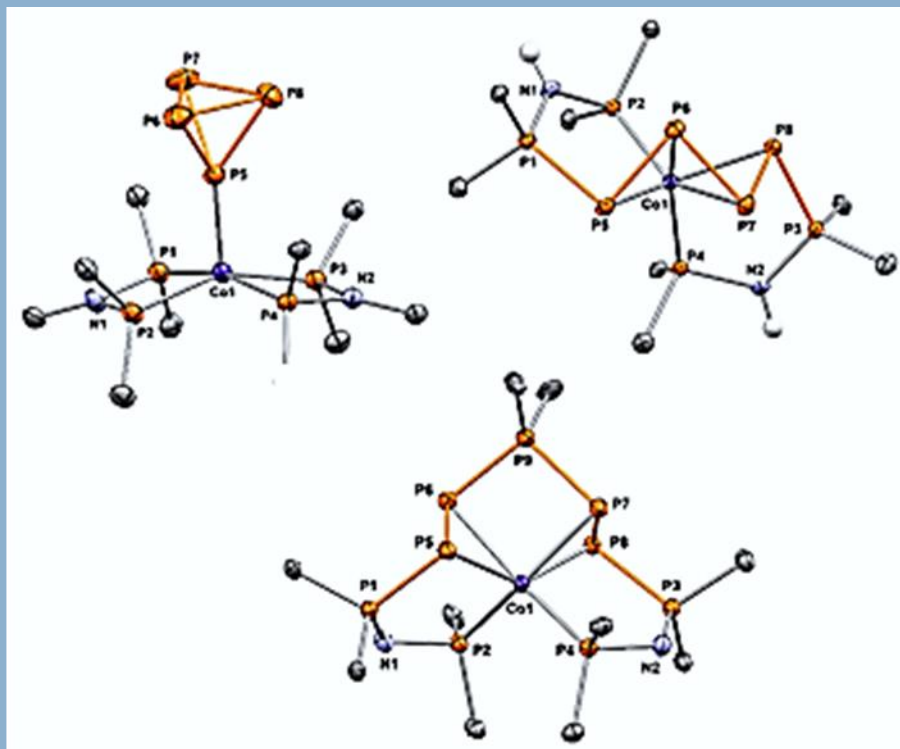


Рисунок 2. Принципиальная схема и фотография демонстрационной экстракционной установки

ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИЯ БЕЛОГО ФОСФОРА (P₄)

Разработан новый подход к функционализации молекулы белого фосфора (P₄), который позволяет эффективно получать новые полифосфорные соединения в координационной сфере комплексов переходных металлов.

Установлен механизм и структура интермедиатов процесса металлокомплексной активации, трансформации и последующей функционализации молекулы P₄ в координационной сфере комплексов кобальта с PNP лигандами.





РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ И СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ И АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОДВОДНОЙ МОКРОЙ СВАРКИ, НАПЛАВКИ И РЕЗКИ ВЫСОКОПРОЧНЫХ НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

В целях монтажа и оперативного ремонта подводных магистральных нефтегазопроводов и оффшорных конструкций на повышенных глубинах погружения разработаны и запатентованы уникальная отечественная технология, оборудование и сварочные материалы для механизированной и автоматической подводной мокрой сварки, наплавки и резки высокопрочных низколегированных сталей, физические и термодинамические модели подводной резки бейнитных, аустенитных сталей, бронзы и алюминиевых сплавов с применением порошковых проволок. Полученные сварные соединения полностью соответствуют требованиям нормативной документации.

На основе полученных результатов ООО «ГазпромНИИГАЗ» разработаны СТО Газпром 2-2.3-1104 и 2-2.3-1155, а созданная технология рекомендована для внедрения в нефтегазовую промышленность для ремонта и монтажа трубопроводов, проходящих через водные преграды, реки, озера и моря с глубинами до 60 м, а при дополнительной оптимизации - до 300 м.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(академик РАН Рудской А.И., Паршин С.Г.)

Механические свойства сварного шва при подводной мокрой сварке стали X70 API

Сварочный материал	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Относит. удлинение, %	Ударная вязкость, KCV, Дж/см ²	Твердость шва, HV
Порошковая проволока ППС-АПЛ2 (ФГАОУ ВО СПбПУ)	433–462	330–356	4–12,6	67–98	162–200
Покрытые электроды UW/CS-1 (США)	498–545	440–468	6–12	68–89	165–203
Порошковая проволока ППС-АН1 (Украина)	371–458	323–336	2–11,2	62–73	135–212



Портативный сварочный комплекс, порошковые проволоки (а), опытное сварное соединение (б), макроструктура и рентгеновский контроль шва толщиной 21,3 мм из бейнитной стали API X70 (в)

Публикации:

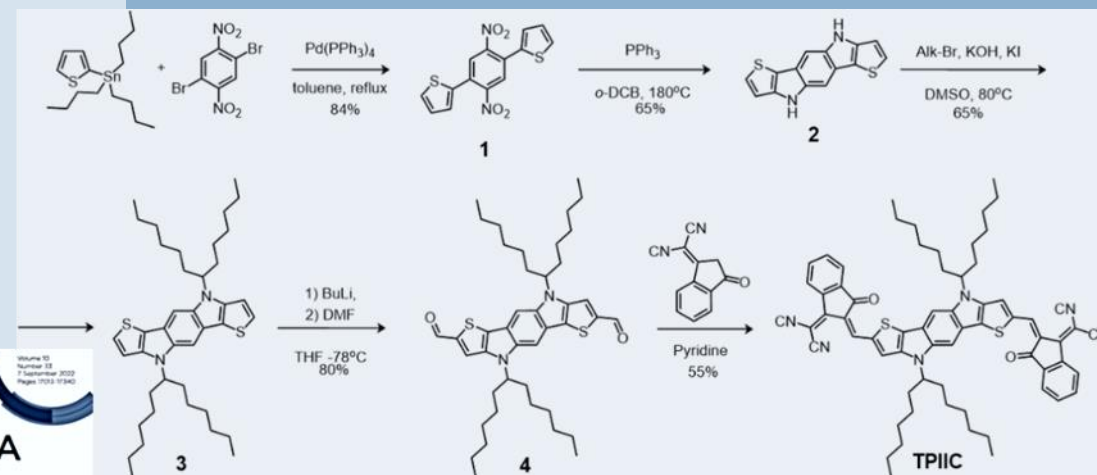
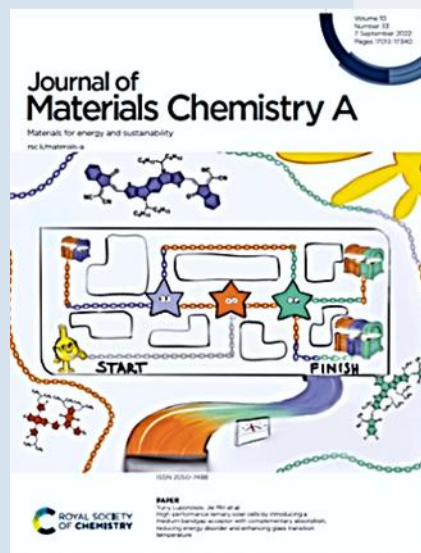
Rudksoi, A.I., Karkhin, V.A., Starobinskii, E.B., Parshin, S.G. // Materials. 2022. 15(21). P. 7686.
Рудской А.И., Паршин С.Г. // Докл. РАН. Химия, науки о материалах. 2022. Т. 504. С. 62-66.



НОВЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКИ n-ТИПА ДЛЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

Синтезирован новый органический нефуллереновый акцептор (полупроводник n-типа) для органических солнечных батарей (ОСБ). Использование данного материала в качестве одного из компонентов в активном слое ОСБ позволяет достичь КПД до 18%, находится на мировом уровне для органической фотовольтаики, а также увеличивает срок службы таких устройств.

Данный результат является крайне важным для дальнейшей разработки и коммерциализации материалов для эффективных солнечных батарей. Работа была отмечена редакционной коллегией Journal of Materials Chemistry A, которая выпустила журнал с лицевой обложкой, посвящённой данной работе.



Обложка журнала «Journal of Materials Chemistry A»

Обложка журнала «Journal of Materials Chemistry A»



РАЗРАБОТКА БАЛЛИСТИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ НА ОСНОВЕ ТРИЖДЫ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ МИНИМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ И ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ МЕТОДАМИ АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИТА «ИДЕАЛ»

Методом аддитивных технологий разработаны металлические модули нового поколения со структурой на основе трижды периодических поверхностей минимальной энергии (ТППМЭ) для тепловых и механических нагрузений. Использование ТППМЭ геометрии позволило сочетать три эффекта:

- 1) создание разнесенных конструкций в виде нескольких слоев материала, расположенных с зазором, что позволяет эффективно осуществлять защиту конструкции;
- 2) формирование криволинейного рельефа на поверхности бронепреграды, что способствует поглощению большей доли энергии (рис. 1);
- 3) позволяет наиболее эффективно распределять энергию нагружения. За счет распределения нагрузки такие материалы обладают высокими энергопоглощающими свойствами, что подтверждается моделированием и экспериментальными результатами.

С использованием аддитивных технологий предложена методика получения керамических образцов и материалов сложной формы из нового композита алмаз-карбид кремния («Идеал»). Установлена возможность получать изделия различной формы: опорные подшипники, сопла, теплозащитные экраны, защитные материалы, роторы турбин, бронезащитные элементы и др. (рис. 2).

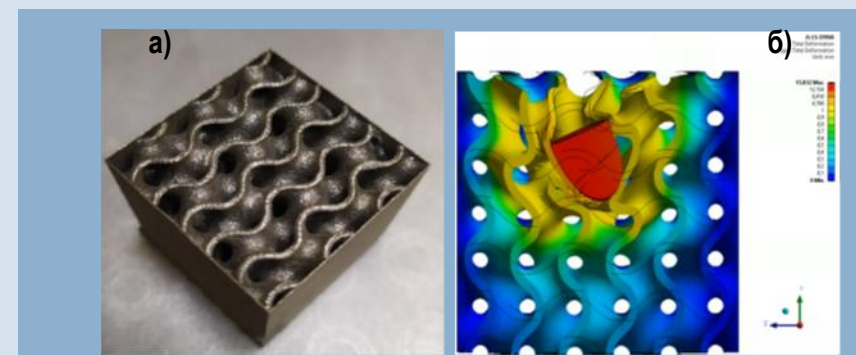


Рисунок 1. Образец модуля, полученный аддитивными технологиями (а), моделирование распределения динамической нагрузки модуля (б)

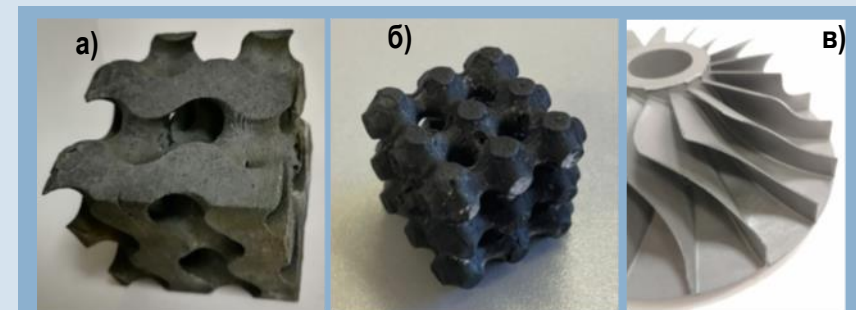


Рисунок 2. Изделия сложной формы из материала «Идеал»: часть элемента защиты с геометрией «Гироид» (а); часть элемента защиты с геометрией «примитив Шварца» (б); часть ротора турбины (в)

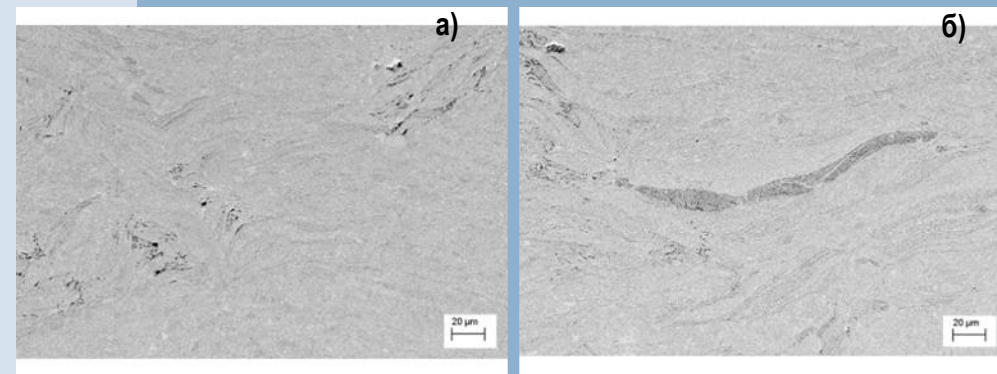


РАЗРАБОТКА ПОРОШКОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ АЛЮМИНИЕВЫХ БРОНЗ, ОБЛАДАЮЩИХ УЛУЧШЕННЫМИ МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Разработан новый вариант порошковой технологии получения алюминиевых бронз, обладающих улучшенными механическими свойствами. Сначала проводится кратковременная обработка исходных порошков в высокоэнергетической планетарной шаровой мельнице, в результате которой образуется твердый раствор алюминия в меди с размером кристаллитов 35-40 нм и уровнем микронапряжений ~1%, а затем проводится кратковременное электроискровое спекание (5 мин, 800 °С). Получаемые по разработанной технологии монофазные алюминиевые бронзы с размером зерна ≈ 100 нм легко поддаются обработке давлением при высоких и низких температурах и перспективны для изготовления деталей, работающих при высоких нагрузках и больших скоростях (червячные колеса и шестерни), а также различных фасонных изделий высокого давления.

Механические свойства полученной монофазной алюминиевой бронзы

Температура спекания, °С	Предел текучести $\sigma_{0.2}$ при сжатии, МПа	Прочность на сжатие, МПа	Деформация разрушения, %	Твердость, HV_1
700	430 ± 20	435 ± 25	1.0 ± 0.1	280 ± 20
800	760 ± 5	960 ± 10	4.6 ± 0.4	280 ± 20



Микроструктура бронзы, спеченной при 700 °С (а), 800 °С (б)

Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН
Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН
(академик РАН Ляхов Н.З., Григорьева Т.Ф., Дудина Д.В.)

Публикация:

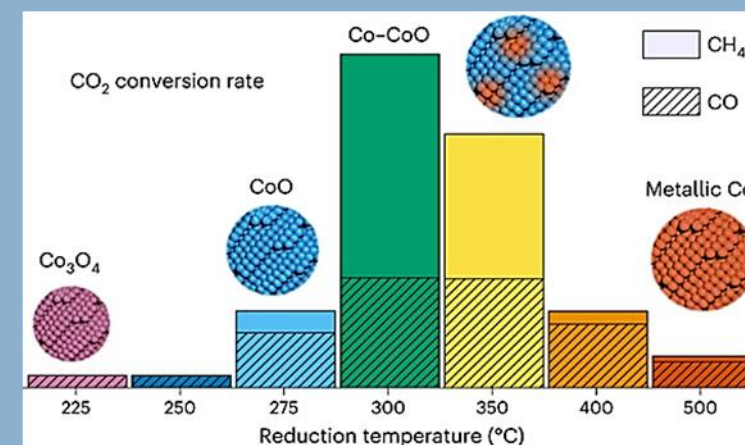
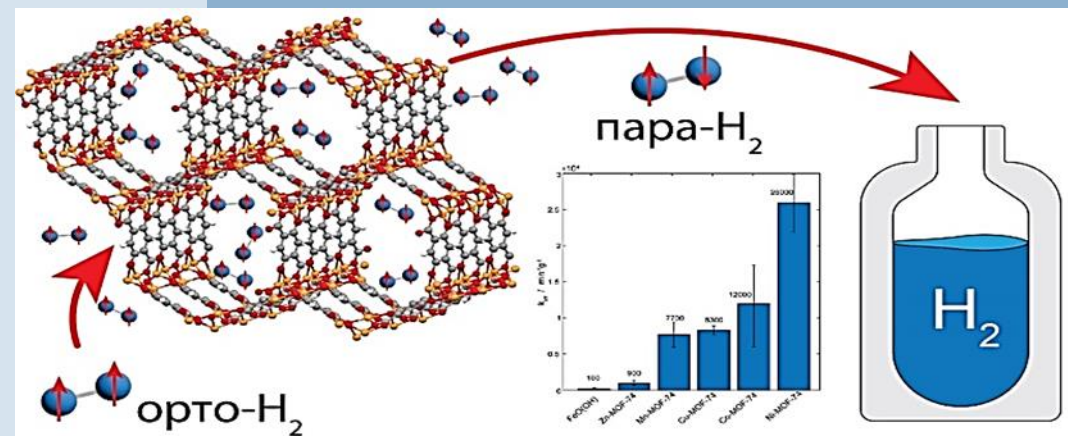
D.V. Dudina, T.F. Grigoreva, V.I. Kvashnin, E.T. Devyatkina, S.V. Vosmerikov, A.V. Ukhina, A.N. Novoselov, M.A. Legan, M.A. Esikov, Y.L. Lukyanov, A.G. Anisimov, S.A. Kovaleva, N.Z. Lyakhov. // Materials Letters. 2022. V. 312. Art. 131671.



ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ОРТО-ПАРА КОНВЕРСИЯ ВОДОРОДА, КАТАЛИЗИРУЕМАЯ МЕТАЛ-ОРГАНИЧЕСКИМИ КООРДИНАЦИОННЫМИ ПОЛИМЕРАМИ

Применение жидкого водорода в качестве топлива является перспективной альтернативой ископаемому топливу. Молекулярный водород может существовать в виде двух изомеров - ортоводорода и параводорода; однако безопасное хранение и транспортировка могут быть реализованы лишь для параводорода. Поэтому разработка способов высокоэффективной конверсии ортоводорода в параводород для получения чистого параводорода является одним из ключевых этапов перехода к водородной энергетике.

Разработаны высокоэффективные катализаторы – металл-органические координационные полимеры (МОКП) – для высокоэффективной орто-пара конверсии водорода. Обнаружено, что удельная константа скорости протекания орто-пара конверсии на поверхности Ni-MOF-74 в 145 раз выше, чем у промышленно используемых катализаторов. Показано, что структурная чувствительность реакции метанирования CO_2 на кобальтовых наночастицах, нанесенных на смешанный оксид циркония и церия, может быть преодолена за счет разработки каталитических центров на границе раздела Co-CoO-CeO₂. Исследована природа активных центров и их состав; показано, что активная фаза состоит из нанесенных на носитель наночастиц дефектного оксида кобальта, стабилизирующих кластеры кобальта. Активные центры на разделе металл-оксид обладают необычными свойствами. Малоатомные кластеры кобальта, диспергированные на частицах оксида кобальта(II) размером 3 нм, представляют собой высокоактивный катализатор метанирования CO_2 с удельной активностью выше, чем у более крупных частиц в тех же условиях.



Институт «Международный томографический центр» СО РАН,
Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН,
Технический университет Эйндховена (Нидерланды)
(профессор РАН Федин М.В., член-корр. РАН Коптюг И.В., Полухов Д.М. и др.)

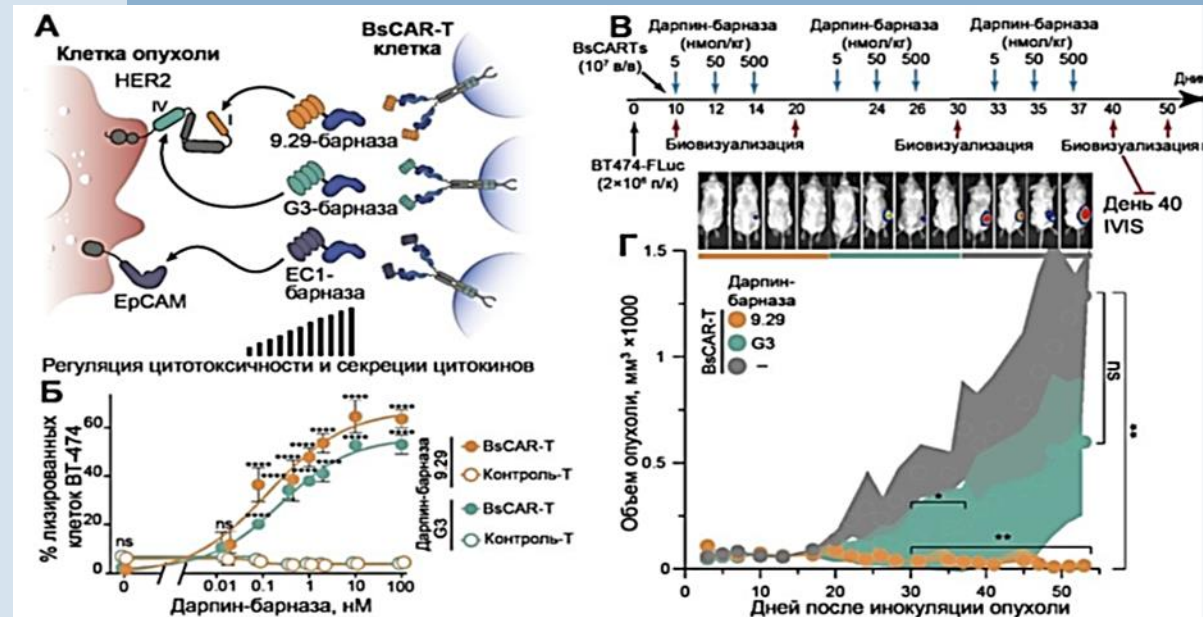
Публикации:
ACS Energy Lett. 2022, 7, 4336–4341. <https://doi.org/10.1021/acsenerylett.2c02149>
(Impact Factor 23.991)
Nature Catalysis. 2022, 5, 1051–1060. <https://doi.org/10.1038/s41929-022-00874-4> (Impact Factor 2022 40.706)



БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ МОДУЛЬНЫЕ CAR НА ОСНОВЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БАРНАЗЫ С БАРСТАРОМ

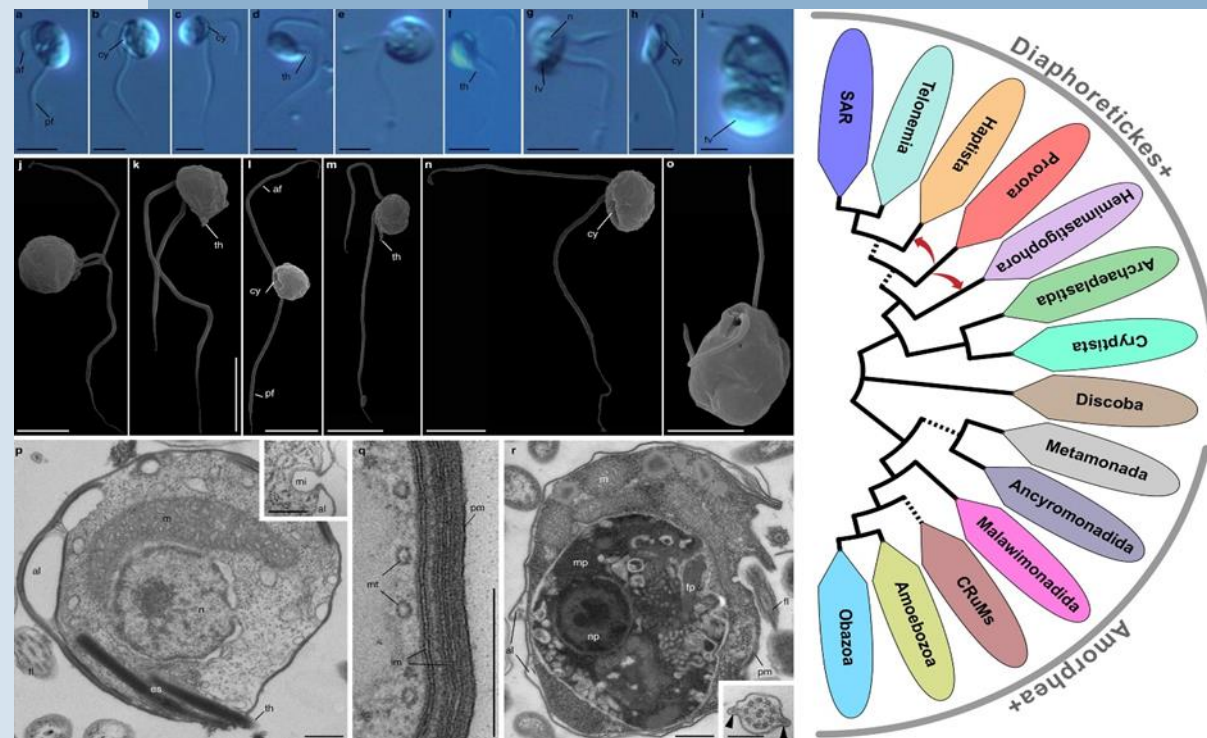
Разработка терапии Т-клетками с химерными антигенными рецепторами (CAR) стала важной вехой в современной онкотерапии. Несмотря на замечательную эффективность *in vitro*, проблема безопасности и эффективности CAR-T-клеточной терапии против солидных опухолей осложняется отсутствием опухолеспецифических антигенов, необходимых для предотвращения целевых внеопухолевых эффектов. Здесь высокое сродство и способность системы бактериальный токсин-антитоксин барназа-барстар были использованы для направления CAR Т-клеток к солидным опухолям. В результате данного исследования потенциально станет возможным удаление солидных опухолей с помощью специальных иммунных Т-клеток, несущих т.н. химерный антигенный рецептор (CAR-T клетки). Реализован модульный принцип, который дает возможность менять нацеливание CAR-T клеток на разные части антигена (т.е. раковой клетки), а также на другие ассоциированные с опухолью антигены. Становится возможным осуществлять контроль активности CAR-T клеток, что позволит преодолеть опасности, сопряженные с терапией CAR-T клетками (гиперцитокинемия (цитокиновый шторм), синдром лизиса опухоли).



- А) За счет модульности можно менять нацеливание CAR-T клеток на разные части антигена, а также на другие ассоциированные с опухолью антигены.
 Б) Подтверждение регуляции активности *in vitro* (цитотоксический тест на клетки с гиперэкспрессией HER2, с двумя видами молекул-посредников 9.29-барназа и G3-барназа).
 В, Г) Подтверждение работоспособности системы *in vivo*.

НОВАЯ ГРУППА МИКРОХИЩНИКОВ (PROVORA)

Открыта новая группа микрохищников, названная Провора (Provora, или «протисты-пожиратели»). Группа включает микробных хищников, которые широко распространены в морских, солоноватых и пресных водах. Морфологический анализ с использованием электронной микроскопии выявил очень древний план строения их клеток. Эти одноклеточные организмы питаются, частично откусывая клетки жертвы, демонстрируя, что жгутиконосцы пикоразмеров могут питаться более крупными одноклеточными. Это следует учитывать при моделировании микробных пищевых сетей, потоков вещества и энергии в водных экосистемах. У них активно экспрессируются гены, кодирующие порообразующие цитолитические белки, которые функционируют в иммунных системах животных. У этих протистов они, по-видимому, играют важную роль в хищничестве и вовлечены в механизмы прикрепления к жертве, выстреливания стрекательных органелл и лизиса мембран. Жгутиконосцы *Provora* находятся на втором месте среди всех эукариот по количеству белок-кодирующих генов в митохондриальном геноме.



Морфология и филогенетическое положение новой супергруппы эукариот *Provora*

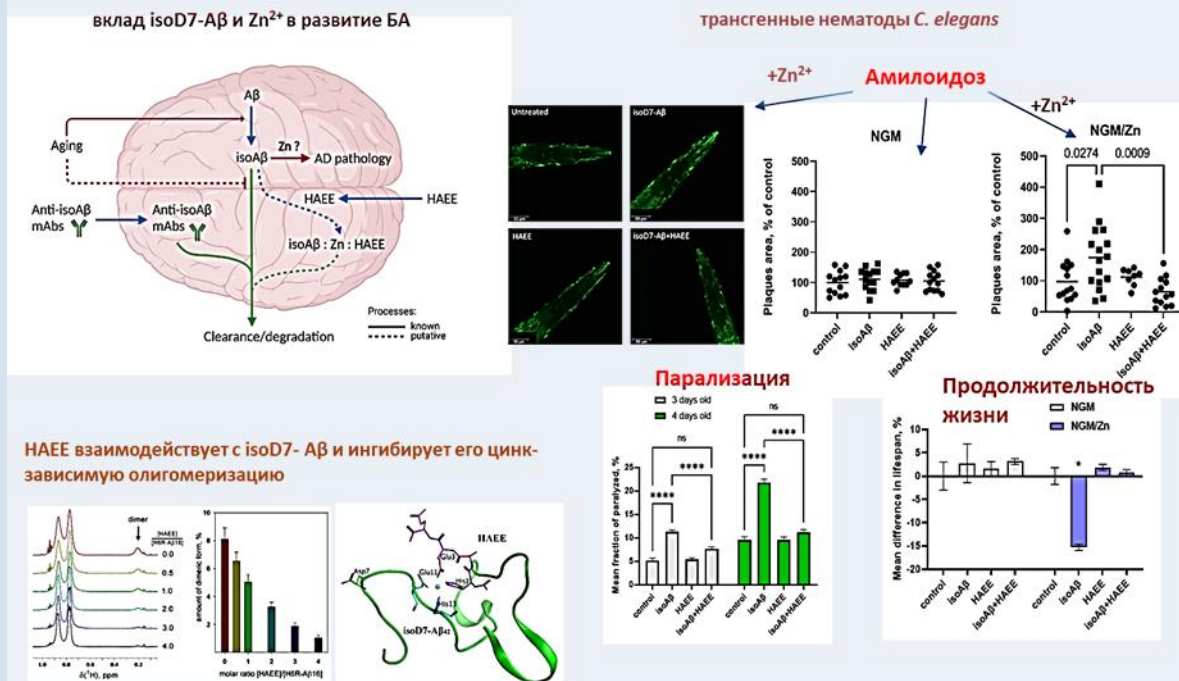
Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
соисполнители: МГУ, СлбГУ, ЗИН РАН, ИППИ РАН, Университет Британской
Колумбии (Канада), Университет Виктории (Канада)
(д.б.н. Тихоненков Д.В., Беляев А.О., Загуменный Д.Г., Бородин А.С. и др.)

Публикация:
Tikhonenkov D.V. et al. // (2022). Nature. 10.1038/s41586-022-0511-5. IF: 69.504.

ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ isoAsp7-Aβ И Zn²⁺ ПОДАВЛЯЮТСЯ ТЕТРАПЕПТИДОМ HAEE

В лаборатории конформационного полиморфизма белков в норме и патологии (зав. лабораторией академик А.А. Макаров) доказана ключевая роль бета-амилоида (Aβ) с изомеризованным остатком Asp7 (isoAβ) в качестве необходимого компонента для конформационного превращения эндогенных молекул Aβ и их последующей патологической агрегации с использованием трансгенных нематод в качестве модели болезни Альцгеймера. Выявлено, что инициирование цинк-зависимой олигомеризации эндогенного Aβ под влиянием isoAβ сопровождается двукратным повышением уровня амилоидных агрегатов и значительным сокращением продолжительности жизни животных. В то же время, обработка нематод тетрапептидом HAEE, который был разработан для ингибирования образования цинк-зависимых интерфейсов между Aβ и его лигандами за счет специфического ион-комплементарного связывания с Aβ, полностью нейтрализует негативное действие isoAβ на нематод. HAEE проходит гематоэнцефалический барьер и является молекулярным агентом, способным блокировать патологический процесс на уровне организма, что предлагает перспективы его использования в качестве средства для превентивной антиамилоидной терапии болезни Альцгеймера.

Патологические эффекты isoAsp7-Aβ и Zn²⁺ подавляются тетрапептидом HAEE



ВЫЯВЛЕНО ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ФЛОРЫ БОКОПЛОДНЫХ МХОВ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Выявлено таксономическое разнообразие флоры бокоплодных мхов, произрастающих на территории России. Эта наиболее молодая, быстро эволюционирующая и сложная в систематическом отношении группа мхов является одним из важнейших компонентов растительного покрова страны. До настоящего времени она не являлась предметом специального изучения. Всего зарегистрировано 453 вида, относящихся к 163 родам и 36 семействам. В работе сочетались методы сравнительной анатомии и молекулярной филогенетики, в результате чего уточнены представления об объеме многих таксонов. В частности, описаны как новые для науки 5 семейств, 15 родов и свыше 20 видов бокоплодных мхов. Результаты опубликованы в двух томах «Флоры мхов России» (2020–2022).

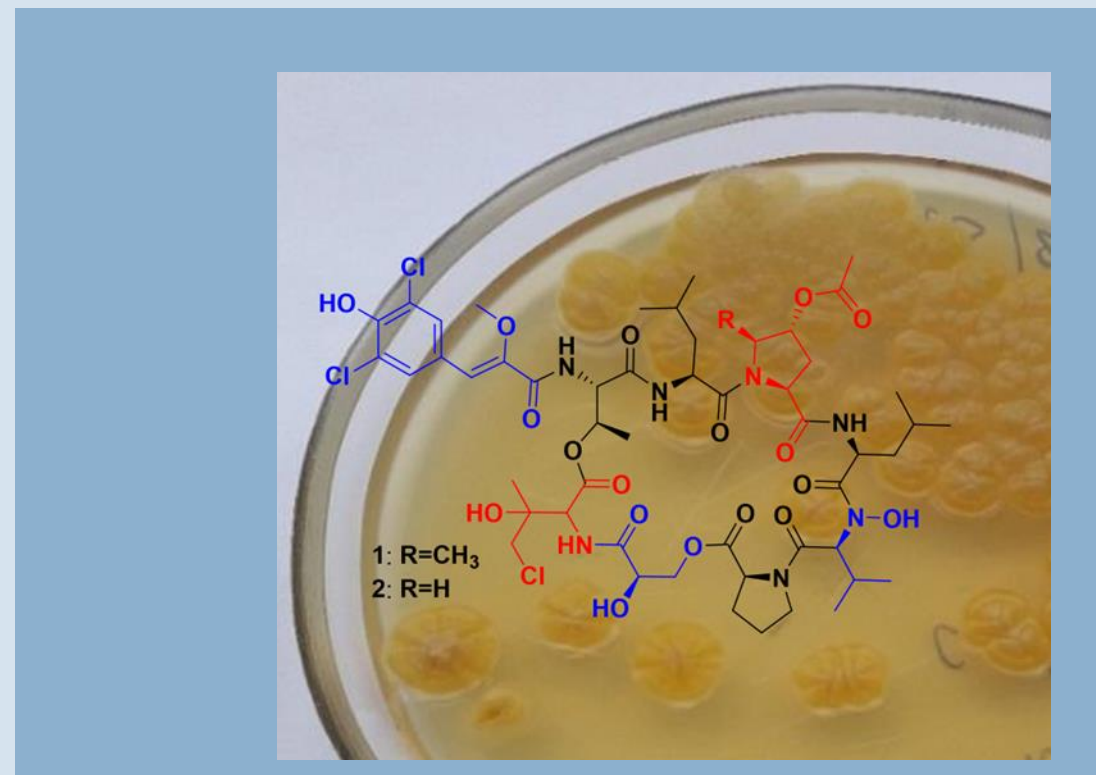


Новые для науки виды бокоплодных мхов:
Enrothia platyclada и *Pseudanomodon attenuatus*



СТРЕПТОЦИННАМИДЫ А И В: ВЫДЕЛЕНИЕ И СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ НОВОЙ СТРУКТУРНОЙ ГРУППЫ АНТИБИОТИКОВ

Стрептоциннамиды А и В (рис.), первые представители новой структурной группы антибиотиков, были получены из бактерии *Streptomyces* sp. КММ 9044 из пробы донных осадков, собранной в северо-западной части Японского моря. Установлено, что эти соединения являются хлорированными депсигептапептидами, содержащими в 26-членном цикле вместе с обычными и ранее неизвестные аминокислоты, 3-гидрокси-4-хлорвалин и новый изомер 4-ацетокси-5-метилпролина, а также глицериновую кислоту. Показано, что полученные антибиотики избирательно ингибируют рост клеток некоторых видов грамположительных бактерий. Наибольшую активность показал стрептоциннамид А в отношении *Micrococcus* sp. (минимальная ингибирующая концентрация 4 нг/мл). Выделение и структурный анализ таких веществ открывают возможность синтеза новых антибиотиков на основе стрептоциннамидов как модельных соединений.



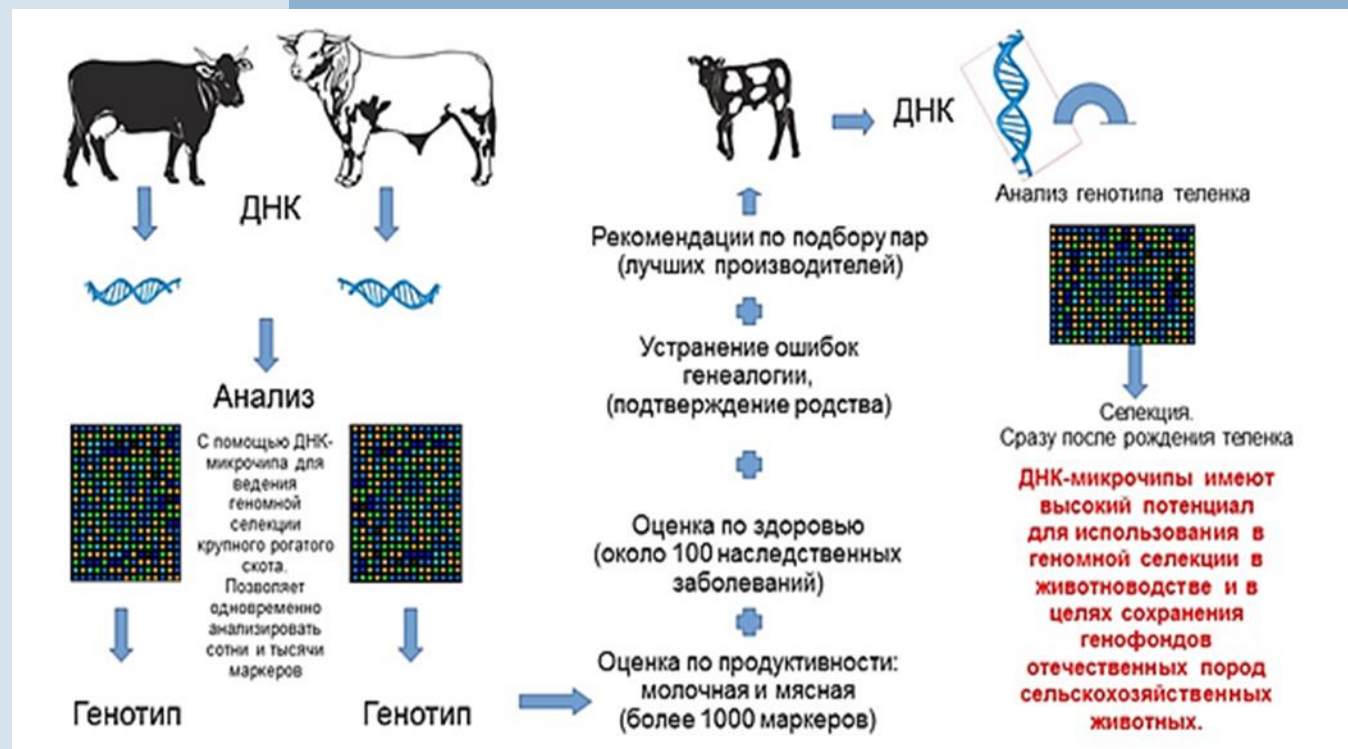
Структуры стрептоциннамидов А и В из бактерии *Streptomyces* sp. КММ 9044



СОЗДАНИЕ ДНК-МИКРОЧИПА ДЛЯ ГЕНОТИПИРОВАНИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Разработан прототип ДНК-чипа для определения происхождения, чистопородности, оценки хозяйственно-значимых признаков крупного рогатого скота, в том числе молочной и мясной продуктивности и моногенных заболеваний крупного рогатого скота с использованием более 1000 молекулярных маркеров. Предлагаемая технология значительно повышает эффективность племенной оценки животных.

ДНК-чип является отечественной инновационной разработкой и имеет высокий потенциал для использования в геномной селекции и для сохранения генофондов отечественных пород сельскохозяйственных животных.



Создан ДНК-микрочип для генотипирования крупного рогатого скота

Публикации:

Столповский Ю.А. и др. // Генетика. 2022, том 58. № 8. С. 857-871.

doi: 10.31857/S0016675822080094

Кузнецов С.Б. и др. // Генетика. 2022, том 58. № 8. С. 889-901.

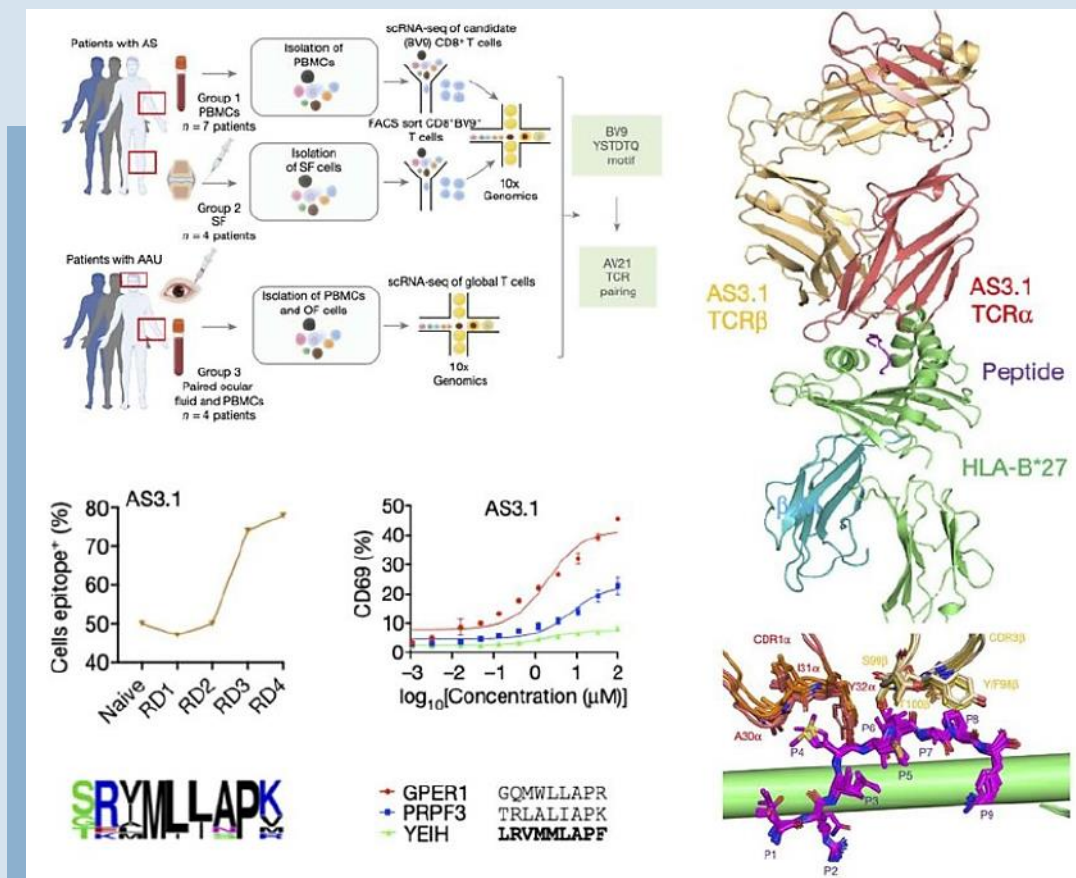
doi:10.31857/50016675822080057

ИДЕНТИФИКАЦИЯ АНТИГЕНОВ, РАСПОЗНАВАЕМЫХ Т-КЛЕТОЧНЫМ РЕЦЕПТОРОМ, АССОЦИИРОВАННЫМ С АНКИЛОЗИРУЮЩИМ СПОНДИЛИТОМ

Анкилозирующий спондилоартрит (АС) – ревматологическое заболевание аутоиммунной природы. В основе его развития лежит реализация иммунного ответа организма против антигенов собственных клеток. Идентификация антигенов, распознаваемых рецепторами Т-лимфоцитов, в особенности аутоантигенов, на данный момент представляет технологически весьма сложную задачу. К настоящему времени удалось охарактеризовать антигенную специфичность лишь нескольких таких Т-клеточных рецепторов (TCR).

Установлена полная последовательность для TCR, ассоциированного с анкилозирующим спондилоартритом. Расширена группа АС-ассоциированных TCR с известной последовательностью и определены узнаваемые ими Т-клеточные антигены. С помощью рентгеноструктурного анализа нескольких комплексов TCR с соответствующими комплексами пептид-МНС определены ключевые аминокислотные остатки, определяющие узнавание антигенных пептидов. Найдены распознаваемые этими TCR антигенные пептиды из белков организма человека и ряда кишечных бактерий.

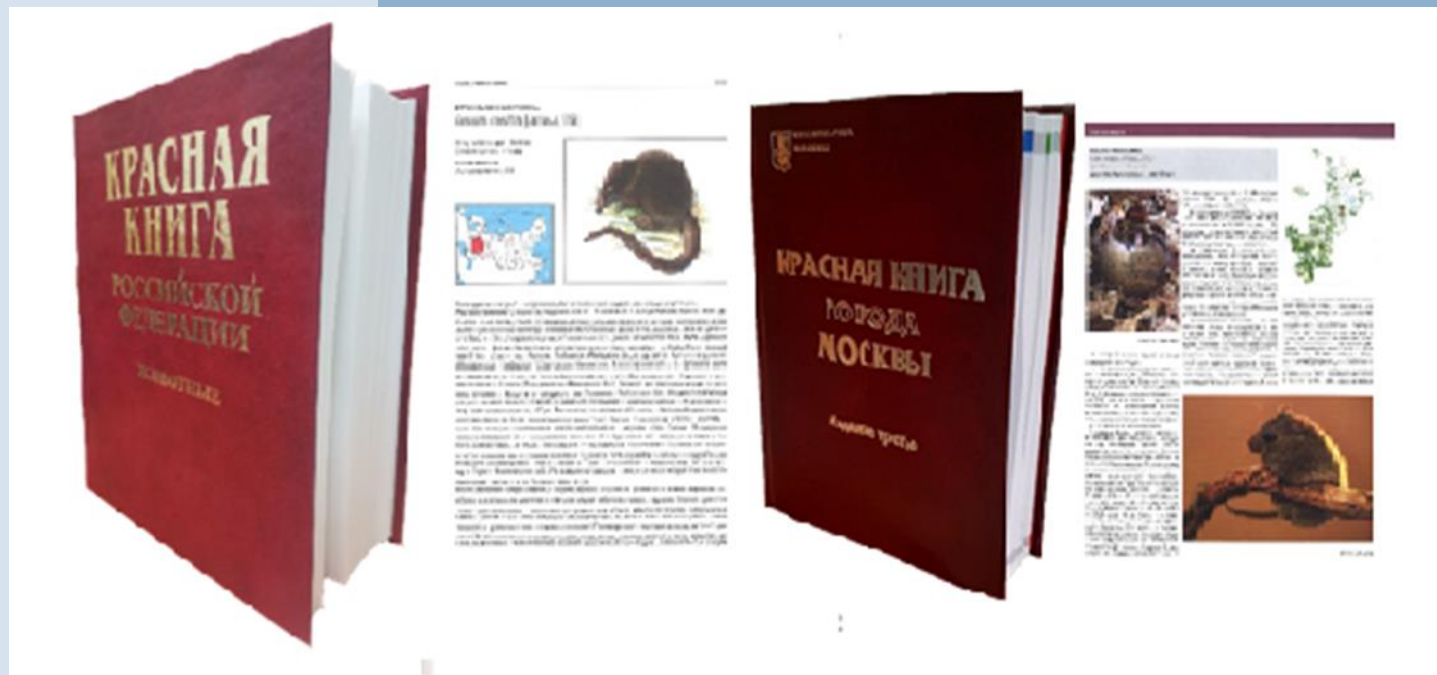
Полученные результаты поддерживают гипотезу кросс-реактивности Т-клеток при узнавании микробных антигенов и антигенов клеток собственного организма как механизма запуска аутоиммунной реакции при АС. Знание структуры антигенов, распознаваемых АС-ассоциированными TCR, открывает широкие возможности для изучения механизма участия этой группы Т-клеток в патогенезе заболевания и развития принципиально новых подходов к терапии АС.





ПУБЛИКАЦИЯ КРАСНОЙ КНИГИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (ТОМ ЖИВОТНЫЕ) И КРАСНОЙ КНИГИ ГОРОДА МОСКВЫ

Опубликованы: Красная книга Российской Федерации (том Животные) и Красная книга города Москвы. В Красной книге РФ приведены сведения о 443 видах животных (вместе с подвидами и популяциями 491 объект), включающие их систематическое положение, природоохранные статусы, современное распространение, места обитания и особенности экологии, численность, лимитирующие факторы, принятые и необходимые меры охраны. Председатель Главной редакционной коллегии Красной книги РФ академик РАН Д.С. Павлов, ответственный секретарь академик РАН В.В. Рожнов. Красные книги являются не только важным правовым документом, устанавливающим природоохранный статус конкретных видов животных и растений РФ, но и инструментом для решения проблем сохранения биологического разнообразия всей планеты.

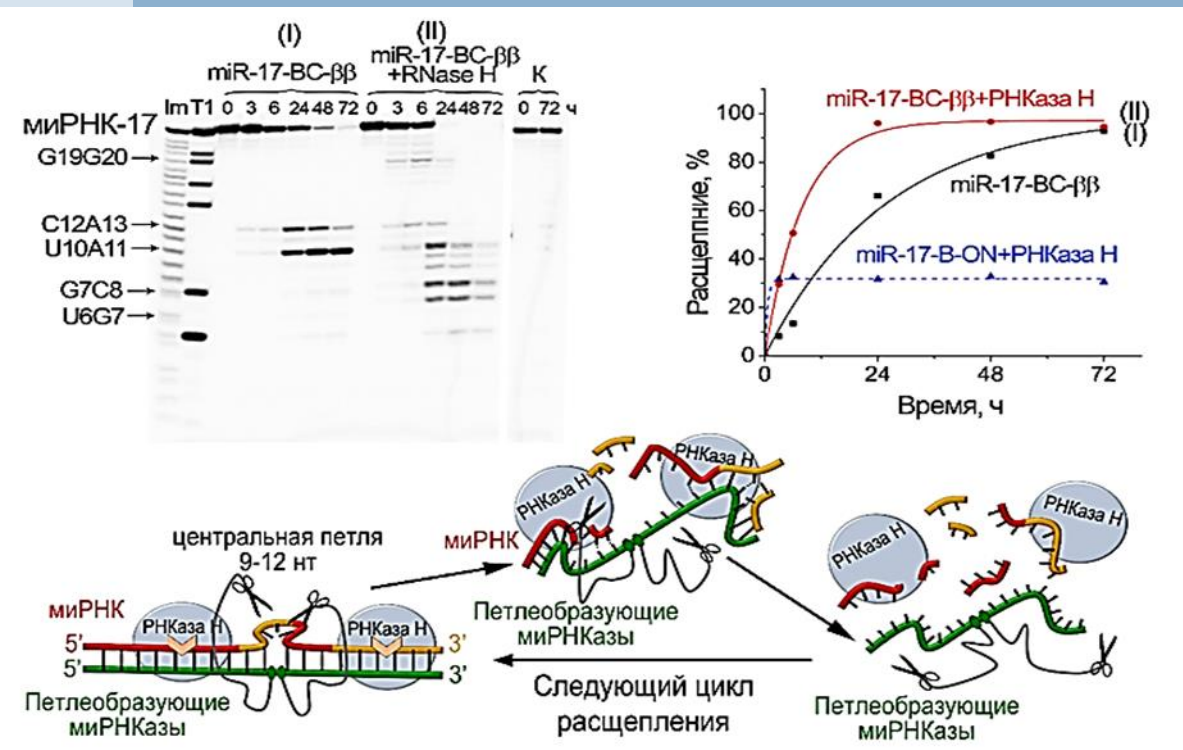


Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
соисполнители: **«ВНИИ Экологии» (Минприроды России)**
и Правительство г. Москвы
(академик Павлов Д.С., академик Рожнов В.В., чл.-корр. РАН Суров А.В. и др.)

Публикация:
Красная книга Российской Федерации, том «Животные». 2-ое издание. М.: ФГБУ «ВНИИ Экология», 2021. 1128 с. (Книга вышла на рубеже 2021 и 2022 г.); Красная книга города Москвы. 3-е издание. М.: «Подольская фабрика офсетной печати», 2022. 848 с. (ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН).

ПЕТЛЕОБРАЗУЮЩИЕ БИ-ПЕПТИДНЫЕ МИРНКАЗЫ ОСУЩЕСТВЛЯЮТ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ РАСЩЕПЛЕНИЕ ОНКОГЕННЫХ МИРНК В ФУНКЦИОНАЛЬНО ЗНАЧИМОЙ ОБЛАСТИ

Разработана серия миРНК-направленных искусственных рибонуклеаз (миРНКаз), представляющих собой петлеобразующие олигонуклеотид-пептидные конъюгаты, специфичные в отношении онкогенных микроРНК – миРНК-21 и миРНК-17 (рис.). Показано, что конъюгат miR-17-DC-ββ, содержащий два каталитических пептида в β-конфигурации, является соединением-лидером, количественно и селективно расщепляющим микроРНК-мишень по связям внутри петли. Важным фактором является синергическое действие конъюгата и внутриклеточной РНКазы H, что приводит к расщеплению миРНК по функционально значимым областям и полной ее инактивации.



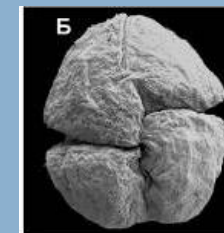
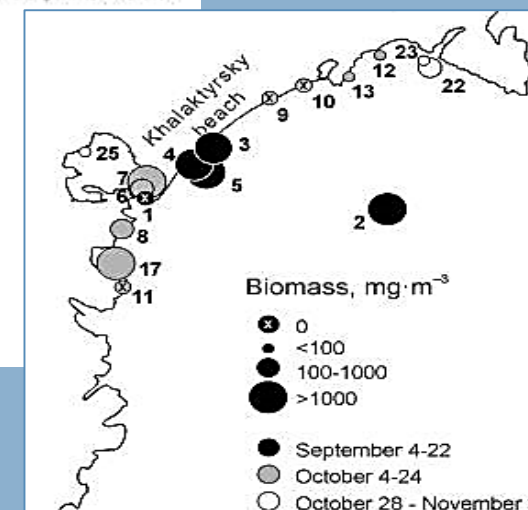
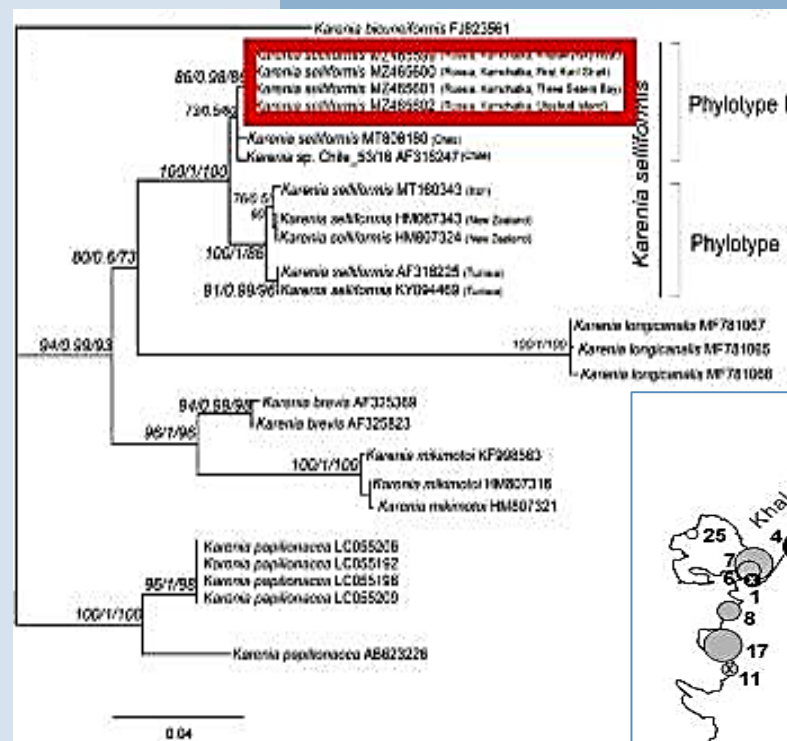
Эффективность расщепления миРНК и предполагаемый механизм реакции с одновременным участием петлеобразующих би-пептидных миРНКаз и РНКазы H



ЗАВЕРШЕНО ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕДНОСНОГО ЦВЕТЕНИЯ ВОДОРΟΣЛЕЙ, ПРОИЗОШЕДШЕГО ОСЕНЬЮ 2020 ГОДА У БЕРЕГОВ КАМЧАТКИ

Завершено исследование Вредоносного цветения водорослей (ВЦВ) – одного из распространенных явлений в водных экосистемах, произошедшего осенью 2020 года у берегов Камчатки и сопровождавшегося массовой гибелью гидробионтов и отравлениями людей. Исследования показали, что возбудителями ВЦВ, были динофлагелляты рода *Karenia*. Масштабы цветения, которое продолжалось более двух месяцев и охватывало обширную акваторию юго-восточного и юго-западного побережья п-ва Камчатка оценивали с помощью дистанционных методов.

Молекулярная филогения показала, что доминировал вид *K. selliformis*, принадлежащий к холодноводной группе I и идентичен виду, вызвавшему ВЦВ в октябре 2021 г. у берегов Хоккайдо в Японии, сопровождавшееся катастрофической гибелью морских ежей.





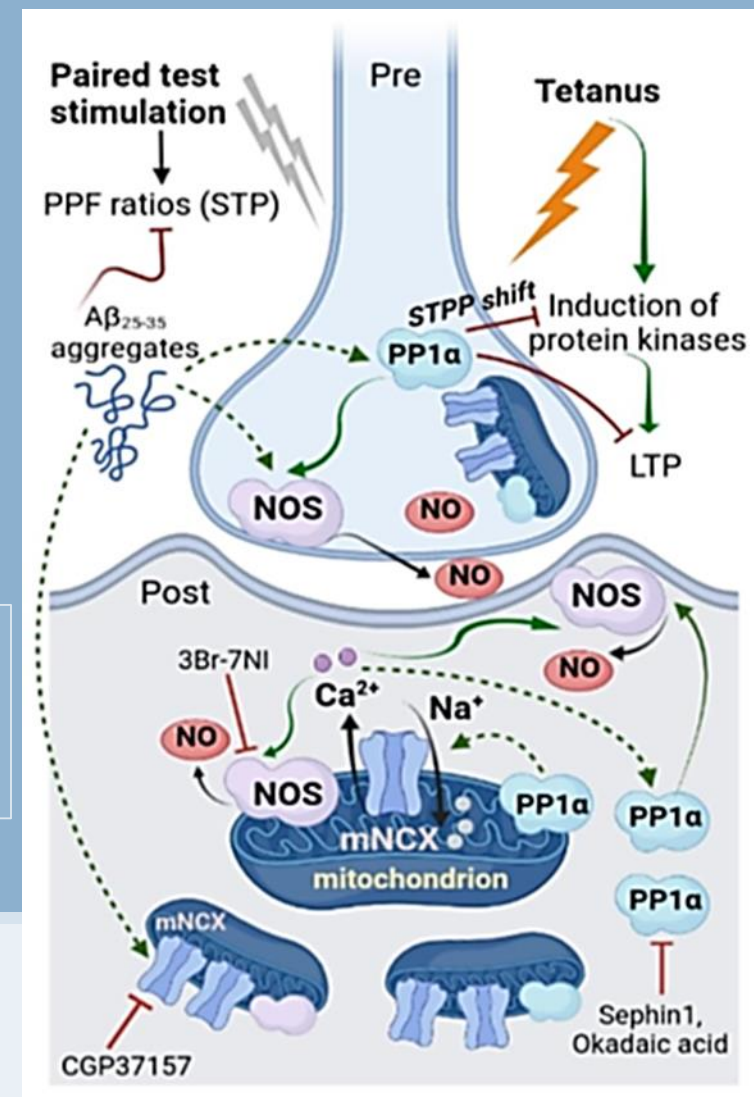
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ



МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ БЕТА-АМИЛОИДА 25-35 ОТКРЫВАЮТ НОВЫЕ ПУТИ КОМПЕНСАЦИИ НЕЙРОДЕГЕНЕРАЦИИ

В экспериментах на срезах мозга позвоночных показано, что олигомеры бета-амилоида 25-35, образующиеся при нейродегенеративных процессах в мозге, вызывают активацию синтеза свободного радикала оксида азота и сдвиг киназно-фосфатазного баланса, приводящие к значительному подавлению пластичности нейронных сетей. Полученные данные о предотвращении токсических эффектов бета-амилоида 25-35 путем блокады стресс-индуцируемой фосфатазы 1 и митохондриального натрий-кальциевого обменника открывают новые пути компенсации нейродегенеративных процессов.

Предполагаемая схема событий в синапсе при действии агрегатов $A\beta_{25-35}$



Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН,
Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН
(к.б.н. Мальцев А.В., к.б.н. Никифорова А.Б., к.б.н. Баль Н.В., академик РАН Балабан П.М.)



РЕАКТИВАЦИЯ ЛАТЕНТНЫХ ВНУТРИКЛЕТОЧНЫХ ИНФЕКЦИЙ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ГОДОВОЙ ЭКСПЕДИЦИИ НА РОССИЙСКОЙ АНТАРКТИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ «ВОСТОК»

Изучено влияние комплекса факторов подготовки экспедиции и долгосрочного пребывания на антарктической станции «Восток» на реактивацию латентных внутриклеточных инфекций (герпесвирусов простого герпеса (ВПГ), вируса герпеса человека (ВГЧ) Варицеллы Зостер (ВЗВ), вируса Эпштейна-Барр (ВЭБ), бактерий *Mycoplasma hominis*, *Ureaplasma urealiticum* и *Chlamidia trachomatis*. Выявлено, что уже на этапе подготовки у 8 из 11 членов экспедиции наблюдалось выделение в слюне ДНК хотя бы одного герпесвируса. Годовое пребывание на станции приводит к реактивации ВЭБ, ВГЧ-6 и (ВПГ-1 2-х типов). Реактивация ВГЧ-6 характеризуется возрастающей динамикой, достигая своего максимума на завершающих этапах экспедиции. Реактивация ВЭБ характеризуется 2-фазной кривой, при этом пики реактивации коррелируют с периодами максимального понижения температур до -82°C и периодами повышенной геомагнитной активности.

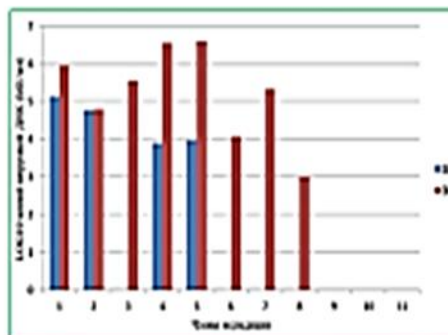


Рис.1 – Фоновые значения содержания ДНК ВЗВ и ВГЧ-6 в образцах слюны участников экспедиции

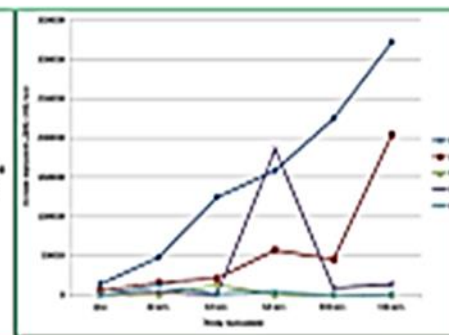


Рис.2 – Динамика содержания ДНК ВЗВ и ВГЧ-6 в слюне участников экспедиции

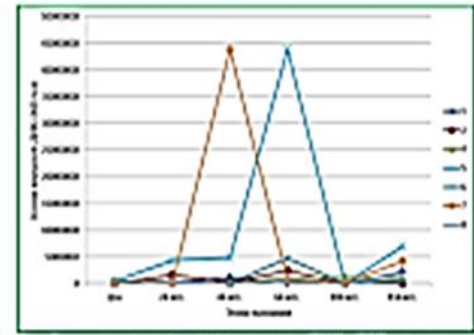


Рис.3 – Динамика содержания ДНК ВЗВ в слюне участников экспедиции. Пики реактивации при температуре $-82,1^{\circ}\text{C}$

Схема изучения влияния комплекса факторов при долгосрочном пребывании человека в условиях Российской антарктической станции «Восток»

Почти у всех полярников были обнаружены высокие уровни специфических антител к ВПГ-1 и ЦМВ, а у некоторых - к ВЗВ, ВПГ-2 и исследованным бактериальным инфекциям.

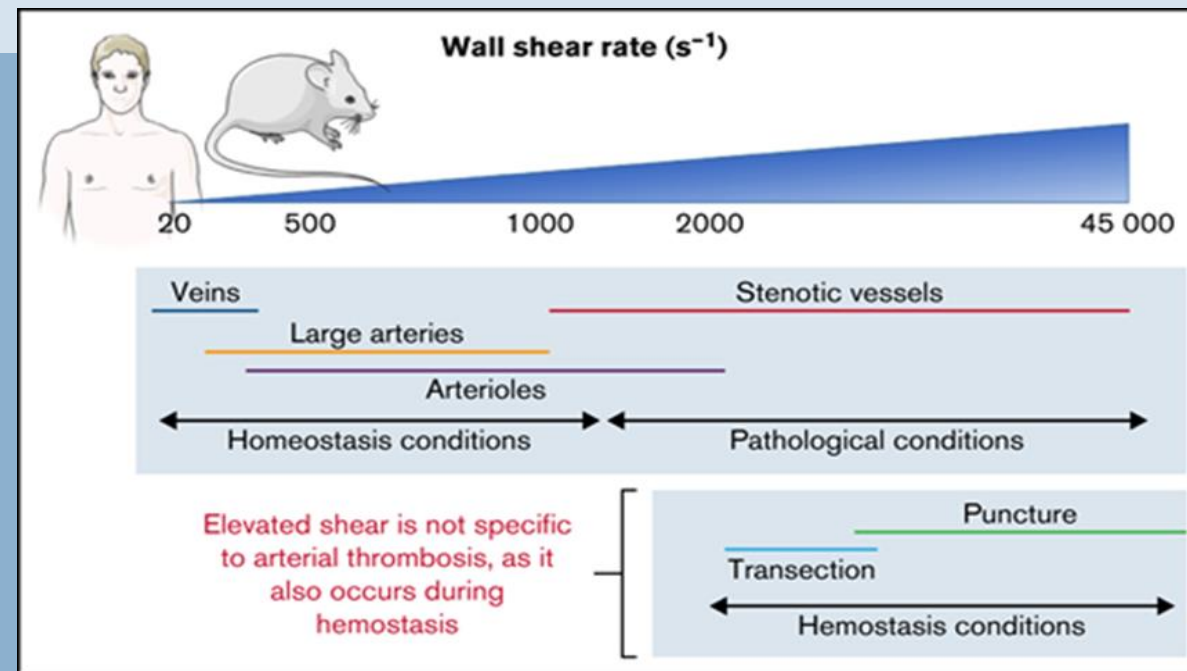
Условия антарктической экспедиции приводят к реактивации латентных внутриклеточных инфекций. Отмечаются признаки функционального истощения В-клеточного звена иммунитета, ответственного за гуморальный ответ против ВЭБ, ВПГ-1,2 и ВГЧ-6.

ГНЦ РФ Институт медико-биологических проблем РАН
(д.ф-м.н. Шульгина С.М., д.м.н. Рыкова М.П., к.б.н. Антропова Е.Н., к.б.н. Шмаров В.А., Кутько О.В., Орлова К.Д., Власова Д.Д., Садова А.А., к.б.н. Лысенко Е.А., Жирова Э.А., к.м.н. Пономарёв С.А.)

Публикация:
Шульгина С.М. и др. // XX Конференция молодых ученых, специалистов и студентов с международным участием, посвященная 165-летию со дня рождения К.Э. Циолковского: сборник материалов. Москва, 2022. С 45-46.

ТРАВМАТИЧЕСКИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ СОСУДОВ, ИНИЦИИРУЮЩИЕ ГЕМОСТАЗ, СОЗДАЮТ УСЛОВИЯ ВЫСОКОГО СДВИГА

Впервые показано, что различные типы повреждений в малых и крупных сосудах мыши и человека приводят к высоким скоростям сдвига и удлинненным потокам. Относительное гидродинамическое сопротивление сосуда и раны объясняет уменьшение скорости сдвига с увеличением размера повреждения.



Различные типы повреждений в малых и крупных сосудах мыши и человека приводят к высокой скорости сдвига и удлинению потоков. Относительное гидродинамическое сопротивление сосуда и раны объясняет снижение скорости сдвига с увеличением размера повреждения

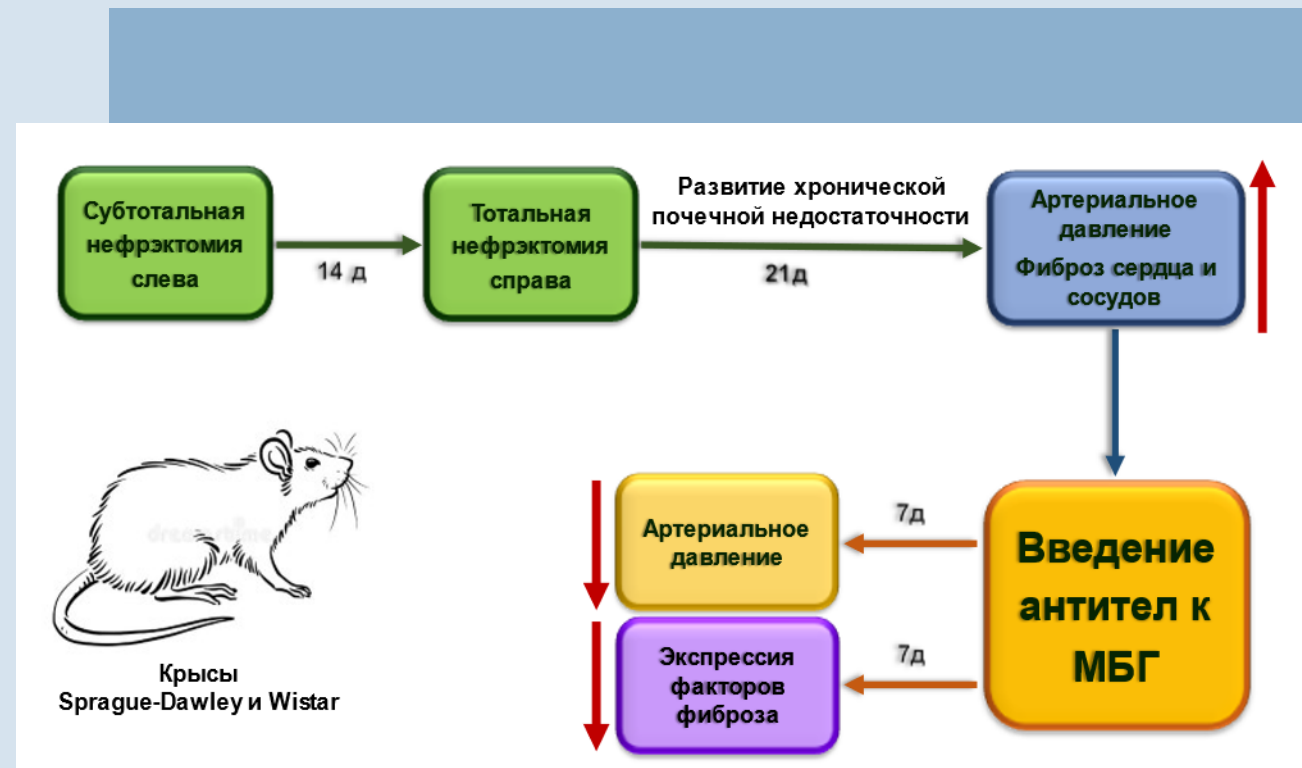


ИММУНОТЕРАПИЯ ПРОТИВ МАРИНОБУФАГЕНИНА КАК НОВЫЙ ПОДХОД ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ФИБРОЗА СОСУДОВ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ ПОЧЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

Хроническая почечная недостаточность (ХПН) – терминальная стадия медленно прогрессирующего нарушения выделительной функции почек, сопровождающаяся риском развития сердечно-сосудистых осложнений, в том числе фиброзом тканей сердца и сосудов. Применение «традиционных» антигипертензивных препаратов при ХПН ограничено.

Ранее было показано, что одним из факторов развития ХПН является избыточный синтез одного из кардиотонических стероидов – маринобуфагенина (МБГ). Поэтому новым и относительно безопасным подходом к терапии ХПН может быть иммунотерапия антителами к МБГ (аМБГ).

Проанализирована возможность применения аМБГ для облегчения симптомов ХПН и предотвращения процессов развития фиброза кровеносных сосудов в модельных экспериментах на крысах. Было показано, что ХПН, индуцированная нефрэктомией, привела к повышению артериального давления и развитию сосудистого и сердечного фиброза, в основе которого лежат подавление экспрессии транскрипционного фактора Fli1, увеличение экспрессии про-коллагена-I и избыточный синтез коллагена-I. Введение антител к МБГ не только снижало артериальное давление, но и частично восстанавливало уровень Fli1 и коллагена, т.е. предотвращало про-фибротические процессы в тканях сердечно-сосудистой системы (рис.). Полученные данные могут быть одной из эффективных терапевтических стратегий для облегчения состояния пациентов с ХПН и замедления процессов развития фиброза в тканях сердечно-сосудистой системы.



Введение антител к МБГ крысам с ХПН восстанавливает нормальный уровень артериального давления и снижает степень развития фиброза сердца и сосудов

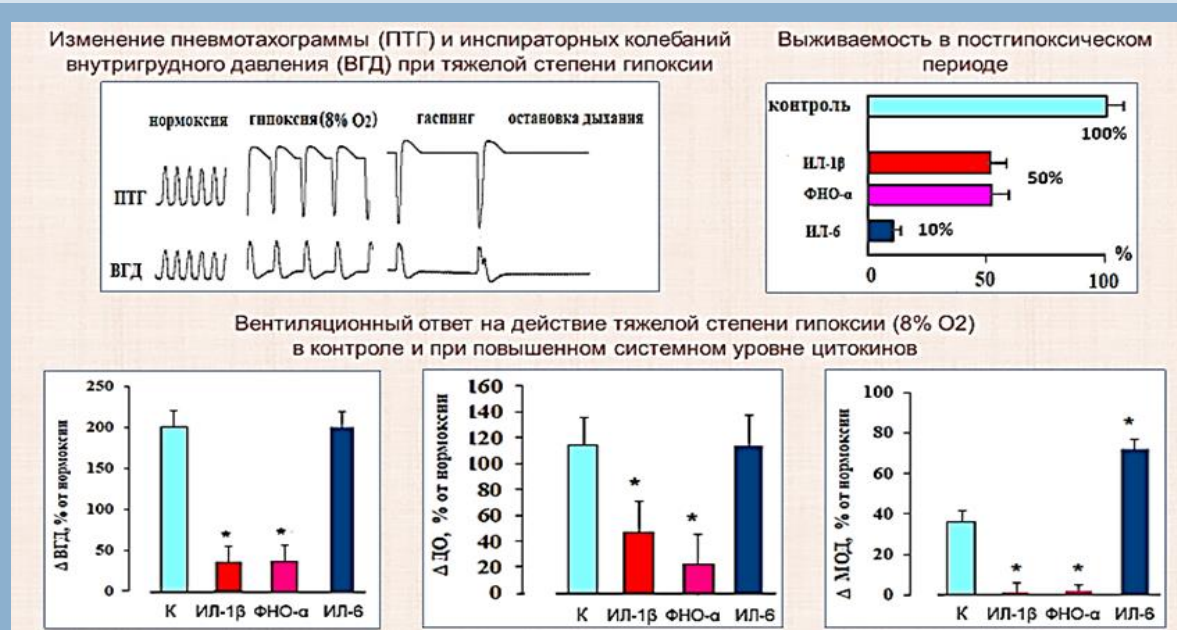
Институт эволюционной физиологии и биохимии имени И.М. Сеченова РАН
(Багров А.Я., к.б.н. Агалакова Н.И., д.б.н. Романова И.В., к.б.н. Михайлова Е.В.,
Надей О.В., Ершов И.А.)

Публикации:
Agalakova N.I. et al. // Int. J. Mol. Sci. 2022, 23(6):3336. doi: 10.3390/ijms23063336.
Agalakova N.I. et al. // Am. J. Hypertens. 2022, 35(9):828-832. doi: 10.1093/ajh/hpac065.



ГИПЕРЦИТОКИНЕМИЯ ПРЕПЯТСТВУЕТ СПОНТАННОМУ ВОССТАНОВЛЕНИЮ ДЫХАНИЯ В ПОСТГИПОКСИЧЕСКОМ ПЕРИОДЕ

Установлено, что при повышении системного уровня ключевых провоспалительных цитокинов ИЛ-1 β , ФНО- α и ИЛ-6 острая нарастающая гипоксия приводит к необратимой остановке дыхания. Выживаемость в постгипоксическом периоде в контрольном эксперименте составляет 100%, при действии ИЛ-1 β и ФНО- α - 50 %, при действии ИЛ-6 - только 10%. Невозможность восстановления дыхания после снятия гипоксической нагрузки на фоне действия ИЛ-1 β и ФНО- α может быть связана с дисфункцией рефлекторных механизмов регуляции дыхания, о чем свидетельствует ослабление вентиляционного ответа на гипоксию: снижение гипоксических приростов инспираторных колебаний внутригрудного давления, дыхательного объема и вентиляции легких. При повышении системного уровня ИЛ-6 компенсаторный ответ на гипоксию не ослабевает. Сделан вывод о многофакторном механизме летального действия острой гипоксии при гиперцитокинемии.



Компенсаторный ответ системы внешнего дыхания и выживаемость при тяжелой степени острой гипоксии в условиях повышенного системного уровня провоспалительных цитокинов ИЛ-1 β , ФНО- α и ИЛ-6. Обозначения: ДО – дыхательный объем, МОД- минутный объем дыхания, ВГД – амплитуда инспираторных колебаний внутригрудного давления. Контроль – внутривенное введение физиологического раствора. * - достоверные отличия от контрольной величины

Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН
(д.б.н. Донина Ж.А., к.б.н. Баранова Е.В., д.б.н. Александрова Н.П.)

Публикации:

Александрова Н.П. // Успехи физиологических наук. 2022. 53 (3): 3-14. DOI: 10.31857/S0301179822030043 (IF=1,048),
Donina Zh. A. // Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology. 2022. V. 58, №1, P. 73–80. DOI: 10.1134/S0022093022010070 (IF=1,621)
Баранова Е.В., Донина Ж.А. // Интегративная физиология, 2022, Т3, №3

ВЫЯВЛЕННЫ МИШЕНИ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В ХОДЕ РАЗВИТИЯ ОСЛОЖНЕНИЙ СЕРДЦА ПРИ САХАРНОМ ДИАБЕТЕ

Сахарный диабет (СД) – широко распространённое социально-значимое заболевание, обусловленное гибелью или снижением функциональной активности β -клеток поджелудочной железы. Инсулин-продуцирующие клетки (ИПК), помимо островков Лангерганса, встречаются в ацинарной части поджелудочной железы (рис. 1). При СД2 эти клетки меньше подвержены разрушению и дисфункции по сравнению с островковыми ИПК. Введение противовоспалительного препарата аминоталгидразида натрия (АФГ натрия) крысам с диабетом повышает количество внеостровковых ИПК, что сопровождается снижением гликемии. Таким образом, была показана возможность использования противовоспалительных средств для терапии диабета и его осложнений.

Одним из частых осложнений диабета является ишемическая болезнь сердца и диабетическая кардиомиопатия. В условиях СД1 происходит изменение механической функции одиночных кардиомиоцитов, а именно подавляется сократительная способность кардиомиоцитов из левого и правого желудочка сердца, тогда как сократительная функция кардиомиоцитов из межжелудочковой перегородки в основном сохраняется (рис. 2).

Таким образом, выявлены мишени фармакологического воздействия при разработке терапевтических средств в ходе развития осложнений сердца при СД.

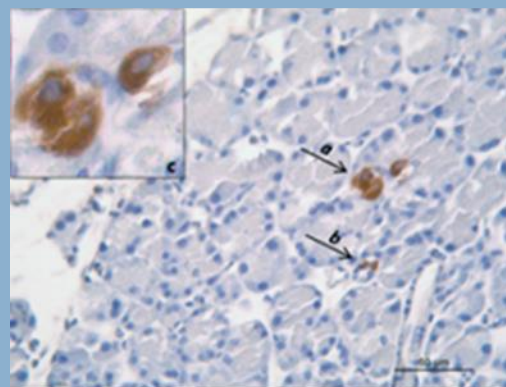


Рис. 1. Иммуногистохимическое окрашивание среза поджелудочной железы с использованием антител к проинсулину и инсулину. а – ИПК в ацинусе железы; б – ИПК в протоке железы; с – увеличенный фрагмент

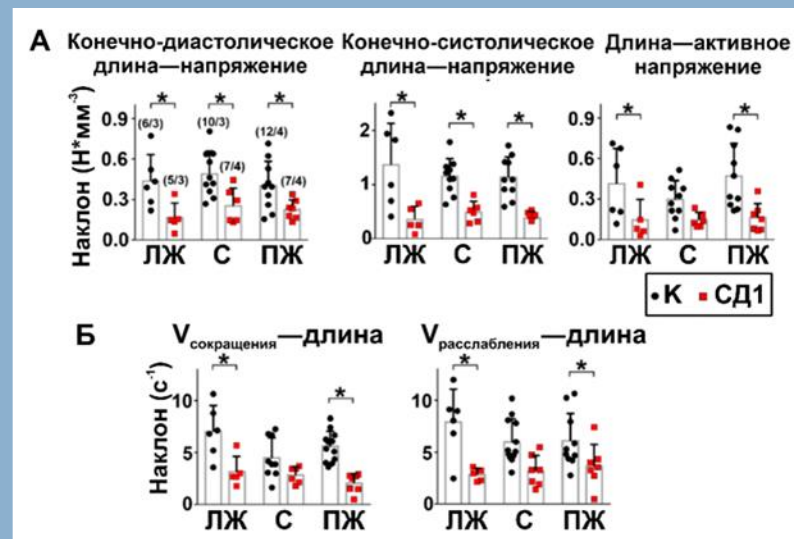


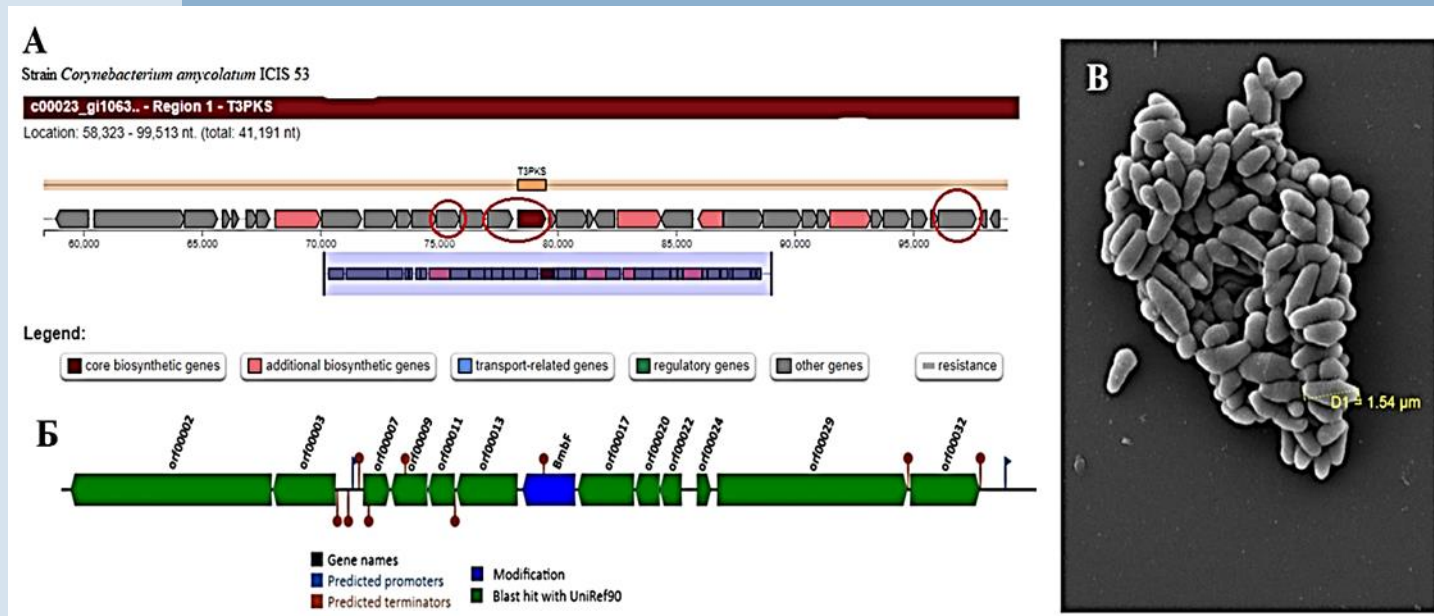
Рис. 2. Влияние СД1 на отношения «длина клетки–напряжение» (А) и «длина клетки–скорость» (Б) в аукустотонически сокращающихся одиночных кардиомиоцитах левого и правого желудочков, а также межжелудочковой перегородки

Публикации:



ОБНАРУЖЕН НАБОР ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ К КИСЛОТНОМУ И ОКИСЛИТЕЛЬНОМУ СТРЕССУ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ АДАПТАЦИЮ К УСЛОВИЯМ БИОТОПА; УСТАНОВЛЕНО ОТСУТСТВИЕ ГЕНОВ ИСТИННОЙ ВИРУЛЕНТНОСТИ

Впервые у коринебактерий выявлены кластеры генов, участвующие в биосинтезе вторичных метаболитов, включая ТЗrks (поликетидсинтазы III типа), Nrps (нерибосомный пептид), Nrps-подобные метаболиты и терпены. В геномах штаммов ICIS 9 и ICIS 99 идентифицированы уникальные локусы, кодирующие продукцию антибактериального протеина – сактипептида. С использованием газовой хромато-масс-спектрометрии в метаболитах штамма *C. amycolatum* ICIS 53 (ВКМ Ас-2844D) определены азотсодержащие гетероциклические соединения: 2,5-дикетопиперазин и 2-пирролидон, обладающие антибактериальной и антигрибковой активностью. Эффективность противомикробного действия штаммов *C. amycolatum* ICIS 9 и ICIS 53 доказана в экспериментах *in vitro*. Полученные результаты подтверждают безопасность исследованных штаммов *C. amycolatum* и перспективу их использования в качестве пробиотиков и продуцентов антимикробных соединений.



Предполагаемый кластер биосинтетических генов ТЗrks (поликетидсинтазы III типа) в *C. amycolatum* ICIS 53 (А). Предполагаемый кластер биосинтетических генов сактипептидов, предсказанные в геноме *C. amycolatum* ICIS 9 (Б), *C. amycolatum* ICIS 53 (СЭМ) (В)

Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН
(к.м.н. Гладышева И.В., чл.-кор. РАН Черкасов С.В., д.т.н. Хлопко Ю.А., Катаев В.Я., к.х.н. Строганова Е.А., к.м.н. Плотников А.О., к.м.н. Чертков К.Л., к.м.н. Вальшев А.В.)

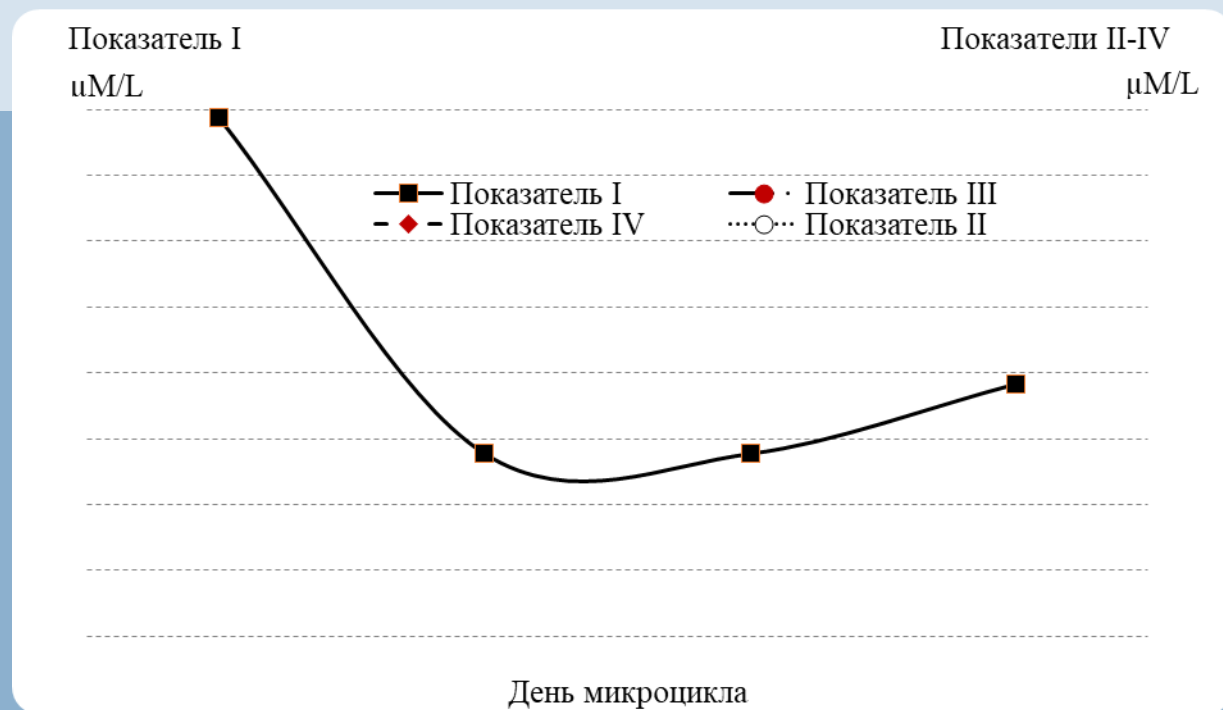
Публикации:

Gladysheva IV et al. // *Microorganisms*. 2022; 10(2): 249. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10020249>
Gladysheva IV et al. // *Arch Microbiol*, 2022 Mar 29;204(4):226. doi: 10.1007/s00203-022-02852-7
Гладышева И.В., Строганова Е.А., Черкасов С.В. Патент РФ 2774192 от 16.06.2022, Бюл. № 17.



УСТАНОВЛЕН НОВЫЙ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ПО-ЗАВИСИМЫЙ МЕХАНИЗМ РЕГУЛЯЦИИ УРОВНЯ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ ПРИ МАКСИМАЛЬНЫХ АЭРОБНЫХ НАГРУЗКАХ

Установлен новый физиологический NO-зависимый механизм регуляции уровня молочной кислоты (лактата) при максимальных аэробных нагрузках, реализующийся у элитных спортсменов с наивысшими спортивными результатами. Показано, что для лыжников-гонщиков характерны наибольшие показатели максимального потребления кислорода при физической нагрузке среди всех исследованных групп спортсменов. Показатели свободнорадикального процесса являются перспективными маркерами оценки функционального состояния и выносливости высококвалифицированных спортсменов зимних циклических видов спорта в динамике микроцикла при интенсивных физических нагрузках.



Динамика показателей процесса свободнорадикального окисления в крови серебряного призера олимпийских игр во время микроцикла «олимпийская неделя» при подготовке к XXIV Зимним Олимпийским играм (2022, Пекин)

Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН
(к.б.н. Паршукова О.И., к.б.н. Вахнина Н.А., д.м.н. Бойко Е.Р.)

Публикации:

Parshukova O.I. et al. // Cells.- 2022, 11, 39. <https://doi.org/10.3390/cells11010039>
Паршукова О.И. и др. // Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции тренеров по лыжным гонкам (Россия, г.Сочи, сентябрь 2022 г.). Под редакцией А.В. Гурского. Смоленск. - 2022. - С. 147-153

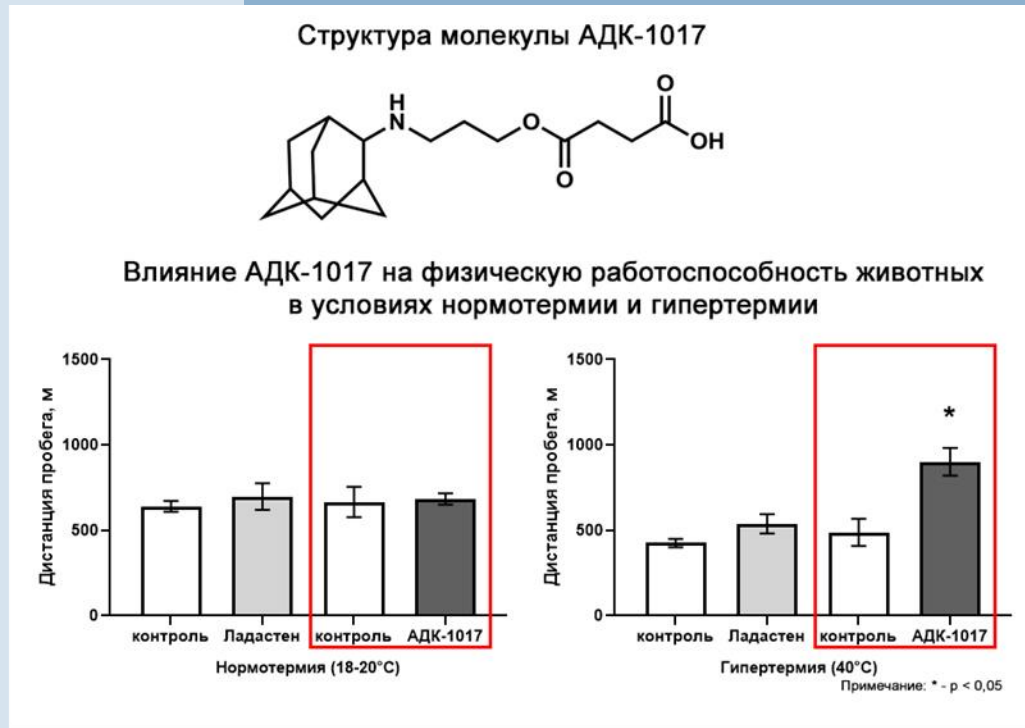
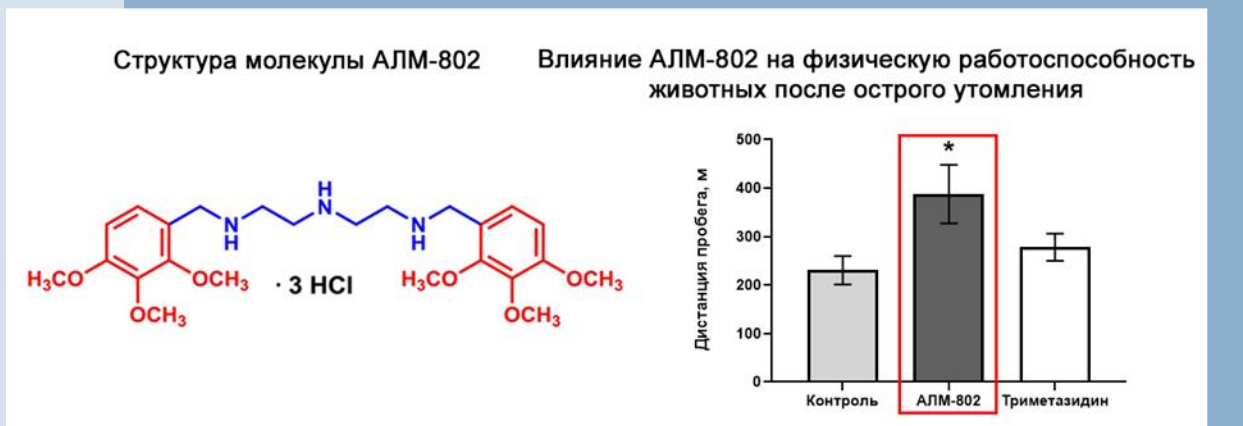
СКОНСТРУИРОВАНЫ, СИНТЕЗИРОВАНЫ И ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИ ИЗУЧЕНЫ ПРЕПАРАТЫ АДК-1017 И АЛМ-802

Сконструированы, синтезированы и фармакологически изучены препараты:

повышающие адаптацию к экстремальным изменениям температурных режимов АДК-1017,

восстанавливающий физическую работоспособность после острого утомления АЛМ-802.

Результаты могут быть использованы в рамках двойных технологий.



НИИ фармакологии им. В.В.Закусова
(д.м.н. Крыжановский С.А., к.м.н. Столярук В.Н., к.б.н. Вититнова М.Б.,
д.б.н. Цорин И.Б., Барчуков В.В., Качалов К.С., Захаров А.Д., академик
РАН Середенин С.Б. и др.)

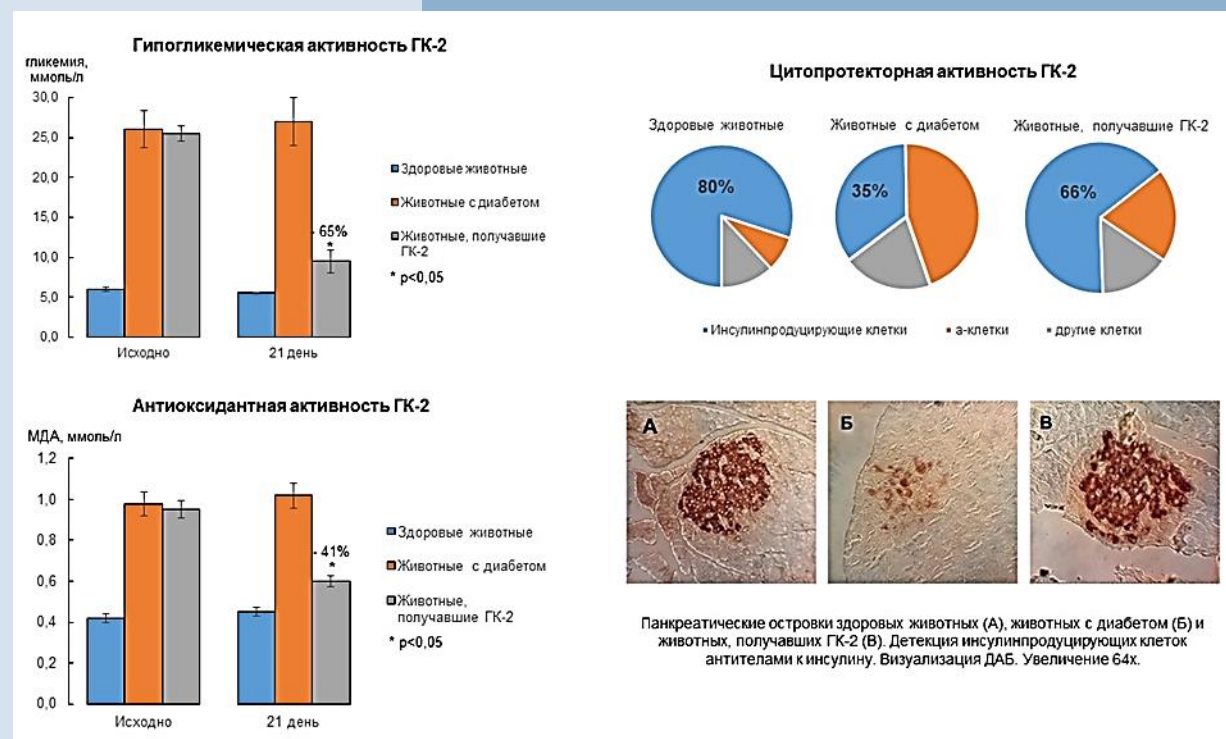
Публикации:
Крыжановский С.А. и др. Патент РФ № 2784543 от 28.11.2022
Крыжановский С.А. и др. Патент РФ № 2784542 от 28.11.2022



ОСУЩЕСТВЛЕН СИНТЕЗ И ДОКАЗАНЫ АНТИДИАБЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНОГО МИМЕТИКА ФАКТОРА РОСТА НЕРВОВ

Исходя из данных о дефиците фактора роста NGF при диабете и его необходимости для функционирования поджелудочной железы, оригинальный миметик NGF, соединение ГК-2 (гексаметилендиамид бис-(N-моносукцинил-L-глутамил-L-лизина)) изучен на моделях метаболического синдрома и сахарного диабета разной степени тяжести. Установлено, что ГК-2 обладает выраженной антидиабетической активностью: снижает уровень глюкозы в крови, нормализует массу тела, устраняет жажду. Терапия ГК-2 способствует сохранению числа инсулин-продуцирующих клеток поджелудочной железы, снижает проявления оксидативного стресса и устраняет характерные для диабета нарушения структуры ДНК.

ГК-2 выгодно отличается от применяемых в настоящее время антидиабетических препаратов отсутствием побочных эффектов и эффективностью в условиях длительного перорального введения, что определяет перспективность разработки нового инновационного антидиабетического средства. Приоритет разработки подтвержден 2 патентами и 8 публикациями в отечественной и зарубежной научной прессе.



НИИ фармакологии им. В.В.Закусова
(д.м.н. Островская Р.У., к.б.н. Иванов С.В., к.б.н. Ягубова С.С., чл.-кор.
РАН Гудашева Т.А., академик РАН Середенин С.Б.)

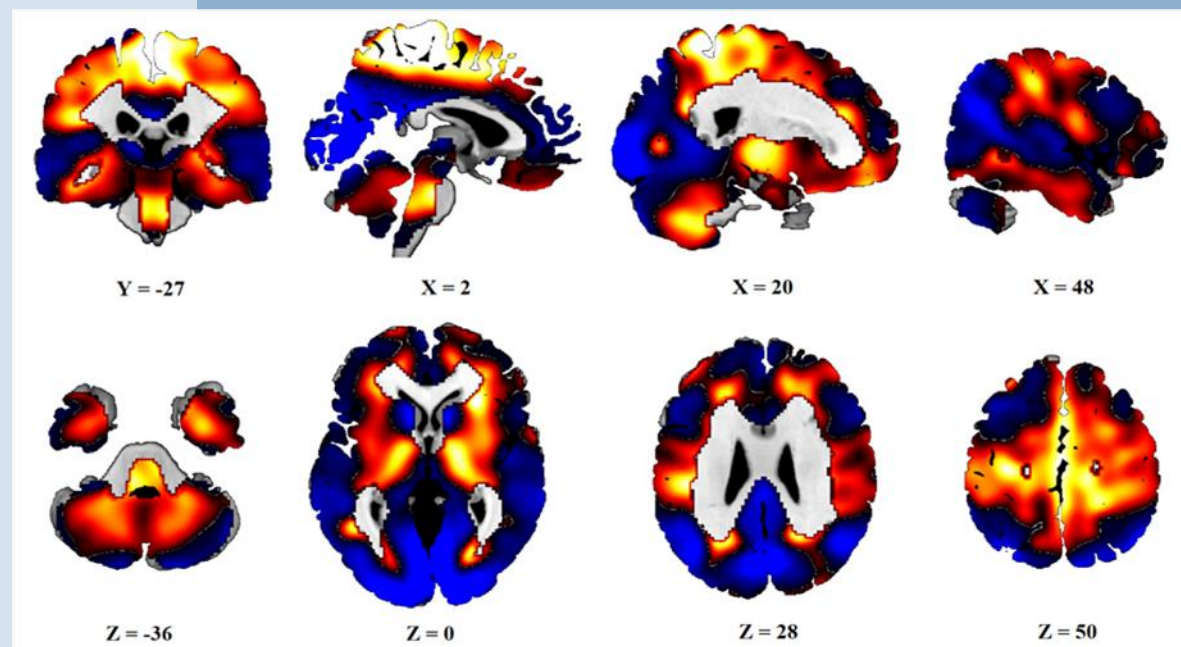
Публикация:
Ivanov S.V. et al // Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology. – 2022. –
Vol.49, N10. – P.1116–1125.



ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ НЕЙРОМЕТАБОЛИЧЕСКИЙ МАРКЕР ЛЕКАРСТВЕННОГО ПАРКИНСОНИЗМА НА ОСНОВЕ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕТАБОЛИЗМА МОЗГА ЧЕЛОВЕКА ПО ДАННЫМ ПЭТ

Лекарственный паркинсонизм является одним из распространённых побочных действий фармакологического лечения психических расстройств, в том числе психозов, которое может существенно затруднять лечение, снижая его эффективность. Однако, диагностические и прогностические критерии лекарственного паркинсонизма на сегодняшний день не разработаны, что во многом связано с недостаточным знанием о его патогенетических механизмах. Для преодоления данного ограничения, было проведено исследование по изучению энергетического метаболизма мозга человека с помощью позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ), в котором были получены новые данные. Использование ковариационных статистических подходов к оценке изменений метаболизма глюкозы в мозге при лечении нейролептиками сопровождаемым и не сопровождаемым паркинсонической симптоматикой позволило определить, что экспрессия ПЭТ-паттерна, характерного для идиопатической болезни Паркинсона может быть использована как нейромаркер лекарственного паркинсонизма.

Полученный результат открывает новые возможности для ПЭТ-диагностики и прогноза развития лекарственного паркинсонизма.



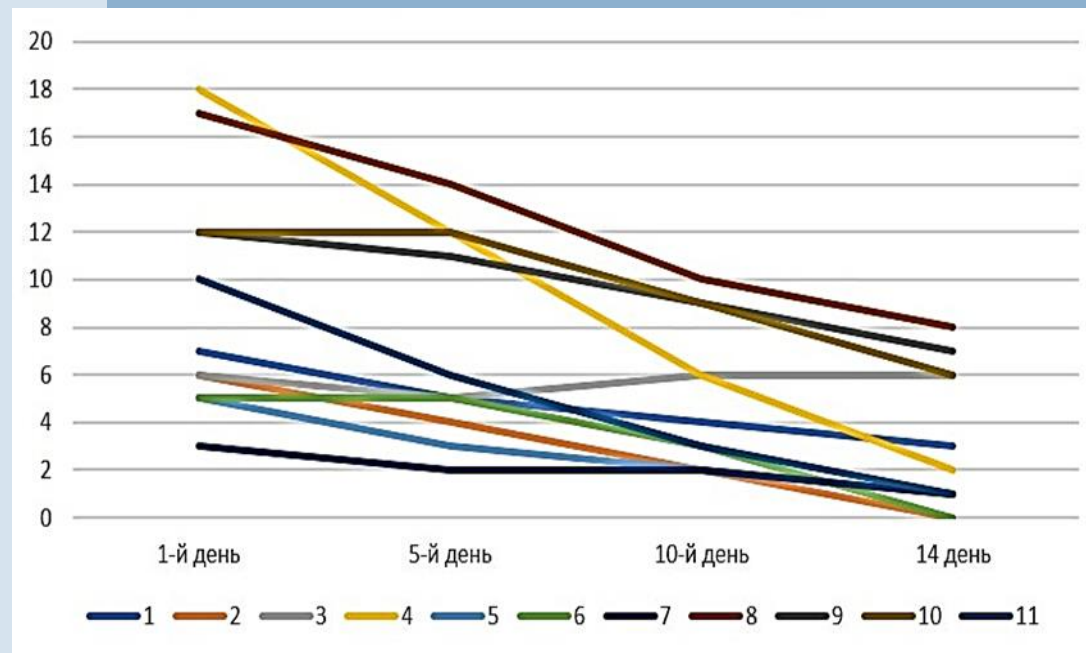
Топография ПЭТ паттерна изменений метаболизма глюкозы, характерных для идиопатической болезни Паркинсона (синий цвет - снижение, красный - повышение), экспрессия которого также является потенциальным нейромаркером лекарственного паркинсонизма



ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕЧЕНИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ У БОЛЬНЫХ, ПЕРЕНЕСШИХ ТЯЖЕЛЫЕ ФОРМЫ COVID-19

Разработан метод лечения пациентов, перенесших двустороннюю полисегментарную вирусную пневмонию тяжелого течения в рамках COVID-19, у которых после выписки сохраняется выраженная дыхательная недостаточность, требующая постоянной кислородной поддержки, без тенденции к уменьшению зависимости от кислорода. Метод основан на патогенетическом механизме постковидного поражения легких, который формируется за счет нарушения синтеза эндогенного сурфактанта альвеолоцитами II, несущими рецепторы АПФ 2 – являющихся лигандами S-белка SARS-CoV-2. В результате в легких формируются множественные ателектазы, которые резко ограничивают газообменную поверхность и приводят к длительной дыхательной недостаточности.

Разработана технология лечения, которая состоит из 2-х этапов. Сначала проводится расправление ателектазированных (спавшихся) зон легких путем применения сеансов неинвазивной (масочной) вентиляции легких (НИВЛ) в течение 30 мин. с давлением на выдохе 6-8 см вод. ст. Сразу после сеанса НИВЛ пациент ингалирует через небулайзер раствор препарата сурфактанта 75 мг, растворенного в 5 мл 0,9% натрия хлорида. Применение такого лечения трижды в день уже к 5-му дню приводит к существенному снижению потребности в кислороде в среднем на 45%, а к 14-му дню на 65% .



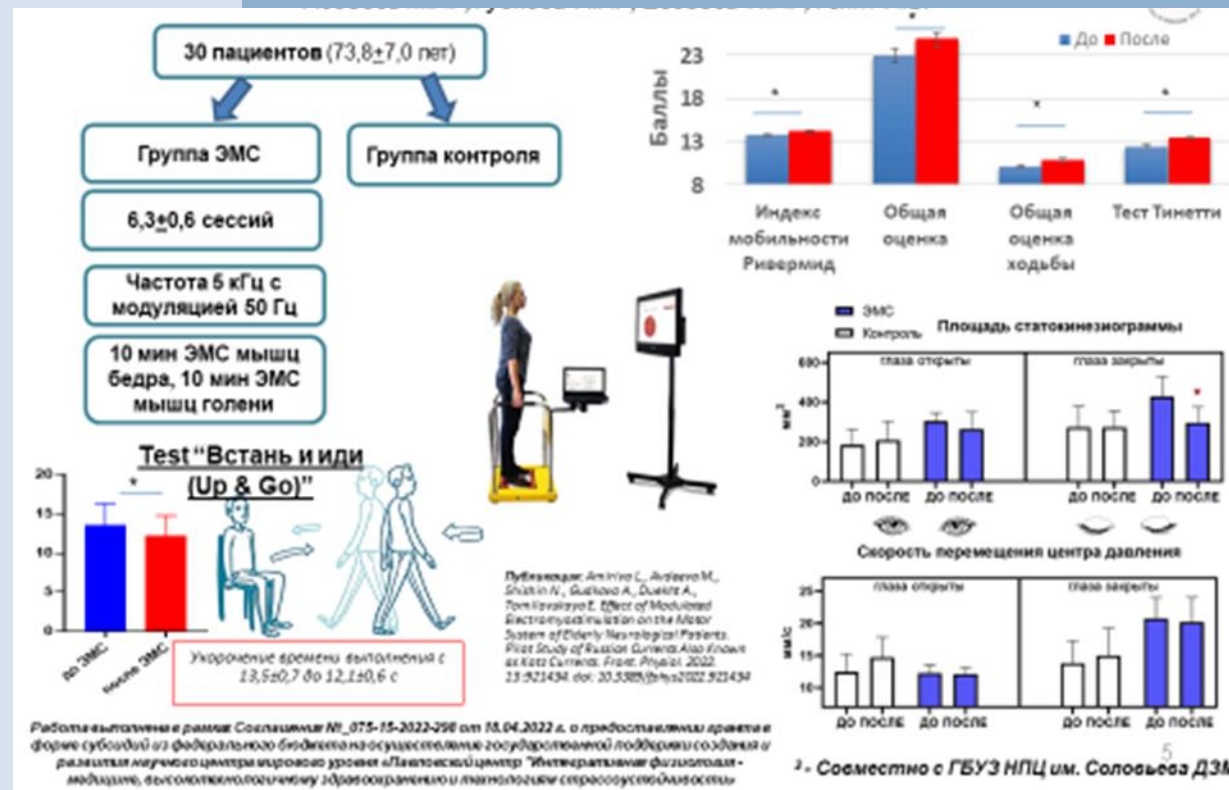
Динамика потребности в кислороде (л/мин) у пациентов, получавших лечение комбинацией неинвазивной вентиляции легких и ингаляций сурфактанта. 1-11 – номера пациентов



ЭФФЕКТ ЭЛЕКТРОМИОСТИМУЛЯЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ДЕФИЦИТОМ ДВИЖЕНИЯ И НАРУШЕНИЯМИ РАВНОВЕСИЯ И ХОДЬБЫ

Показан положительный эффект курса электростимуляции мышц (ЭМС) нижних конечностей на ходьбу и равновесие пациентов пожилого и преклонного возраста (73,8±7,0 лет) с дефицитом двигательной нагрузки.

Эффект шести 20-ти минутных сеансов ЭМС (несущая частота 5 кГц с модуляцией 50 Гц, амплитуда стимуляции 23,6±1,5 мА) проявлялся в достоверном улучшении результатов стандартных клинических тестов: «Индекс мобильности Ривермид», «Общая оценка», «Общая оценка ходьбы», «Тест Тинетти», «Тест Up & Go». Объективно, по изменениям площади статокнезиограммы и скорости перемещения центра давления при вертикальной стойке, выявлено увеличение стабильности стойки по сравнению с исходными данными. В контрольной группе достоверных изменений исследуемых показателей не отмечалось. Применение ЭМС неврологическим пациентам позволит повысить качество их жизни и эффективность двигательной реабилитации.



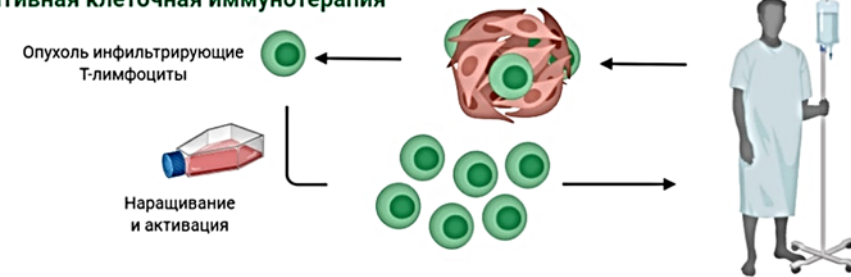


ТЕХНОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ И НАРАЩИВАНИЯ ОПУХОЛИ ИНФИЛЬТРИРУЮЩИХ ЛИМФОЦИТОВ ДЛЯ ТЕРАПИИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ

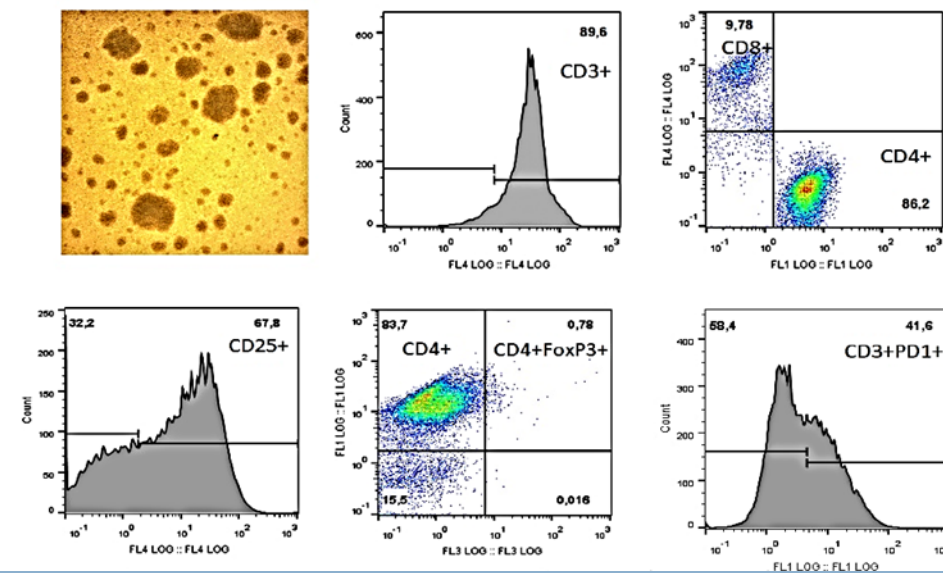
Разработана отечественная технология выделения и наращивания опухоли инфильтрирующих лимфоцитов (ОИЛ) для терапии злокачественных новообразований, позволяющая получать не менее 1 млрд. жизнеспособных Т-лимфоцитов не позднее 6 недель с момента взятия биологического материала опухоли от пациента. На сегодняшний день адоптивная терапия ОИЛ является наиболее многообещающим методом лечения резистентных к иммунотерапии ингибиторами иммунных контрольных точек солидных опухолей, в первую очередь, меланомы. По данным клинических исследований при резистентной меланоме объективные ответы составляют до 72 %, а у 20 % пациентов возможен полный регресс.

Схема процедуры адаптивной терапии опухоли инфильтрирующими лимфоцитами

Адоптивная клеточная иммунотерапия



Пример характеристики ОИЛ (микрофото слева вверху), выделенных из фрагментов меланомы и наращенных до 10^9 клеток методом проточной цитометрии



СПб клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический)
(Богданов А.А., Корнев А.А., Данилов А.О., Богданов А.А., к.м.н. Егоренков В.В., к.м.н. Волков Н.М. чл.-кор. РАН Моисеенко В.М.)

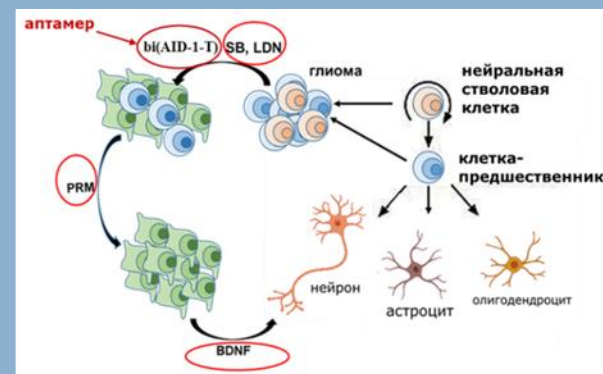
Публикация:
Moiseenko F. et al. // Current Treatment Options in Oncology. 2022. Т. 23, № 12.
Moiseenko F. et al. // Journal of Clinical Oncology. 2022. Т. 40, № 16_suppl.
Moiseenko F. et al. // Cancer Treatment and Research Communications. 2022. Т. 31

ДИФФЕРЕНЦИРОВОЧНАЯ ТЕРАПИЯ – НОВЫЙ ПОДХОД К ЛЕЧЕНИЮ ГЛИОМЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА

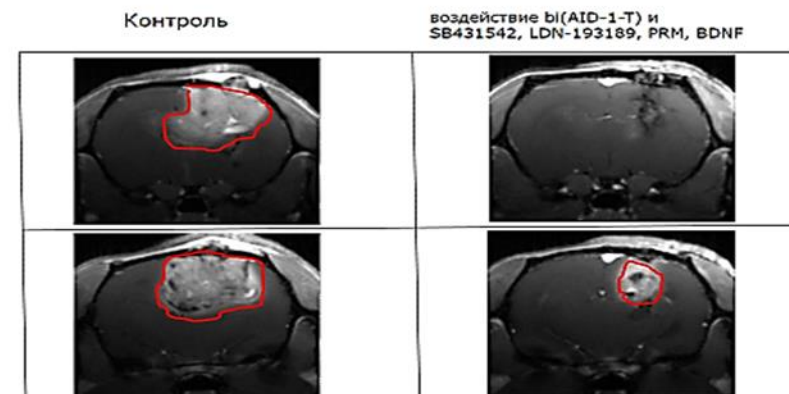
На данный момент не существует эффективного способа лечения глиомы мозга человека. Все применяемые методы лечения направлены на торможение развития патологии.

Применена прямо противоположная стратегия - стимулирование «созревания» опухолевых клеток, что приведет к потере их пролиферативного потенциала. Принципиально новый подход к лечению глиомы («дифференцировочная терапия») основан на цитостатическом воздействии на опухолевые клетки направленно созданной молекулы (аптамер bi(AID-1-T)) в комбинации с молекулами-индукторами, управляющими каскадами нейрогенеза - SB431542, LDN-193189, Pirar morphamine, BDNF. При временном торможении деления опухолевых клеток после воздействия аптамера, молекулы-индукторы способны направить дифференцировку клеток опухоли в зрелое состояние, прекращая пролиферацию по опухолевому типу. Дифференцировочная терапия эффективна и для опухолевых стволовых клеток глиомы, устойчивых к химиотерапии и лучевой терапии. Предложенный новый подход может кардинально изменить путь терапии глиомы, приводя к остановке роста опухоли и апоптозу клеток без некрозов и рецидивов.

Схема «дифференцировочной терапии», основанной на управлении дифференцировкой незрелых клеток глиомы человека для перевода их в зрелое состояние, что приводит к снижению или блокированию их пролиферативного потенциала



Комбинация ДНК-аптамера bi(AID-1-T) и SB431542, LDN-193189, PRM, BDNF снижает рост глиобластомы крысы 101/8 через 15 дней





НАУКИ О ЗЕМЛЕ



МОНОГРАФИЯ

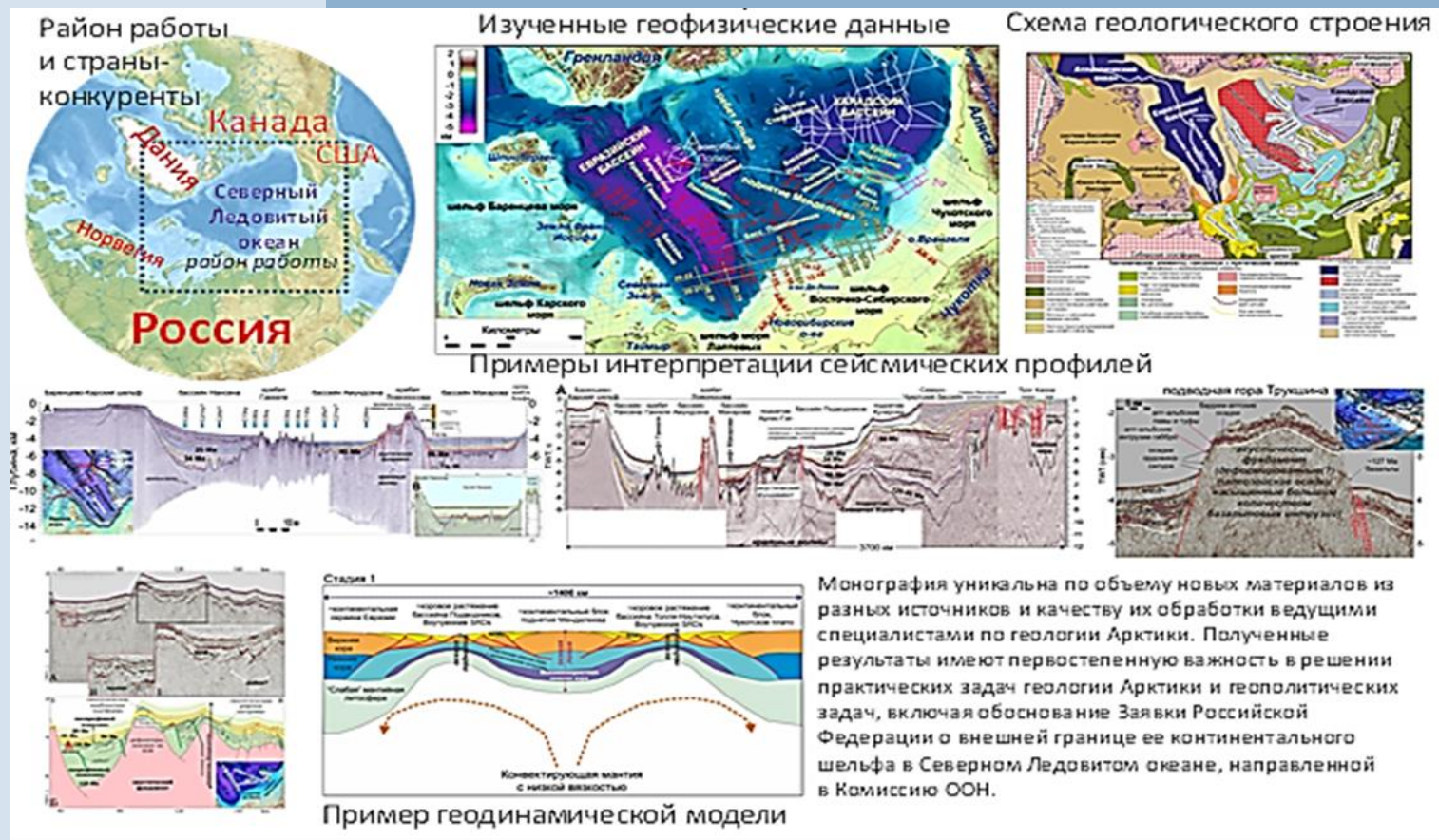
«СЕЙСМОСТРАТИГРАФИЯ, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ И ПАЛЕОТЕКТОНИКА АРКТИЧЕСКОГО ГЛУБОКОВОДНОГО БАСЕЙНА И ЕГО РОССИЙСКИХ ШЕЛЬФОВ»

Опубликована монография, уникальная по объему представленных новых материалов из разных источников и качеству их обработки ведущими специалистами по геологии Арктики, представляющими разные ведомства и научные школы.

Полученные результаты имеют первостепенную важность в решении практических задач геологии, в частности, в обосновании заявки Российской Федерации внешней границы ее континентального шельфа в Северном Ледовитом океане, направленной в Комиссию ООН.

Монография доступна в электронном виде на сайте ГИНа:

http://www.ginras.ru/library/pdf/632_nikishin_et al2022_arctic.pdf



ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ СКВАЖИННОЙ ГЕОЭЛЕКТРИКИ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИМПОРТОНЕЗАВИСИМОСТИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Для количественной интерпретации данных скважинной электрометрии разработаны быстрые нейросетевые алгоритмы воспроизведения и инверсии сигналов гальванических и электромагнитных зондов в классе реалистичных тонкослоистых геоэлектрических моделей. На большом массиве практических данных из скважин Западной Сибири показана высокая эффективность и точность созданного программного обеспечения. Это достигается использованием для вычисления сигналов оригинальных модификаций метода конечных элементов, численной генерацией обучающих выборок в пространстве электрофизических характеристик геологической среды с учётом реальных конструкций скважинных приборов. Конечный результат представляется в виде трансверсально-изотропных геоэлектрических моделей нефтегазовых коллекторов, дополненных изменёнными при бурении прискважинными зонами.

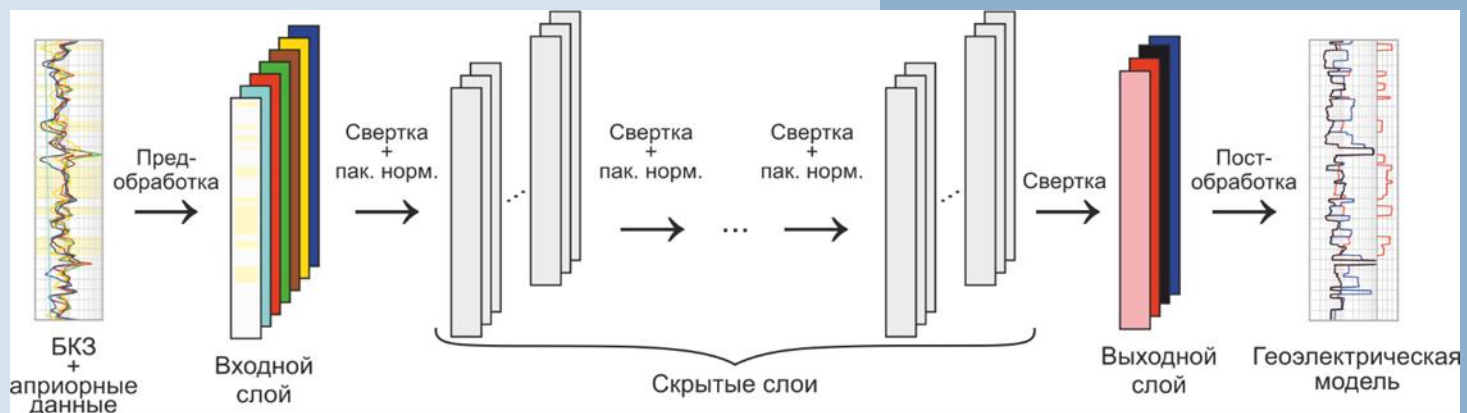
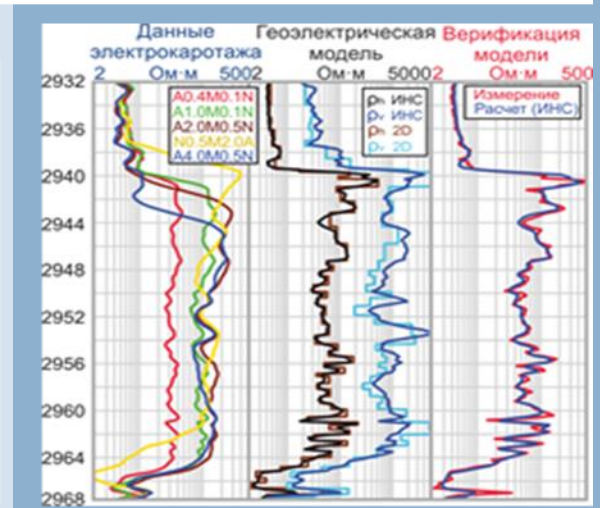


Рис. 1. Архитектура искусственной нейронной сети для экспресс-инверсии сигналов электрометрии в геоэлектрические модели.

Рис. 2. Данные скважинной электрометрии, измеренные на интервале нефтегенерирующей баженовской свиты (Западная Сибирь); трансверсально макроанизотропная геоэлектрическая модель по результатам прямой экспресс- и итерационной инверсий; практически совпадающие измеренные и рассчитанные в модели сигналы электрического зондирования в скважине.



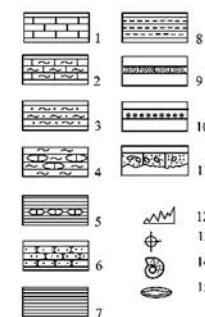
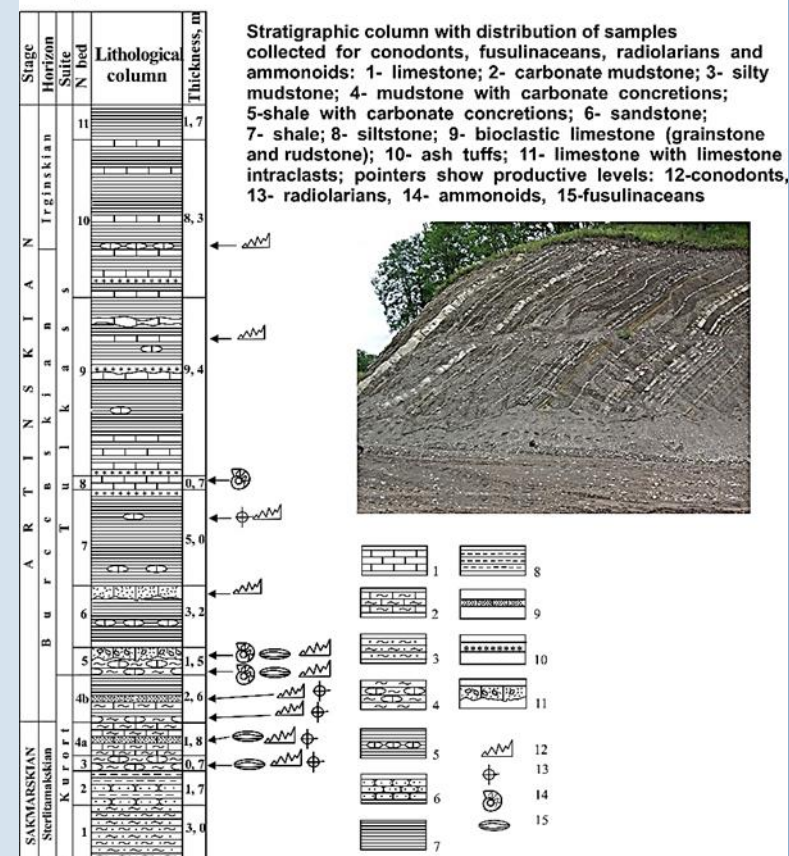


ПРИНЯТИЕ РАЗРЕЗА ДАЛЬНИЙ ТЮЛЬКАС (БАШКОРТОСТАН) В КАЧЕСТВЕ ЭТАЛОННОГО ДЛЯ НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ АРТИНСКОГО ЯРУСА МЕЖДУНАРОДНОЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ ШКАЛЫ

27 января 2022 года предложение В.В. Черных и Б.И. Чувашова, сделанное совместно с сотрудниками университетов Калгари (Канада), Милана (Италия), Британской геологической службы (Киурт, Ноттингемшир), Института геологии алмаза и благородных металлов (ИГАБМ СО РАН, Якутск), Геологического института (ГИН РАН, Москва), Палеонтологического института (ПИН РАН, Москва) и Казанского университета, принять разрез Дальний Тюлькас (Башкортостан) в качестве эталонного для нижней границы артинского яруса Международной стратиграфической шкалы ратифицировано Исполнительным комитетом Международного союза геологических наук.

Этим решением уральский артинский ярус признан легитимным подразделением Международной стратиграфической шкалы. Предложение касается размещения разреза и точки глобальной границы (GSSP) на уровне первого появления конодонта *Sweetognathus asymmetricus*: на высоте 0,6 м над основанием слоя 4b в разрезе Дальний Тюлькас на территории Башкортостана. Интерполированный геохронологический возраст между 290.1 ± 0.2 млн лет и 290.5 ± 0.4 млн лет, значения стронциевого отношения около 0.70767 и многие дополнительные группы окаменелостей, особенно аммоноидеи и фузулины, служат дополнительными маркерами для корреляции границы (рис.).

Dalny Tulkas section



Институт геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого УрО РАН
(В.В. Черных и Б.И. Чувашов и др.)

Ссылка на сайт международной комиссии по стратиграфии:

<https://stratigraphy.org/gssps/#permian> Chernykh V.V., Henderson C.M., Kutugin R.V., Filimonova T.V., Sungatullina G.M., Afanasieva M.S., Isakova T.N., Sungatullin R.Kh., Stephenson M.H., Angiolini L., Chuvashov B.I. (2022). Final proposal for the Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base- Artinskian Stage (Lower Permian). *Permophiles*, 72, p. 14-48. ISSN 1684-5927.



ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОВ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЭВДИАЛИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА

Научно и экспериментально обоснованы энергетические и физико-химические методы интенсификации процессов и технологии комплексного извлечения и селективного разделения редких и редкоземельных элементов при глубокой переработке эвдиалитового концентрата Ловозерского месторождения, обеспечивающие снижение потерь ценных компонент с силикагелем на 29,0 % и повышение извлечения Zr на 8,5-%, РЗЭ – на 4,3 %.

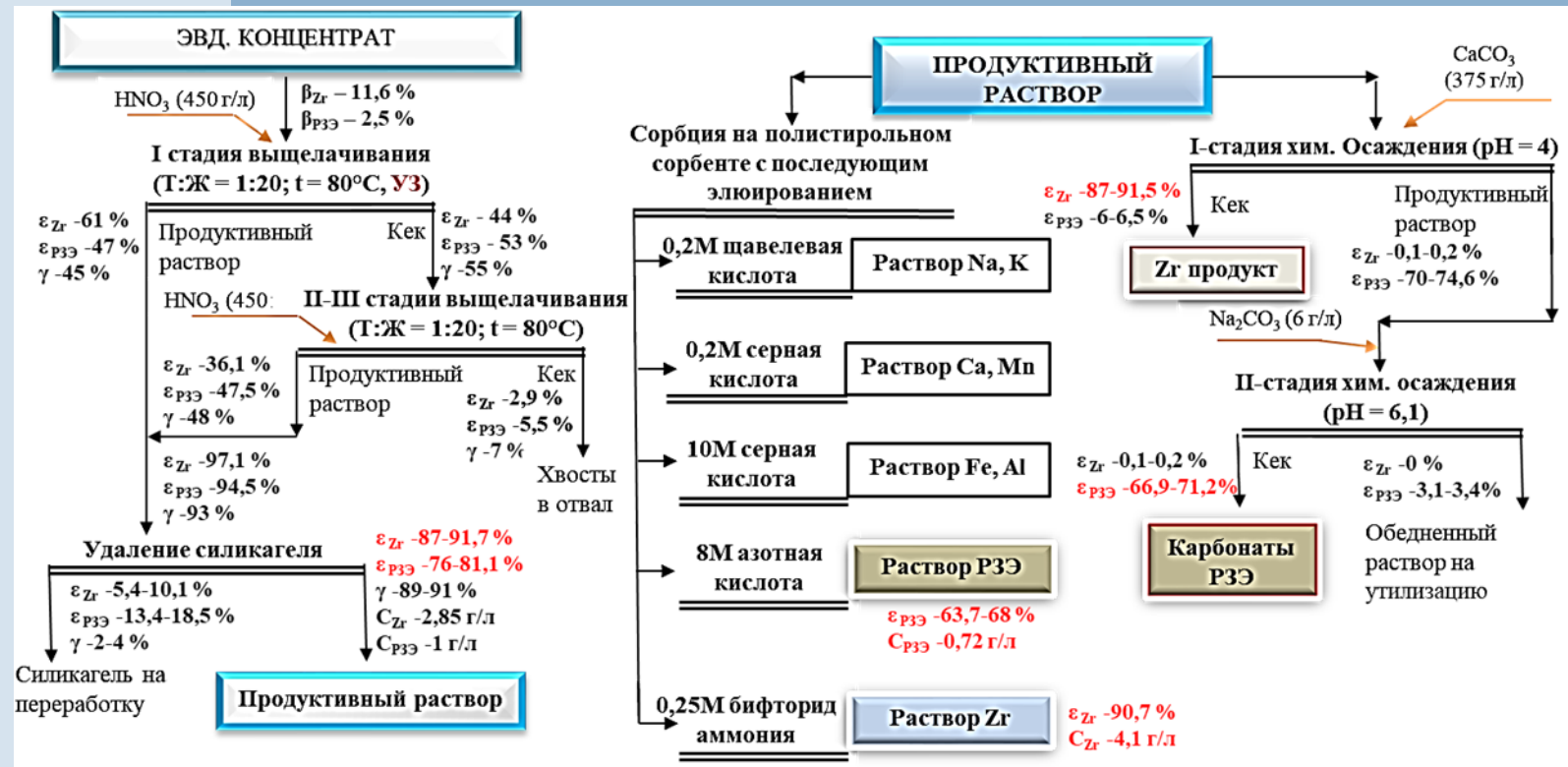
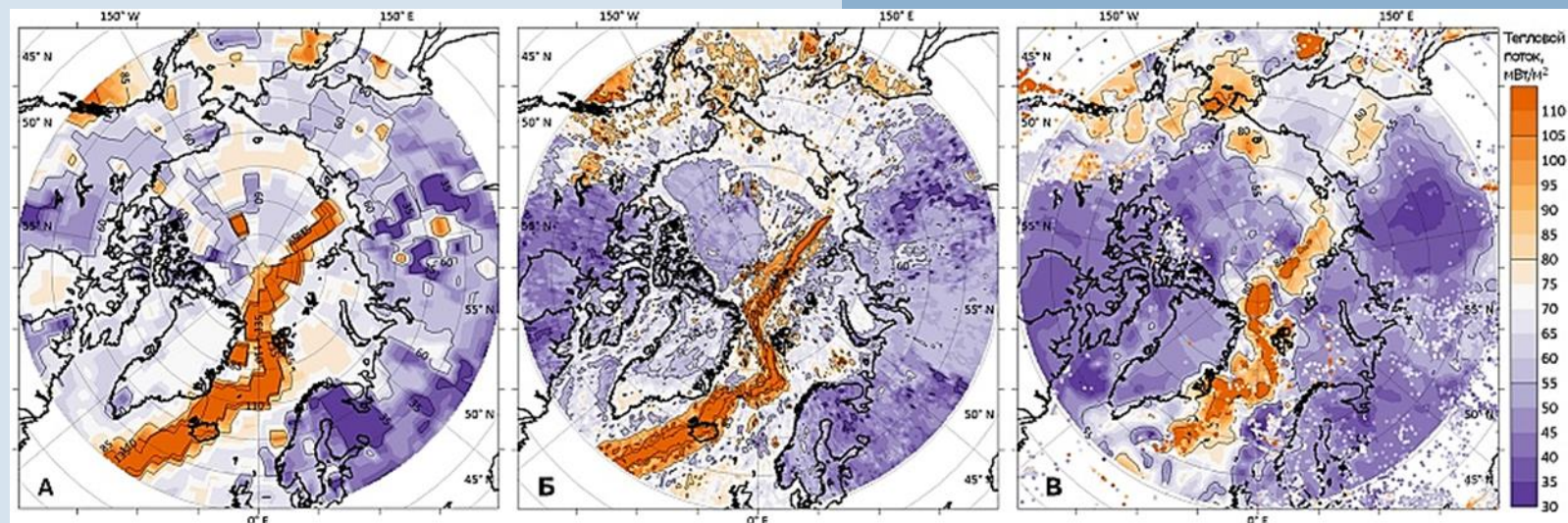


Схема глубокой переработки эвдиалитового концентрата

НОВАЯ МОДЕЛЬ ГЕОТЕРМАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ДЛЯ АРКТИКИ

В результате изучения термической структуры арктической литосферы по комплексу геофизических данных получена модель геотермального теплового потока. Для построения новой модели был использован каталог Международной комиссии по тепловому потоку (IHFC), представленный на рис., и его глобальные теоретические модели, которые основаны на интерполяции прямых измерений (рис. А, Б). Расчет теплового потока основан на оптимизационной задаче инверсии сейсмических и магнитных данных, подкрепленных прямыми измерениями, и позволяет использовать все имеющиеся косвенные данные о термическом строении литосферы и минимизировать ошибки.

Новая модель (рис. В) хорошо согласуется с данными наблюдений и соответствует представлениям о тектонической истории арктической литосферы. Модель показывает некоторые особенности, которые не были идентифицированы предшествующими моделями — в частности, зоны повышенного теплового потока в Беринговом проливе, Чукотском море и в древней рифтовой зоне, разделяющей Восточную и Среднюю Сибирь.

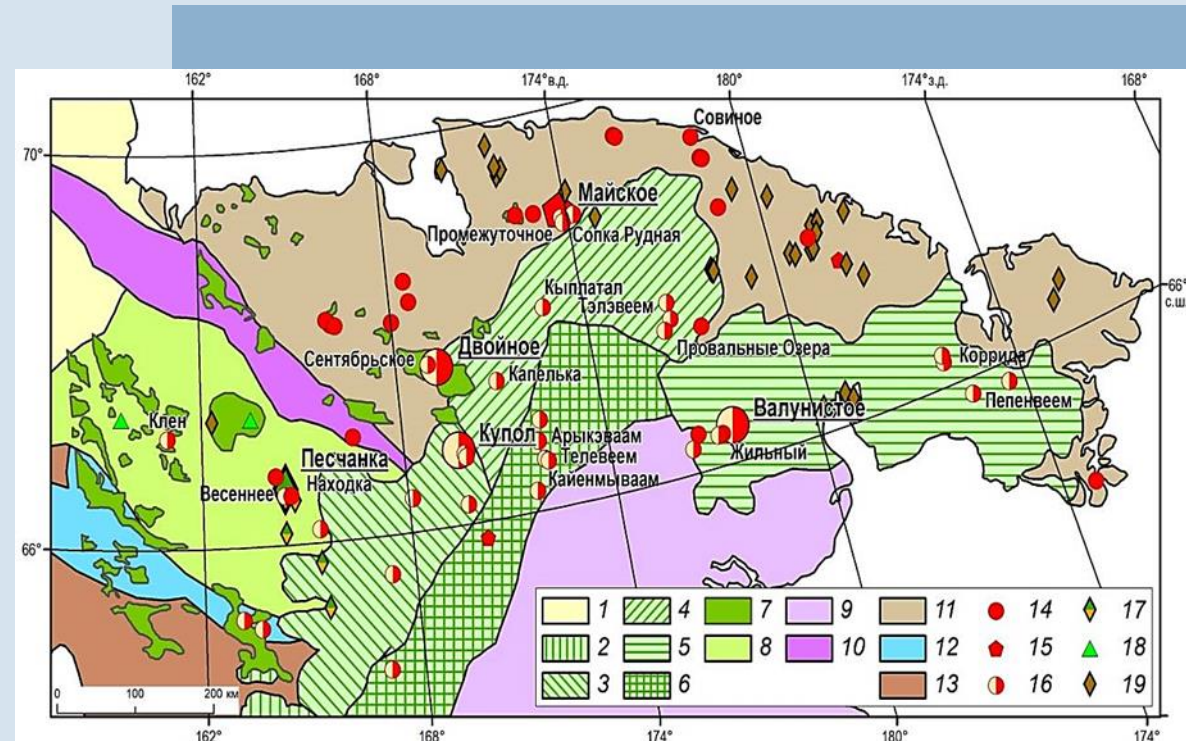


Сравнение карт теплового потока Арктики по последним глобальным моделям Davies, 2013 (А) и Lucazeau, 2019 (Б) с картой новой модели теплового потока (В) [Petrunin et al., 2022]. Цветные точки показывают местоположение и значения прямых измерений теплового потока



ЭПИТЕРМАЛЬНЫЕ Au-Ag-Se-Te МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧУКОТКИ (АРКТИЧЕСКАЯ ЗОНА РОССИИ): МЕТАЛЛОГЕНИЯ, МИНЕРАЛЬНЫЕ ПАРАГЕНЕЗИСЫ, ФЛЮИДНЫЙ РЕЖИМ

Эпитермальные Au-Ag-Se-Te месторождения Чукотки обогащены селеном и теллуrom, что позволяет рассматривать их как источники высокотехнологичного сырья. Они классифицированы как руды промежуточно-сульфидизированного типа, образовавшиеся из слабо концентрированных флюидов смешанного магматогенно-метеорного происхождения при 120-390 °С. Обоснована их генетическая связь с геологическими событиями, в результате которых возникли меловой окраинно-континентальный Охотско-Чукотский (ОЧВП), позднеюрско-раннемеловой, островодужный Олойский (ОВП) вулканические пояса и постколизийные раннемеловые вулканические впадины. Выявлены геолого-геохимические различия месторождений различных металлогенических зон: максимальные величины температур и соленостей характерны для флюидов из Центрально-Чукотского сектора ОЧВП и Баимской зоны ОВП, а минимальные — для флюидов Восточно-Чукотской фланговой зоны и внутренней зоны ОЧВП. Соленость минералообразующих флюидов внутренней зоны ОЧВП в среднем вдвое меньше, чем флюидов Восточно-Чукотской фланговой зоны ОЧВП. Зональность указывает на возможность прогнозирования во внутренней зоне ОЧВП Au-Ag эпитермально-порфировых месторождений, что значительно улучшит минерально-сырьевую базу Чукотки.



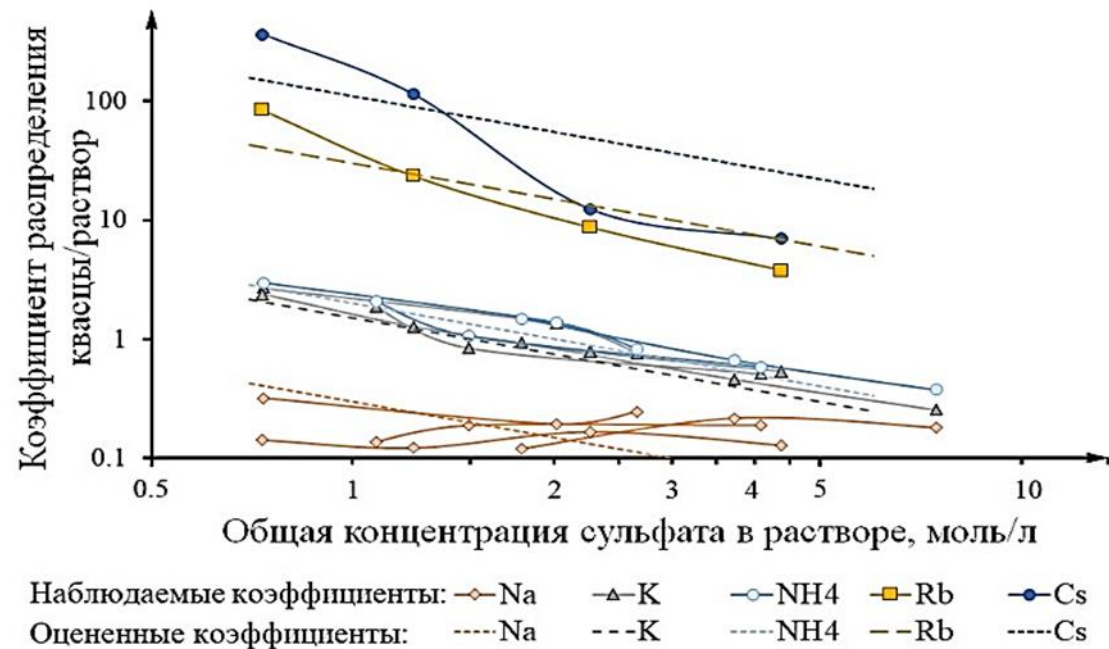
Вулканические пояса и Au-Ag-Se-Te эпитермальные месторождения Чукотки. Карта составлена с использованием материалов [Белый, 1994; Соколов и др., 1999; Тихомиров и др., 2017].



РАЗРАБОТКА ЗАМКНУТОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ГЛИНОЗЕМА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА ИЗ НИЗКОСОРТНЫХ ГЛИНОЗЕМСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ И КОНЦЕНТРАТОВ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИСУЛЬФАТА АММОНИЯ В КАЧЕСТВЕ ВЫЩЕЛАЧИВАЮЩЕГО АГЕНТА, РЕКУПЕРИРУЕМОГО В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ЦИКЛЕ

Уменьшение доступности высококачественных бокситов, в особенности, для России, делает неизбежной переработку высококремнистого сырья из отходов и другого доступного сырья, в связи с чем необходимо разрабатывать кислотно-солевые способы, пригодные для этих источников.

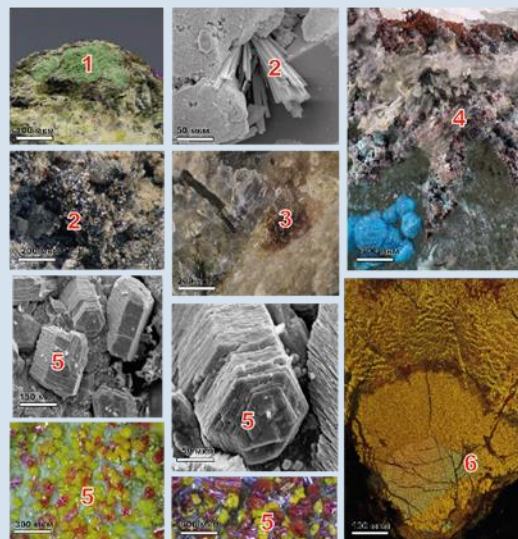
Цель работы – создание нового варианта гидросульфатного метода переработки глиноземсодержащего сырья на примерах нефелинового концентрата и летучих угольных зол и изучение закономерностей различных его стадий для исследования возможностей дальнейшего усовершенствования. Экспериментально и теоретически изучено распределение различных макро- и мезокомпонентов выщелачивания между фазами на стадии выделения алюмоаммонийных квасцов в зависимости от концентрации сульфата. Найдены условия, при которых возможно максимальное отделение алюминия от примесей железа без использования вспомогательных реагентов. Разработаны новые физико-химические процессы для количественного выделения полупродуктов и конечного продукта-глинозема высокого качества, соответствующего требованиям российских и зарубежных производителей. Показано, что выделение смешанных гидроксикарбонатов аммония и алюминия (ГКАА) как прекурсоров высокочистого глинозема, является наиболее перспективным направлением в гидросульфатной технологии. В сочетании с процессом перекристаллизации в присутствии предложенных реагентов получение ГКАА позволяет отказаться от дорогостоящих методов селективной сорбции или экстракции для глубокой очистки водных растворов квасцов, как промежуточных соединений разработанного процесса.



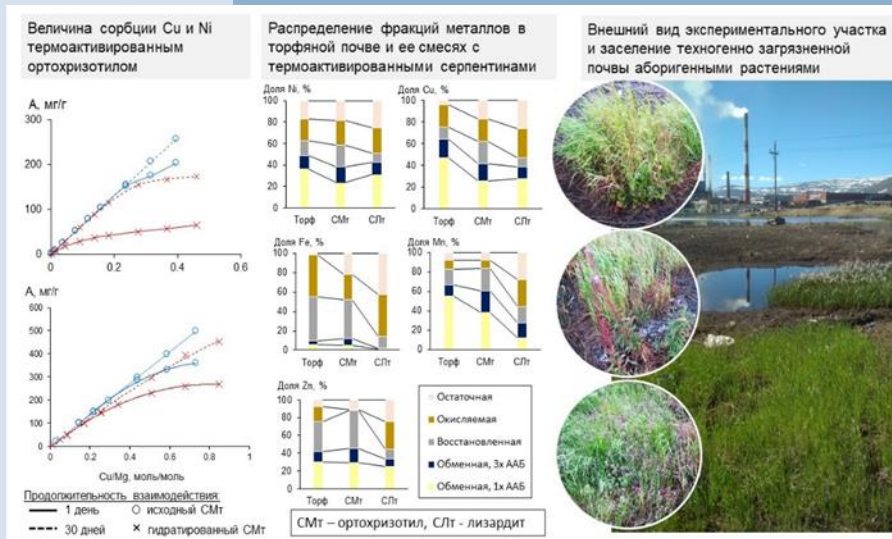
Распределение ионов щелочных металлов и аммония между твердыми квасцами и жидкими фазами в зависимости от суммарной концентрации сульфатов. Линии - теоретические зависимости

ОТКРЫТО 26 НОВЫХ МИНЕРАЛОВ

В кооперации с российскими и зарубежными исследователями было открыто 26 новых минералов, которые представляют широкий спектр условий образования от глубинных магматических камер до приповерхностных пустот на местах угольных пожаров. Впервые исследована возможность применения термоактивированных серпентиновых материалов (хризотила и лизардита), которые являются отходами горнодобывающей промышленности, для восстановления почв, загрязненных токсичными металлами. В десятилетнем полевом эксперименте в зоне действующего предприятия цветной металлургии в Субарктическом регионе РФ показана эффективность материалов для снижения суммы подвижных фракций и увеличения доли прочносвязанной фракции потенциально токсичных металлов, а также мелиоративный эффект от обогащения почвы кальцием и магнием.



Новые минералы, открытые в 2022 году: 1 – канзахтит, 2 – икорскиит, 3 – золотаревит, 4 – сергейсмирновит, 5 – ермаковит, 6 – оришчинит

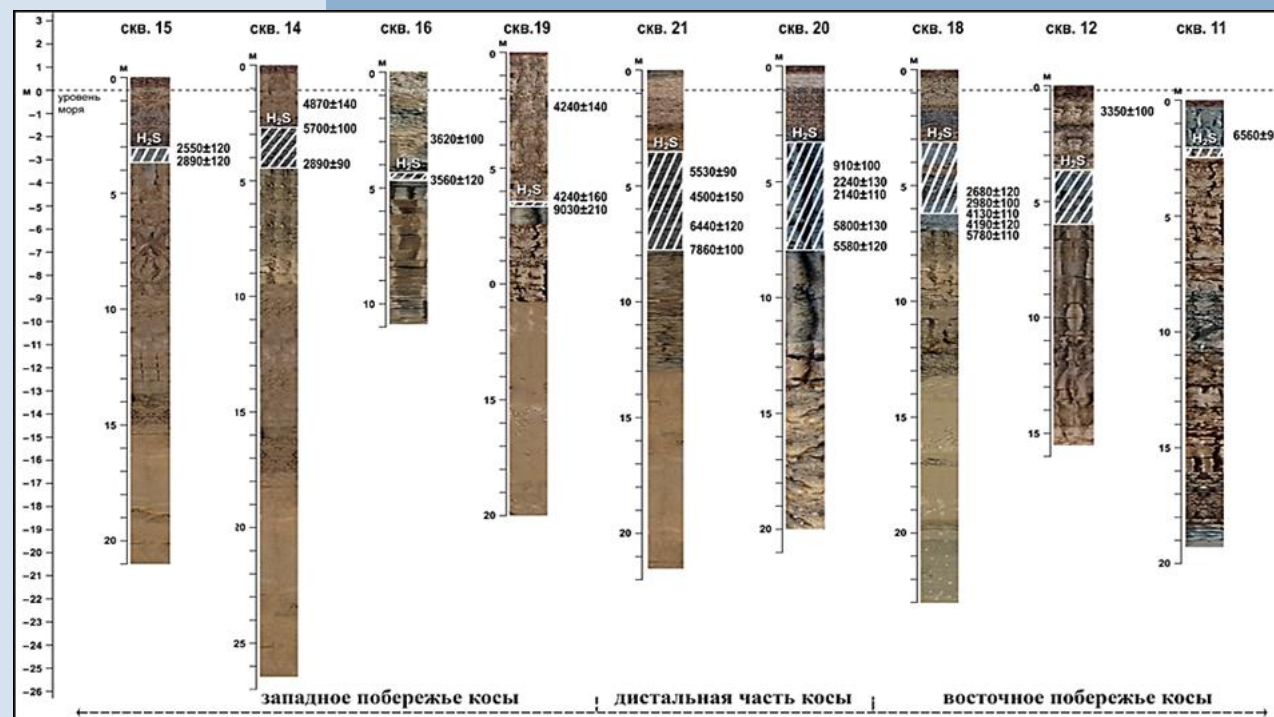


Величина сорбции Cu и Ni термоактивированным хризотилом (1), Распределение фракций металлов в торфяной почве и её смесях с термоактивированным серпентином (2), фотография участка с уже восстановленным ландшафтом (3)



РЕКОНСТРУКЦИИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ ТРАНСФОРМАЦИЙ АЗОВО-ДОНСКОГО БАСЕЙНА В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ

ЮНЦ РАН впервые в практике палеогеографических исследований пробурены 24 скважины и отобраны 200 грунтовых колонок на шельфе и косах Азовского моря, что позволило с большой степенью детальности реконструировать гидродинамические и климатические трансформации Азово-Донского бассейна в позднем голоцене. Выявлены признаки субаэральных условий осадконакопления на шельфе. На основании серии кернов мощностью до 25 м с косы Долгой и радиоуглеродных датировок показано, что ее формирование началось около 2 500 л.н. и карбонатный материал отражает историю развития бентосной фауны моря. Выявлены внутривековые изменения климата: холодный (многоводный; 1884-1942 гг.), переходный (1942-1985 гг.) и теплый (маловодный; 1986-2020 гг.) периоды. Новым техногенным индикатором скорости осадконакопления могут быть угольные шлаки, оставшиеся от эпохи парового судоходства, которые маркируют горизонт 1860-1960 гг.



Возраст отложений с включениями органики и прослоями гидротроилита в разрезах скважин, пробуренных на косе Долгой (Краснодарский край)

Южный научный центр РАН
(академик РАН Матишов Г.Г., к.б.н. Титов В.В., к.б.н. Польшин В.В.)

Публикация:

Матишов Г.Г., Польшин В.В., Титов В.В. // Доклады РАН. Науки о Земле. 2022. Т. 506 (1). С:92-97. DOI: 10.31857/S2686739722600989.

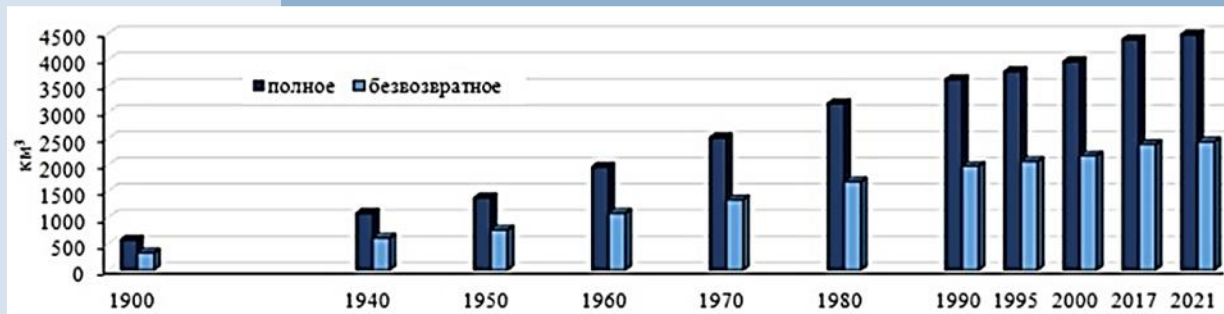
Матишов Г.Г., Степаньян О.В., Кириллова Е.Э. Внутривековая природная изменчивость в Приазовье и на Нижнем Дону: новые техногенные индикаторы // Наука Юга России. 2022. Т. 18(2). С:41-46.



ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО ГЛОБАЛЬНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ЕГО ДИНАМИКИ С НАЧАЛА XX В.

Впервые рассчитаны современное мировое полное водопотребление (водозабор), составившее около 4500 км³/год, и безвозвратное водопотребление – 2450 км³/год (таблица). Из них на долю России приходится менее 2%. Выявлена динамика мирового водопотребления до 2021 г. По сравнению с 2000 г. полное мировое водопотребление возрастало в среднем на 24.0 км³/год, а безвозвратное на 12.6 км³/год (рис.), при том, что в России водопотребление снижалось. Безвозвратный расход воды привел к уменьшению мирового речного стока примерно на 6%, в России – менее чем на 1%. Более 60% полного и свыше 80% безвозвратного водопотребления приходится на сельское хозяйство, доля коммунального хозяйства составляет, соответственно, несколько более 11 и около 3%, промышленности – около 20 и несколько более 5%, а дополнительного испарения с акватории водохранилищ – 5 и около 10%. Объем сточных и возвратных вод превысил в мире 2000 км³/год. Их разбавление ресурсами речного стока (без безвозвратных изъятий) составляет около 20 раз, что явно недостаточно для сохранения высокого качества природных вод. В России кратность разбавления сточных вод около 200 раз. Выполненные расчеты дают представление о современной водохозяйственной карте мира и тенденциях в использовании водных ресурсов, одного из важнейших видов природных, а также о том, что Россия остается одним из главных источников мировых пресных вод.

Регионы	Водопотребление				Объем сточных и возвратных вод	
	полное		безвозвратное		км ³	%
	км ³	%	км ³	%		
Европа	466	10.4	228	9.3	238	11.7
Азия	2796	62.2	1648	67.4	1148	56.2
Африка	304	6.8	197	8.1	107	5.2
Северная Америка	665	14.8	246	10.0	419	20.5
Южная Америка	224	5.0	108	4.4	116	5.7
Австралия и Океания	34	0.8	20	0.8	14	0.7
Мир	4489	100	2448	100	2042	100

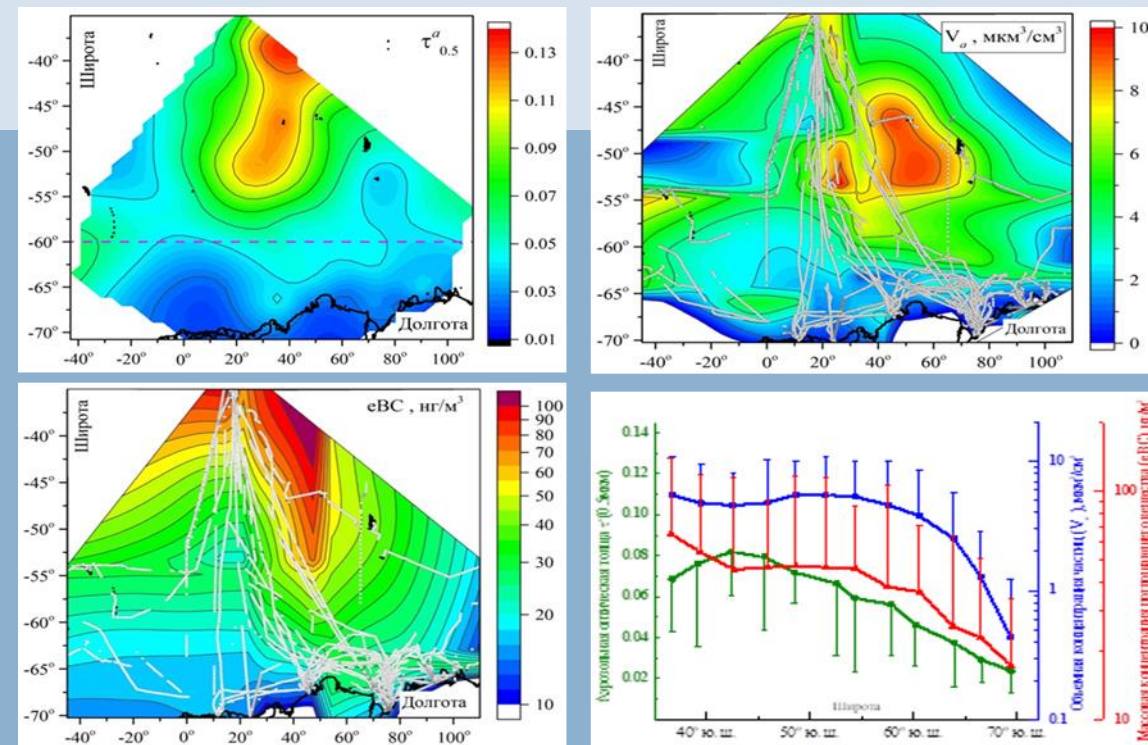


Динамика мирового водопотребления с начала XX в.



ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК АЭРОЗОЛЯ НАД ОКЕАНОМ МЕЖДУ АФРИКОЙ И АНТАРКТИДОЙ

В результате многолетних (2004–2021 гг.) исследований в 20 антарктических экспедициях впервые выявлены закономерности среднего пространственного распределения аэрозольной оптической толщи (АОТ), концентраций аэрозоля и поглощающего вещества (черного углерода) над океаном между Африкой и Антарктидой. Общей закономерностью является широтный спад всех характеристик в сочетании со шлейфом выноса антропогенного и пылевого аэрозоля с территории Африки (рис. а, б, в). На фоне общего широтного спада в средних широтах проявляются особенности (рис. г): у АОТ – максимум на 42° ю.ш.; у концентраций аэрозоля и черного углерода – сначала уменьшение значений, затем размытый максимум или плато и основной спад до Антарктиды. Пространственное распределение определяется: в средних широтах – циклоническими выносами аэрозоля с континента; над Южным океаном – действием антарктического антициклона, препятствующим переносу воздуха к Антарктиде; широтным изменением скорости ветра и ледовитости океана, влияющими на генерацию морского аэрозоля. Определены градиенты широтного изменения и статистика характеристик аэрозоля для трех широтных зон, проведено сравнение с модельными данными реанализа MERRA-2 и оценены межгодовые колебания характеристик.



Среднее пространственное распределение (а, б, в) и широтный ход (г) АОТ (τ^a), объемов частиц аэрозоля (V_a) и концентраций черного углерода (eBC) над океаном между Африкой и Антарктидой (34°–70° ю.ш.; 45° з.д.–110° в.д.)

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН,
Арктический и антарктический НИИ Росгидромета
(С.М. Сакерин, Д.М. Кабанов, В.В. Польшин, В.Ф. Радионов)

Публикации:

Sakerin S.M. et al. // Atmosphere. 2022. V.13. 427. DOI: 10.3390/atmos13030427. IF Scopus: 3.11 (Q2).
Sakerin S.M. et al. // Atmospheric and Oceanic Optics. 2018. V.31. №5. P.492–501. DOI: 10.1134/S1024856018050160. IF Scopus: 1.515 (Q2).



ВЛИЯЕТ ЛИ ПОТЕПЛЕНИЕ АРКТИКИ И СОКРАЩЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЛЕДОВОГО ПОКРЫТИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ ПРОДУКЦИЮ В АРКТИЧЕСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ?

Проанализировано влияние регионального потепления на первичную продукцию в Карском море за последние два десятилетия (2002–2021 гг.). Используются данные натурных наблюдений, данные сканера цвета океана и модельные расчеты. Впервые показано, что интенсивное потепление арктического региона и снижение ледовитости привело не к возрастанию, как ожидалось, а к снижению первичной продукции. За 20 лет температура поверхностного слоя моря возросла на 3.55°C при тренде 10% в год, а площадь акватории, свободной ото льда в летний сезон, увеличилась на $110 \cdot 10^3 \text{ км}^2$ при тренде 1.4% в год (рис. 1, 2). Увеличение площади открытой воды привело к увеличению интегральной для бассейна годовой первичной продукции на 0.7% в год. Однако, величина относительной или «точечной» первичной продукции в столбе воды значительно уменьшалась во всех районах бассейна Карского моря. За два последних десятилетия это уменьшение составило 38 мгС/м^2 в день при тренде 1.1% в год (рис. 3). Также во всех районах зарегистрированы достоверные отрицательные тренды содержания хлорофилла «а» на поверхности моря. Оказалось, что увеличение площади открытой воды привело к увеличению облачности и снижению оптической проницаемости атмосферы. В результате уменьшилось количество необходимой для фотосинтеза солнечной энергии («фотосинтетически активной радиации»), достигающей поверхности моря (рис. 2). Итог работы имеет первостепенное значение для оценки и прогноза биологической продуктивности в российских арктических морях.

Рис. 2. Климатические изменения условий среды в Карском море

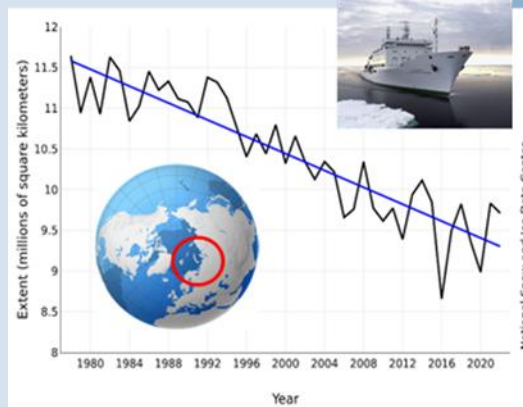
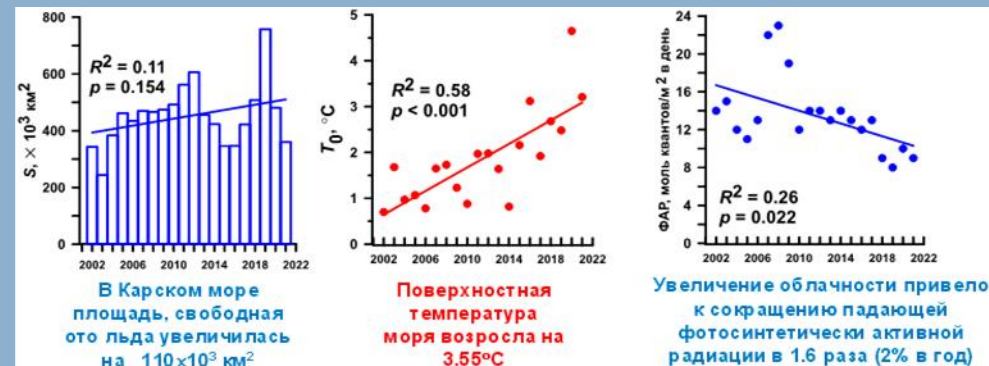


Рис. 1. Изменение площади ледового покрытия в Арктике с 1990 по 2022 гг.

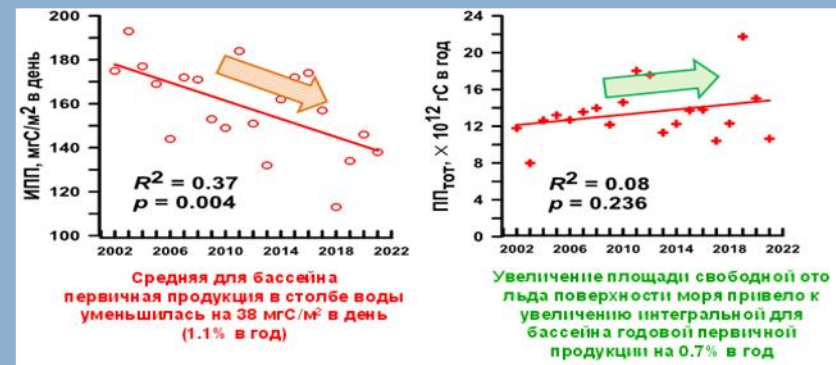


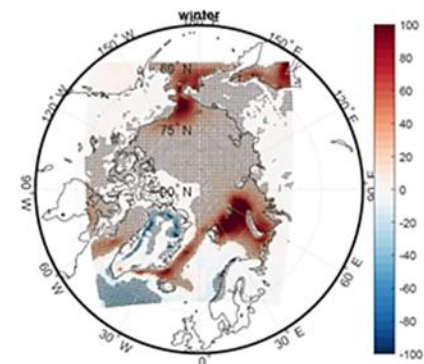
Рис. 3. Тенденции изменения первичной продукции в Карском море с 2002 по 2021 гг.

КЛИМАТ АРКТИКИ: ПРОЦЕССЫ И ИЗМЕНЕНИЯ

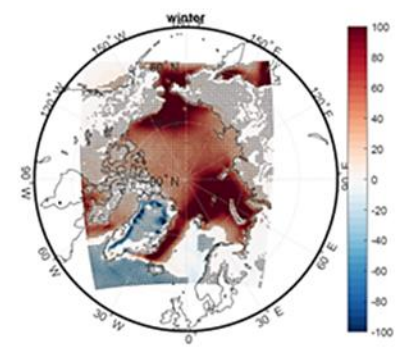
Проведены разносторонние исследования ключевых процессов и изменений в арктической климатической системе. В том числе, впервые получены количественные оценки изменений ветроэнергетических ресурсов в Арктике с использованием региональной климатической модели при разных сценариях антропогенных воздействий (RCP4.5 и RCP8.5) для XXI века. Выявлено заметное увеличение в XXI веке мощности ветроэнергетического потенциала, пропорциональной кубу скорости ветра, над Баренцевым, Карским и Чукотским морями и прибрежными регионами зимой. Летом проявляется общее увеличение мощности ветроэнергетического потенциала над Северным Ледовитым океаном. Изменения более значительные при сценарии с более сильными антропогенными воздействиями (RCP8.5).

Тренды изменений в XXI веке мощности ветроэнергетического потенциала [Вт/м²/10 лет]. Отмечены (точками) области со статистически значимыми изменения на уровне 95%.

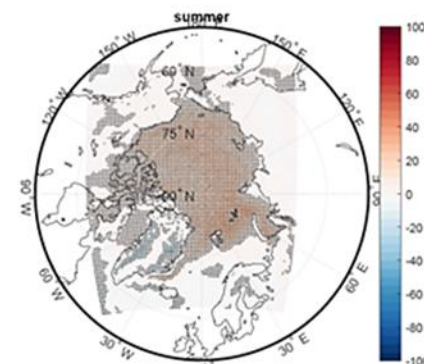
RCP4.5 зима



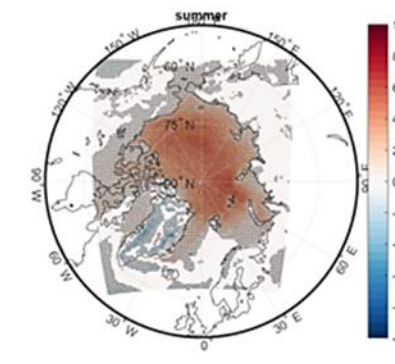
RCP8.5 зима



RCP4.5 лето



RCP8.5 лето

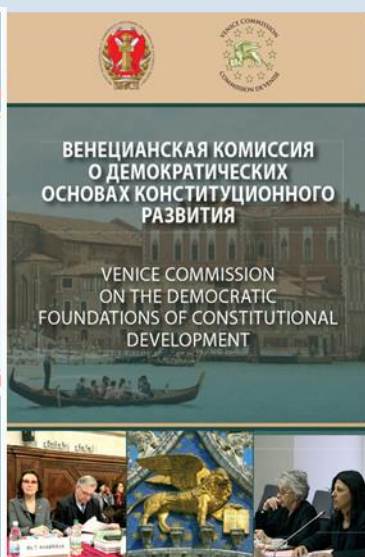




ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

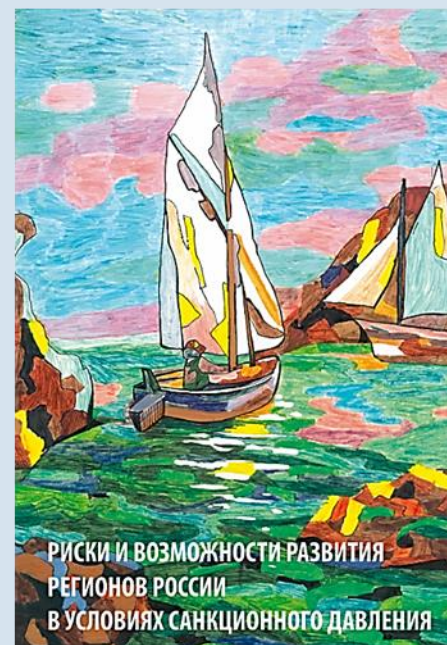


ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ ООН РАН





ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ ООИ РАН



П.А. Минакир

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБЛЕМ
МЕЖДУНАРОДНЫХ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ:

ГЛОБАЛЬНЫЕ,
НАЦИОНАЛЬНЫЕ,
РЕГИОНАЛЬНЫЕ
АСПЕКТЫ



ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ АГЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ (АОМ) ДЛЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На основе АОМ сделан анализ динамики численности населения России и факторов повышения рождаемости, разработано краткое описание поведения агентов и внешней среды для 146 млн. агентов. Разработана методика повышения численности населения при разных внешних факторах.

Подготовлены предложения для Совета Федерации России по решению актуальных проблем демографического развития страны.



Схема работы демографической АОМ

Публикации:

В.Л. Макаров, Р.И. Нигматулин, Н.И. Ильин и др. // Экономические стратегии. 2022. Т. 24. № 2(182). – С. 6-18. DOI 10.33917/es-2.182.2022.6-19. – EDN AGHDCR.

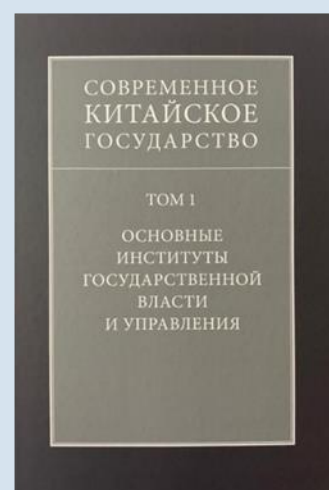
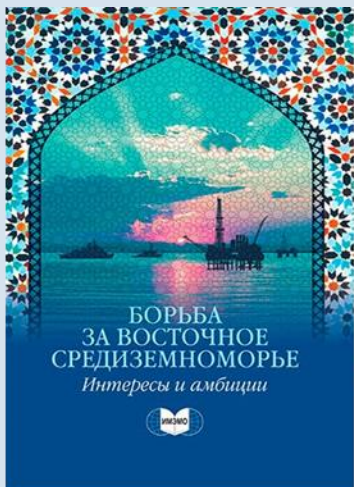
В.Л. Макаров, А.И. Агеев, А. Р. Бахтизин и др. // Экономические стратегии. 2022. Т. 24. № 4(184). – С. 6-16. – DOI 10.33917/es-4.184.2022.6-16. – EDN JQSIMM.



ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОТНОШЕНИЯ



ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ ОГПМО РАН



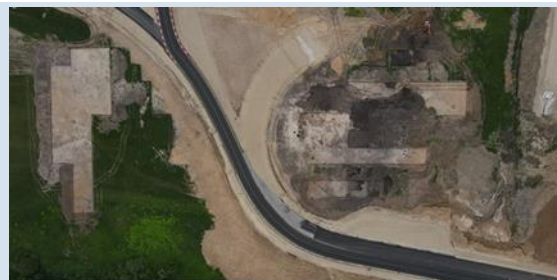


ИСТОРИКО-ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Археологические исследования на древнерусском селище Чаадаево 5

Впервые проведены полные раскопки древнерусского сельского поселения домонгольского времени (селище Чаадаево, XI-XII вв.) со вскрытием всей его территории (3,5 га), выявлением застройки и пространственной организации и полным сбором средневековых предметов, характеризующих жизнь сельского населения. Эти работы были выполнены Институтом археологии РАН на трассе строительства скоростной автомагистрали Москва – Казань в Муромском районе Владимирской области. Поселение имело усадебную планировку и было окружено частокольной оградой. Археологические находки свидетельствуют о высоком благосостоянии сельского населения Муромской земли и присутствии на сельских поселениях дворов социальной элиты.



Общий вид раскопок селища Чаадаево 5



Находки на древнерусском селище Чаадаево 5

Древнейшие деревоземляные укрепления и приход Рюрика

В последние годы Новгородской областной экспедицией ИИМК РАН сделаны важные открытия на Новгородском (Рюриковом) городище, расположенном в 2 км южнее Великого Новгорода в истоке р. Волхов. Впервые удалось получить достоверные данные о характере и конструктивных особенностях древнейших деревоземляных укреплений. Получены многочисленные спилы с дубов из оборонительных конструкций. Получена документальная дата строительства крепости – 862 г. Её сенсационность в том, что она полностью совпала с датой, указанной в вводной части «Повести временных лет». По легенде варяжский князь Рюрик в 862 г. был призван на Русь. Этот год стал годом «начального события российской государственности», получившим официальный статус 21 августа 1852 г. Указом императора Николая I.

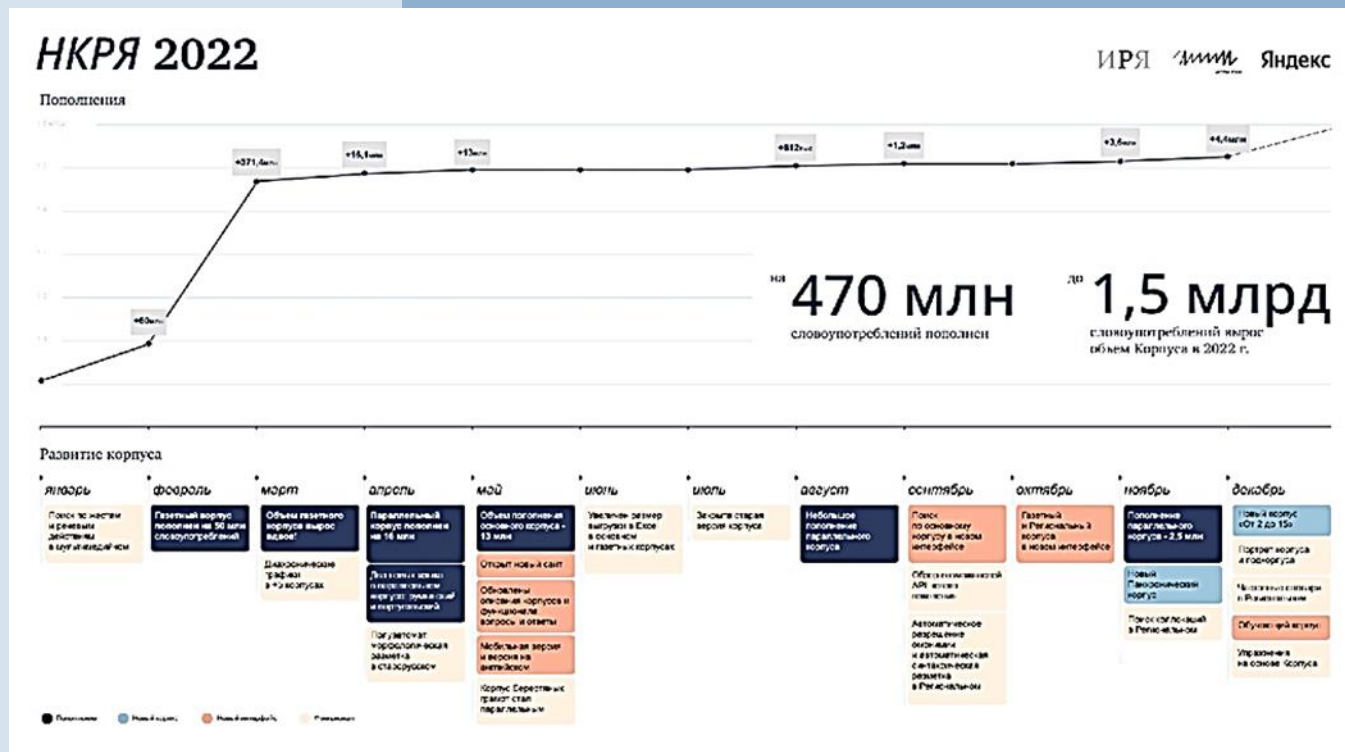


РАЗВИТИЕ НАЦИОНАЛЬНОГО КОРПУСА РУССКОГО ЯЗЫКА

Национальный корпус русского языка – уникальная информационная система, содержащая лингвистически размеченную коллекцию текстов на русском языке. В 2022 г. значительно увеличен общий объем корпусов, достигнув отметку свыше 1,5 млрд. словоформ. Расширена база новейших (после 2015 г.) текстов, относящихся к различным сферам речевой деятельности для пополнения состава основного корпуса и модуля устных текстов. В состав корпусов включены новые коллекции текстов – научных и деловых, публицистических, включая блогосферу, газеты и электронные СМИ, художественных, бытовых.

Совокупный объем основного корпуса составляет более 374 млн словоупотреблений. Газетный корпус, в том числе корпус региональной и зарубежной русскоязычной прессы превысил 790 млн. словоупотреблений. Дальнейшее развитие получил параллельный корпус, совокупный объем которого достигает 168 млн словоупотреблений. В его состав входит мультязычный корпус, включающий тексты на 22 языках.

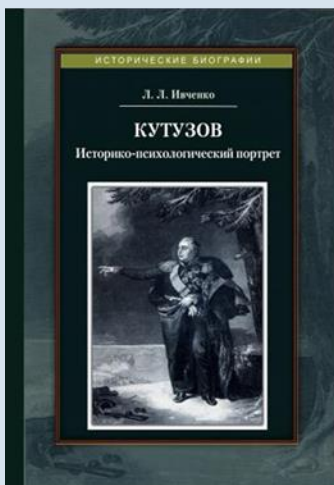
Появился новый Панхронический корпус. Он объединяет три исторических (древнерусский, корпус берестяных грамот и старорусский) и основной корпус. В совокупности Панхронический корпус охватывает тысячелетие истории русского языка, от 1020-х до 2020-х годов.



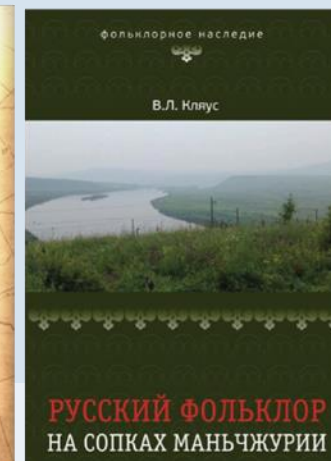
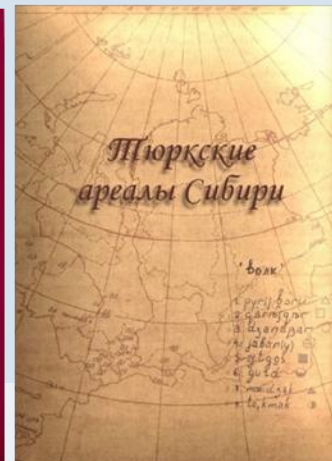
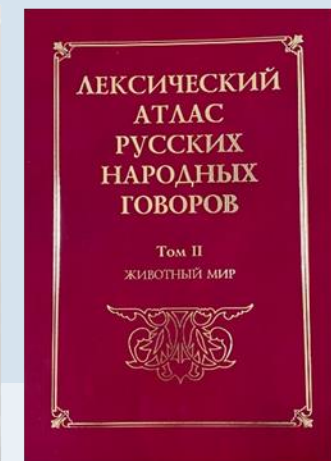
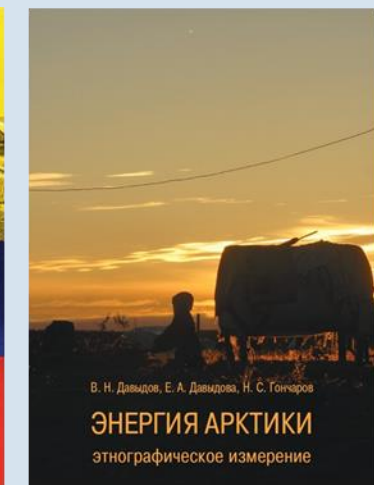
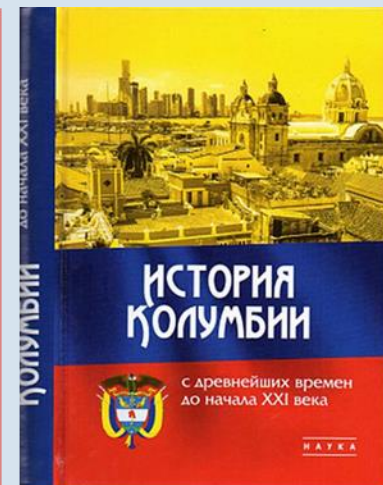
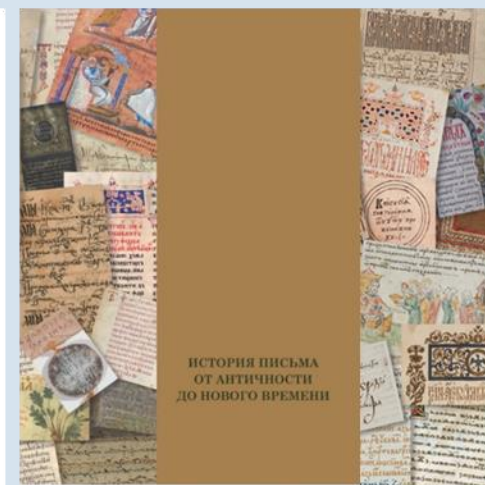
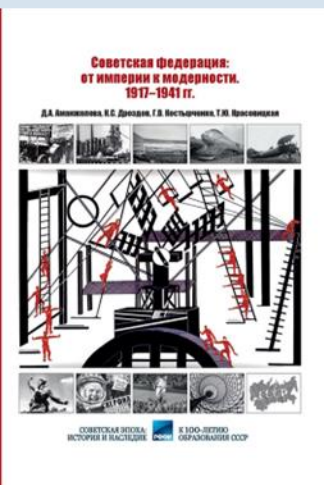
Развитие Национального корпуса русского языка в 2022 г.



МОНОГРАФИИ



ОТ ИМПЕРИИ К МОДЕРНОСТИ. 1917–1941 гг.





МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Отделение медицинских наук РАН проводит активную научную и научно-методическую работу по обеспечению помощи военнослужащим, принимавшим участие в СВО и получившим ранения и травмы.

В сентябре 2022 г. по инициативе Отделения был организован сбор средств среди членов РАН в благотворительный фонд «Старорусская 12» для помощи военнослужащим, принимавшим участие в СВО и получившим ранения и травмы. Собрано более 24 млн руб., которые потрачены для закупки медицинских изделий, техники и реабилитации военнослужащих, получивших наиболее тяжёлые ранения и травмы в ходе СВО.

Отделение приняло решение повторно провести благотворительную акцию и обращается ко всем членам РАН поддержать эту инициативу.



СОЗДАНИЕ РОССИЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ АГРЕГАЦИИ ДАННЫХ О ГЕНОМАХ ВИРУСОВ VGARus ДЛЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО АНАЛИЗА ДИНАМИКИ И СТРУКТУРЫ ВЫЯВЛЕННЫХ SARS-CoV-2 ВАРИАНТОВ В СТРАНЕ

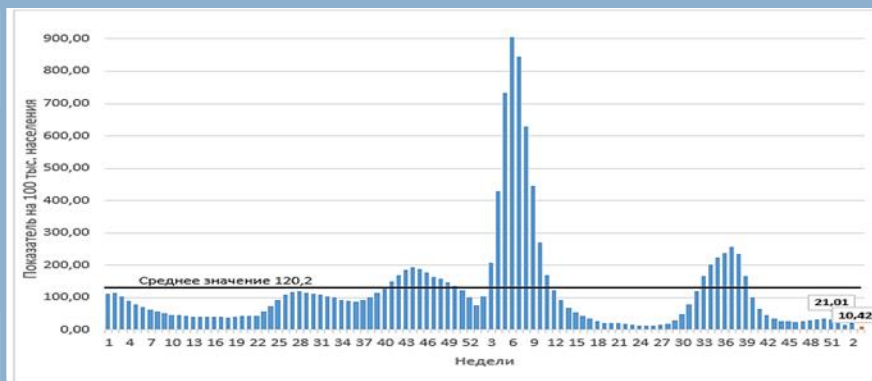
Алгоритм работы с данными Российской Платформы VGARus позволяет проводить как оперативный, так и ретроспективный эпидемиологический анализ распространения генетических вариантов SARS-CoV-2 с учетом всей информации о генетическом разнообразии возбудителя COVID-19 известной в Мире. Всего загружено более 235 000 последовательностей, в т.ч. более 145 000 – полные геномы.

К Платформе подключено более 150 организаций. Создание VGARus позволило обеспечить быстрый доступ для органов эпидемиологического надзора и практического здравоохранения к данным о пандемических вирусах, сократить время между забором биологического материала во всех регионах страны и получением результатов секвенирования.

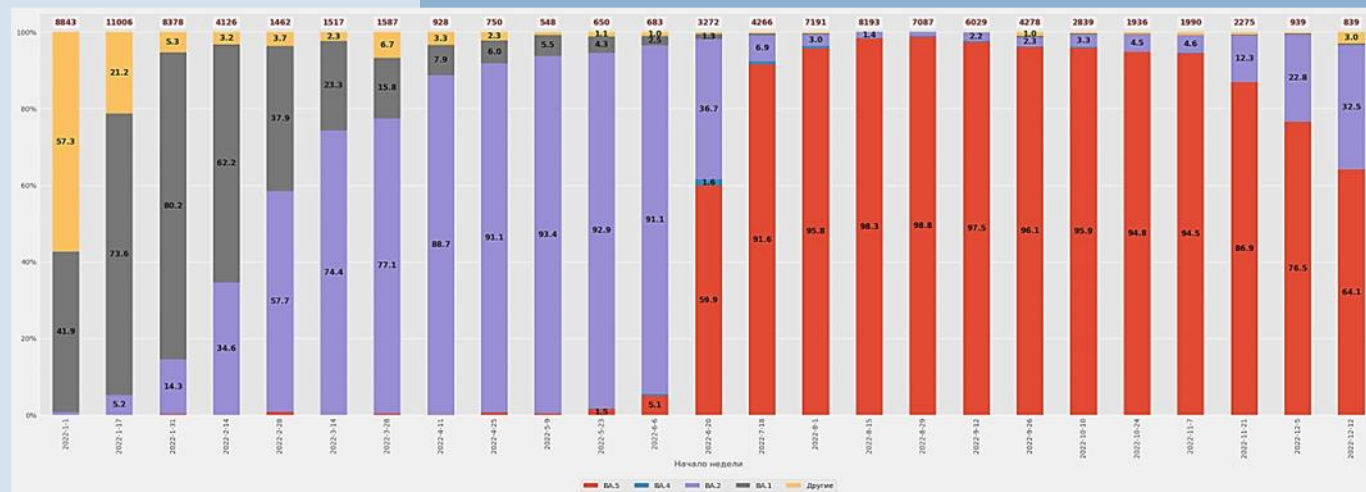
Ведется работа по расширению на других возбудителей инфекций (гепатиты В и С, вирусы гриппа А и В, вируса ветряной оспы и др.

В проекте участвуют Российская Федерация, Республика Беларусь и Республика Армения.

Динамика заболеваемости 2021-2023 гг.



Динамика вариантов SARS-CoV-2 по двухнедельному периоду

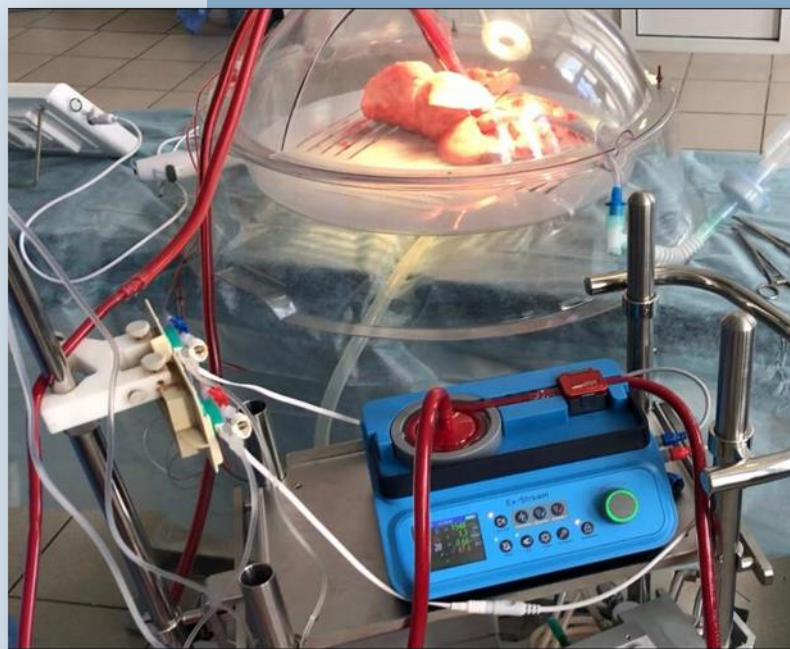




ПЕРФУЗИОННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРАНСПЛАНТАЦИИ ЖИЗНЕННО ВАЖНЫХ ОРГАНОВ У ДЕТЕЙ И ВЗРОСЛЫХ

Создана технология перфузии вне организма (ex vivo) донорских легких, позволяющая не только сохранять, но и реабилитировать донорский орган для трансплантации. Созданы отечественные системы вспомогательного кровообращения для двухэтапной трансплантации сердца у детей и взрослых. Оригинальные конструкции отечественных систем вспомогательного кровообращения зарегистрированы в форме двух международных заявок на патенты.

Разработанные технологии обеспечивают увеличение доступности и числа трансплантаций сердца, легких для детей и взрослых, улучшение клинических результатов трансплантации, позволят отказаться от дорогостоящих зарубежных аналогов.



«АВК-Н»
• Длина 81 мм.
• Диаметр 34 мм.
• Вес 190 гр.

*серийное производство,
клиническое применение*

«СТРИМ КАРДИО»
• Длина 65 мм.
• Диаметр 28 мм.
• Вес 120 гр.

*серийное производство,
клиническое применение*

«ДОН-3»
**первый в мире желудочек
сердца для детей**
• Длина 55 мм.
• Диаметр 24 мм.
• Вес 90 гр.

*закончены доклинические
испытания*

Инновационные технологии для обеспечения трансплантации жизненно важных органов у детей и взрослых:

технология изолированной перфузии донорских легких для трансплантации: реабилитация донорского органа (слева); системы длительной механической поддержки кровообращения для детей и взрослых (справа)

НМИЦ трансплантологии и искусственных органов им. ак. В.И. Шумакова Минздрава России (академик РАН Готье С.В., д.б.н. проф. Иткин Г.П., к.м.н. Пашков И.В., к.м.н. Грудинин Н.В.)

Публикации:

Готье С.В. и др. // Вестник трансплантологии и искусственных органов. 2022; 24(2):94-101. <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2022-2-94-101>

Готье С.В. и др. // Вестник трансплантологии и искусственных органов. 2021; 23(3):82-89. <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2021-3-82-89>



РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ПРИ ДЕФОРМАЦИЯХ И ТРАВМАХ ПОЗВОНОЧНИКА У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА - ТРАНСПЕДИКУЛЯРНАЯ СПИНАЛЬНАЯ СИСТЕМА 3,5 мм

Впервые в России разработана новая отечественная металлоконструкция для хирургического лечения детей первых лет жизни с врожденными деформациями позвоночника и тяжёлыми нестабильными переломами тел позвонков.

Использование спинальной системы позволяет достичь 95-100% коррекции врожденной деформации позвоночника, стабилизировать только один позвоночно-двигательный сегмент при тяжелых переломах позвоночника с нормализацией сагиттального и фронтального профиля позвоночного столба.

Разработанная технология не оказывает отрицательного влияния на темпы роста и объём движений позвоночника в процессе развития ребёнка.

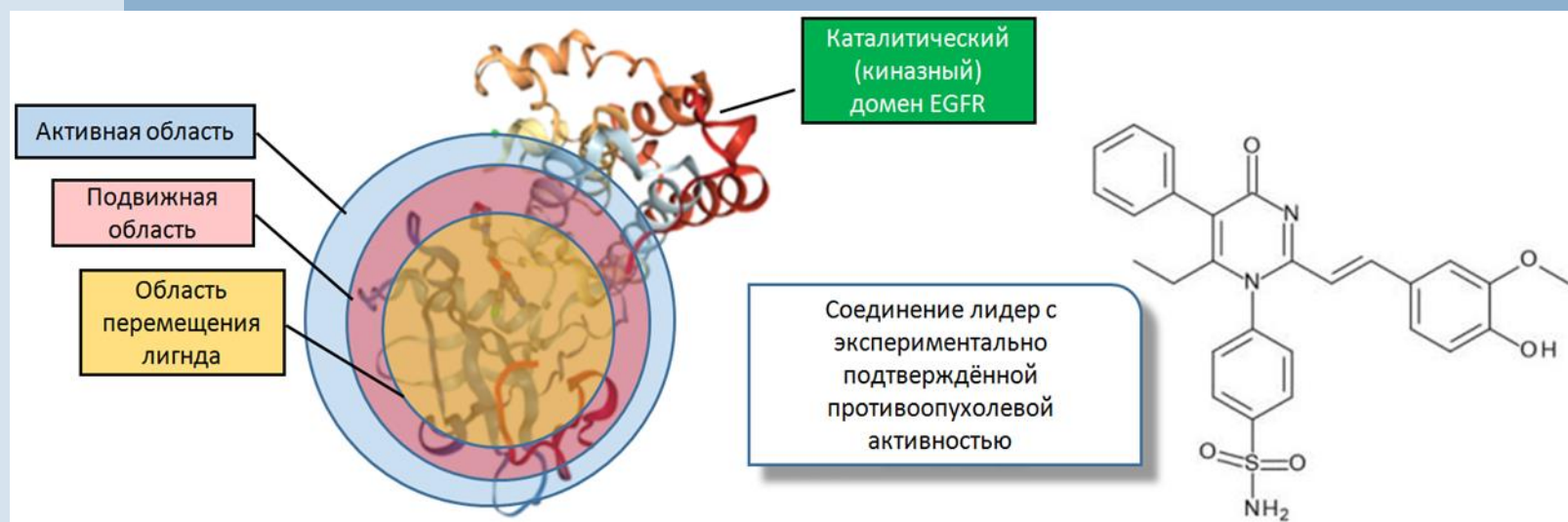


Разработанные металлоконструкции и установочный инструментарий
Регистрационное удостоверение ФСР 2010/06876. Набор пластин, винтов, фиксаторов и инструментов для остеосинтеза. Производитель фирма Медин-Урал (г.Екатеринбург)



РАЗРАБОТКА ТАРГЕТНОГО ПРЕПАРАТА, ОБЛАДАЮЩЕГО ВЫРАЖЕННОЙ ПРОТИВООПУХОЛЕВОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Создана компьютерная программа моделирования молекулярной динамики процесса связывания веществ с биологической молекулярной мишенью – Биоэврика. На основе разработанной виртуальной модели синтезировано новое противоопухолевое цитостатическое вещество - производное оксопиримидина, обладающее выраженной цитостатической активностью, в результате которой происходит торможение роста меланомы B16/F10 (76,2% - 99,9%), что способствует увеличению в 1,6 раза продолжительности жизни мышей линии C57BL/6.



Новый таргетный препарат, обладающий выраженной противоопухолевой активностью

Программа Биоэврика позволит производить поиск и направленный синтез таргетных противоопухолевых лекарственных препаратов с различными молекулярными механизмами действия, а также прогнозировать биологическую активность веществ при их взаимодействии с молекулярными мишенями (рецепторами и др.);

импортозамещение известных зарубежных препаратов с выраженной противоопухолевой активностью – блокаторов рецепторов эпидермального фактора роста (EGF-R).

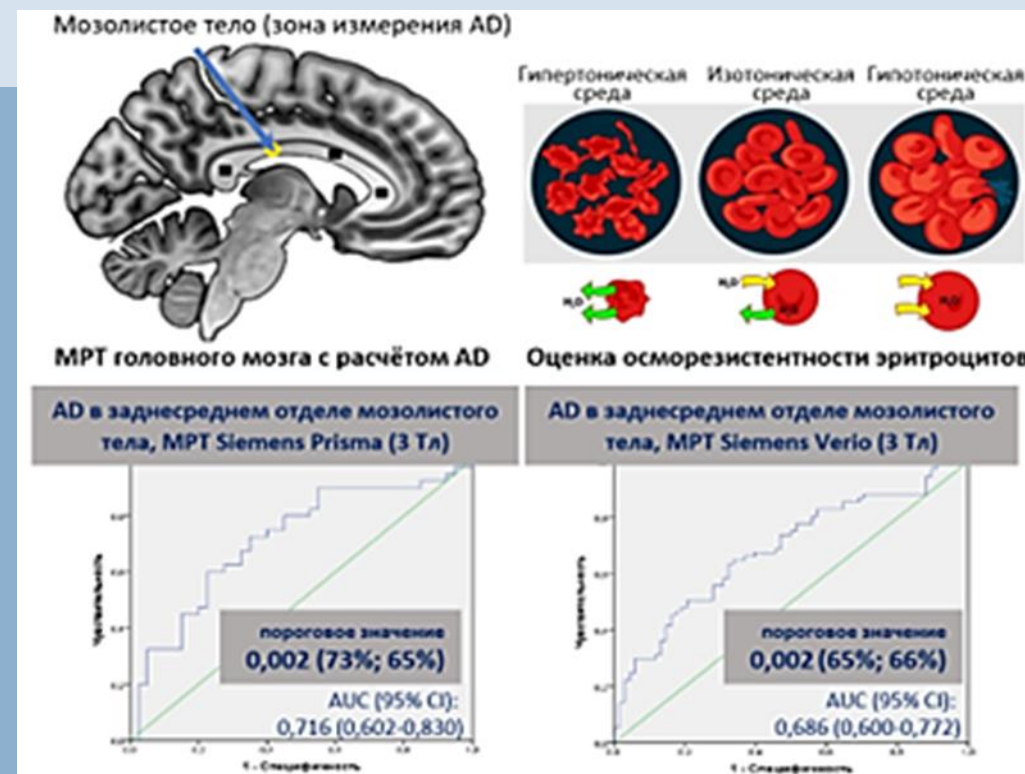
ОТКРЫТЫ НОВЫЕ БИОМАРКЕРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ РИСК КОГНИТИВНЫХ РАССТРОЙСТВ

Церебральная микроангиопатия (ЦМА), т.е. патологическое изменение вещества головного мозга вследствие поражения мелких артерий, является значимой причиной когнитивных расстройств (КР), особенно у лиц пожилого возраста, а также основным модифицируемым фактором риска болезни Альцгеймера. Крайне важной задачей является поиск инструментальных биомаркеров КР, определяющих индивидуальный прогноз пациентов.

Установлено, что предикторами развития ЦМА и когнитивных расстройств являются:

- значение МРТ-аксиальной диффузии в заднесреднем отделе мозолистого тела $>0,002$
- превышение значения соль-чувствительности $>8,5$ мм/ч
- повышение осморезистентности эритроцитов $>0,62$ абс. ед.

Выявленные изменения МРТ и чувствительности клеток определяют новые направления индивидуальных профилактических мероприятий.



Новые биомаркеры могут использоваться для инструментальной персонализированной диагностики и прогнозирования тяжести КР при ЦМА



ОРГАНОСОХРАНЯЮЩЕЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ДЕТЕЙ С ОПУХОЛЯМИ ГОЛОВЫ И ШЕИ

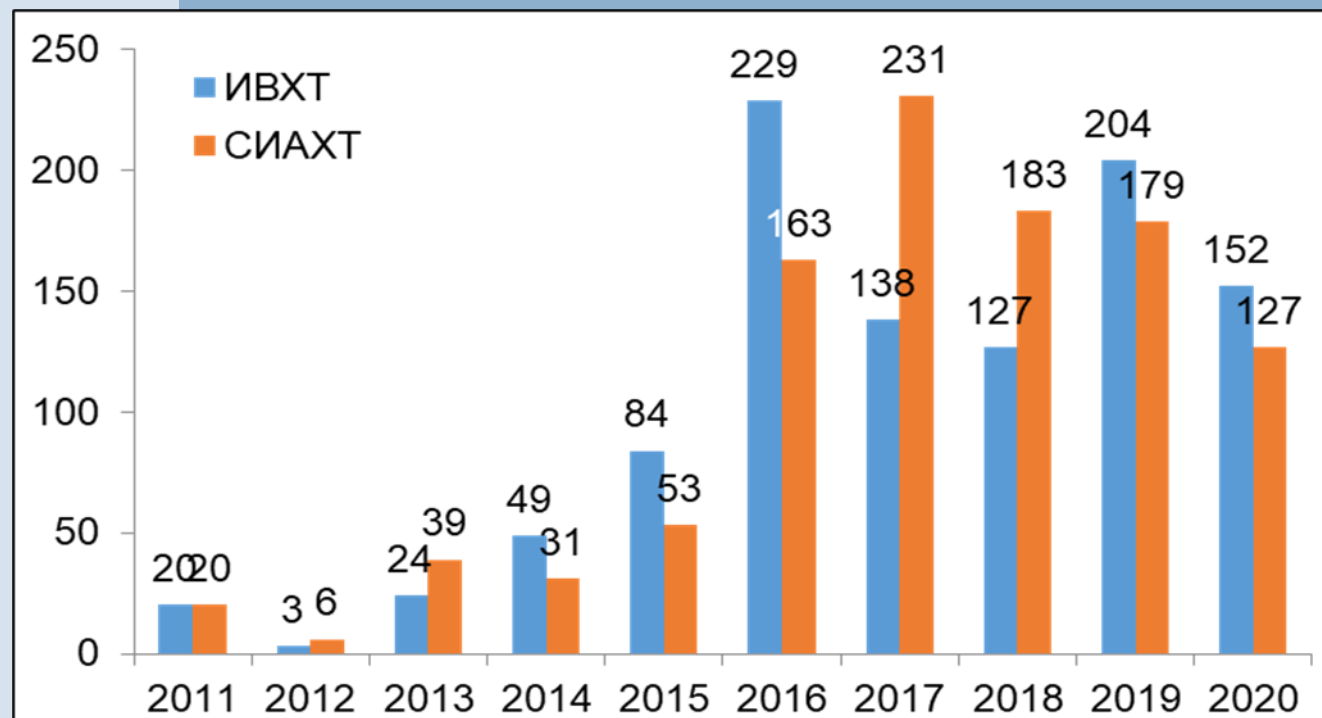
Осуществлено внедрение инновационных органосохраняющих методик, которые позволяют точно подвести необходимую дозу нужного лекарственного препарата на внутриглазную опухоль - ретинобластому как в сочетании с системной химиотерапией (СХТ), так и в монорежиме.

Обеспечен отказ от дистанционной лучевой терапии, снижение числа операций по удалению глаза - с 40% до 15%; снижение вероятности утраты органа зрения пациентом; уменьшение психологической травмы с более широким выбором профессиональной ориентации; общая 5-летняя выживаемость увеличилась с 92% до 98%.

Возможные сферы применения: офтальмоонкология, органосохраняющее лечение при ретинобластоме в рамках высокотехнологичной медицинской помощи.

СИАХТ - селективная интраартериальная химиотерапия;

ИВХТ - интравитреальная химиотерапия.



Количество процедур у детей с ретинобластомой, кому проведено органосохраняющее лечение



ЦИРКУЛИРУЮЩАЯ МИКРОРНК miR-499 КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ МАРКЕР ГИПЕРТРОФИЧЕСКОЙ КАРДИОМИОПАТИИ, ВЫЗВАННОЙ МУТАЦИЯМИ В ГЕНЕ MYH7

Гипертрофическая кардиомиопатия (ГКМП) — самое распространенное наследственное заболевание миокарда со значительной генетической гетерогенностью.

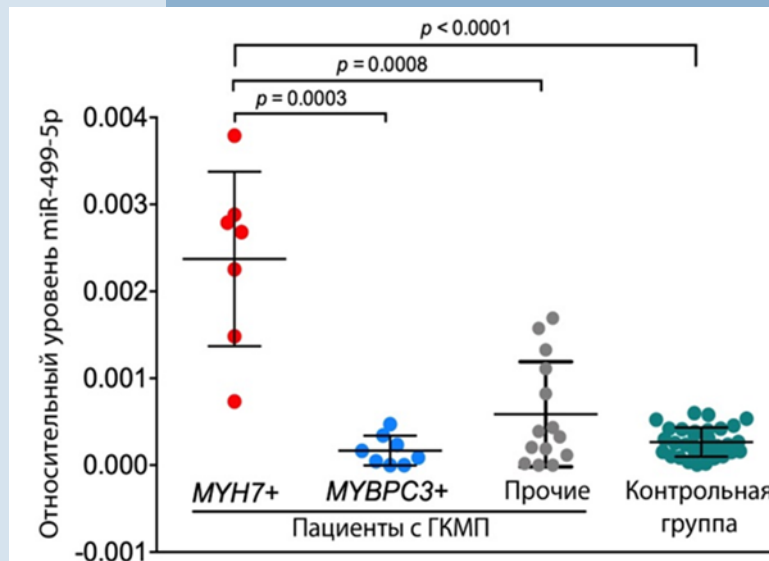
Высокая вариабельность клинического течения ГКМП и необходимость дифференциальной диагностики со вторичной гипертрофией миокарда делают актуальным поиск новых эффективных биомаркеров заболевания.

Полное профилирование регуляторных некодирующих молекул микроРНК в плазме крови пациентов с ГКМП и здоровых индивидов выявило значимые различия уровней miR-499-5p.

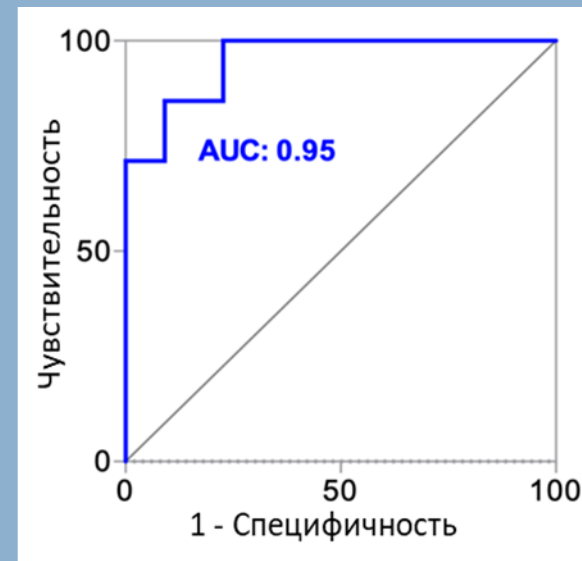
Проведенная валидация показала, что пациенты с ГКМП, носители мутаций в гене MYH7, имели более высокие уровни miR-499a-5p по сравнению как с контрольной группой, так и с другими больными ГКМП.

По данным ROC-анализа, miR-499a-5p оказалась высокоспецифичным циркулирующим биомаркером ГКМП, вызванной мутациями в гене MYH7: чувствительность и специфичность составили 86% и 91%, соответственно.

Результаты впервые показали эффективность генотип-ориентированного подхода при поиске биомаркеров ГКМП; такие биомаркеры могут использоваться для постановки диагноза у значительной части больных.



Уровень miR-499-5p у пациентов с ГКМП, носителей патогенных вариантов в разных генах



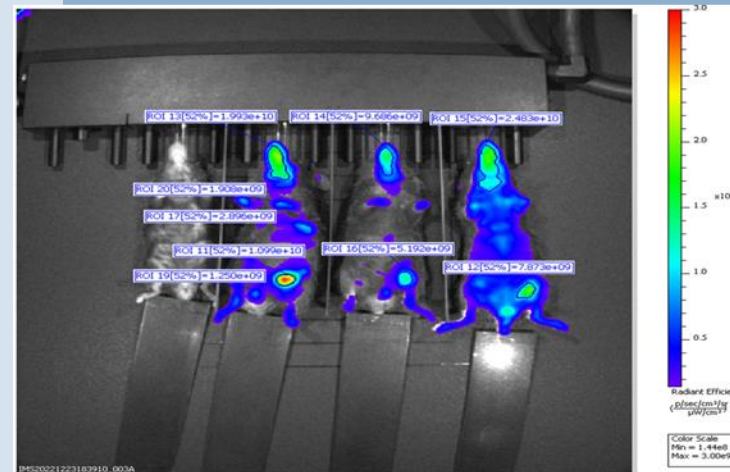
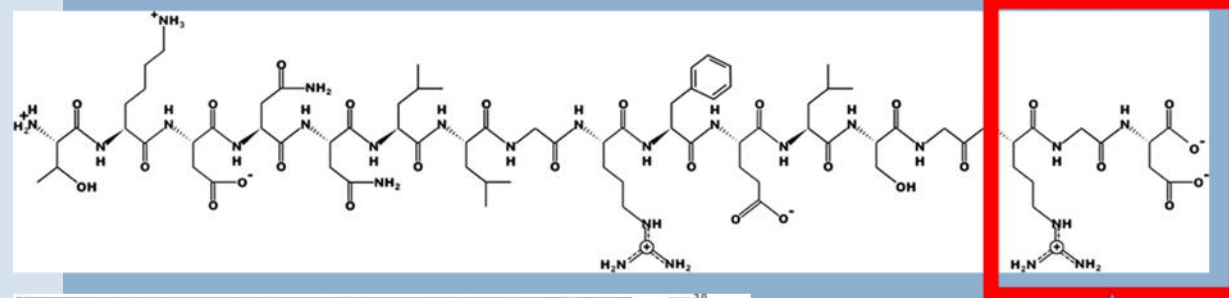
ROC-анализ miR-499a-5p для выявления ГКМП у носителей вариантов в гене MYH7



НОВЫЙ ПРЕПАРАТ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ ОПУХОЛЕЙ ЦНС НА ОСНОВЕ ПЕПТИДА RAS70-RGD

Среднегодовой показатель заболеваемости злокачественными опухолями головного мозга и другими опухолями ЦНС составляет 7,08 на 100 000 человек. Среднегодовой уровень смертности составляет 4,42 на 100 000 человек. Пятилетняя выживаемость после постановки диагноза только 35,8%. Хирургическое лечение очень травматично и часто либо не захватывает все пораженные участки, либо повреждает здоровую ткань и вызывает инвалидизирующие осложнения. Важно во время операции иметь возможность отличить границу здоровой и пораженной ткани

Синтезирован мишеный пептид RAS70-RGD, состоящий из 17-ти аминокислот, который способен специфически связываться с белком теплового шока Hsp70, который, широко представлен на поверхности мембраны раковых, но не здоровых клеток организма. Показано, что пептид, меченный флуорофором (светящейся меткой) специфически накапливался в клетках опухолей головного мозга по сравнению с контрольными пептидами. Пептид можно использовать во время операции, для того чтобы отличить пораженную опухолью ткань от здоровой и минимизировать удаление опухолевой массы. В перспективе препарат может стать тераностической парой (использоваться и для лечения, и для диагностики, если соединить его с цитотоксическим препаратом).



Концевой фрагмент, связывающийся с белком теплового шока на поверхности клеток опухоли

Результаты доклинических исследований - накопление пептида в ткани опухоли, привитой экспериментальному животному



РАЗРАБОТАНА НОВАЯ ЭФФЕКТИВНАЯ ФОРМА ПРОТИВОТУБЕРКУЛЕЗНОГО ПРЕПАРАТА РИФАМПИЦИНА

Туберкулез легких – социально-значимое заболевание, вызываемое микобактериями туберкулеза (*M. tuberculosis*).

Установлено, что активность мультитекарственного транспортера Р-гр снижает эффективность одного из лучших противотуберкулезных препаратов рифампицина.

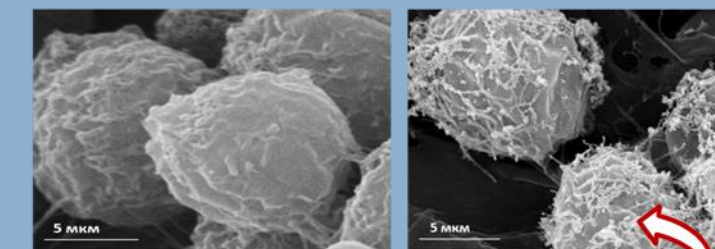
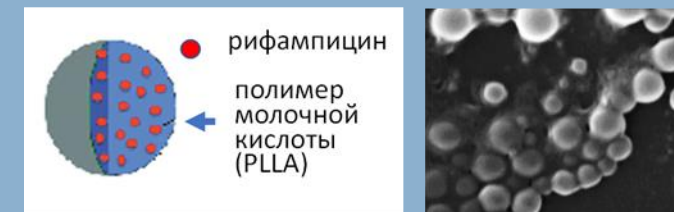
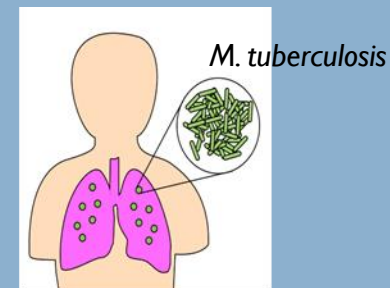
Разработан и протестирован новый препарат на основе рифампицина, инкапсулированного в наночастицы полимера молочной кислоты (RIF-PLLA NPs).

Выявлены ценные терапевтические свойства новой формы рифампицина:

нетоксичен для клеток человека;

активирует фагоцитоз, что способствует ингибированию мультитекарственного транспортера Р-гр и эффективному уничтожению возбудителя.

Новый препарат рифампицина предназначен для повышения эффективности лечения туберкулеза, демонстрирует актуальность и перспективность создания инкапсулированных противотуберкулезных препаратов – активаторов фагоцитоза.



Активация фагоцитоза в макрофагах при действии RIF-PLLA NPs

ЦНИИ туберкулеза
(д.б.н. Ерохина М.В., Павлова Е.Н., м.н.с. Тарасова Е.К., д.б.н. Лепеха Л.Н.,
член-корр. РАН, д.м.н., профессор Эргешов А.Э.)

Публикации:
Ерохина М.В. и др. // Вестник Московского университета. Серия 16: Биология,
издательство, 2022, том 77, № 3, с. 166-172



ПЕРВЫЙ В РОССИИ И МИРЕ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИНГИБИТОРОВ ЯНУС-КИНАЗ В ЛЕЧЕНИИ ФИБРОДИСПЛАЗИИ ОССИФИЦИРУЮЩЕЙ ПРОГРЕССИРУЮЩЕЙ

Фибродисплазия оссифицирующая прогрессирующая (ФОП) – ультраредкое генетическое заболевание, характеризующееся неконтролируемым остеогенезом с образованием множественных гетеротопических оссификатов в мягких тканях.

Впервые в мире и России получен опыт применения селективного ингибитора янус-киназ (ЯК) – тофацитиниба для лечения ФОП у детей. Применение тофацитиниба у 19 детей с ФОП позволило достигнуть практически полного подавления локальной активности в области очагов, прекращение приема глюкокортикоидов у всех 9 пациентов, имевших выраженную «стероидозависимость», улучшение подвижности крупных суставов и шейного отдела позвоночника при отсутствии нежелательных реакций. У 9 пациентов, подвергшихся повторному инструментальному обследованию, наблюдалась значительная регрессия активности поражения суставов по данным МРТ. У 15 из 19 пациентов на фоне терапии тофацитинибом количество «вспышек» заболевания снизилось в среднем с 7 (от 2 до 12) до 0-1.

Полученные результаты свидетельствуют о возможности применения тофацитиниба для таргетного лечения ФОП с целью торможения прогрессирования клинических проявлений данного тяжелого генетического заболевания.



Уникальный опыт применения ингибиторов янус-киназ в лечении оссифицирующей прогрессирующей фибродисплазии



ДИФФЕРЕНЦИРОВОЧНАЯ ТЕРАПИЯ – НОВЫЙ ПОДХОД К ЛЕЧЕНИЮ ГЛИОМЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА

На данный момент не существует эффективного способа лечения глиомы мозга человека. Принципиально новый подход к лечению глиомы («дифференцировочная терапия») основан на цитостатическом воздействии на опухолевые клетки направленно созданной молекулы (ДНК-аптамер (bi(AID-1-T)) в комбинации с молекулами-индукторами, управляющими каскадами нейрогенеза (SB431542, LDN-193189, Purmorphamine, BDNF). При временном торможении деления опухолевых клеток после воздействия аптамера, молекулы-индукторы способны направить дифференцировку клеток опухоли в зрелое состояние, прекращая пролиферацию по опухолевому типу. При этом, большинство опухолевых клеток после такого воздействия погибают по апоптотическому пути, а непогибшие опухолевые клетки теряют свою злокачественность и дифференцируются в зрелое состояние. Дифференцировочная терапия эффективна и для опухолевых стволовых клеток глиомы, устойчивых к химиотерапии и лучевой терапии.

Предложенный подход может кардинально изменить путь терапии глиомы, приводя к остановке роста опухоли и апоптозу клеток без некрозов и рецидивов. Дифференцировочная терапия разрабатывается для лечения глиом разной степени злокачественности. При успешности исследований возможна разработка аналогичного принципа для других типов злокачественных опухолей.

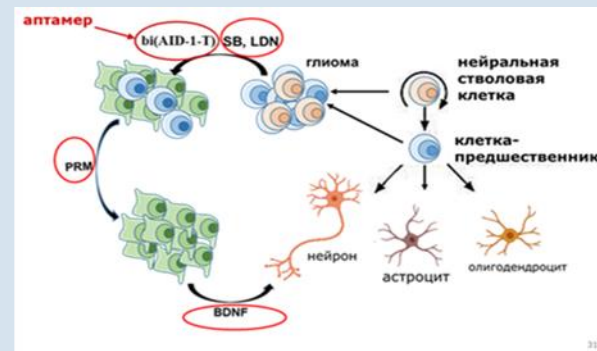
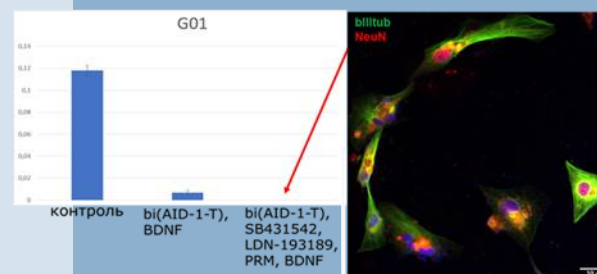
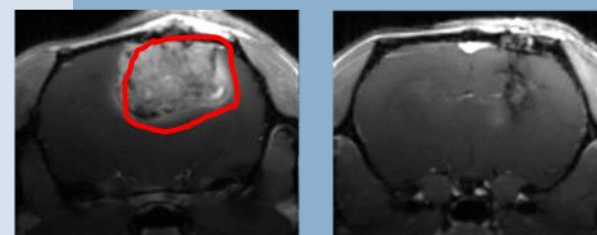


Схема «дифференцировочной терапии», основанной на управлении дифференцировкой незрелых клеток глиомы человека для перевода их в зрелое состояние, что приводит к блокированию их деления



Комбинация ДНК-аптамера и SB431542, LDN-193189, PRM, BDNF блокирует деление опухолевых клеток глиомы пациентов (III и IV степень злокачественности) и они теряют злокачественность



Воздействие дифференцировочной терапии полностью блокирует либо существенно снижает развитие глиобластомы (модель тканевой глиобластомы 101/8 на крысе)

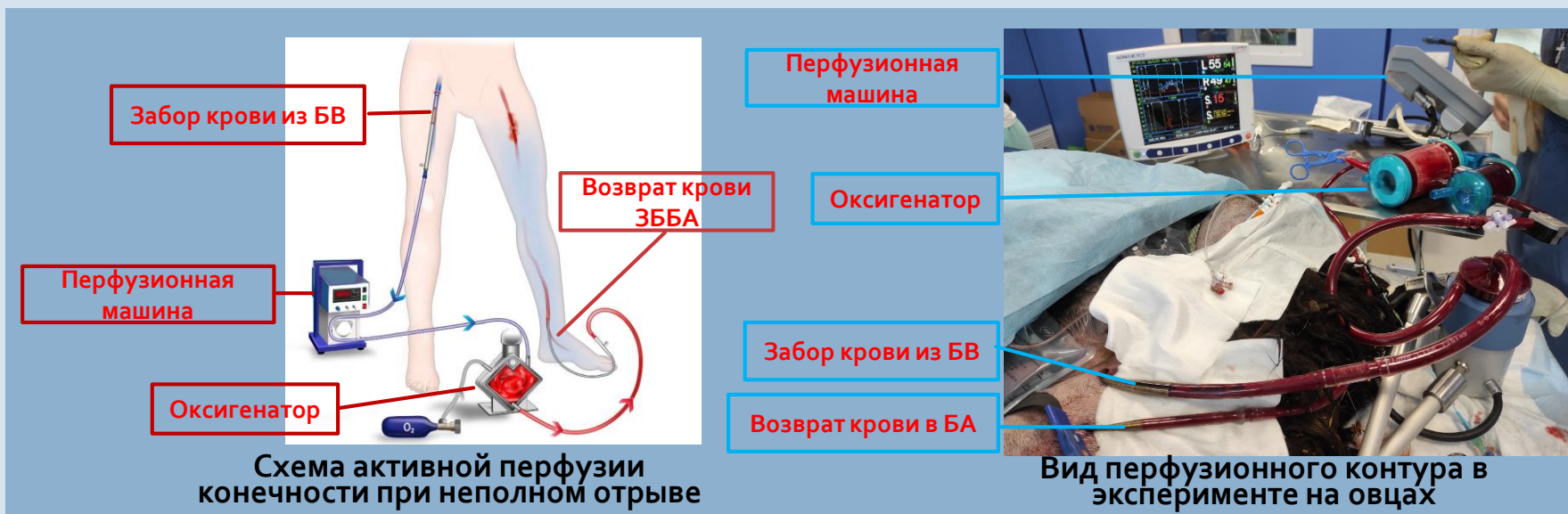
НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко, ИВНД и НФ РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова (д.б.н. проф. РАН Павлова Г.В., Колесникова В., к.б.н. Самойленкова Н., Дрозд С., к.б.н. Ревин А.В., Шамадыкова Дж., академик РАН Усачев Д.Ю., д.х.н. Копылов А.М.)

Публикации:
Pavlova G. et al. // Front Oncol. 2022 Apr 28; 12:880740. doi: 10.3389/fonc.2022.880740.



РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ СПАСЕНИЯ ЖИЗНИ И КОНЕЧНОСТЕЙ РАНЕННЫХ И ПОСТРАДАВШИХ С ТЯЖЕЛЫМИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ ЖИВОТА, ТАЗА, КОНЕЧНОСТЕЙ

Изучена эффективность разработанной гемостатической пенополиуретановой композиции для остановки продолжающегося внутрибрюшного кровотечения и оценку возможности применения метода экстракорпоральной перфузии конечности (ЭПК) при ее тяжелой ишемии. Дополнительно обе эти технологии были успешно апробированы в ходе военно-медицинских учений «Очаг-2022».



Изучена эффективность разработанной гемостатической пенополиуретановой композиции для остановки продолжающегося внутрибрюшного кровотечения и оценку возможности применения метода экстракорпоральной перфузии конечности (ЭПК) при ее тяжелой ишемии. Дополнительно обе эти технологии были успешно апробированы в ходе военно-медицинских учений «Очаг-2022».

Впервые в мире этот метод ЭПК применен в формировании контура экстракорпоральной мембранной оксигенации, подключаемого вне зоны повреждения магистральной артерии и позволяющего нагнетать кровь в ишемизированную конечность из любой магистральной вены нижней или верхней половины туловища до момента окончательного восстановления кровотока.

Разработанные технологии перспективны для внедрения в алгоритмы оказания помощи раненым и пострадавшим мирного и военного времени, в том числе при оказании догоспитальной помощи.



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

НОВЫЙ БИОФУНГИЦИД РИЗОФАЙТ

Создан новый микробиологический препарат биофунгицид РИЗОФАЙТ, предназначенный для биологической защиты картофеля от ризоктониоза.

В производственных опытах, проведенных в условиях Ленинградской области, прибавка урожая клубней картофеля сорта Чароит к контролю без использования химических средств защиты составила 7,95 т/га (39%), а в схеме производственного опыта - 10,63 т/га (60%). По итогам испытаний РИЗОФАЙТ рекомендован в качестве протравителя для предотвращения почвенной инфекции, вызываемой фитопатогеном *Rhizoctonia solani*.



Влияние препарата РИЗОФАЙТ на формирование клубней картофеля
(1 - чистый контроль, 2 - химический контроль, 3 – химический контроль + РИЗОФАЙТ)

НОВЫЕ СОРТА И ГИБРИДЫ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ



Сорт озимой мягкой пшеницы ВОСТОК – короткостебельный, среднеспелый. Урожайность до 13 т/га. Содержание клейковины до 30,0%. Устойчив к бурой и жёлтой видам ржавчины, мучнистой росе, фузариозу колоса и зерна. Засухоустойчивость и жаростойкость сорта повышенные, зимостойкость средняя.

Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко
ак. РАН Романенко А.А., ак. РАН Беспалова Л.А. и др.



Сорт подсолнечника Консул – раннеспелый, кондитерский. Отличается высокой продуктивностью, повышенным уровнем автофертильности и заразиоустойчивостью. Вегетационный период – 93 суток. Урожайность в среднем за три года – 3,30 т/га, масличность – 46,5%, масса 1000 семян – 140 г.

ФНЦ «ВНИИ масличных культур им В.С. Пустовойта»
д.б.н. Демури Я.Н. и др.



Сорт картофеля Самородок – среднеранний, столовый для диетического питания. Высокоурожайный – до 50 т/га. Клубни при варке среднерассыпчатые, не темнеющие. Лежкость хорошая. Сорт обладает устойчивостью к раку и нематоды, вирусным болезням и фитофторозу. Хорошо переносит жару и засуху. Сорт предлагается для возделывания в Центральном регионе РФ.

ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха
к.с.-х.н. Апшев Х.Х., к.с.-х.н. Гаитова Н.А. и др.



Гибриды кукурузы Престиж ФАО 500 – среднепоздний (период всходы-цветение початка – 68 суток), с хорошим начальным развитием создан с целью производства зерна и силоса. Устойчив к прикорневому полеганию и ломкости стебля ниже початка при перестое и поражению пузырчатой головней. Средняя урожайность за годы изучения 7,2 т/га, что на 1,3 т/га выше стандарта Машук 480 СВ.

ВНИИ кукурузы
ак. РАН Сотченко В.С. и др.

Вакцина против инфекционного атрофического ринита и пастереллеза свиней инактивированная. Вакцина обеспечивает продолжительный и напряженный иммунитет у вакцинированных свиней против инфекционного атрофического ринита и пастереллеза. Способ получения вакцины обеспечивает ее создание с повышенной стабильностью, антигенной и иммуногенной активностью.

Предназначена для использования ветеринарными специалистами на свинокомплексах и свиноводческих хозяйствах для специфической профилактики инфекционных патологий.



Аутосексная порода кур Царскосельская. Крупная птица с высокими показателями скорости роста, массы яйца и адаптационными свойствами. Живая масса кур составляет 2,5-3 кг, петухи достигают живой массы 3,5-4 кг. Масса яиц – 58-61 г. Предназначена для производства органических продуктов птицеводства и создания мясных гибридов на птицеводческих предприятиях в разных регионах России.

ФНЦ – ВНИИ экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина **ФИЦ ВНИИ животноводства им. Л.К. Эрнста**
и Я.Р. Коваленко РАН

к.с-х.н. Макарова А.В., и др.

чл.-корр. РАН Гулюкин А.М. и др. Патент № 2763991



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КЛИМАТОМ В ЗАМКНУТЫХ ЭКО-СИСТЕМАХ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Система предназначена для ведения селекционного процесса зерновых, овощных и технических культур в контролируемых условиях окружающей среды. Включает датчики для контроля физиологического состояния растений с обратной связью по жизненно важным параметрам, контроля и управления микроклиматическими факторами климатермосветокамеры. Система позволяет ускорить селекционный процесс в 1,5-2 раза и повысить конкурентоспособность отечественных семян. Управление замкнутой экосистемой осуществляется через сенсорную панель с интуитивно понятным графическим отображением режимов работы. Рекомендуется к применению в селекционных центрах и экстремальных климатических условиях.



Камера искусственного климата



БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ