



ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ ЧЛЕНОВ РАН

О важнейших научных достижениях,
полученных российскими учеными
в 2021 году

Президент РАН
академик РАН А.М. Сергеев

1 июня 2022 г.



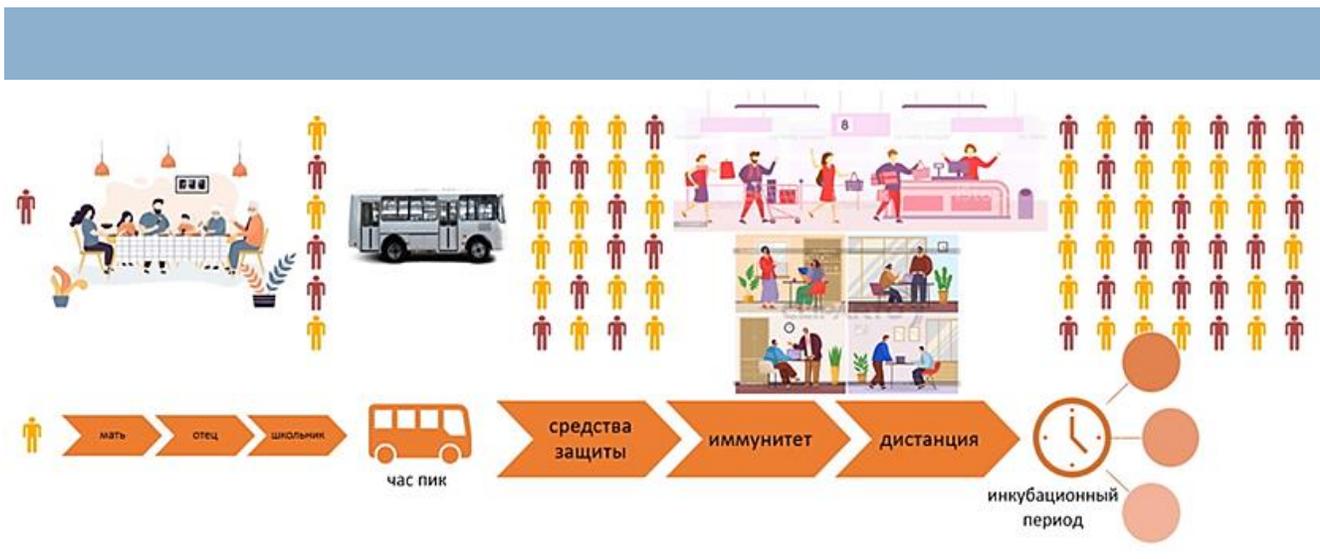
МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА



ФЕРМА ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

На основе технологий искусственного интеллекта разработано методическое, алгоритмическое и программное обеспечение для широкого мониторинга открытого сегмента Интернета с целью добычи фактических данных, необходимых для идентификации математической модели распространения в РФ эпидемии КОВИД-19.

Исследования проведены в рамках комплексного научного исследования по мультиагентному моделированию распространения инфекций, выполняемого консорциумом научных организаций под руководством ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. акад. Е.И. Забабахина.



Пример процесса распространения инфекции в городском социуме от человека к человеку

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН

В.П. Осипов, Ю.Г. Рыков, Б.Н. Четверушкин. Искусственный интеллект и принятие решений, 2021, ISSN 2071-8594, №2, с. 3 -10. (РИНЦ, Scopus)

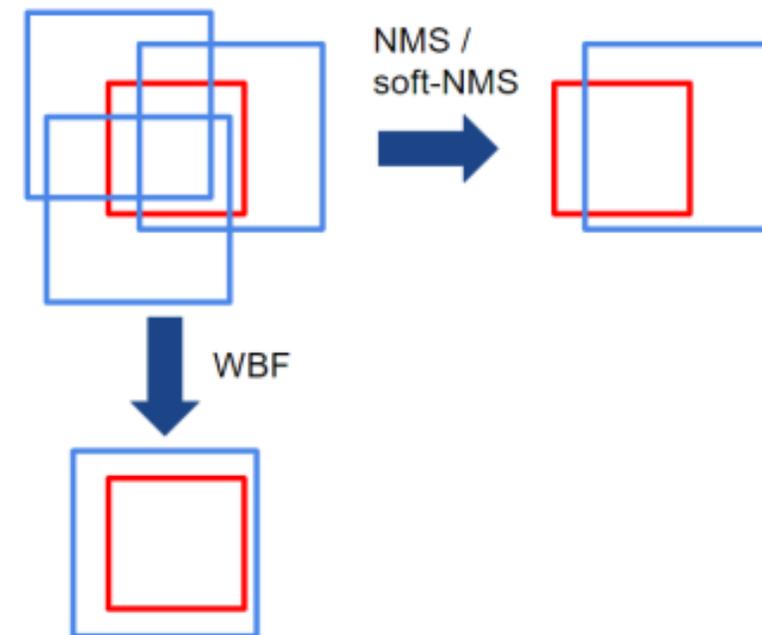
О.И. Dranko, Yu.G. Rykov, A.A. Karandeev. IFAC PapersOnLine 54-13 (2021), pp. 738–743 (РИНЦ, Scopus)

Балута, В. И., Осипов, В. П., Сивакова Т. В. Электронные библиотеки, 24(1), 20-41. (2021) (РИНЦ)



ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПРЕДСКАЗАНИЯ АНСАМБЛЕЙ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ВЗВЕШЕННЫХ ОКОН

Разработан метод ансамблирования нейронных моделей Weighted Boxes Fusion (WBF), который обеспечивает повышенную точность обнаружения объектов благодаря комбинированию предсказаний и существенно превосходит все существующие в настоящее время методы, включая Non-maximum suppression (NMS) и Soft-NMS (рис). Алгоритм на его основе использует оценки достоверности всех предложенных ограничивающих блоков для построения усредненных блоков, тогда как в прежних алгоритмах просто исключались блоки с низкой вероятностью, вызывая потерю точности.



Сравнительная иллюстрация результатов применения методов NMS/Soft-NMS и метода WBF для множества неточных предсказаний (синие квадраты – предсказания различных методов, красный квадрат – действительное положение объекта)

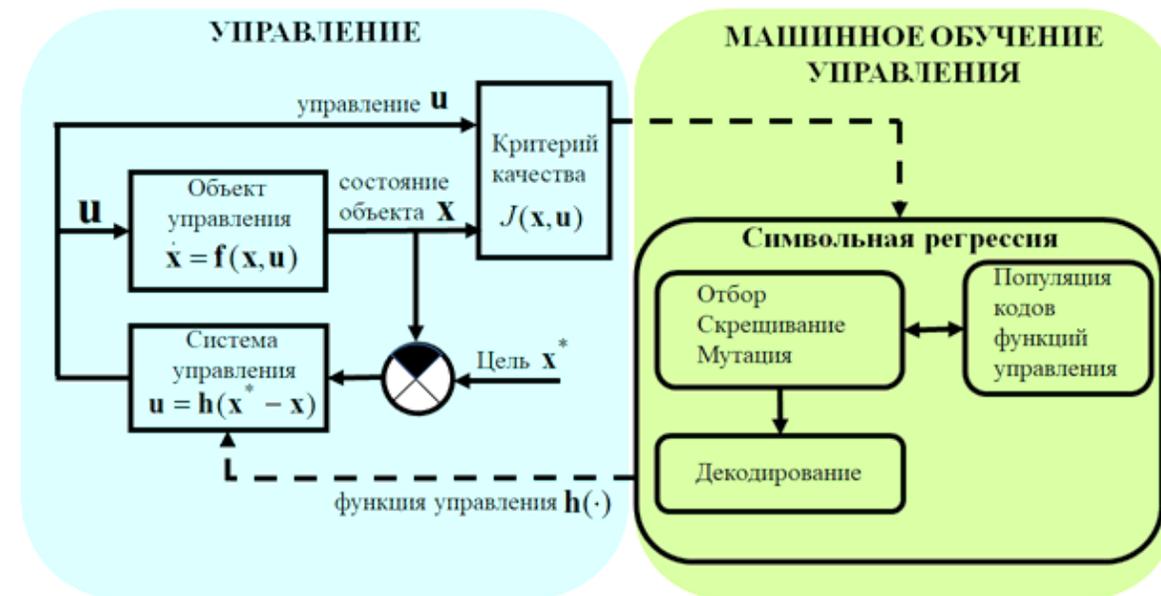
Институт проблем проектирования в микроэлектронике РАН

Romanov A.Y., Stempkovsky A.L., Lariushkin I.V., Novoselov G.E., Solovyev R.A., et al. IEEE Access. 2021. V. 9, p. 82312-82324/
Solovyev R., Wang W., Gabruseva T. Image and Vision Computing. 2021. V. 107, p. 104-117.



ТЕОРИЯ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ МЕТОДАМИ СИМВОЛЬНОЙ РЕГРЕССИИ

С целью автоматизации процесса создания систем управления разработана теория машинного обучения управления методами символьной регрессии, которые позволяют находить структуру и параметры математического выражения функции управления в закодированном виде с помощью эволюционных алгоритмов. Преимущество машинного обучения управления методами символьной регрессии состоит в том, что решения ищутся на множестве нелинейных функций, в результате снимаются ограничения на уровень сложности решаемых задач.



Машинное обучение управления методом символьной регрессии

ФИЦ «Информатика и управление» РАН

Diveev A., Shmalko E. Springer, 2021. 158 p. ISBN 978-3-030-83212-4.

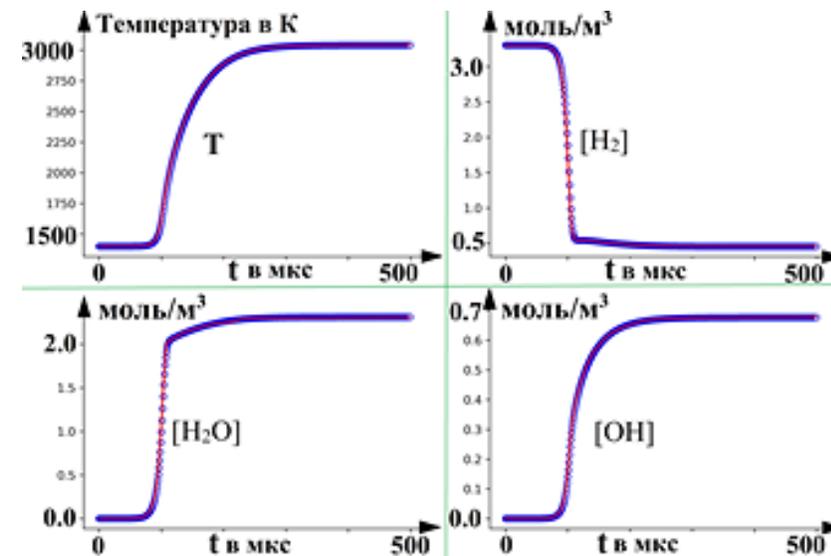
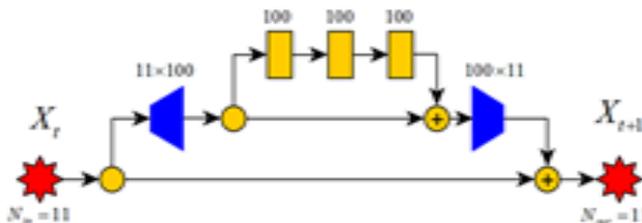
Diveev A.I. Lecture Notes in Networks and Systems, 2021. Vol. 359: Proceedings of the Future Technologies Conference (FTC) 2021. Vol. 2. P. 496-512.



НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ

Доказана возможность решения задачи химической кинетики с помощью искусственных нейронных сетей путем замены численного дифференцирования жесткой системы обыкновенных дифференциальных уравнений решением, полученным с использованием обученной нейронной сети.

Нейронная сеть архитектуры UNET



Пример работы нейронной сети архитектуры UNET с одним уровнем при логарифмическом масштабировании данных (красным цветом предоставлены результаты классического численного расчета жесткой системы дифференциальных уравнений, синим цветом – результат работы нейросети)

Полученная нейронная сеть архитектуры UNET с одним уровнем может прогнозировать на много шагов вперед развитие химической системы, состоящей из множества веществ. Использование такого подхода позволяет увеличить скорость работы модели вычислительной физико-химической газовой динамики за счет существенного сокращения затрат времени на решение каждого шага химической кинетики.

ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований РАН

V.B. Betelin, V.V. Kryzhanovsky, N.N. Smirnov, V.F. Nikitin, I.M. Karandashev, et al. Acta Astronautica, 180:58–65, 2021. (Web of Science, Q1).

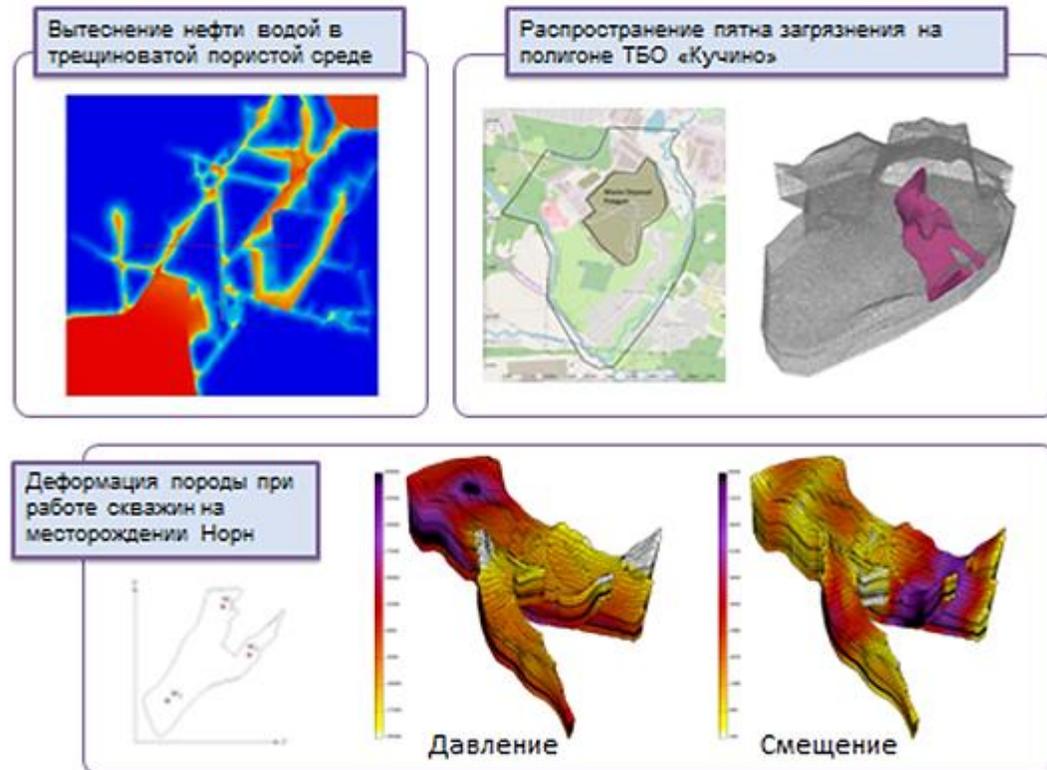
V.F. Nikitin, I.M. Karandashev, M.Yu Malsagov, E.V. Mikhalchenko. Acta Astronautica, 2021. (Web of Science, Q1).

Б.В. Крыжановский, Н.Н. Смирнов, В.Ф. Никитин, Я.М. Карандашев, М.Ю. Мальсагов, Е.В. Михальченко. Успехи кибернетики, 4(2):15–29, 2021.



ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОГО РАСЧЕТА ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ТЕЧЕНИЙ

Разработано семейство высокоэффективных конечно-объемных методов приближенного решения задач фильтрационных течений с учетом химических взаимодействий и упругой деформации в неоднородных трещиноватых пластовых средах разных масштабов. Новизна методов связана с повышенной точностью аппроксимации, дополнительными свойствами монотонности, а также максимально широкими классами допустимых расчетных сеток, коэффициентов среды, структуры и геометрии крупных трещин.



Институт вычислительной математики им. Г.И. Марчука РАН

Y. Vassilevski, K. Terekhov, K. Nikitin, I. Kapryin. Springer Nature, 2020. 186 p. (монография)

K. Nikitin, R. Yanbarisov. Journal of Computational and Applied Mathematics, 2020, V.364, 112353 (Q1)

K. Terekhov. Journal of Computational and Applied Mathematics, 2020, V.365, 112357 (Q1)



МИНИМАКСНЫЕ РЕШЕНИЯ НАСЛЕДСТВЕННЫХ УРАВНЕНИЙ ГАМИЛЬТОНА – ЯКОБИ

Завершено построение теории наследственных уравнений Гамильтона – Якоби, которая естественным образом обобщает основные положения классической теории на системы с последствием. Замыкающий теорию результат заключается в доказательстве подходящего принципа сравнения минимаксных решений на основе найденного функционала Ляпунова – Красовского V .

$$V = \frac{\left(\max_{0 \leq s \leq t} \|x(s)\|^2 - \|x(t)\|^2 \right)^2}{\max_{0 \leq s \leq t} \|x(s)\|^2} + \|x(t)\|^2,$$

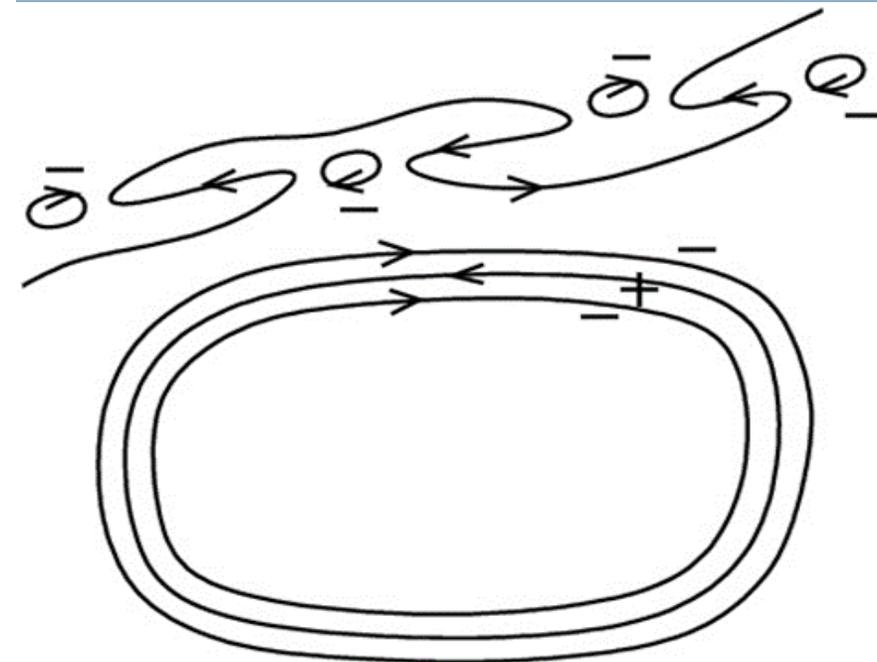
при этом

$$\frac{(3 - \sqrt{5})}{2} \max_{0 \leq s \leq t} \|x(s)\|^2 \leq V \leq 2 \max_{0 \leq s \leq t} \|x(s)\|^2.$$



ВЕЩЕСТВЕННЫЕ АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ И ВЕЩЕСТВЕННЫЕ ПСЕВДОГОЛОМОРФНЫЕ КРИВЫЕ

Решена проблема из области вещественной алгебраической геометрии, остававшаяся открытой последние 30 лет: нахождение различных ограничений на конфигурации кривых на плоскости (овалов), необходимых для того, чтобы данная конфигурация описывалась полиномиальным алгебраическим уравнением $f(x,y)=0$. Найдено принципиально новое фундаментальное неравенство на инварианты таких конфигураций, задающиеся их ориентацией и количеством вложений овалов друг в друга.



Вещественная псевдоголоморфная кривая,
не деформируемая в вещественную
алгебраическую кривую

Математический институт им. В.А. Стеклова РАН (МИАН)

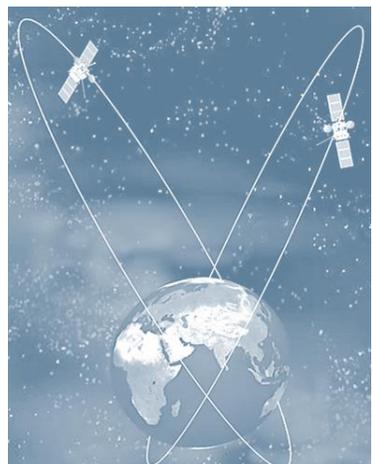
S.Yu. Orevkov, "Algebraically unrealizable complex orientations of plane real pseudoholomorphic curves", *Geom. Funct. Anal.*, 31 (2021), 930-947.



ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



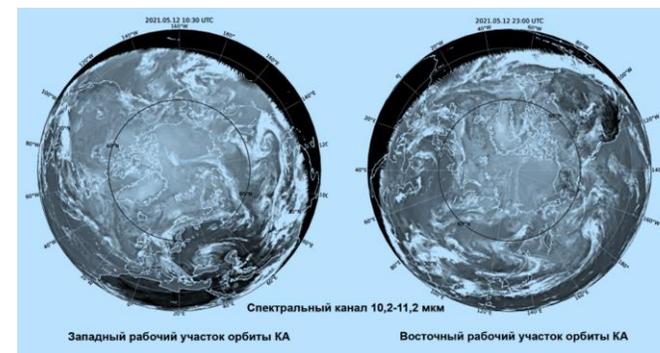
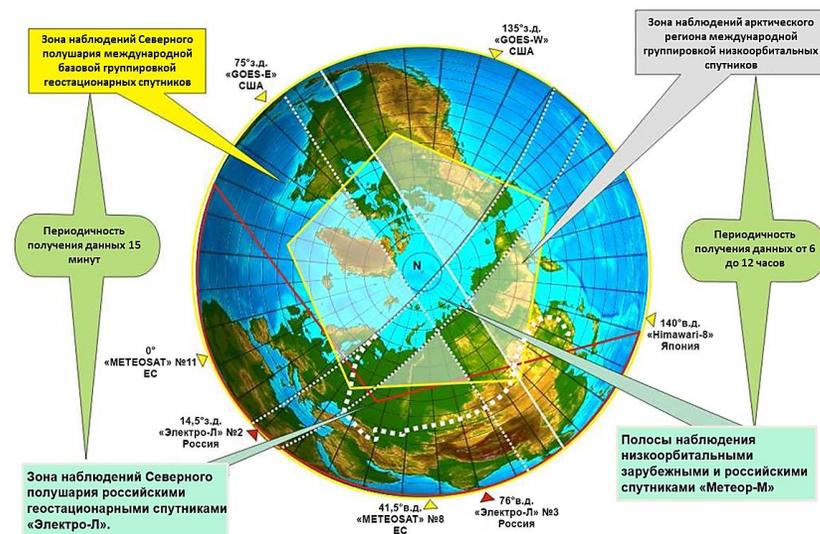
ПЕРВАЯ В МИРЕ ВЫСОКОЭЛЛИПТИЧЕСКАЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА «АРКТИКА-М»



Осуществлен запуск и вывод в режим работы на высокоэллиптической орбите первого космического аппарата (КА) орбитальной группировки «Арктика-М», что позволит получать с высокой периодичностью оперативную информацию о состоянии атмосферы и подстилающей поверхности по всему Арктическому региону.

Сбор данных через КА «Арктика-М» расширит зону покрытия системы на базе геостационарных КА на Арктический регион и обеспечит получение с высокой периодичностью 15-30 мин. около 1,9 млн изображений в год. Запуск второго КА группировки планируется в 2023 г.

США, ЕС, Япония планируют создать подобную систему не ранее 2028 года.



Карты облачности в инфракрасном диапазоне по данным КА «Арктика-М»

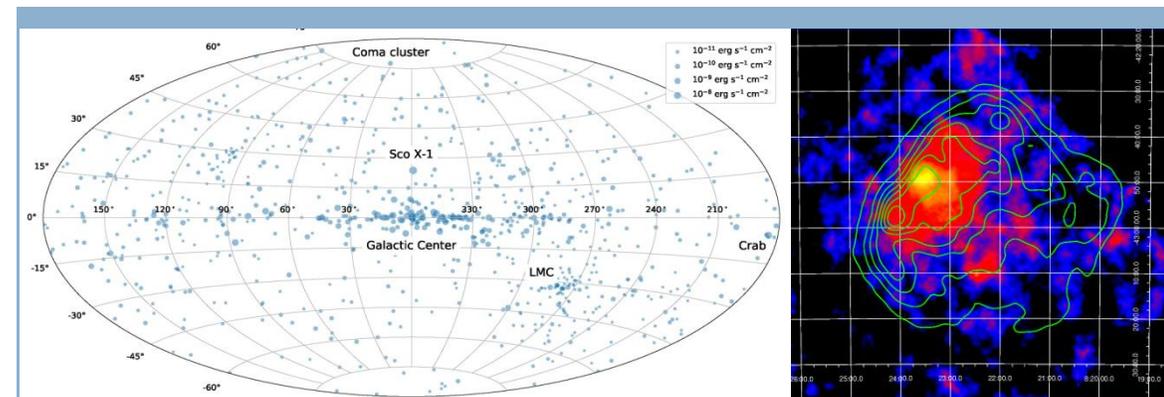
НИЦ «Планета» Росгидромета

В.В. Асмус, О.Е. Милехин, Л.С. Крамарева, М.Н. Хайлов, А.Е. Ширшаков, И.А. Шумаков. Метеорология и гидрология. 2021, №12, с. 11-26.

В декабре 2021 г. СРГ завершила четыре полных обзора неба, выполнив половину обзорной программы.

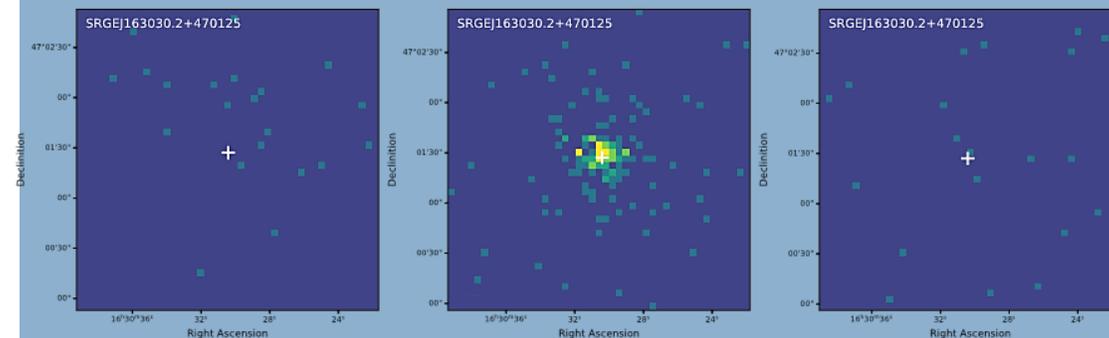
Телескопом ART-XC составлен каталог жестких рентгеновских источников по результатам первого года обзора неба; обнаружены сотни ранее не известных объектов, среди которых сверхмассивные черные дыры, окруженные толщей холодного газа и не видимые в мягком рентгене. Открыт уникальный сильно переменный источник в нашей Галактике – микроквазар с черной дырой.

С помощью телескопа eROSITA ведется поиск редчайших объектов во Вселенной. Открыт квазар на красном смещении $z=5,5$ и несколько десятков событий приливного разрушения в галактиках на расстояниях в несколько миллиардов световых лет от нас, составлен первый каталог таких событий.



Слева: положения рентгеновских источников, зарегистрированных телескопом ART-XC в течение первого года обзора всего неба.

Справа: детальная карта сверхновой Корма А по данным ART-XC



Событие приливного разрушения звезды сверхмассивной черной дырой в галактике, расположенной на $z=0.29$, открытое телескопом СРГ/eROSITA. Показаны три рентгеновские изображения, полученные с интервалами в полгода.

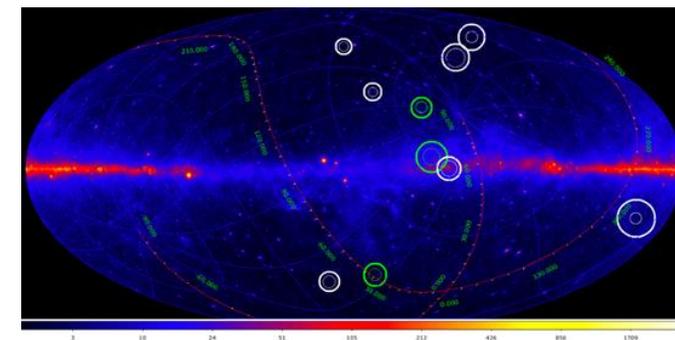


ПЕРВЫЕ КАНДИДАТЫ НА СОБЫТИЯ ОТ АСТРОФИЗИЧЕСКИХ НЕЙТРИНО ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ НА ГЛУБОКОВОДНОМ НЕЙТРИННОМ ТЕЛЕСКОПЕ BAICAL-GVD

Введен в эксплуатацию Байкальский глубоководный нейтринный телескоп Baikal-GVD в составе 8-ми кластеров (2304 оптических модулей). Эффективный объем детектора близок к 0.4 куб. км и он является крупнейшим нейтринным телескопом Северного полушария. При анализе данных, полученных при работе детектора в конфигурациях 2018, 2019 и 2020 годов были выделены первые 10 кандидатов на события, инициированные нейтрино высоких энергий астрофизической природы.



Байкал, 13 марта 2021 г.
Торжественный запуск крупнейшего
в северном полушарии
глубоководного нейтринного
телескопа Baikal-GVD



Положение гамма-источников и
первых десяти кандидатов на
астрофизические нейтринные события
Baikal-GVD на небесной сфере.
Координатная сетка на рисунке
соответствует экваториальной системе
координат. Внутренняя и внешняя
окружности вокруг событий
соответствуют вероятности
регистрации 50% и 90%.

ИЯИ РАН, ОИЯИ, Коллаборация Baikal-GVD

Zh-A.M.Dzhilkibaev for Collaboration Baikal-GVD. Baikal-GVD: Status and Perspectives, PoS(2021)002.

А.В.Аврорин и др. ЖЭТФ, 2021.



БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВЗЛЕТА И ПОСАДКИ С ЦИКЛИЧЕСКИМИ ДВИЖИТЕЛЯМИ

Спроектирован, построен и испытан беспилотный летательный аппарат (ЛА) нового типа на основе циклических двигателей «Циклодрон», не имеющий мировых аналогов. ЛА со взлетным весом 60 кг впервые совершил полностью автоматический полет, взлет и посадку с наклонной поверхности, причаливание к стенке, полет с полезной нагрузкой.

Экспериментально подтверждено, что уровень шума от «Циклодрона» существенно ниже, чем от аналогичного по весу аппарата с винтами (квадрокоптера). ЛА с циклическими двигателями позволят выполнять транспортные операции с повышенной маневренностью, недоступные современным ЛА, востребованные силовыми ведомствами и различными отраслями народного хозяйства.



а



б



в

Демонстратор «Циклодрон»:

- а – моделирование полёта,
- б - испытания в аэродинамической трубе Т-203 СибНИА,
- в – автоматический полет по программе лётных испытаний

Характеристика	Значение
Габариты, мм	1790x2100x1040
Максимальный взлетный вес, кг	60
Масса полезной нагрузки, кг	10
Скорость крейсерская, м/с	18
Скорость максимальная, м/с	28
Время автономной работы	10 минут (электрическая силовая установка) 60 минут (гибридная силовая установка)

10 ФС, 1.5 ПВт ЛАЗЕР С НЕЛИНЕЙНОЙ КОМПРЕССИЕЙ ИМПУЛЬСА

На лазерном комплексе PEARL осуществлена оптическая компрессия импульсов с 60 фемтосекунд до 10 фемтосекунд с достижением рекордного уровня мощности 1.5 Петаватт в данном диапазоне длительностей лазерного излучения. Компрессия основана на использовании фазовой самомодуляции света при распространении через тонкий оптический элемент с последующим сжатием на оптических зеркалах с частотной дисперсией («чирпированием») коэффициента отражения.

Полученные результаты показывают возможность дальнейшего масштабирования нелинейной компрессии в направлении мультитераваттной мощности в импульсах с длительностью, соизмеримой с периодом оптического поля.

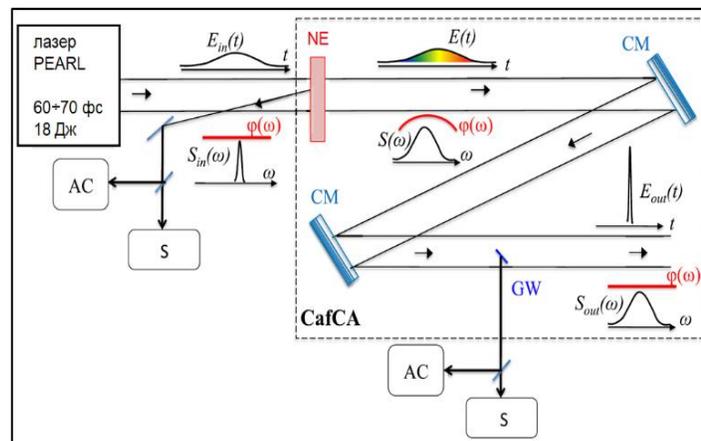
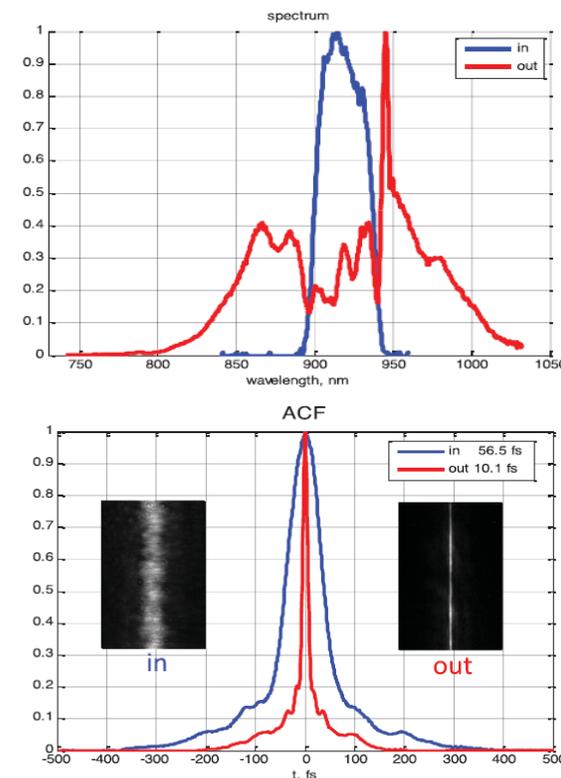


Схема эксперимента:
 NE – пластина из KDP или кварца,
 CM – чирпирующие зеркала,
 GW – стеклянный клин,
 AC – автокорреляторы,
 S – спектрометры



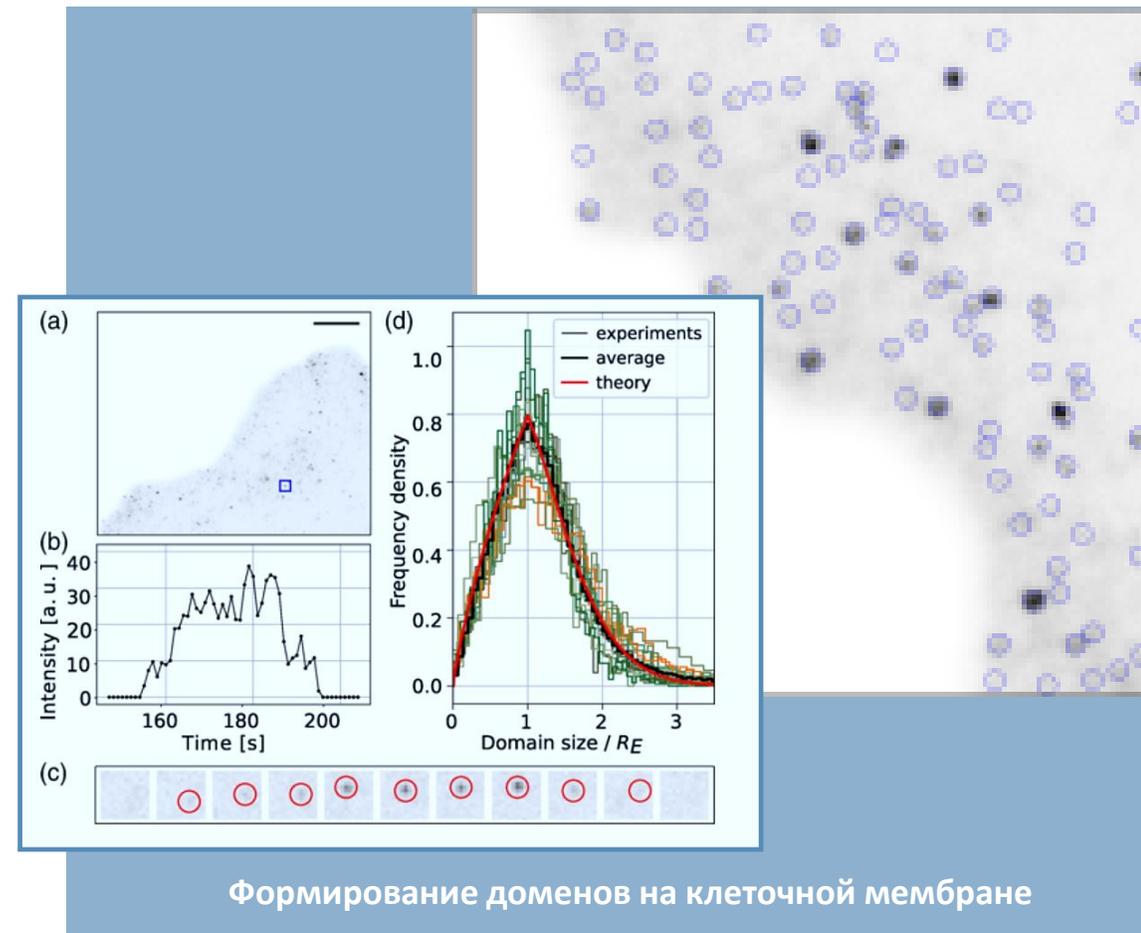
Измеренные входные (синий) и выходные (красный) спектры и АКФ ($\tau_{in}=57\text{фс}$, $\tau_{out} = 10.1\text{фс}$)



ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИСТИЛЛЯЦИИ В ЖИВЫХ КЛЕТКАХ

Построены феноменологическая модель и математический аппарат для объяснения процесса молекулярной дистилляции, посредством которого специфические белки концентрируются в липидные везикулы на поверхности мембраны. Показано, что при увеличении размера капли в процессе агрегации происходит локальное искривление мембраны и, в конце концов, образование и отрыв везикул, обогащенных сконденсировавшимся веществом.

Количественные измерения образования везикул в процессе эндоцитоза в эндотелиальных клетках согласуются с гипотезой о том, что эти оптимальные условия реализуются в живых клетках.

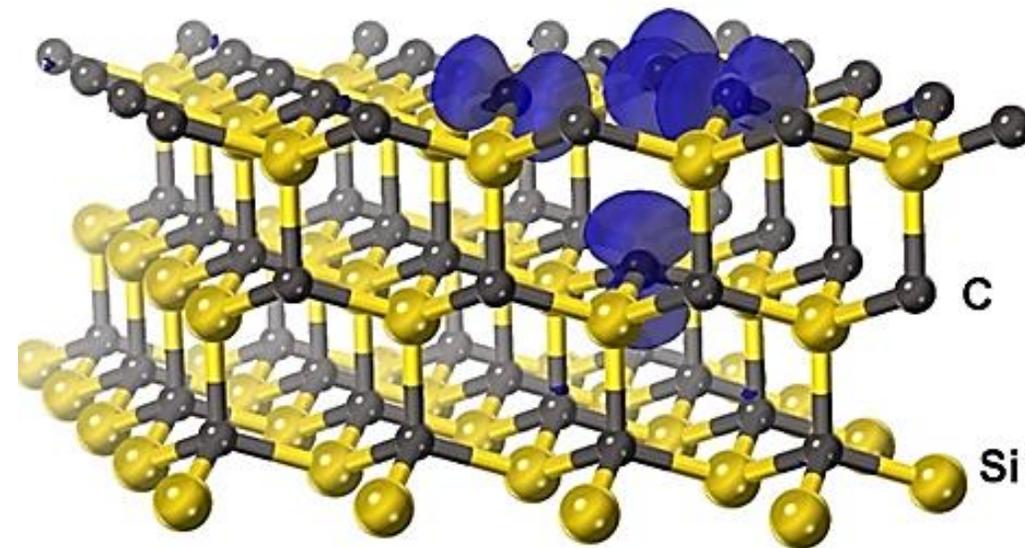


Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН, НИУ «Высшая школа экономики» совместно с коллегами из организаций Италии: Итальянский институт медицинской генетики Туринского университета, Институт Кандиоло, Туринский политехнический институт
M. Zamparo, D. Valdembri, G. Serini, I.V. Kolokolov, V.V. Lebedev, L. Dall'Asta, A. Gamba.



НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАРБИДА КРЕМНИЯ С ВАКАНСИЯМИ КАК МАТЕРИАЛА ДЛЯ СПИНТРОНИКИ

Разработана технология получения карбида кремния с высокой концентрацией кремниевых вакансий 10^{20} - 10^{21} см⁻³ как нового материала для спинтроники. Кремниевые вакансии создаются исходно в кремниевой подложке, а затем верхняя часть кремния с вакансиями превращается в эпитаксиальный слой карбида кремния за счет химической реакции с монооксидом углерода. Концентрация кремниевых вакансий при этом примерно в 10^{10} раз больше, чем при традиционной технологии облучения материала пучками высокоэнергетических частиц. Полученный материал обеспечивает высокую плотность спин-поляризованного тока.



Область с магнитным моментом вокруг кремниевой вакансии V_{Si} в карбиде кремния SiC

ОПТИЧЕСКИЙ ДЕТЕКТОР СПИНА СВОБОДНЫХ ЭЛЕКТРОНОВ НА ОСНОВЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР С ПРОСТРАНСТВЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ

Создан полупроводниковый спин-детектор свободных электронов с пространственным разрешением, принцип работы которого заключается в инжекции свободных спин-поляризованных электронов в гетероструктуру A_3B_5 и регистрации катодolumинесценции с двумерным распределением интенсивности и поляризации. Предложена схема интегрирования детектора в устройство фотоэмиссии с угловым разрешением, с потенциальным увеличением эффективности детектирования спиновой поляризации в $10^4 \div 10^6$ раз относительно эффективности существующих одноканальных спин-детекторов.

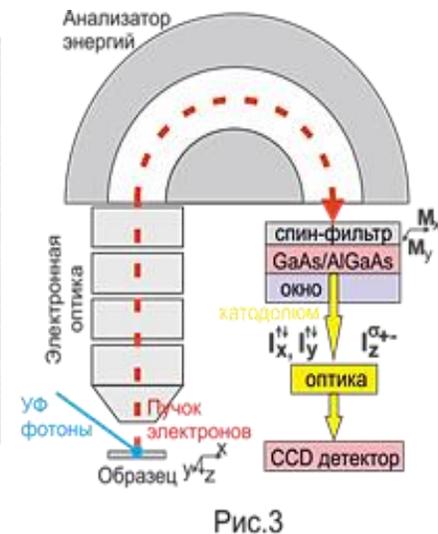
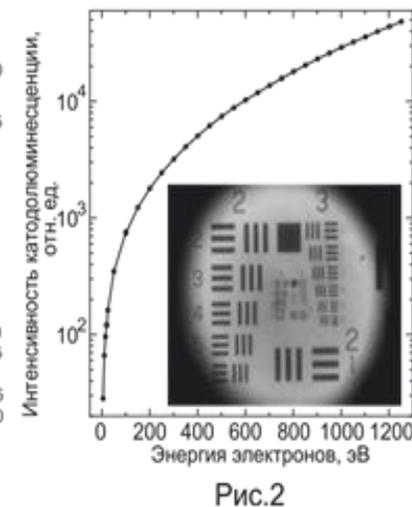
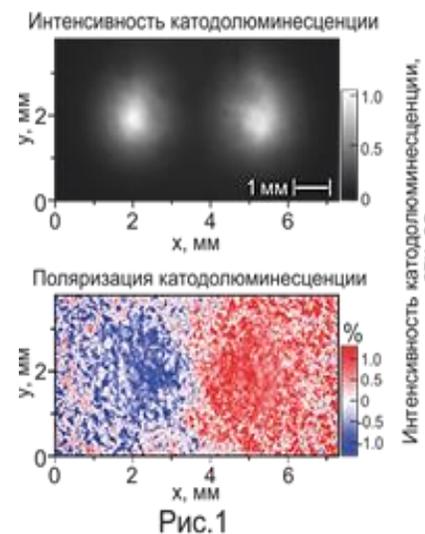


Рис.1. Картины распределения поляризованной катодolumинесценции при инжекции в структуру GaAs/AlGaAs двух пучков спин-поляризованных электронов.

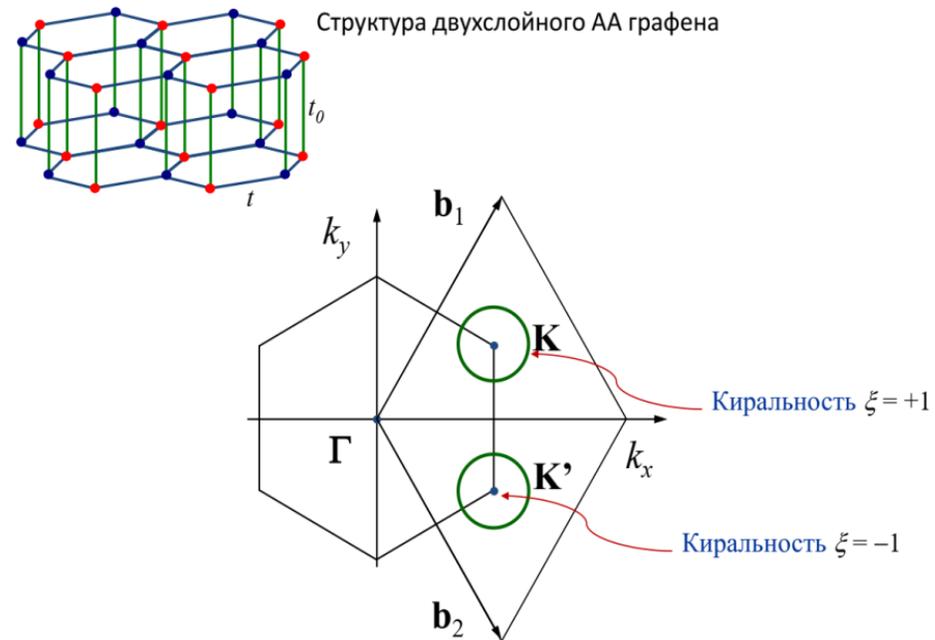
Рис.2. Зависимость интенсивности катодolumинесценции от энергии электронов, и перенесенное в катодolumинесценцию изображение тестового объекта с пространственным разрешением ≤ 5 мкм.

Рис.3. Схема работы спин-детектора в методе фотоэмиссии с угловым разрешением.



«ДРОБНЫЙ» МЕТАЛЛ КАК НОВОЕ ПЕРСПЕКТИВНОЕ КВАНТОВОЕ СОСТОЯНИЕ

Показано, что при определенных условиях (степень допирования, материал подложки и др.) двухслойный АА графен может переходить в необычную фазу, названную авторами «четверть-металлом». В такой фазе на поверхности Ферми будут находиться электроны со 100% поляризацией по спину, принадлежащие только одному из двух конусов Дирака в зоне Бриллюэна, то есть с киральностью только одного знака. Электрический ток в четверть-металле переносит информацию и о знаке проекции спина, и о знаке киральности. Эти величины можно измерять независимо, поэтому ток в четверть-металле несет вдвое больше информации, чем просто спин-поляризованный ток.



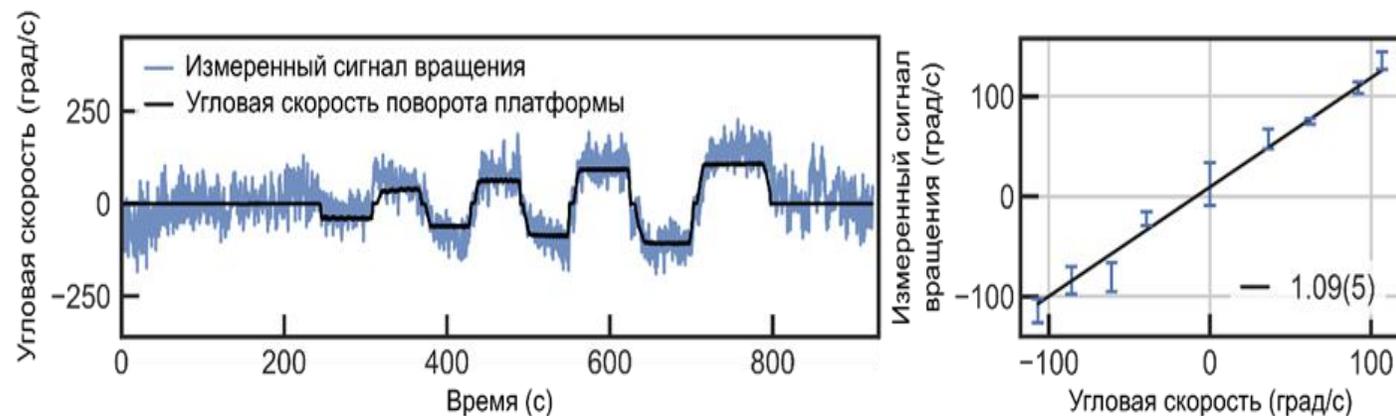
Кристаллическая структура двухслойного АА графена (вверху). Зона Бриллюэна этого материала (нижний рисунок) содержит два неэквивалентных конуса Дирака (K и K') с разной киральностью, т.е. вращением электронов по часовой стрелке или против нее.



ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ АНСАМБЛЯ ЯДЕРНЫХ СПИНОВ В РЕШЕТКЕ АЛМАЗА

Впервые продемонстрировано измерение угловой скорости вращения лабораторной установки с помощью ансамбля ядерных спинов в твердом теле (алмазе), ассоциированных с NV центрами. Сигнал вращения получен из неинерциальной добавки к частоте прецессии ядерного спина азота ^{14}N .

Полученный результат открывает путь к созданию гироскопов с качественно новыми характеристиками.



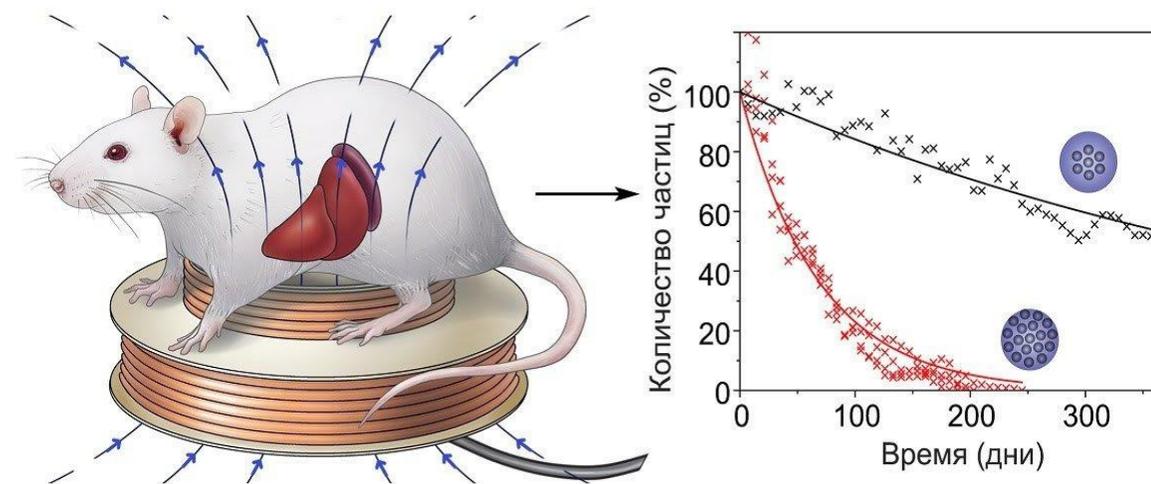
Результаты измерения угловой скорости вращения платформы с помощью ядерных спинов центров окраски азот-вакансия (слева); оценка масштабного коэффициента установки (справа)

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, ООО Сенсор Спин Техноложис,
Техасский университет A&M, Колледж-Стейшен TX 77843, США

V.V. Soshenko, et al. Physical Review Letters, 126, 199702 (2021)

УЛЬТРАЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ МАГНИТНЫЙ МЕТОД ДЛЯ МОНИТОРИНГА БИОДЕГРАДАЦИИ НАНОЧАСТИЦ В ЖИВОМ ОРГАНИЗМЕ

Разработан новый магнитоспектральный метод, позволяющий проводить в течение длительного срока неинвазивные исследования по биодegradации медицинских наноагентов, имеющих магнитные ядра, в организме животных *in vivo*. Установлены основные закономерности долговременной (1 год) биодegradации в организме 17 типов наночастиц в зависимости от введенной дозы, гидродинамического размера, типа покрытия поверхности и структуры наночастиц. Показано, что покрытие частиц 39-нм слоем полистирола замедляет время дegradации частиц с 40 дней до 1 года.



Зависимость концентрации наночастиц от времени в живом организме

РЕЗОНАНСНЫЙ ДАТЧИК УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ НАНОСТЕРЖНЕЙ ZnO/LCM

Разработан датчик ультрафиолетового излучения, принцип работы которого основан на десорбции кислорода с поверхности наностержней оксида цинка и увеличении концентрации зарядов под действием УФ-излучения, что приводит к увеличению емкости сенсора ZnO/LCM (LCM - микровесы на основе лангасита) и соответствующему уменьшению частоты возбуждения резонатора. Почти нулевой температурный коэффициент частоты LCM позволяет использовать датчики для работы при высоких температурах. Поскольку пьезоэлектрические модули кристаллов лангасита превышают соответствующие значения в кристаллах кварца, в будущем возможно внедрение беспроводных датчиков УФ-излучения.

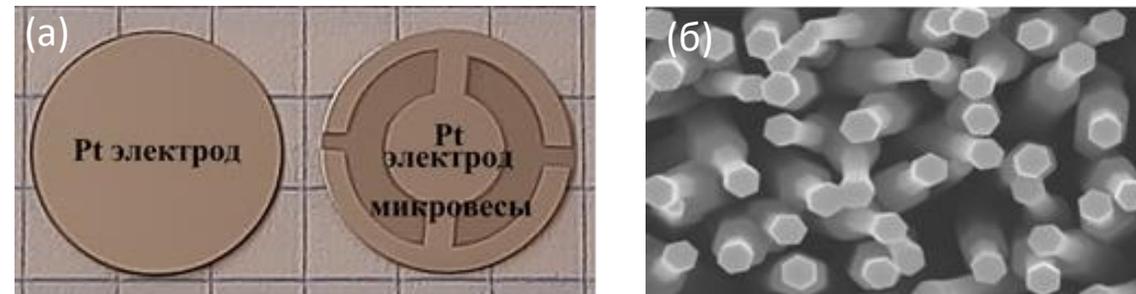


Рис. 1. Изображение LCM датчика с платиновыми электродами (а) и наностержней ZnO, выращенных на поверхности платинового электрода (б) (метка соответствует 1 мкм)

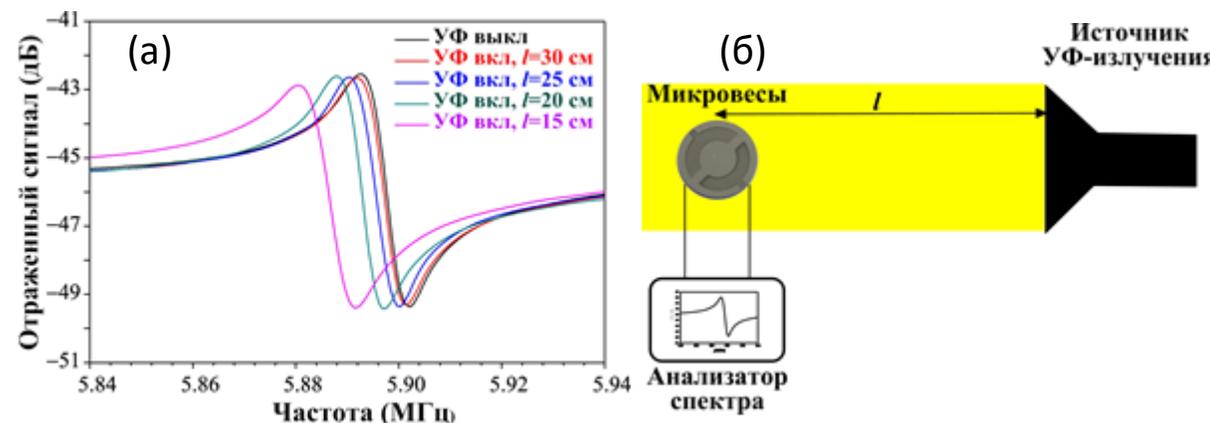
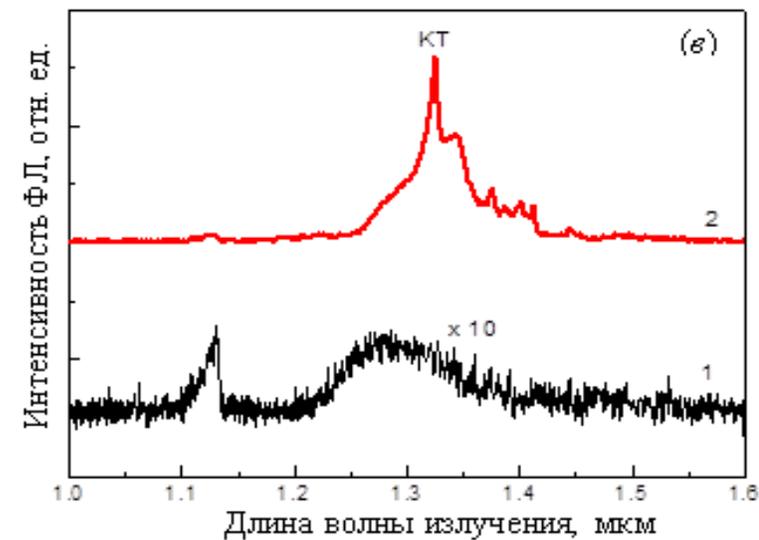
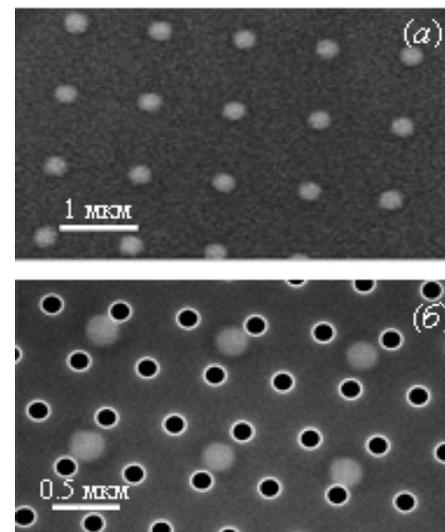


Рис. 2. Зависимость амплитудно-частотных характеристик сенсора ZnO/LCM от расстояния до источника УФ-излучения (а). Схема экспериментальной измерительной установки (б)



СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЕ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ПРОСТРАНСТВЕННО УПОРЯДОЧЕННЫХ GeSi КВАНТОВЫХ ТОЧЕК, ВСТРОЕННЫХ В ФОТОННЫЕ КРИСТАЛЛЫ

Разработан подход, обеспечивающий многократное усиление интенсивности люминесценции светоизлучающих гетероструктур GeSi с квантовыми точками (КТ) в ближнем ИК диапазоне. Данный подход включает в себя формирование методом молекулярно-лучевой эпитаксии на структурированной поверхности подложки кремний-на-изоляторе упорядоченного массива GeSi КТ и последующего совмещения массива КТ с двумерным фотонным кристаллом (ФК), путем вытравливания в созданной структуре периодической решётки субволновых отверстий. В таких структурах обнаружено усиление в 30 раз интенсивности люминесценции по сравнению со структурами с GeSi КТ без ФК.



Изображения структур с упорядоченными GeSi квантовыми точками, полученные методом сканирующей электронной микроскопии:
(а) – структура с упорядоченными КТ,
(б) – с упорядоченными КТ, встроенными в ФК.
(в) Спектры микро-ФЛ от структур без ФК (1) и структур с ФК (2).
Температура измерений 77 К.

Институт физики полупроводников имени А.В. Ржанова СО РАН, Институт физики микроструктур РАН, Сколковский институт науки и технологий

A.V. Novikov, Zh.V. Smagina, ..., A.V. Peretokin, A.V. Dvurechenskii. Nanomaterials, v. 11, №4, p. 909 (2021).

Ж.В. Смагина, В.А. Зиновьев, ..., А.В. Новиков, А.В. Двуреченский. Физика и техника полупроводников, т. 55, №12, с. 1210 (2021).



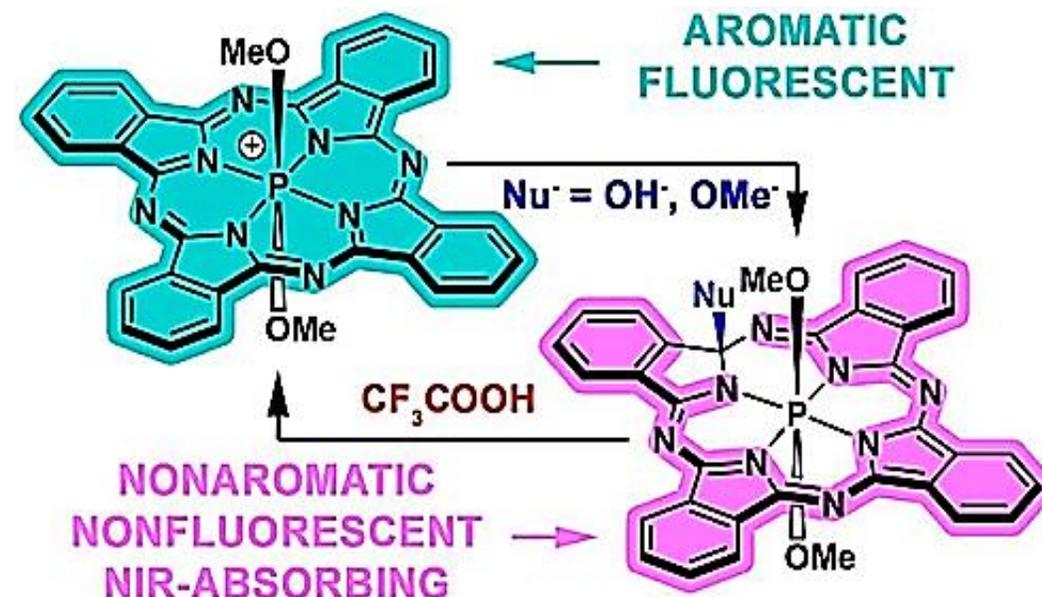
ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ И НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ



НОВЫЕ МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ НА ОСНОВЕ ФТАЛОЦИАНИНОВ С МЕНЯЮЩЕЙСЯ АРОМАТИЧНОСТЬЮ

Открыт новый тип молекулярных переключателей на основе широко известных красителей - положительно заряженных фталоцианинов, содержащих внутри кольца атом фосфора. Оказалось, что такие молекулы способны присоединять отрицательно-заряженные частицы - например, гидроксид-анионы, с образованием продуктов с уникальной структурой - неароматических фталоцианинов. Вернуть им ароматичность позволяет введение в систему кислоты, при этом молекула полностью восстанавливает свои исходные свойства. Этот процесс может повторяться неоднократно.

Вновь открытый тип реакционной способности открывает перспективы создания новых «умных» материалов для медицины и современной электроники.



Механизм работы новых молекулярных переключателей

Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН

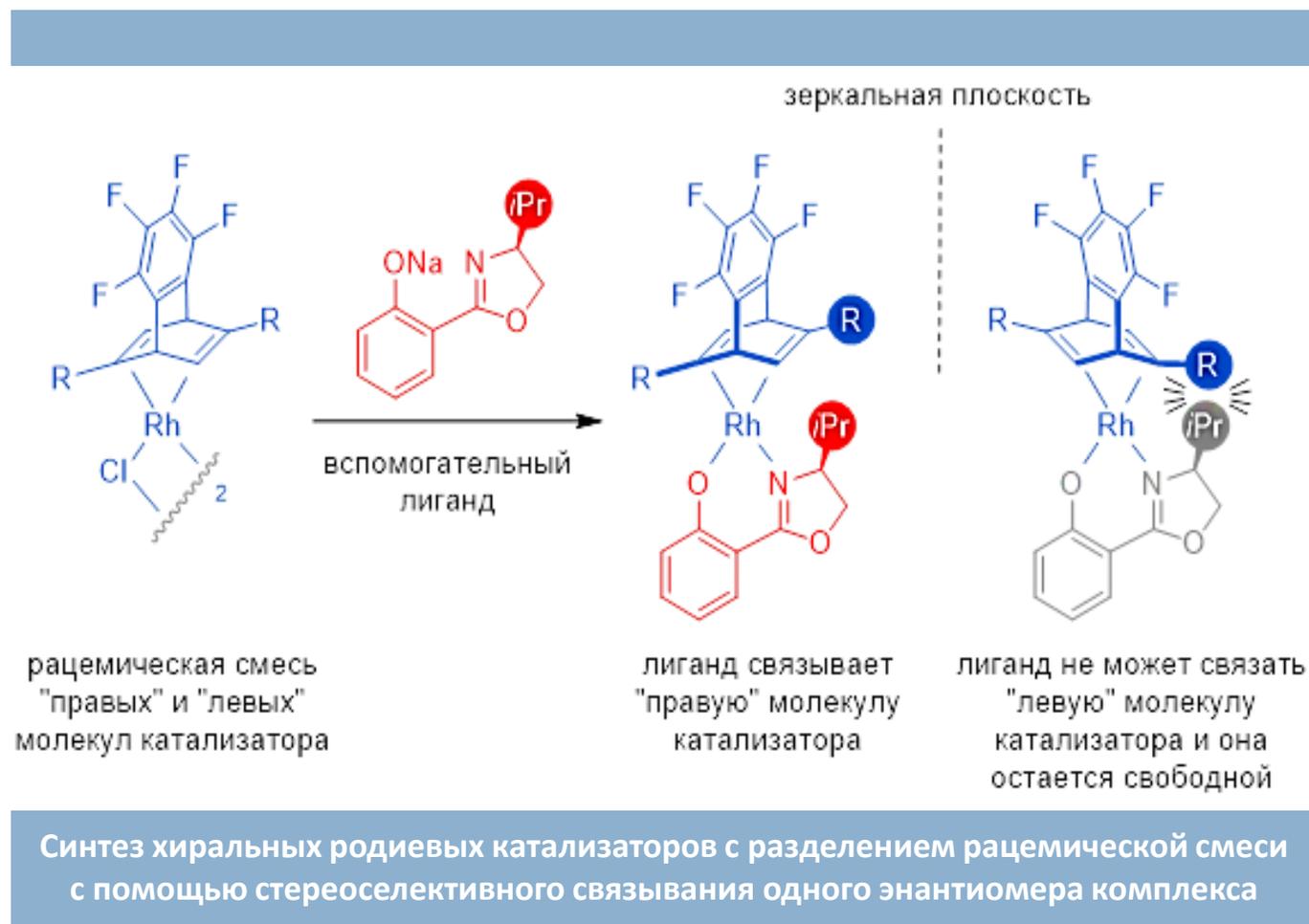
Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН

Filipp M. Kolomeychuk, Evgeniya A. Safonova, Aslan Yu. Tsivadze, Yulia G. Gorbunova et al. J. Am. Chem. Soc. 2021, 143, 35, 14053–14058.



НОВЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА ХИРАЛЬНЫХ РОДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ, ШИРОКО ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Разработан новый метод синтеза хиральных родиевых катализаторов, которые широко используются во всем мире для получения полифункциональных органических соединений. В основе метода лежит разделение рацемической смеси диен-родиевых комплексов с помощью стереоселективной реакции с вспомогательным лигандом, который селективно связывает только один энантиомер катализатора и не затрагивает второй. Показано, что один из полученных хиральных комплексов является эффективным катализатором для получения функционализированных органоборанов и силанов с высокими выходами (79–97%) и энантиомерной чистотой (87–98%).



Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН

Д.С. Перекалин и др. Angew. Chem. Int. Ed., 2021, 60, 18712 . (IF = 15.336)

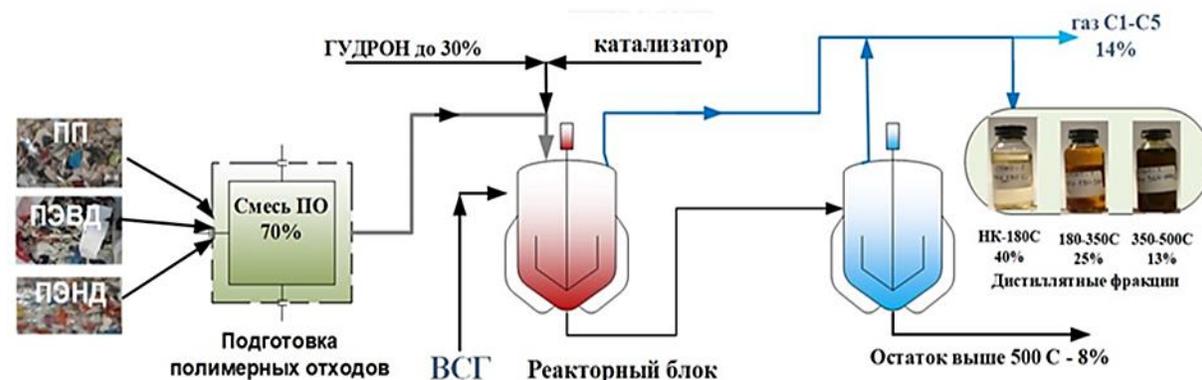


ОРИГИНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ГИДРОКОНВЕРСИИ СМЕСИ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ И ОТХОДОВ ПОЛИОЛЕФИНОВ

С использованием эффективного высокодисперсного катализатора разработана оригинальная технология комплексной гидроконверсии смеси тяжелых нефтяных остатков (гудрон) и отходов полиолефинов (полиэтилены, полипропилен).

Процесс осуществляется при давлении 4-7 МПа, температуре 440°C и соотношении гудрон/полиолефины = 30/70. Он характеризуется уникально высоким выходом фракции топливного назначения (84-92%) при отсутствии твердых отходов. Отработанный катализатор легко регенерируется.

Разработаны исходные данные для проектирования блока переработки отходов полиолефинов (15 тыс. т/год) в составе опытно-промышленной установки гидроконверсии АО ТАНЕКО (ПАО ТАНЕФТЬ).



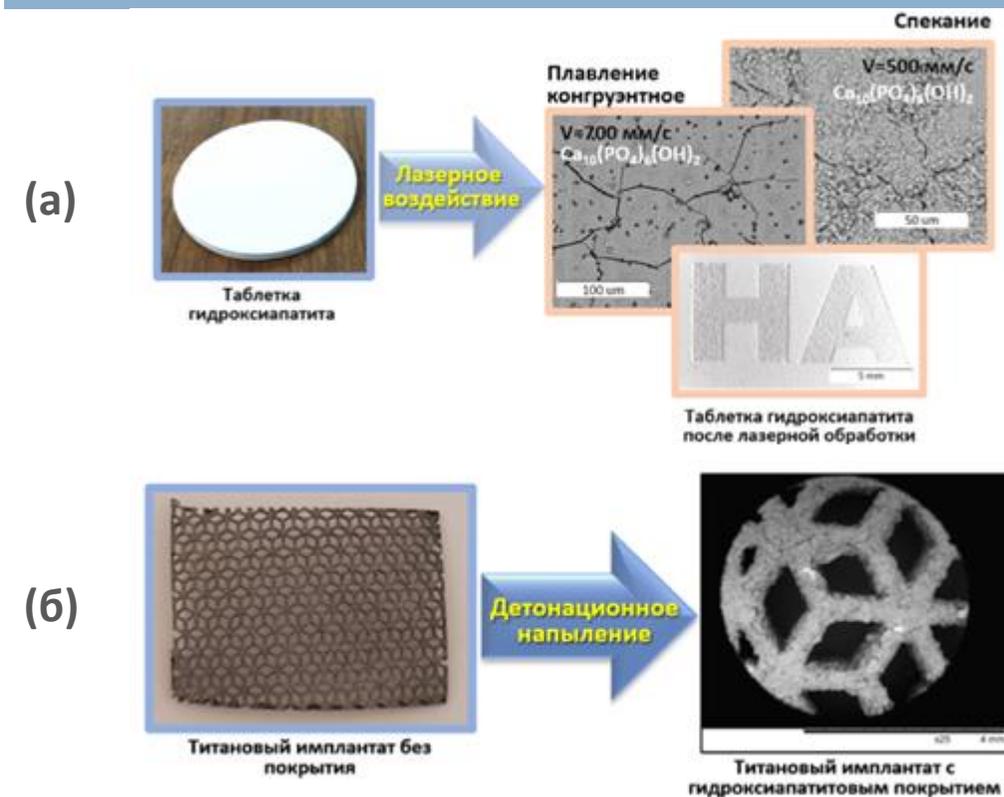
Структурная схема гидроконверсии отходов полиолефинов в смеси с гудроном

КОНГРУЭНТНОЕ ПЛАВЛЕНИЕ ГИДРОКСИАПАТИТА ДЛЯ 3D ПЕЧАТИ БИОРЕЗОРБИРУЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ И ПОКРЫТИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИМПЛАНТАТОВ

Впервые показано, что при быстром нагреве лазерным излучением или детонационной волной можно реализовать конгруэнтное плавление порошка гидроксиапатита в неравновесных условиях.

Данная технология может использоваться для 3D лазерной печати керамических биорезорбируемых имплантатов на основе гидроксиапатита.

Разработан способ нанесения гидроксиапатитового покрытия на титановые имплантаты сложной морфологии методом детонационного напыления. Наличие такого покрытия ускоряет процесс вживления имплантата и улучшает его фиксацию.



Конгруэнтное плавление при лазерном воздействии (а) и детонационном напылении (б)

Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН

N.V. Bulina, S.G. Baev, S.V. Makarova, A.M. Vorobiev, A.I. Titkov, V.P. Bessmeltsev, N.Z. Lyakhov. Materials, 2021, 14, 5425. Q1.

N.V. Bulina, D.K. Rybin, S.V. Makarova, D.V. Dudina, I.S. Batraev, A.V. Utkin, I.Yu. Prosanov, M.V. Khvostov, V.Yu. Ulianitsky. Materials, 2021, 14, 4852. Q1.

N.V. Bulina, S.V. Makarova, S.G. Baev, A.A. Matvienko, K.B. Gerasimov, O.A. Logutenko, V.S. Bystrov. Minerals, 2021, 11, 1310. Q2.



НАУКИ О ЗЕМЛЕ

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ В ПРОДУКТИВНОСТИ ЭКОСИСТЕМ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ

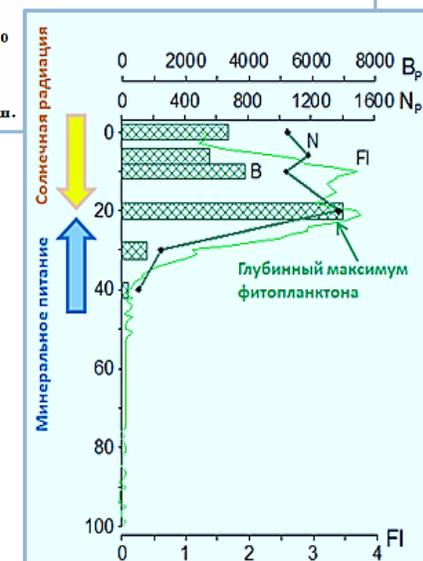
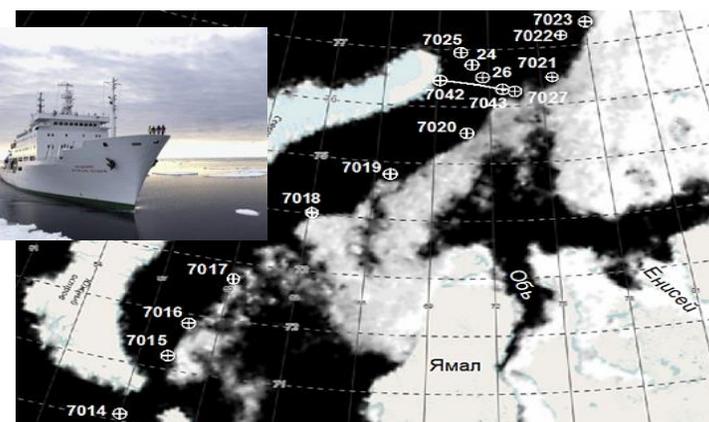
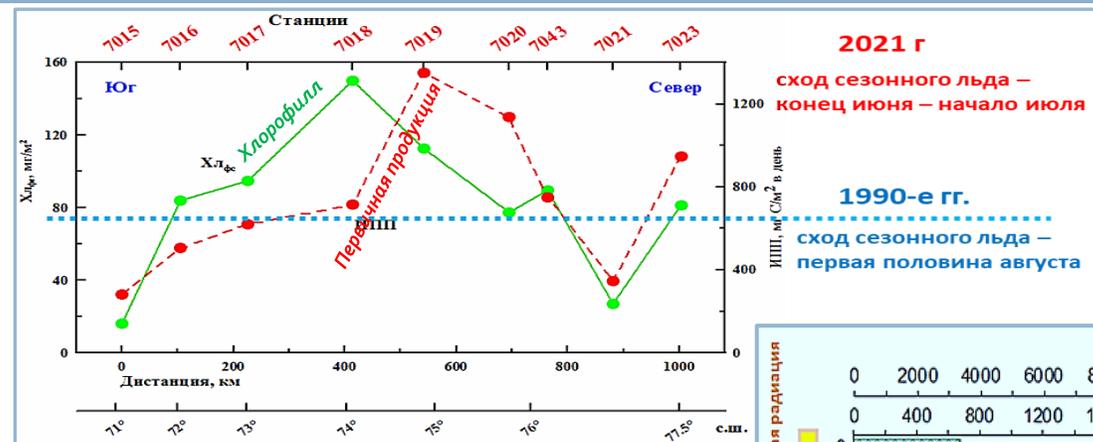
Для текущего периода потепления в Арктике получены первые оценки первичной продукции фитопланктона в Сибирских морях (Карский бассейн) в период весеннего пика.

Установлено, что существенно более ранний сход сезонного льда и благоприятные условия освещенности в этот период в верхнем слое моря, наблюдающиеся в последнее десятилетие, привели к увеличению первичной продукции органического вещества до уровня 1.0-1.4 гС/м², что в 2-3 раза выше ранее известных ранее величин.

Увеличение весеннего пика первичной продукции может повлечь за собой подъем общей биологической и промысловой продуктивности Арктических морей.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
 Научный рук. ак. Флинт М.В.

Оценки первичной продукции в Карском море



Ледовое покрытие Карского моря и положение станций 83-го рейса НИС «Академик Мстислав Келдыш» (22-27 июня 2021 г.)

Глубинный максимум фитопланктона, характерный для Арктических морей в весенний сезон

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ И МАСШТАБА ВОЗДЕЙСТВИЯ ЦУНАМИ НА МОРСКИЕ И БЕРЕГОВЫЕ ОБЪЕКТЫ НА ВОСТОКЕ КАМЧАТКИ

Построена детальная вероятностная модель сейсмичности на Востоке Камчатки в форме каталога, статистические свойства которого соответствуют реальным наблюдениям за последние 120 лет. Представлена методика и решена задача цунамирайонирования. Рассчитаны пороговые высоты волн и заплесков цунами от модельных землетрясений и проведена оценка их вероятностей. Результатом является серия карт возможных (пороговых) амплитуд цунами для акватории и побережья бухты Бечевинка.

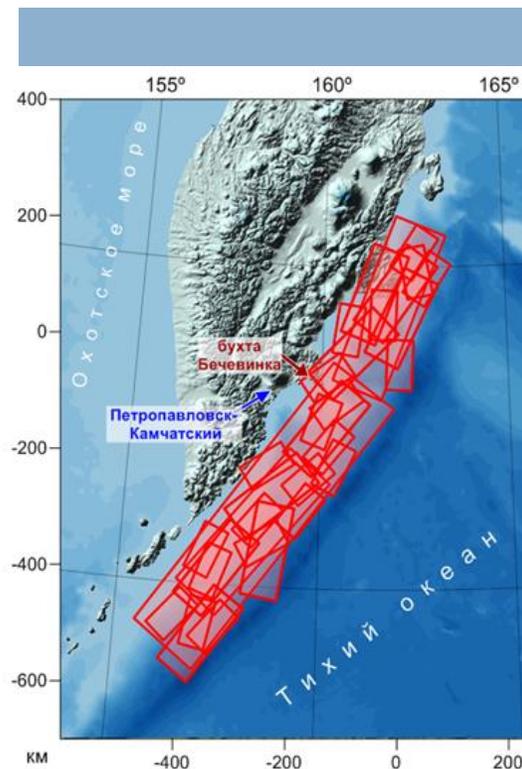


Рис. 1. Модель сейсмического процесса на шельфе Восточной Камчатки, способного породить крупные цунами в бухте Бечевинка

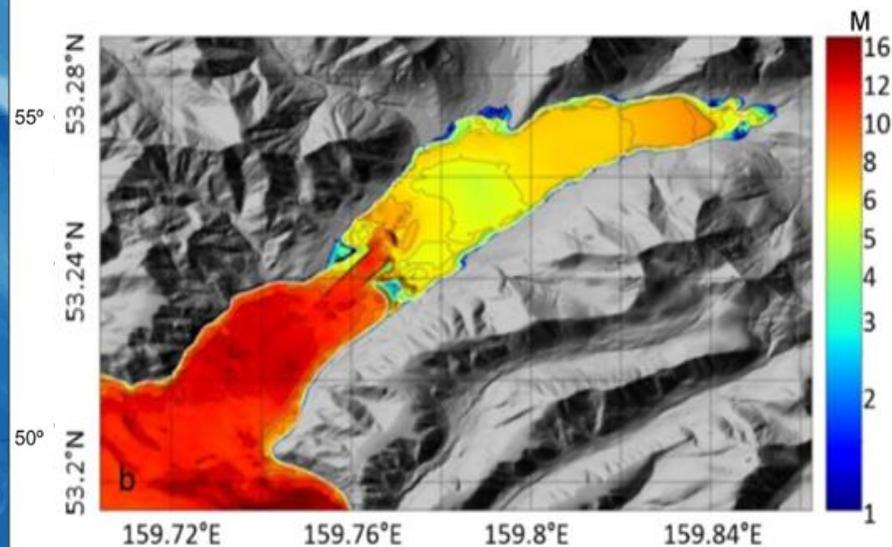


Рис. 2. Расчетные пороговые высоты (м) волн и заплесков цунами в бухте Бечевинка. 10% вероятность превышения приведенных на карте величин за 50 лет

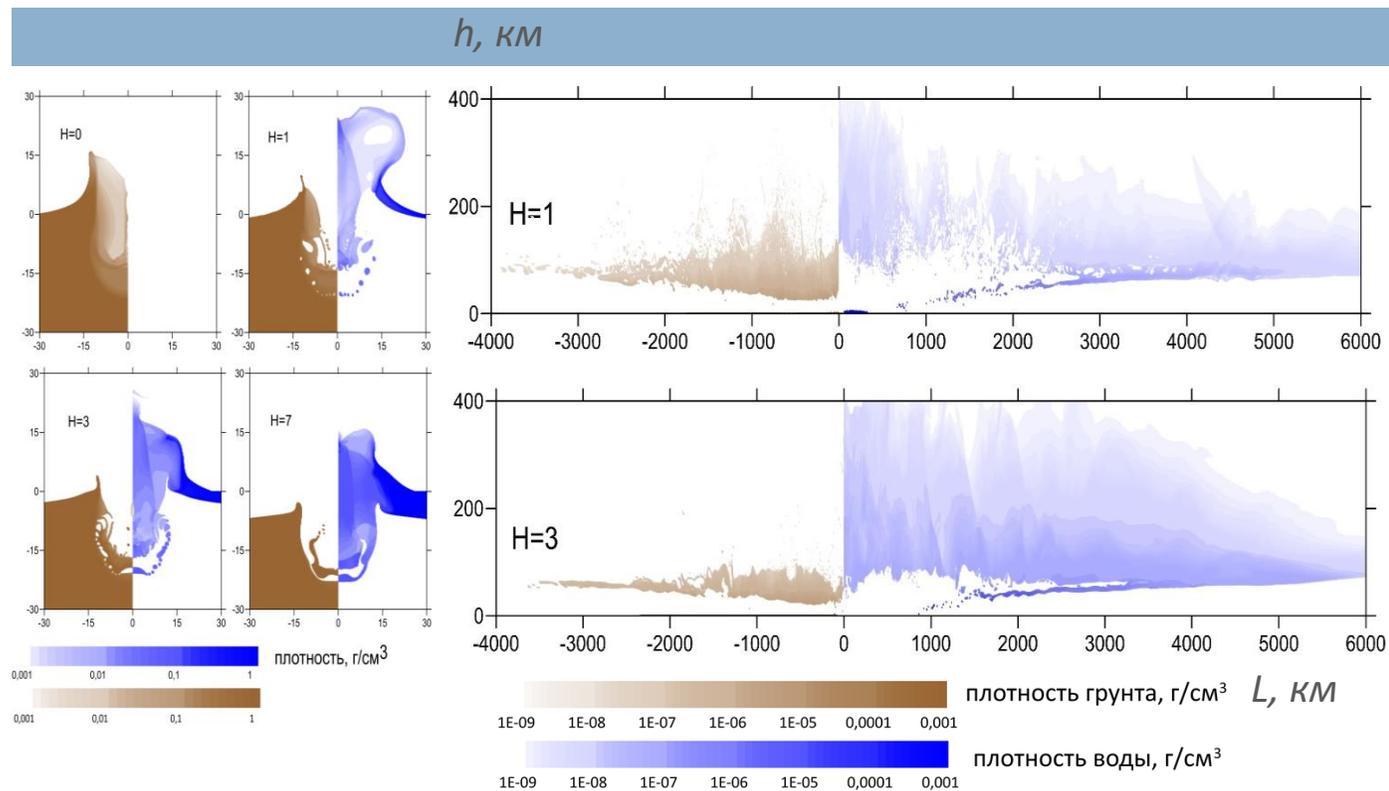
Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики, ФИЦ информационных и вычислительных технологий СО РАН, Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН

L.B.Chubarov, V.A.Kikhtenko, A.V.Lander, O.I.Gusev, S.A.Beisel, T.K.Pinegina. Natural Hazards. 2021.



ВЫБРОС ВЕЩЕСТВА В АТМОСФЕРУ ПРИ ПАДЕНИИ АСТЕРОИДОВ В ОКЕАН

Проведено численное моделирование последствий падения десятикилометровых астероидов на твердую поверхность Земли и в океан глубиной от 1 до 7 км. В расчетах получены максимальные массы выбрасываемых в атмосферу воды и грунта, а также массы воды и грунта, оставшиеся в атмосфере после удара. Показано, что при глубинах вплоть до 3 км максимальная масса выброшенного в атмосферу вещества грунта не более, чем в 2-3 раза отличается от массы выбросов при падении астероида на твердую поверхность. Масса вещества грунта, остающаяся в атмосфере после осаднения в поле тяжести при глубинах до 5 км больше, чем при падении на твердую поверхность.



Распределения плотности воды и вещества грунта и ударника через 5 секунд (слева) и через 30 минут (справа) после вертикального падения десятикилометрового астероида со скоростью 20 км/с в океан глубиной $H=1$ и $H=3$ км.

Институт динамики геосфер имени ак. М.А. Садовского РАН

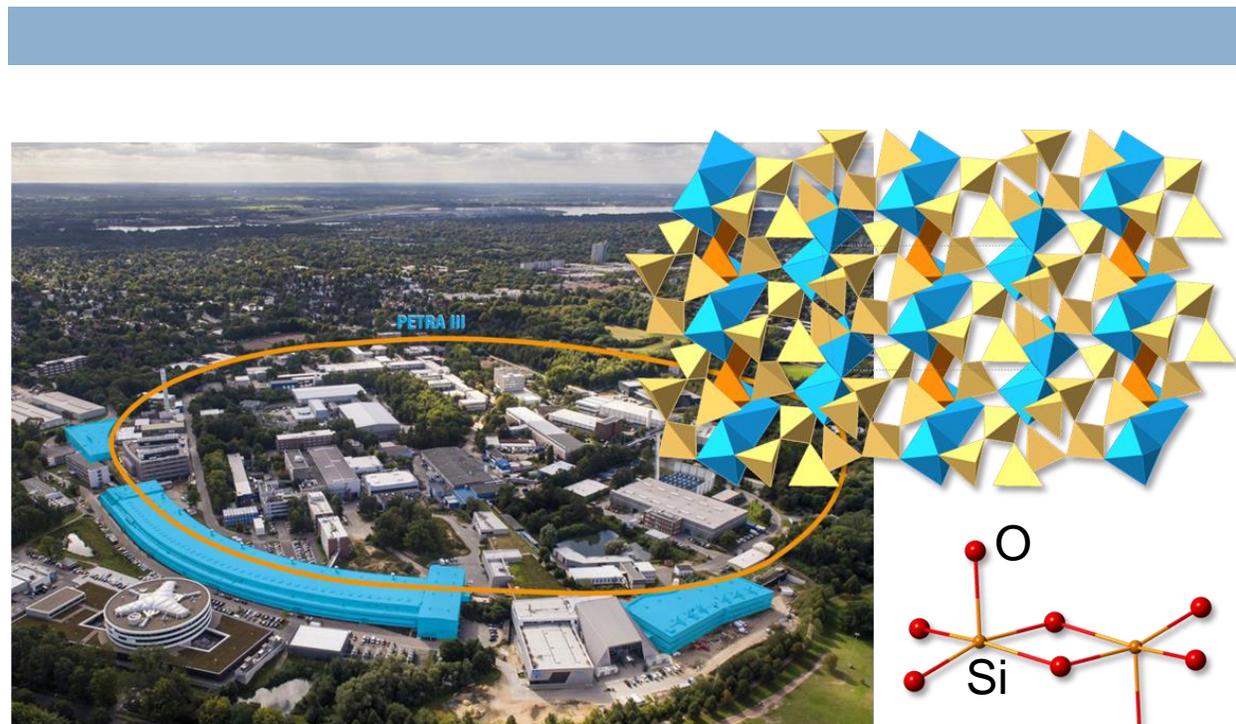
Shuvalov V.V. Solar System Research, 2021, 55, 2, p. 97-105.



СИЛИКАТЫ ПОД ДАВЛЕНИЕМ: МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ВЕЩЕСТВА В ГЛУБИНАХ ЗЕМЛИ

С использованием синхротронного излучения проведены экспериментальные исследования по сжатию полевых шпатов и минералов с полевошпатовыми структурами в интервалах давлений от атмосферного до 85 ГПа.

Открыто **двадцать** новых высокобарических полиморфов минералов группы полевых шпатов (альбита, анортита, микроклина, парацельзиана, ридмержнерита, славсонита и т.д.), включая структуры с пента- и гексакоординированным кремнием. Изучены механизмы и разработана модель высокобарических трансформаций полевошпатовых структур.



Санкт-Петербургский государственный университет, Кольский научный центр РАН, Баварский геоинститут,
Немецкий электронный синхротронный центр (DESY)

Gorelova L.A., Pakhomova A.S., Krivovichev S.V., Dubrovinsky L.S., Kasatkin A.V. et al. J. Phys. Chem. C. 2021. Vol. 125. P. 13014–13023.

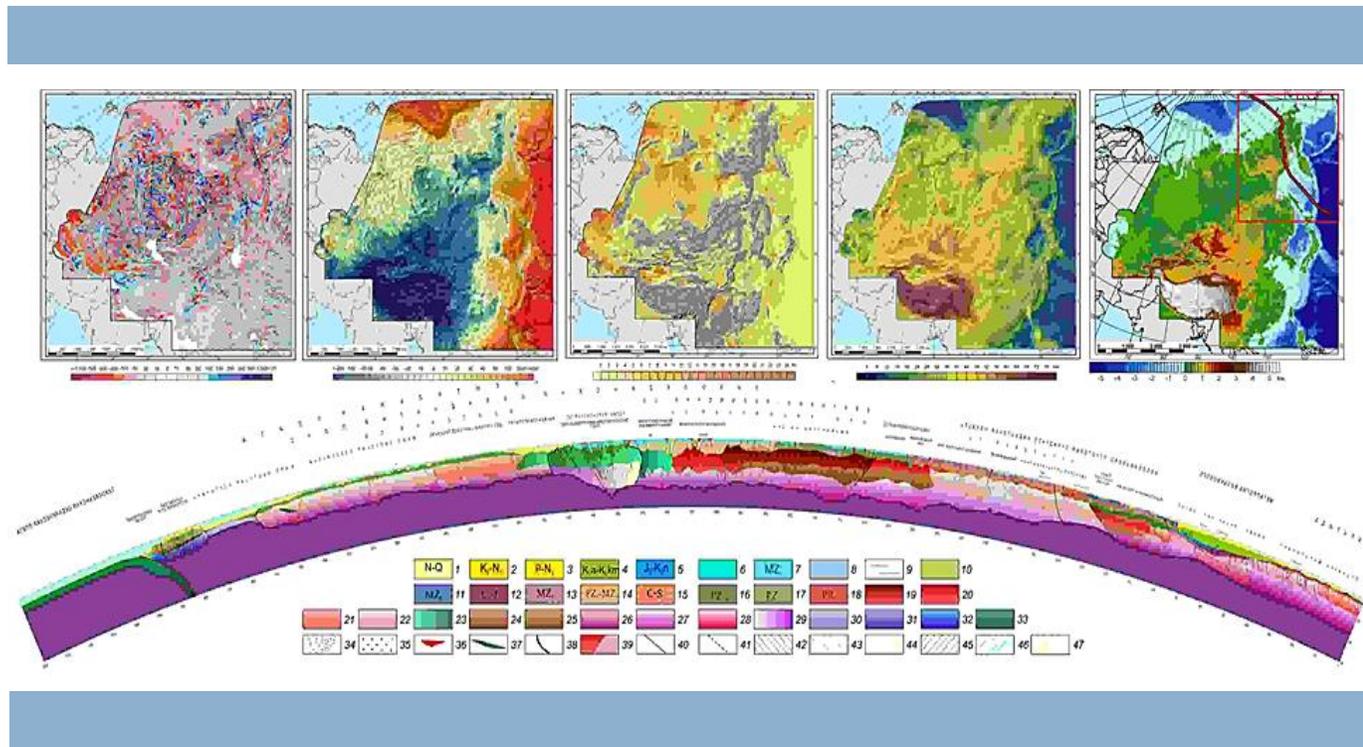
Krivovichev S.V. Записки РМО. 2021. Т. 150(5). С. 1-78.



СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЕВРАЗИИ И ЕЕ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ОКРАИН

Завершено создание модели глубинного строения земной коры северо-восточной Евразии и ее континентальных окраин. В основу построения модели положены принципы районирования земной коры на основе разработанных методов многоволновых сейсмических исследований и данных потенциальных геофизических полей.

Модель представлена комплектом карт, отражающих мощностные параметры земной коры, и геотрансектом протяженностью 5400 км, пересекающим основные тектонические области Северо-Восточной Евразии.



Всероссийский научно-исследовательский геологический институт имени А.П. Карпинского

Petrov O.V. and Dong S. (eds.), 2021. Springer Geology;

Petrov O.V. and Smelror M. (eds.), 2021. Springer Geology.

Kashubin S.N., Petrov O.V., Shokalsky S.P., Milshtein E.D., Androsov E.A., Vinokurov I.Yu., Tarasova O.A., 2021. Geodynamics & Tectonophysics 12 (2), 199–224



АТЛАС «БАЙКАЛЬСКИЙ РЕГИОН: ОБЩЕСТВО И ПРИРОДА»

Разработан и выпущен в свет атлас «Байкальский регион: общество и природа», представляющий собой комплексную многоцелевую и многоуровневую картографическую модель территорий трех субъектов Российской Федерации: Иркутской области, Республики Бурятия и Забайкальского края.

Карты отображают и интегрируют в совокупности современные научные знания об основных факторах и условиях социально-экономического развития, их влияния на формирование природно-экологической обстановки в Байкальском регионе, а также представляет их в формах, пригодных для решения проблем экономически и экологически сбалансированного развития региона.



Институт географии имени В.Б. Сочавы СО РАН

Отв. редакторы: А.Р. Батуев, Л.М. Корытный

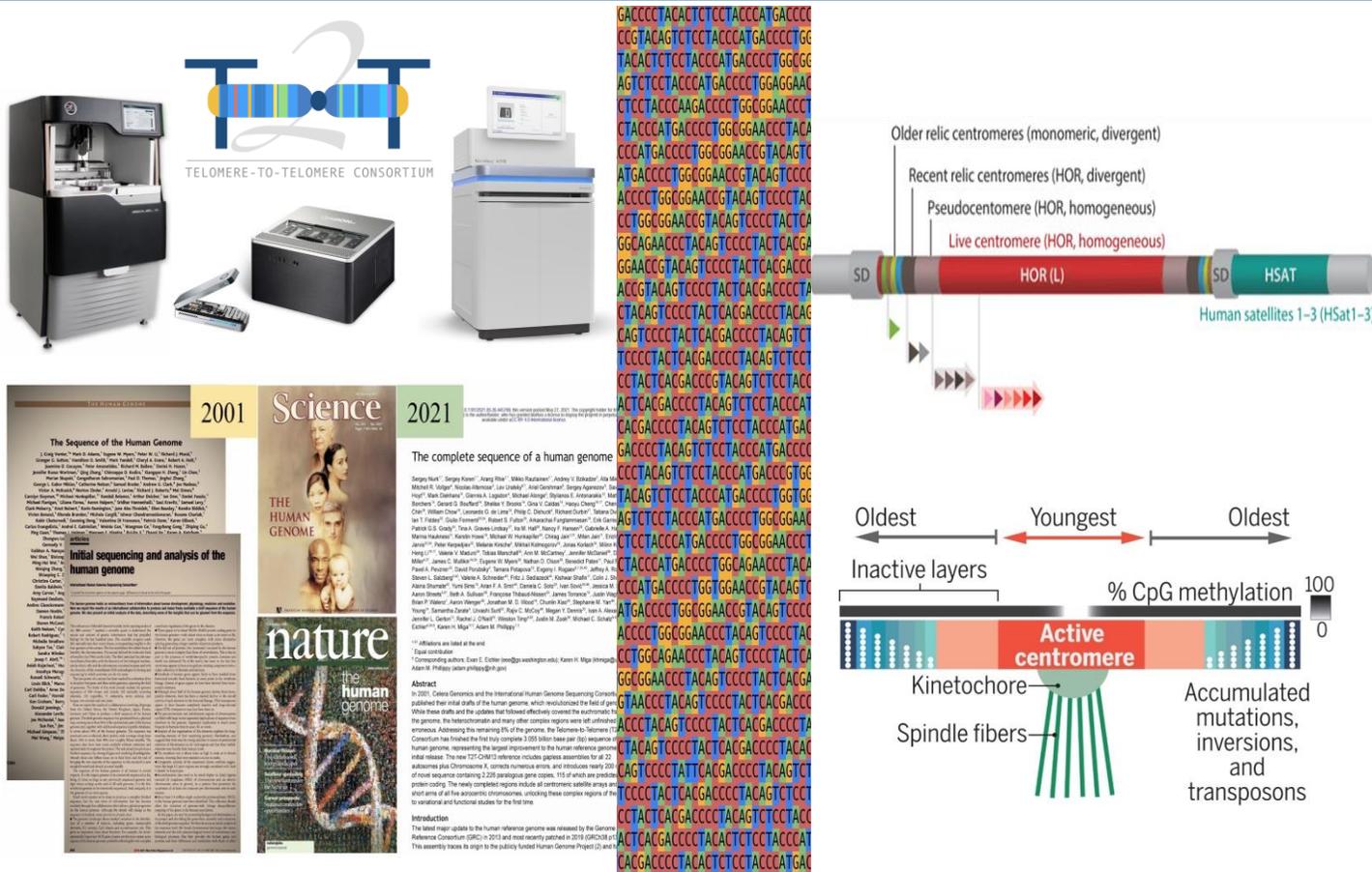


НАУКИ О ЖИЗНИ



РАСШИФРОВАНА ПОЛНАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ГЕНОМА ЧЕЛОВЕКА

Международному научному консорциуму с участием российских ученых удалось впервые описать полную последовательность 22 аутосом человека, а также X-хромосомы. Большая часть непрочитанного до настоящего времени генома (около 8%) относилась к центромерным областям хромосом, насыщенным повторами ДНК. Российские учёные в составе консорциума сделали валидацию сборки центромерных областей хромосом, ранее целиком не декодированных участков в геноме человека, а также подготовили детальные аннотации центромерных и перичентромерных регионов и провели всесторонний анализ структуры и эволюции повторов в геноме.



Эволюция центромер посредством «расширения слоев»

Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, АНО ВО «Университет «Сириус», МГУ им. Ломоносова
Nurk S,... Alexandrov I., Uralsky L., Gusev F., Rogaev E. ...*et al.* The complete sequence of a human genome. *Science*. 2022; 376(6588):44-53.
Altemose N,... Alexandrov I., Uralsky L., Gusev F., Rogaev E... *et al.* Complete genomic and epigenetic maps of human centromeres. *Science*. 2022;376(6588)



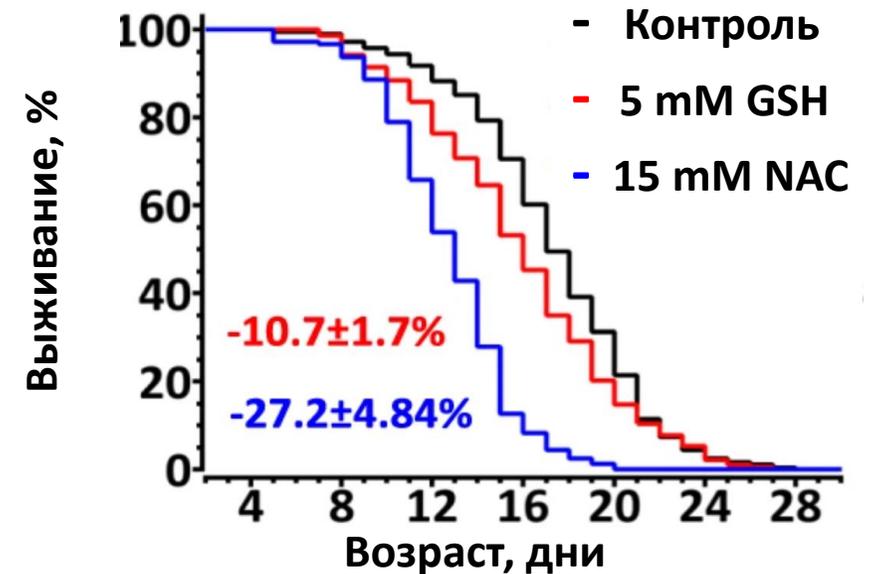
АНТИОКСИДАНТЫ УСКОРЯЮТ СТАРЕНИЕ НЕМАТОД *CAENORHABDITIS ELEGANS*

Изучено действие антиоксидантов - биологически активных веществ, блокирующих реакции свободно-радикального окисления, на известный тип модельных организмов – червей нематод *Caenorhabditis elegans*. Вопреки ожиданиям, обработка нематод этими антиоксидантами не приводила к увеличению жизнеспособности червей, а напротив, вызывала сокращение продолжительности их жизни. Транскриптомный анализ нематод, подверженных действию антиоксидантов, выявил около 1400 генов, экспрессия которых подавляется глутатионом и N-ацетилцистеином. Большинство этих генов находятся под контролем двух основных глобальных регуляторов жизнедеятельности нематод Daf-16 и SKN-1. В то же время, установлено, что уровень эндогенно синтезируемых антиоксидантов в организме червей достаточен для нейтрализации действия свободных радикалов.

Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН

Gusarov I, Shamovsky I, Pani B, Gautier L, Eremina S, Katkova-Zhukotskaya O., Mironov A, Makarov A, and Nudler E. (2021) . Jul 15; 12(1):4336.

Антиоксиданты снижают продолжительность жизни нематод

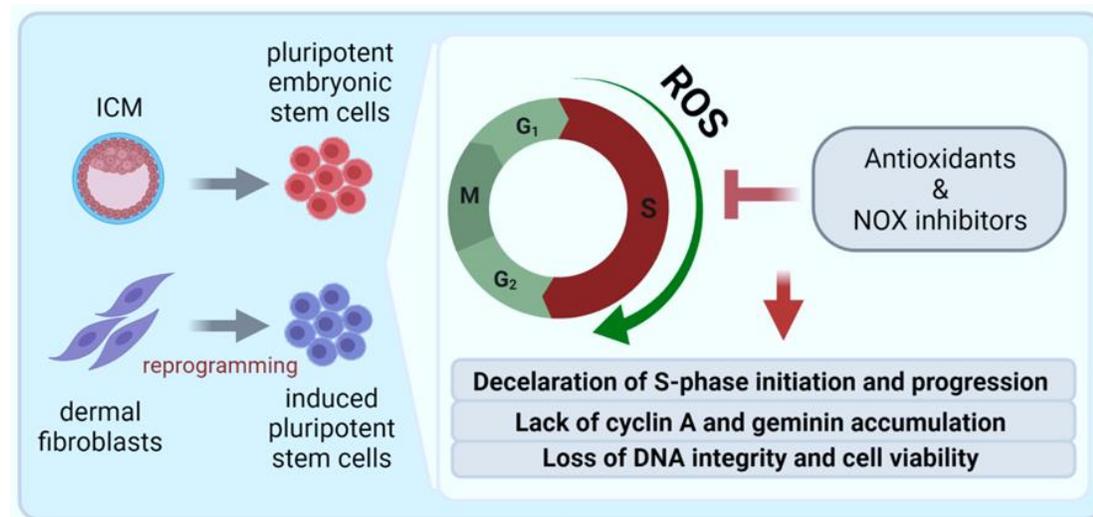


Кривые выживания нематод *C. elegans* при их выращивании на газоне бактерий *E.coli* OP-50 на стандартной среде NGM без добавок или в присутствии антиоксидантов GSH и NAC. Цифры показывают снижение средней продолжительности жизни в %



РОЛЬ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА В РЕГУЛЯЦИИ ПРОЛИФЕРАЦИИ ПЛЮРИПОТЕНТНЫХ СТЕЛОВЫХ КЛЕТОК ЧЕЛОВЕКА

Проанализирована роль активных форм кислорода в регуляции пролиферации плюрипотентных стволовых клеток человека и их дифференцированных клеток-потомков. При проведении сравнительного анализа с использованием индуцированных плюрипотентных стволовых клеток, эмбриональных стволовых клеток и их фибробласто-подобных потомков, показано, что уровень активных форм кислорода осциллирует в соответствии с пролиферативным циклом клеток, причем повышение этого уровня наблюдается в синтетической фазе цикла. Снижение физиологического уровня активных форм кислорода при использовании антиоксидантов приводит к замедлению инициации и прогрессии синтетической фазы. Кроме того, обнаружено, что обработка клеток высокими дозами антиоксидантов приводит к накоплению двунитевых разрывов ДНК, активирующему программу апоптоза в плюрипотентных стволовых клетках.





СЕРОТОНИН-ОПОСРЕДОВАННЫЕ МЕХАНИЗМЫ, ЛЕЖАЩИЕ В ОСНОВЕ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛА О ФАКТОРАХ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ ОТ МАТЕРИ ПОТОМКАМ

Впервые установлены клеточный и молекулярный механизмы, лежащие в основе эпигенетической передачи сигнала о факторах внешней среды от матери потомкам.

На ранних стадиях развития зародыша в результате активности мембранных транспортеров серотонин матери оказывается внутри клеток дробящихся бластомеров, где он служит субстратом для фермента, осуществляющего посттрансляционную модификацию (серотонилирование) белков. На последующих нейрональных стадиях развития серотонин выделяется сенсорными нейронами зародыша в ответ на химические сигналы, выделяемые взрослыми животными при неблагоприятных условиях. В результате темпы развития ускоряются или замедляются в ответ на внешние сигналы в зависимости от конкретной стадии развития.

Комбинация описанных серотонин-зависимых механизмов в процессе развития лежит в основе соответствующего адаптивного выбора жизненной стратегии потомства, что обеспечивает репродуктивный успех популяции и широкое распространение вида.

Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН

Voronezhskaya E.E. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2021. Vol. 9. Art. no 739787.

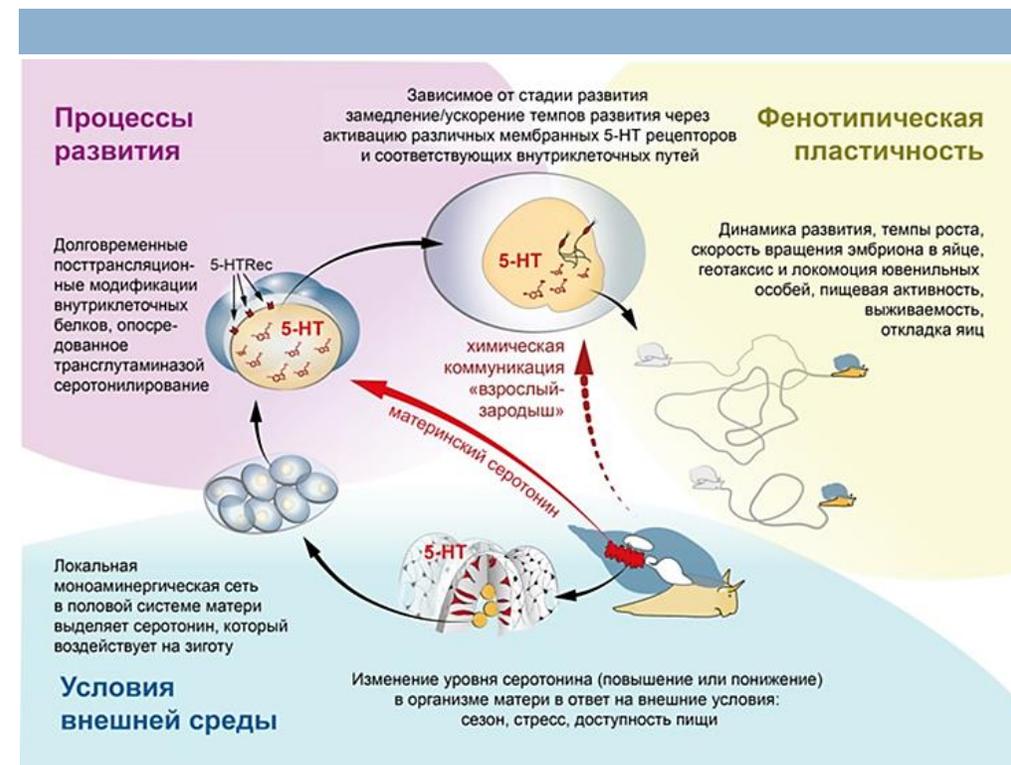
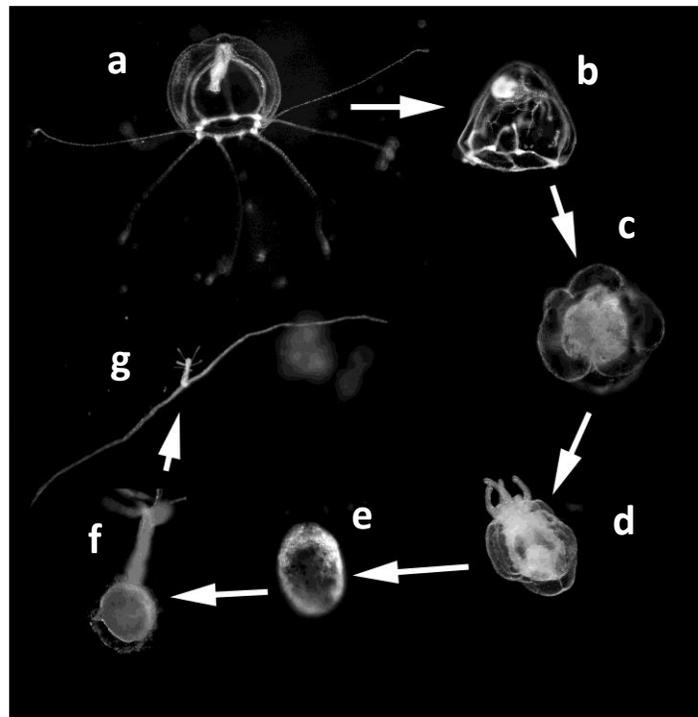


Схема адапционных подстроек в стратегиях потомства, основанных на серотонин-опосредованных регуляторных механизмах. Сплошная красная стрелка – прямое действие материнского серотонина на развивающиеся ооциты и зиготы (серотонилирование внутриклеточных белков). Пунктирная красная стрелка - химические сигналы, передаваемые от взрослых особей, которые активируют высвобождение серотонина из сенсорных нейронов эмбриона (активация специфических мембранных рецепторов).

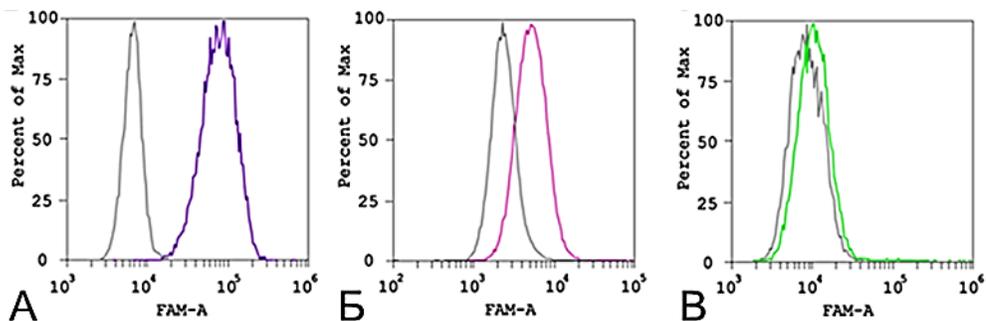
Осуществлена культивация вида животных - медуз *Turritopsis dohrnii* в лабораторных условиях и создана модель *in vivo* для исследования феномена обратного развития и «омоложения» организмов. Для выявления возможных механизмов молекулярно-генетического репрограммирования проведены обширные геномные и эпигеномные исследования. С помощью глубокого секвенирования получены короткие и длинные прочтения генома *Turritopsis dohrnii*, определена и собрана полная последовательность генома *de novo* и установлены и аннотированы последовательности всех генов.



- a) здоровая медуза;
- b) медуза (при физиологическом стрессе);
- c) стадия «четырёхлистного клевера» (four-leaf clover);
- d) стадия «пузырей»;
- e) циста;
- f) циста с растущим полипом;
- g) новый полип

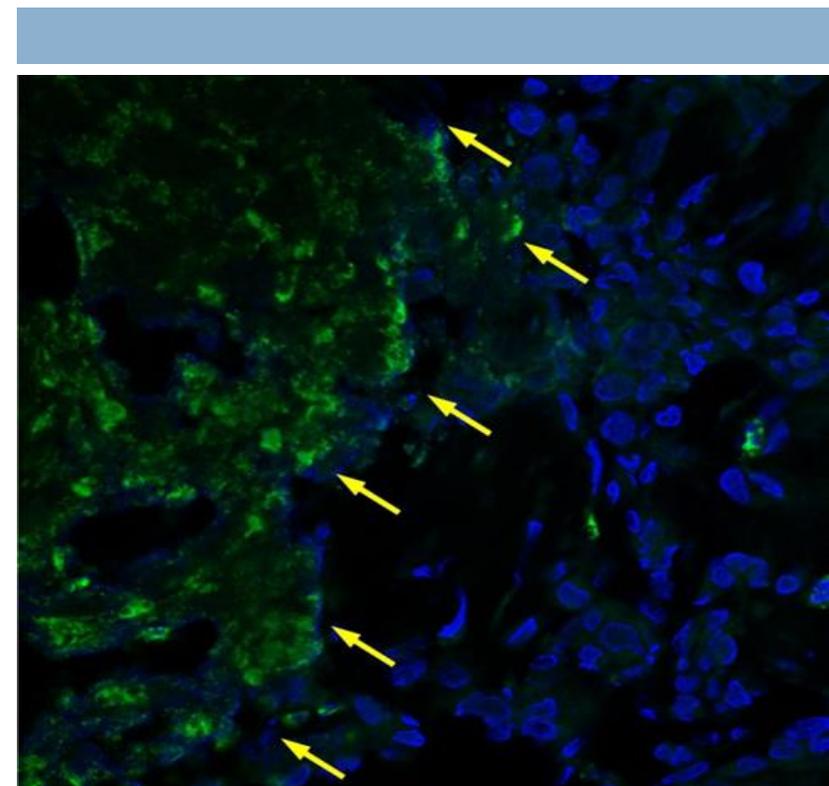
АПТАМЕРЫ - АЛЬТЕРНАТИВА МОНОКЛОНАЛЬНЫМ АНТИТЕЛАМ В ДИАГНОСТИКЕ ПАТОЛОГИЙ ЧЕЛОВЕКА

Впервые продемонстрирована возможность применения аптамеров - искусственно созданных молекул нуклеиновых кислот, специфичных к белку-мишени, как альтернативы моноклональным антителам для цитохимии и гистохимии. Показано, что аптамер, специфичный к рецептору эпидермального фактора роста (EGFR), избирательно окрашивает клетки глиобластомы человека и четко локализует EGFR-положительные клетки в гетерогенной опухоли. Возможно направленное создание аптамеров к различным белкам-мишеням. Предложенный метод можно использовать для оценки представленности белков-маркеров в клетках и срезах тканей как в научных исследованиях, так и в диагностике различных патологий человека, в том числе онкологии.



Серым цветом показана собственная флуоресценция клеток

Проточная цитофлуориметрия. Связывание аптамера с различными типами клеток с разной представленностью EGFR: А - клетки A431(высокая представленность EGFR), Б - клетки U87(средняя представленность EGFR), В - клетки MCF7(EGFR практически отсутствует).



Окраска среза глиомы аптамером (зеленый) позволяет быстро и с высокой специфичностью визуализировать опухолевые клетки глиомы человека и очерчивать границы опухоли. Синее окрашивание – нормальная ткань. Желтыми стрелками показана граница опухоли

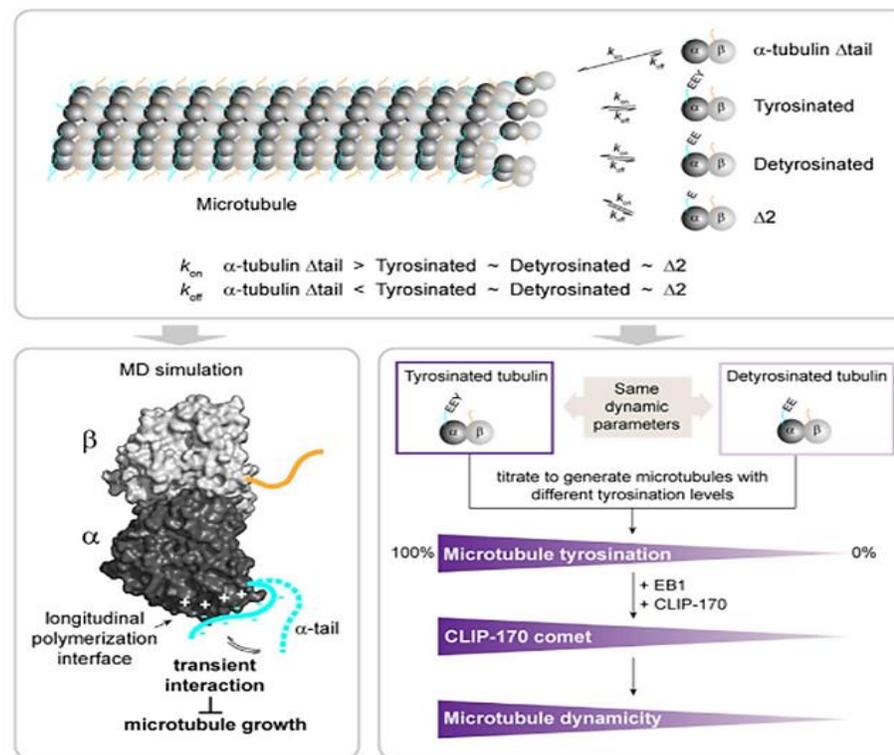
**Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН,
МГУ им. М.В. Ломоносова, НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко**

Kopylov AM, Fab LV, Antipova O, Savchenko EA, Revishchin AV, Parshina VV, Pavlova SV, Kireev II, et al. Biochemistry (Mosc). 2021 Aug;86(8):1012-1024.

МОДИФИКАЦИЯ ЦИТОСКЕЛЕТА КЛЕТКИ – ДЕТИРОЗИНИРОВАНИЕ ТУБУЛИНА – УПРАВЛЯЕТСЯ С ПОМОЩЬЮ БЕЛКА CLIP 170

Установлено, что нарушения в нормальной регуляции динамики цитоскелета может оказаться важным звеном опухолевой трансформации клетки. Для регулирования свойств клетка имеет систему белков, умеющих химически модифицировать тубулиновые микротрубочки, посредством отщепления остатка аминокислоты тирозина (детирозинирование), управляя движением хромосом при делении клетки.

Авторами было обнаружено, что детирозинирование регулирует скорость роста и разборки микротрубочек через управление связыванием белка CLIP-170. Таким образом, взаимодействие белка CLIP 170 может оказаться мишенью для создания новых противоопухолевых лекарств.



Модификации α -тубулина на хвосте микротрубочек регулируют стабильность микротрубочек за счет избирательного рекрутирования эффекторов, а не изменения внутренней динамики полимера



МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ



НОВЫЙ ОРИГИНАЛЬНЫЙ ЛЕКАРСТВЕННЫЙ ПРЕПАРАТ «МИР-19» ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ COVID-19

Разработан новый оригинальный лекарственный препарат «МИР-19» для лечения COVID-19. Препарат основан на механизме РНК-интерференции и избирательно подавляет активность генов вируса SARS-CoV-2 при репликации в клетках, при этом не затрагивая геном человека. Безопасность и противовирусная активность препарата доказана в экспериментах *in vitro* и на экспериментальных животных. Проведены доклинические и клинические испытания препарата. В декабре 2021 года Минздравом России выдано регистрационное удостоверение препарата № ЛП-007720.



ГНЦ Институт иммунологии ФМБА России с участием НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи и 48 ЦНИИ Минобороны России

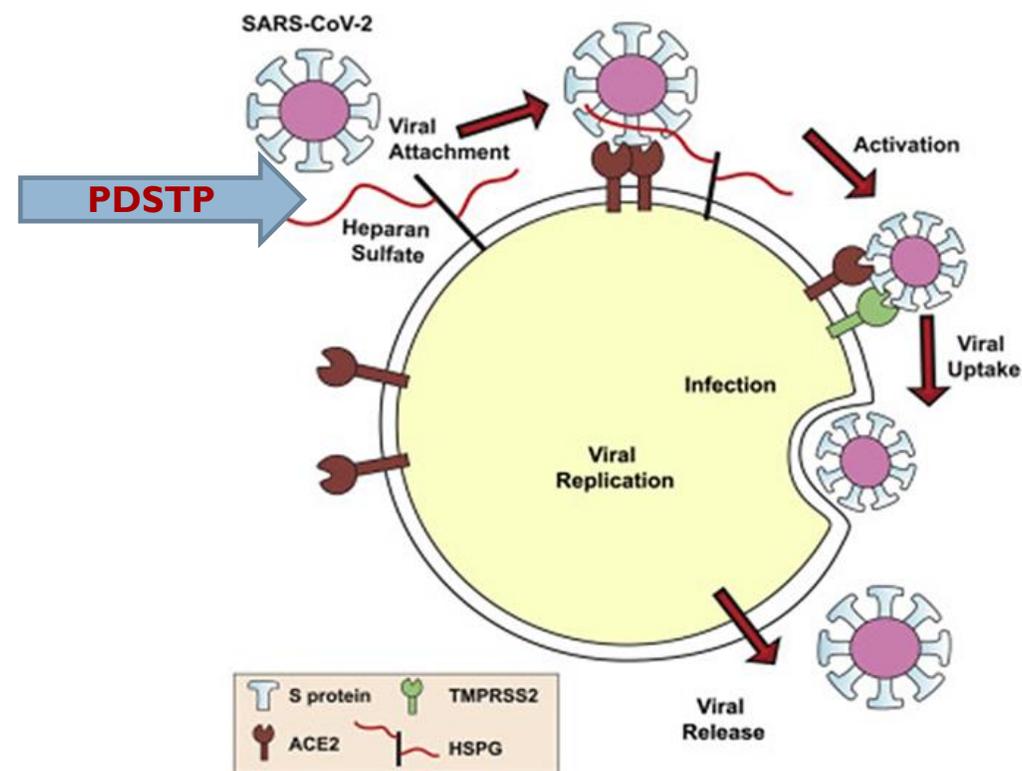
Чл.-кор. РАН Хаитов М.Р., Шиловский И.П., Кофиади И.А. и др. Патенты РФ 2 733 361 от 14.07.2020, 2 746 362 от 12.04.2021



ИННОВАЦИОННЫЙ, НЕ ИМЕЮЩИЙ МИРОВЫХ АНАЛОГОВ ПРЕПАРАТ PDSTP ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ

Разработана новая платформа противовирусных лекарственных препаратов с уникальным механизмом действия, основанном на связывании активной молекулы PDSTP с гепарансульфатным комплексом на поверхности клеток, в том числе клеток легких – объектов атаки SARS-CoV-2. Связывание приводит к блокировке взаимодействия вируса с гепарансульфатом и делает невозможной дальнейшую инфекцию.

Доказана противовирусная активность препарата в отношении SARS-CoV-2, низкая вероятность развития резистентности вирусов к PDSTP, широкий спектр противовирусной активности в отношении серии известных высокопатогенных вирусов (включая вирус герпеса HSV-1,2, гепатита В, вирус папилломы человека и др.), высокий уровень безопасности PDSTP.



Механизм действия препарата PDSTP

СТРАТЕГИЯ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ У ПАЦИЕНТОВ, ПЕРЕНЕСШИХ COVID-19

Разработана оптимальная стратегия интраоперационной протекции и выбора адаптивных технологий для предотвращения осложнений у кардиохирургических больных, перенесших COVID-19.

Стратегия базируется на использовании модуля для диагностики степени поражения легких и автоматизированной системы управления с подбором оптимальных параметров ИВЛ и их интерактивной коррекции при периоперационном ведении больных, перенесших COVID-19.



РНЦ хирургии им. ак. Б.В. Петровского, НИИ ядерной физики им. Д.В. Скобельцына и факультет фундаментальной медицины МГУ им. М.В. Ломоносова, ООО «Гаммамед-Софт»

Ак. В.А. Сандриков и др.



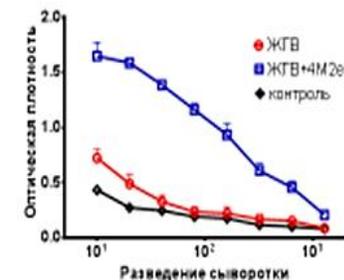
РАЗРАБОТКА РЕКОМБИНАНТНОЙ ЖИВОЙ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ГРИППОЗНОЙ ВАКЦИНЫ

Разработана рекомбинантная живая вакцина, кросс-протективные свойства которой в отношении различных вариантов вируса гриппа обеспечиваются за счет формирования методами генной инженерии дополнительных эпитопов на молекуле гемагглютинаина. Важнейшим преимуществом использования живой гриппозной вакцины в качестве вирусного вектора для доставки дополнительных M2e эпитопов в клетки-мишени является образование локальных В-клеток памяти, расположенных в медиастинальных лимфоузлах, которые усиленно секретируют специфические антитела непосредственно в очаге инфекции в кратчайшие сроки после заражения патогенными вирусами гриппа.

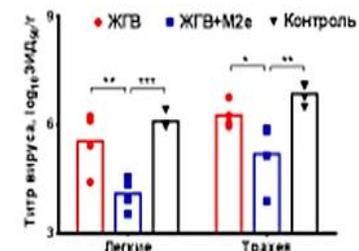
Вакцинный штамм ЖГВ с дополнительными эпитопами M2e в молекуле гемагглютинаина



ЖГВ+4M2e индуцирует кросс-реактивные антитела к консервативному белку M2e



ЖГВ+4M2e лучше защищает животных от заражения гетерологичным вирусом гриппа



Кандидат ЖГВ+4M2e успешно прошел все доклинические исследования и отобран для проведения 1-й фазы клинических испытаний на добровольцах

Институт экспериментальной медицины

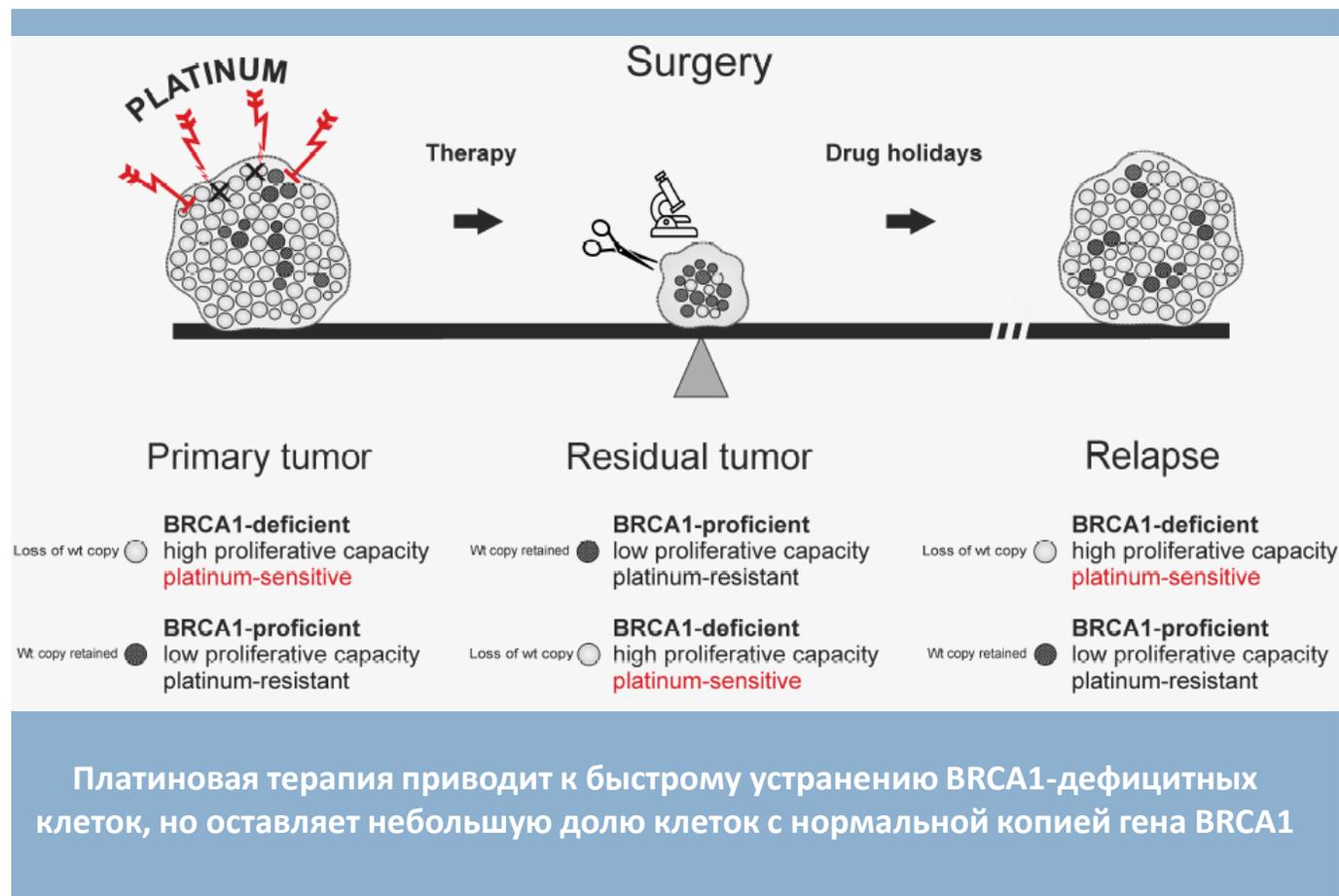
Mezhenskaya et al., Viruses, 2021; Mezhenskaya et al., Biomedicines 2021

НОВЫЙ ПОДХОД ПРИ ЛЕЧЕНИИ КАРЦИНОМЫ

Обнаружено, что карциномы яичника состоят из двух видов клеток – чувствительных и устойчивых к стандартной химиотерапии с использованием цисплатина. В процессе лечения происходит селекция предсуществующих клеток, заведомо толерантных к препарату.

Установлено, что резистентные к цисплатину клетки могут обладать чувствительностью к митомицину.

Выполнены клинические испытания схемы «цисплатин + митомицин», и впервые зарегистрированы случаи полной элиминации опухолевых клеток, т.е. излечения от запущенной стадии рака яичника.



Платиновая терапия приводит к быстрому устранению BRCA1-дефицитных клеток, но оставляет небольшую долю клеток с нормальной копией гена BRCA1

МЕТОД ХОЛТЕР-ДОЗИМЕТРИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАДИОНУКЛИДНОЙ ТЕРАПИИ НА БАЗЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО МЕДИЦИНСКОГО ДОЗИМЕТРА

На базе медицинского индивидуального дозиметра, имеющего минимальную погрешность измерений за счет высокопрецизионной калибровки ионизационной камеры, разработан уникальный метод холтер-дозиметрии непрерывного контроля характеристик фармакокинетики радиофармацевтических лекарственных препаратов на этапах подготовки и самой терапии.

Применение метода холтер-дозиметрии позволит объяснять радиобиологические особенности различных форм тиреотоксикоза и снизить число рецидивов тиреотоксикоза у пациентов до 5-7%.

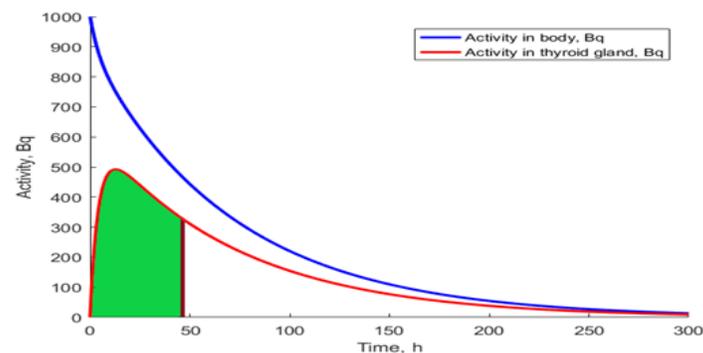
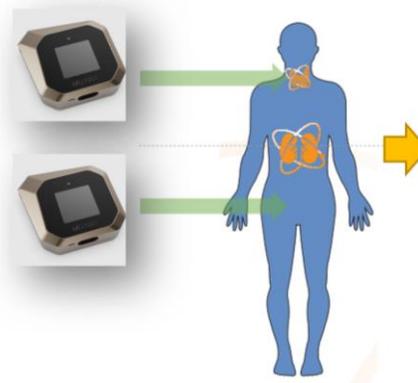
НМИЦ эндокринологии Минздрава России

ак. РАН Дедов И.И., чл.-кор. РАН Мокрышева Н.Г., Трухин А.А., Шеремета М.С., ак. РАН Мельниченко Г.А. 2 патента, статья, промышленный образец

Опытный образец «Медицинского индивидуального дозиметра»



Способ определения индивидуальной активности

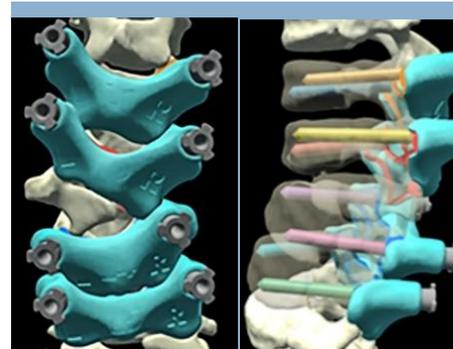


Прогнозируемые дозиметрические параметры:
Порог мощности поглощенной дозы облучения щитовидной железы в 2 Гр/ч достигается при активности 1286 МБк. Порог дозы за 48 часов в 60 Гр достигается при активности 929 МБк. Снижение активности 131-йода на 48 час в щитовидной железе составляет 19%.
При введении терапевтической активности 920 МБк (критерий D48) прогнозируются значения:
MDRL 1.43 Гр/ч **MDRR** 1.72 Гр/ч **D48L** 59 Гр **D48R** 71 Гр **AL/VL** 23 МБк/мл **AR/VR** 28 МБк/мл
Расчетное время достижения мощностей дозы в 20 мкЗв/ч и 3 мкЗв/ч на расстоянии 1 м – 10 и 33 дней соответственно.

Результаты дозиметрического планирования предоставляются лечащему врачу для формирования индивидуального плана лечения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ХИРУРГИИ ПОЗВОНОЧНИКА У ДЕТЕЙ

Разработан метод использования аддитивных технологий в хирургии врожденных деформаций позвоночника у детей. Метод позволяет осуществить точное позиционирование элементов спинальной системы в 97,9% и достичь радикальной коррекции врожденной деформации позвоночника в 100%, что обеспечивает полноценное развитие осевого скелета ребенка в процессе его дальнейшего роста и развития.



Применение шаблонов-направителей при коррекции врожденного сколиоза



3D-прототипированная модель врожденного сколиоза с моделированием хирургического вмешательства

Врожденный кифосколиоз на фоне заднебокового полупозвонка LIII(S) у пациента 3-х лет



До операции **После операции**

Точное позиционирование элементов спинальной системы - 97,9%
Коррекция деформации позвоночника – 100%

НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера Минздрава России

чл.-кор. РАН Виссарионов С.В, ак. РАН Баиндурашвили А.Г. и др.



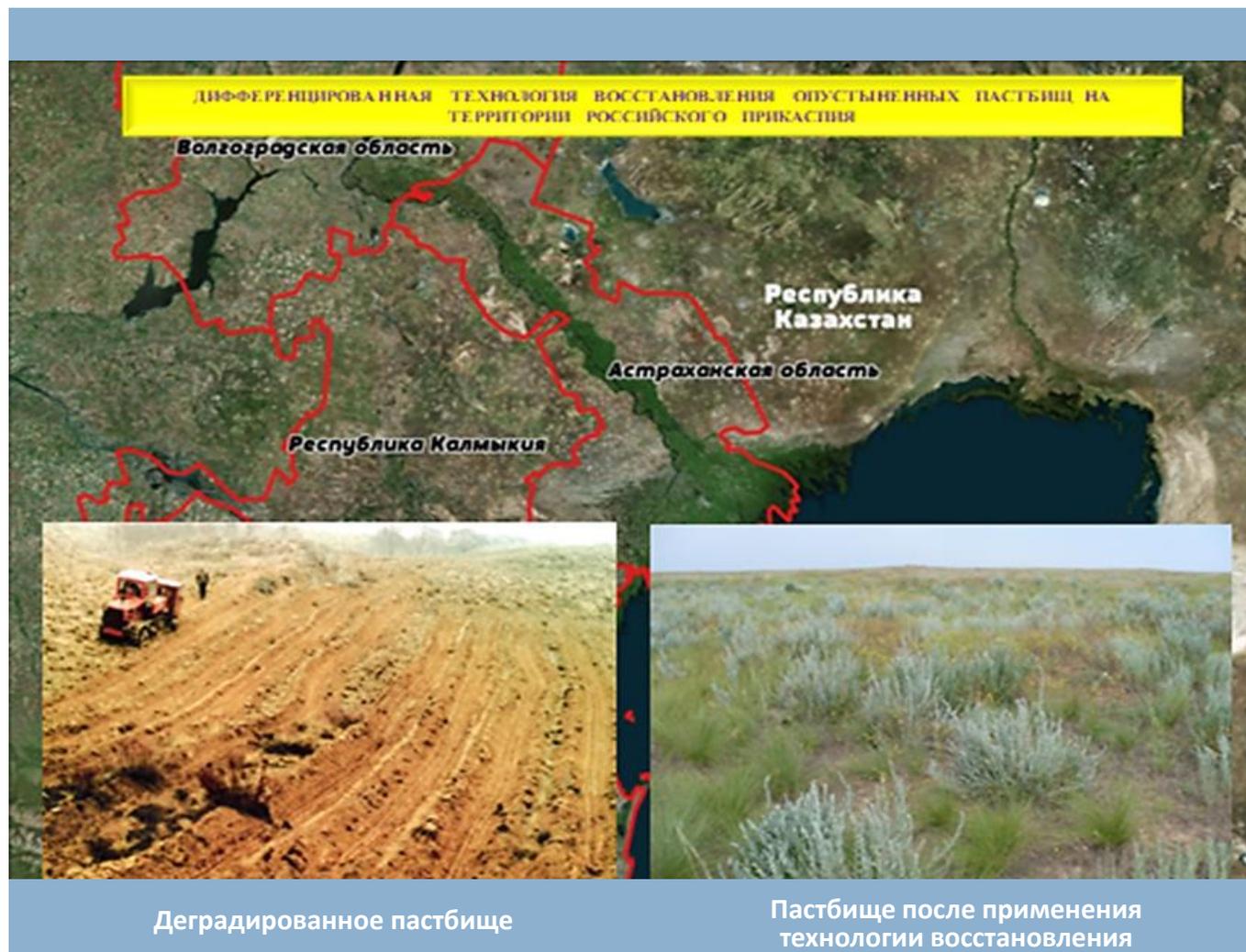
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ



ДИФФЕРЕНЦИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ФИТОМЕЛИОРАЦИИ ОПУСТЫНЕННЫХ ПАСТБИЩ

Разработана технология комплексной фитомелиорации опустыненных пастбищ, предназначенная для восстановления и улучшения деградированного растительного покрова на бугристых песках, формирования лесопастбищ в очагах дефляции, а также для создания многоцелевых лесонасаждений на заросших песках и равнинах. Технология включает эффективные приемы формирования устойчивого растительного покрова и обеспечивает ускорение в 2-10 раз (в зависимости от исходного состояния пастбища) естественного зарастания опустыненных площадей.

Технология апробирована на площади свыше 250 тыс. га в Волгоградской и Астраханской областях, Ставропольском крае.



ФНЦ агроэкологии РАН

ак. РАН Кулик К.Н., ак. РАН Петров В.И. и др.



НОВЫЕ СОРТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С ВЫСОКОЙ УРОЖАЙНОСТЬЮ И КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ

Сорт пшеницы мягкой озимой Цаца –

предназначен для получения высоких урожаев зерна с хорошими качественными показателями для Северо-Кавказского региона РФ. Сорт Цаца короткостебельный, среднеспелый, устойчив к полеганию и осыпанию зерна при перестое на корню, легко обмолачивается. Отличается высокой и стабильной по годам урожайностью – до 13 т/га. Масса 1000 зерен – 46 г, натура – 850 г/л. Формирует высокое содержание белка (16%) и клейковины (30%), характеризуется хорошими хлебопекарными качествами. Сорт высокоустойчив к бурой и желтой ржавчине, пыльной головне, мучнистой росе, септориозу и, что особенно важно, к фузариозу колоса.

Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко (Краснодар), ак. РАН Беспалова Л.А. и др.

Сорт риса Каурис –

короткостебельный, позднеспелый, предназначен для получения высоких урожаев зерна с хорошими качественными показателями для товаропроизводителей Северо-Кавказского региона Российской Федерации. Урожайность до 12 т/га. Масса 1000 зерен 28-31 г. Сорт отличается устойчивостью к полеганию, осыпанию, поражению пирикулярриозом, улучшенным качеством зерна (стекловидность 95%, выход крупы 73%, содержание целого ядра в крупе 90-98%). По технологическим качествам зерна и кулинарным достоинствам крупы сорт соответствует требованиям европейского рынка. Патент № 11676.

ФНЦ риса (Краснодарский край)

д.с.-х.н. Ковалев В.С., д.б.н. Скаженник М.А. и др.

Сорт многорядного ярового ячменя Тевкеч –

раннеспелый (65-82 дня), зернофуражного направления использования с потенциалом урожайности зерна до 11 т/га. Содержание белка – до 17%, крахмала – 47,5-53,2%, натура зерна 650–730 г/л. Масса 1000 зерен 32-45 г. Сорт обладает высокой кустистостью, засухоустойчивый, слабовосприимчив к карликовой ржавчине, устойчив к пыльной головне и среднеустойчив к листовым болезням. Рекомендован для сельхозтоваропроизводителей Средневолжского, Волго-Вятского и Уральского экономических районов.

Татарский НИИСХ

к.с.-х.н. Блохин В.И., к.с.-х.н. Ганиева И.С. и др.

Гибрид сахарной свеклы Первомайский -

одноростковый диплоидный, на стерильной основе, урожайность – 55,5 т/га, сахаристость – 18,3%, сбор сахара – 10,0 и более т/га. Гибрид имеет коническую форму корнеплода, глубина погружения корнеплода в почву 70-75%. Листовая розетка полупрямостоячая, светло-зеленого цвета. Устойчив к церкоспорозу и к цветущности, слабо поражается корнеедом и корневыми гнилями. Пригоден для средних и поздних сроков уборки. Потребители – семеноводческие и свеклосеющие хозяйства Краснодарского, Ставропольского краев и Ростовской области.

Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свёклы (Краснодарский край)

к.с.-х.н. Логвинов А.В., д.с.-х.н. Шевченко А.Г. и др.



НОВЫЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫЕ ПОРОДЫ И ТИПЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Методом поглотительного и воспроизводительного скрещивания выведен тип красно-пестрой породы крупного рогатого скота «Ермоловский» молочного направления продуктивности на базе отечественной красно-пестрой породы Воронежской области и использования быков-производителей, рожденных в России, Германии, Швейцарии, Нидерландах, Канаде. Выведенные животные характеризуются высокими продуктивными и конституциональными признаками, превосходящими ранее апробированные типы красно-пестрой породы.



Тип красно-пестрой породы крупного рогатого скота Ермоловский

Удой коров за 305 дней – 7708 кг, массовая доля жира – 3,79%, массовая доля белка – 3,20%. Выход телят 84 – 90%. Привес живой массы от 0 до 18 мес.: быков – 1031 г/сутки, телок – 869,6 г/сутки.

ФИЦ ВИЖ им. Л.К.Эрнста

д.б.н. Попов Н.А., д.с.-х.н. Некрасов А.А. и др.

Создан промышленный гибрид (кросс) мясных кур «Смена 9». Эти гибриды отличаются рекордной продуктивностью, повышенной скоростью роста 63.5 г в сутки, их мясо превосходит импортные племенные линии по вкусовым качествам и биологической безопасности. Производство бройлеров будет в два раза дешевле зарубежных аналогов. Выход на рынок нового кросса позволит снизить зависимость российских птицефабрик от зарубежной продукции до 85% в ближайшие пять лет.



Кросс мясных кур Смена 9

Генетический потенциал бройлеров составляет: скорость роста - 63,5г, живая масса в 5-нед. возрасте – 2262 г при затратах корма 1,66 кг на килограмм прироста живой массы, сохранность – 98,8%, убойный выход – 73,1%, выход грудных мышц – 22,1%. Однородность бройлеров по живой массе составила у петушков 90%, у курочек – 88%. Высокий генетический потенциал и преимущества кросса «Смена 9» дают основание к широкому использованию его на птицеводческих предприятиях в различных регионах России. Патент № 11887.

СГЦ «Смена» - филиал ФГБНУ ФНЦ «ВНИТИП» РАН

ак. Фисинин В.И., д.с.-х.н. Егорова А.В. и др.



КОМПЛЕКС МОБИЛЬНЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

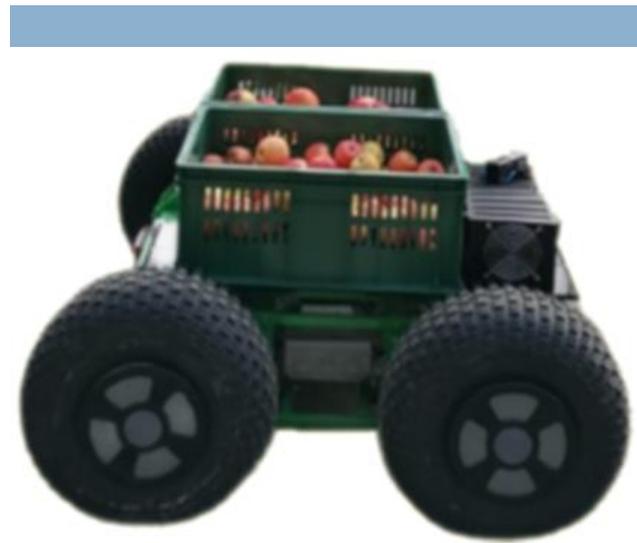
Создан комплекс роботизированных средств, предназначенный для проведения технологических операций в овощеводстве открытого грунта с использованием машинного зрения и возможностью работы в круглосуточном режиме за счет использования энергии аккумуляторных батарей, заряжаемых как от электросети, так и от солнечных элементов. С использованием интеллектуальной системы управления комплекс способен в автоматизированном режиме проводить культивацию почвы, внесение средств защиты растений, удобрений, удаление сорной растительности, транспортировку с/х продукции.

ФНАЦ ВИМ

ак. Измайлов А.Ю., чл.-к. Дорохов А.С. и др.



Средство для химзащиты растений,
дифференцированного внесения удобрений
и удаления сорной растительности



Универсальная платформа



ОБЩЕСТВЕННЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

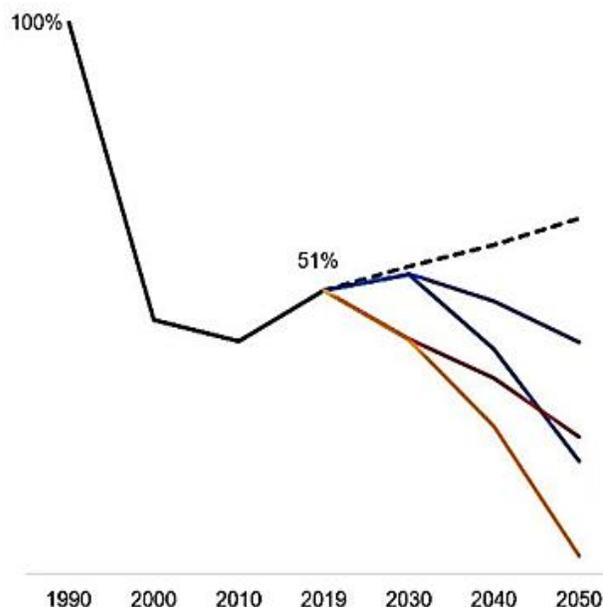


ДОЛГОСРОЧНЫЕ СЦЕНАРИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ С НИЗКИМ УРОВНЕМ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

Разработаны экономико-математические модели прогнозирования, описывающие влияние мер климатической политики на экономическую динамику развития Российской Федерации и отдельных видов экономической деятельности. Новизна полученных результатов состоит в выявлении рисков и негативных эффектов реализации несбалансированной климатической политики на темпы экономического роста страны и в разработке сценария социально-экономического развития, позволяющего за счет структурных экономических сдвигов повысить темпы экономического роста при одновременном снижении выбросов парниковых газов до целевых уровней.

Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН

Выбросы парниковых газов в России (с ЗИЗЛХ),
% от уровня 1990 года



ЗИЗЛХ - землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство

Темп прироста ВВП

Сценарий	Темп прироста ВВП
64% Инерция	1.9%
42% Умеренная технологическая декарбонизация	3.1%
25% Интенсивная технологическая декарбонизация	2.6%
20% Умеренная технологическая декарбонизация + Леса	3.0%
3% Интенсивная технологическая декарбонизация + Леса	2.5%

Результаты опубликованы в серии научных работ, в том числе статей в журналах, входящих в систему цитирования Web of Science Core Collection и Scopus (в т.ч. в статье: Порфирьев Б.Н., Широв А.А., Колпаков А.Ю. Комплексный подход к стратегии низкоуглеродного социально-экономического развития России // Георесурсы. 2021. Т. 23. № 3. С. 3–7.) (Порфирьев Б.Н., Широв А.А., Колпаков А.Ю., Единак Е.А. и другие).



КОММЕНТАРИЙ К КОНСТИТУЦИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (ПОСТАТЕЙНЫЙ)

Разработан и опубликован комментарий к Конституции Российской Федерации (постатейный): с учетом изменений, одобренных в ходе общероссийского голосования 1 июля 2020 года с обращением к читателям В.В. Путина.

Комментарий разработан в целях конституционно-правового просвещения максимально широкого круга граждан. Научно выверенная основа комментария позволяет не только ознакомить читателей с сутью конституционной модернизации, конкретно-историческим смыслом поправок к Основному Закону России, но и показывает их обусловленность национальными приоритетами, тенденциями глобального конституционного развития.

Комментарий к Конституции Российской Федерации (постатейный): с учетом изменений, одобренных в ходе общероссийского голосования 1 июля 2020 года / Т.Я. Хабриева, Л.В. Андриченко, С.Б. Нанба, А.Е. Помазанский; под ред. Т.Я. Хабриевой; обращение к читателям В.В. Путина. — Москва: Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации: ИНФРА-М, 2021. — 368 с.



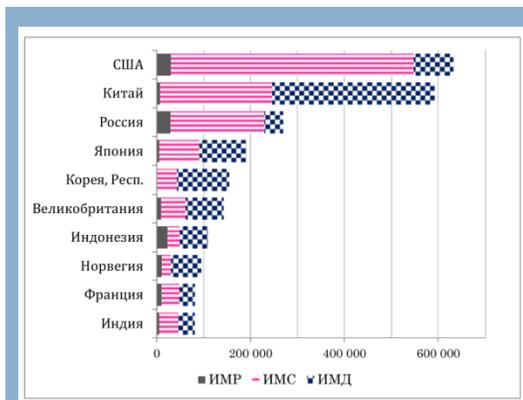


МОРСКИЕ ДЕРЖАВЫ 2021: ИНДЕКС МОРСКОЙ МОЩИ

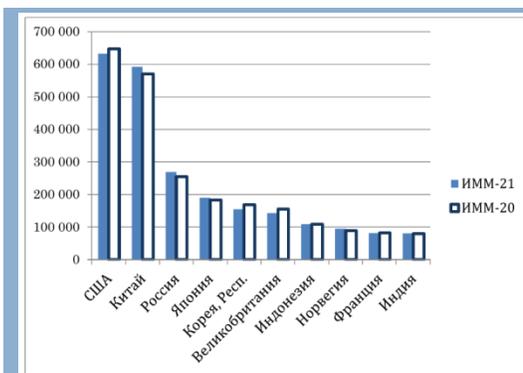
Разработана система индексов для сравнительной оценки совокупного морского потенциала стран во главе с «индексом морской мощи» (ИММ), который предложен авторами в качестве интегрального показателя положения различных государств в данной сфере. Индексы рассчитаны для 100 стран мира на основе статистики, характеризующей различные стороны деятельности этих стран в Мировом океане. Система морских индексов также позволяет анализировать положения стран по различным компонентам, составляющим морской потенциал – морским ресурсам, инструментам морской мощи, масштабам их невоенной морской деятельности, – и делать прогнозы о возможных изменениях в расстановке сил в Мировом океане.

ИМЭМО РАН

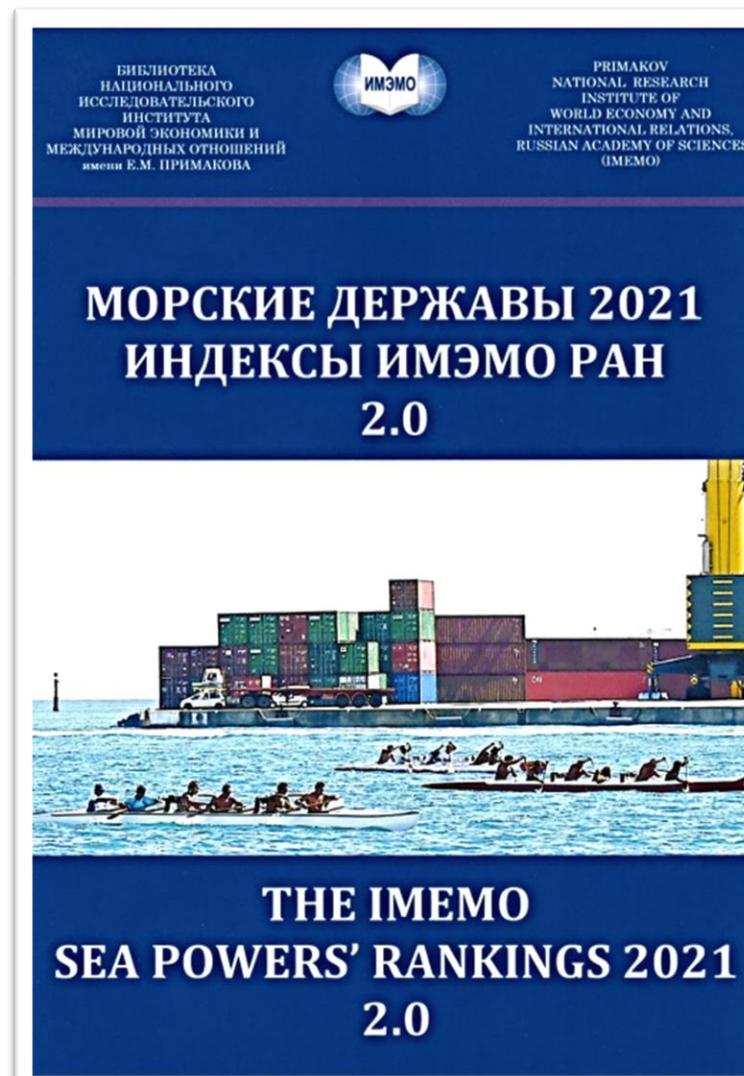
Поливач А.П., Гудев П.А. Морские державы 2021: индексы ИМЭМО РАН (2.0). – Москва : ИМЭМО РАН, 2021.



ИМР – индекс морских ресурсов
ИМС – индекс морских сил и средств
ИМД – индекс морской деятельности



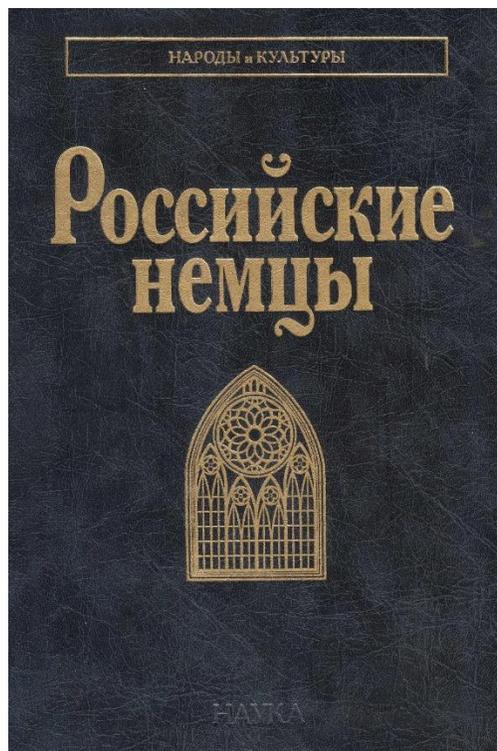
Индексы морской мощи ведущих держав в 2020 и 2021 г.г.



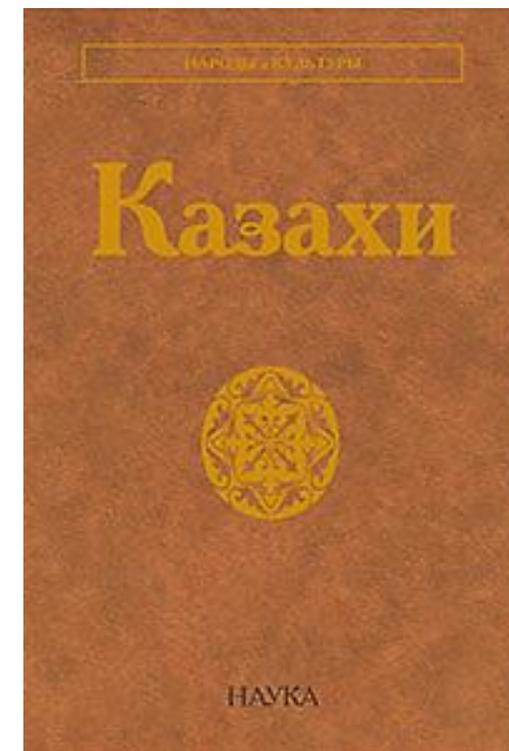


НОВЫЕ ТОМА СЕРИИ «НАРОДЫ И КУЛЬТУРЫ»

Коллективная монография «Российские немцы» (отв. ред. ак. РАН В.А. Тишков, Т.Б. Смирнова) подготовлена совместно с Омским государственным университетом им. Ф.М. Достоевского. Культура российских немцев (в настоящее время в РФ проживает около 400 тыс. немцев) – это сложная, синкретичная культура, в которой непротиворечиво сочетаются, сливаются культуры Германии и России, в ней находят место как традиционные обычаи, так и культура современной Германии. Особенности этой культуры во многом обусловлены непрерывным движением, постоянными переселениями (добровольными и принудительными) и несколькими волнами эмиграции.



Коллективная монография «Казахи» (отв. ред. С.Е. Ажигали, О.Б. Наумова, И.В. Октябрьская) подготовлена совместно с Институтом археологии и этнографии СО РАН и Евразийским национальным университетом им. Л.Н. Гумилева. Издание посвящено одному из крупнейших народов Евразии, основному населению республики Казахстан, и носит комплексный междисциплинарный характер. Освещаются острые вопросы этнической истории казахов, этнодемографические, социальные, языковые, религиозные процессы последних десятилетий в современном Казахстане и другие темы, а также дана характеристика казахских диаспор в России и ряде иных стран.

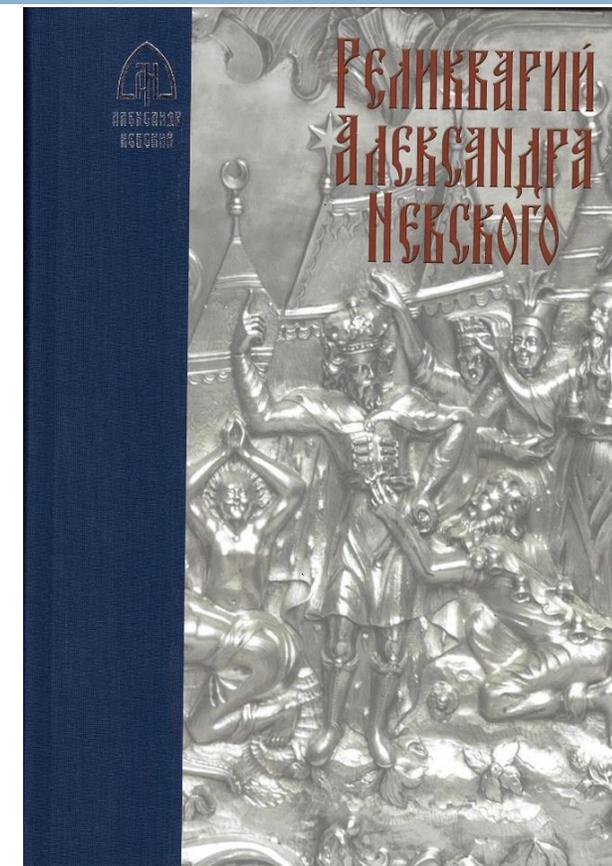




КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЛИКВАРИЯ АЛЕКСАНДРА НЕВСКОГО

Проведено комплексное исследование главной реликвии Александра Невского – гробницы, в которой находились его мощи. В книге «Реликварий Александра Невского» историками разного профиля (археологами, архивистами, археографами, искусствоведами) опубликованы данные, на основе которых впервые стало возможным проследить историю гробниц Александра Невского. Выяснилось, что за 750 лет, прошедших со времени кончины князя, существовало семь гробниц-реликвариев для его мощей, причем вполне возможно, что первоначальная гробница сохранилась до нашего времени. Обнаружена грамотка, положенная в гробницу князя после пожара в 1681 г., в котором пострадали и мощи. Наконец, выявлена икона 1724 г., с изображением церемонии перенесения мощей Александра Невского в Санкт-Петербург.

Результаты опубликованы в сборнике статей Реликварий Александра Невского: Исследования и материалы / сост. А. В. Сиренов. М. : Политическая энциклопедия, 2021. 303 с., ил. статей в журналах





КОЛЛЕКТИВНАЯ МОНОГРАФИЯ «ИСТОРИЯ СЕВАСТОПОЛЯ»

Коллективная монография «История Севастополя» в трёх томах представляет первое обобщающее научное исследование по истории Севастополя от первоначального заселения территории, входящей в настоящее время в административные границы города, до воссоединения Севастополя и Крыма с Россией в марте 2014 г.:

Т. 1. Юго-Западный Крым с древнейших времён до 1774 г.;

Т. 2. Севастополь в эпоху Российской империи. Конец XVIII века – 1917 г.;

Т. 3. Севастополь в советский и постсоветский периоды. 1917-2014 гг.

Особое внимание уделено истории основания, становления и развития города, значению двух его героических оборон для истории Отечества и мировой истории в целом.

Книга отмечена Гран-при ежегодного Национального конкурса «Книга года – 2021», организованного Российский книжным союзом.



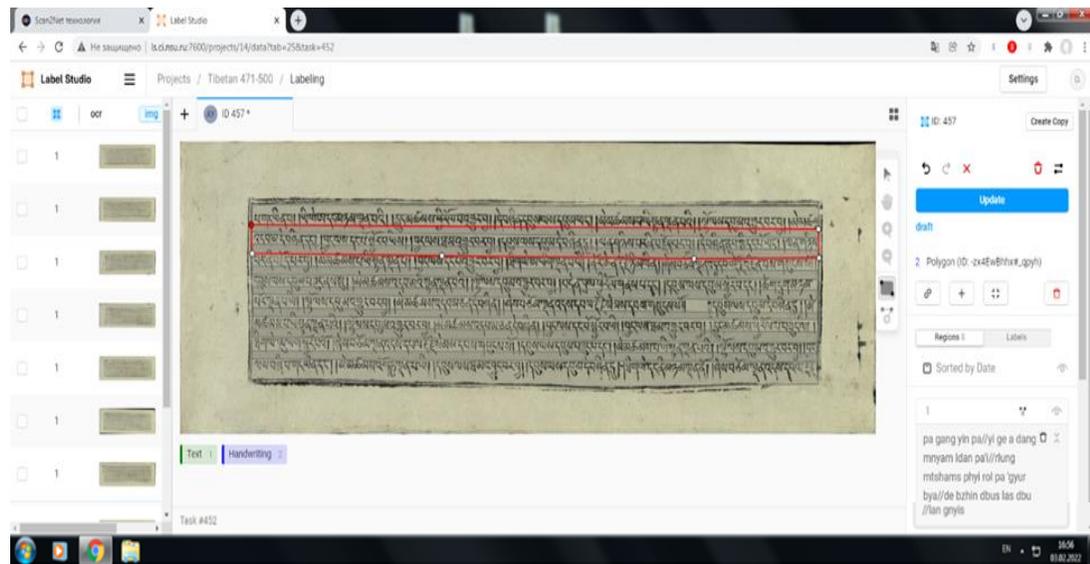
Отв. ред. Е.Б. Алтабаева, Ю.А. Петров



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РАСШИФРОВКИ ДРЕВНИХ ТИБЕТСКИХ РУКОПИСЕЙ

Технология искусственного интеллекта «глубокое обучение» впервые применена для создания прототипа системы оптического распознавания символов тибетской письменности. Полученный в результате машинного обучения алгоритм достиг 94% точности распознавания символов.

Разработанные методы используются в настоящее время для создания полнофункциональной системы оптического распознавания символов тибетской письменности с поточным декодированием сканированного текста. Собрание древних восточных рукописей в фондах ИМБТ СО РАН является одним из крупнейших в мире и включает около 100 тысяч нерасшифрованных письменных памятников только на тибетском языке. Данный подход будет применен авторами и для цифровизации книжных памятников фондов старомонгольской письменности.



Подготовка датасета тибетского ксилографа с помощью веб-приложения, развернутого на сервере ВКИ НГУ

- 1) Транслитерация фрагмента текста на тибетском языке, осуществленная вручную тибетологом:
 ཨ།གནས།སྐྱ་བའི་མིནྟེ་ལྷ་བ་མེད།ལྷན་ལྷ་ལ་མཚོག་ཏུ་དགའ།གཞི་བཞི་དེད་ལྷན་བཟུ་ན་སྐྱ།འོད་བཟང་འབར་བ་དཔལ་གྱི་ལུ།སྐར་བགསལ་བར་ལྷེད་པའི་འོད།
 @@//gnas/sra ba'i sind+ge zhub pa med//kun du lta ba mchog tu dge//gzi brjid phreng kdan bita na sdug/pod bzang 'bar ba dpal gyi ba'u/snang ba gsal bar byed pa'i 'od//
- 2) Результаты дешифровки текста, выполненной системой искусственного интеллекта:
 ཨ།གནས།སྐྱ་བའི་མི་དགེ་ལྷ་བ་མེད།ལྷན་ལྷ་ལ་མཚོག་ཏུ་དགའ།གཞི་བཞི་དེད་ལྷན་བཟུ་ནི་སྐྱ།འོད་བཟང་འབར་བ་དཔལ་གྱི་ལུ།སྐར་བགསལ་བར་ལྷེད་པའི་འོད།
 @@//gnas/smra ba'i se dge zhub pa med//kun du lta ba mchog tu dge//gzi brjid phreng kdan bita ni sdug/od bzad 'bar ba dpal gyi be 'u//snang ba gsal bar byed pa'i 'od//

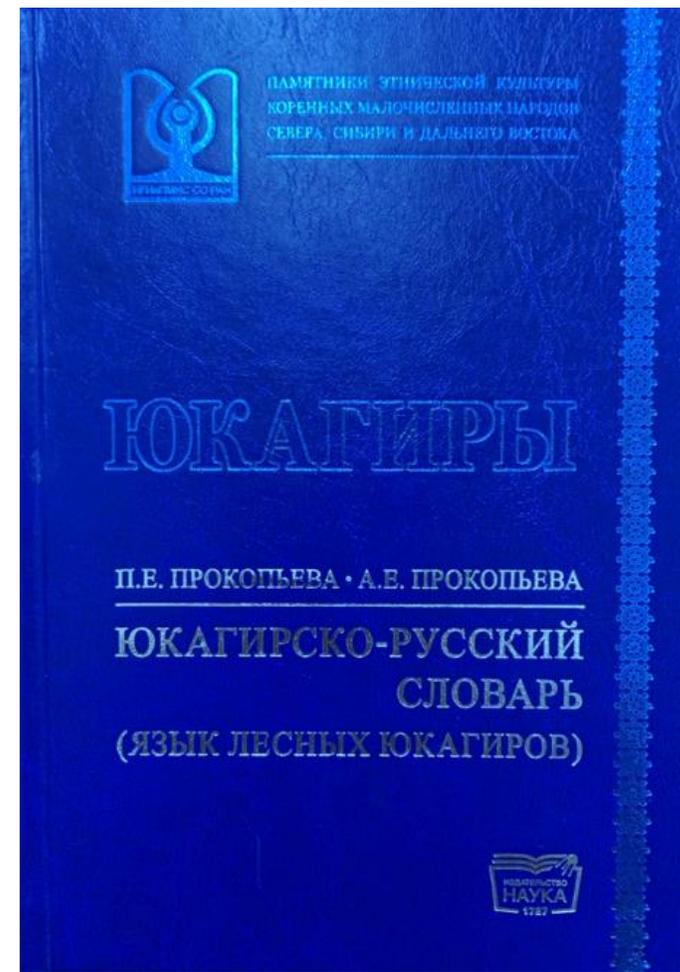
Пример машинного распознавания тибетского текста



«ЮКАГИРСКО-РУССКИЙ СЛОВАРЬ (ЯЗЫК ЛЕСНЫХ ЮКАГИРОВ)»

«Юкагирско-русский словарь (язык лесных юкагиров)» является первым опытом научной документации малоизученного языка лесных юкагиров. Значительное количество слов (всего словарь содержит свыше 5900 лексических единиц) иллюстрируется примерами, отражающими особенности их употребления в речи. В ходе работы широко использованы полевые материалы авторов, собранные в ходе экспедиционных работ в 1989-2019 гг. Представленные в словарных статьях фразовые образцы являются собой как выборки из фольклорных текстов различных жанров и рассказов этнографического характера, так и примеры, записанные от носителей языка.

Авторы-составители
П.Е. Прокопьева, А.Е. Прокопьева





**БЛАГОДАРЮ
ЗА ВНИМАНИЕ**