

новостей Российского научного фонда

# Дайджест

Нейробиолог  
Василий Ярных  
о диагностике  
мозга

читайте  
**36**  
стр.



**В номере**

**6**

Точные алгоритмы  
для доставки  
грузов роботами

**10**

Искусственные  
кости  
из полиэтилена

**18**

Новая вакцина  
от гриппа и пневмонии

**32**

Открытые  
конкурсы РНФ

## ОТКРЫТИЯ



**4**

С помощью нейросетей научились прогнозировать болезнь Альцгеймера с точностью в 90%



**6**

Разработаны алгоритмы для организации точной и быстрой доставки грузов с помощью роботов

**8**

Новые искусственные материалы упростят биохимические анализы

**10**

Полиэтилен превратили в материал для искусственных костей

**12**

Улучшены инструменты для анализа растворов, что позволяет использовать их в космосе



**14**

Изучив байкальских рачков, удалось найти метод для улучшения мониторинга экологии

**16**

У мух-долгожителей изучили активность генов



**18**

Создана вакцина, одинаково эффективная в защите от гриппа и пневмонии

**20**

Обнаружен метод диагностики хламидиоза животных с помощью наночастиц золота



**22**

Установлено, откуда взялся океан внутри Земли



**24**

Обнаружены уникальные находки в Великом Новгороде

**26**

Разработано программное обеспечение для выявления дефектов в роботах

## СОБЫТИЯ

**30**

Грантополучатели РФ обсудили вопросы популяризации науки на Всероссийском форуме в Санкт-Петербурге

**31**

Участникам всероссийского проекта «Летняя школа» рассказали о Президентской программе



**32**

Совместный конкурс РФ и DFG — немецкого научно-исследовательского сообщества



**33**

Конкурс по поддержке фундаментальных и поисковых исследований отдельных научных групп

**33**

Совместный конкурс РФ и Национального исследовательского агентства Франции (ANR) в области математики и наук о Земле

## ИНТЕРВЬЮ



**36**

Нейробиолог Василий Ярных о новом высокоточном методе диагностики повреждений мозга

**ОТКРЫТИЯ**

## С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОСЕТЕЙ НАУЧИЛИСЬ ПРОГНОЗИРОВАТЬ БОЛЕЗНЬ АЛЬЦГЕЙМЕРА С ТОЧНОСТЬЮ В 90 %



**ПРОЕКТ** Разработка теоретических основ, математических и программных средств автоматизации анализа морфологических и функциональных данных магнитно-резонансной томографии головного мозга пациентов с когнитивными нарушениями



Снимок МРТ головного мозга



Руководитель проекта

Яно Николай Николаевич  
доктор медицинских наук



Организация

Центр информационных технологий  
в проектировании РАН



Город

Москва



Срок выполнения

2017–2019



Болезнь Альцгеймера — заболевание, которое является одной из главных причин развития деменции, «старческого слабоумия». Одним из ключевых признаков болезни считается уменьшение гиппокампа — части мозга, отвечающей за сохранение памяти, эмоций и ориентации в пространстве. Расположение гиппокампа индивидуально у каждого человека, поэтому не всегда удается находить его на снимках МРТ вручную. Ученые разработали программный комплекс с использованием математического аппарата нейросетей, способный определять признаки ранней стадии болезни Альцгеймера по снимкам МРТ.

Система сможет анализировать загруженные в компьютер результаты томографии мозга в автоматическом режиме, находить гиппокамп, определять его объем и динамику изменения, и в итоге выдавать врачу ответ — есть ли у пациента начальная стадия заболевания или нет.

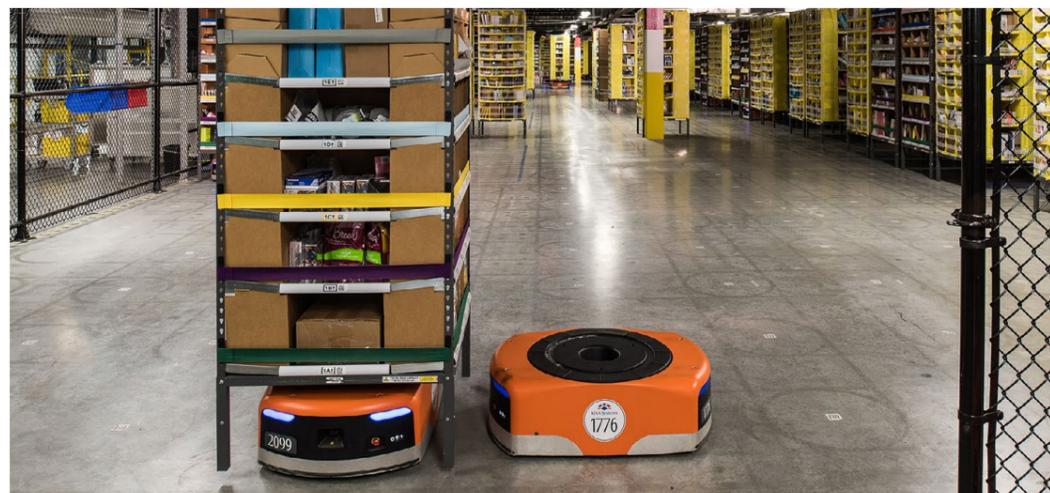
**ПО ИТОГАМ ТЕСТИРОВАНИЯ РАЗРАБОТАННОГО МАКЕТА УЧЕНЫМ УДАЛОСЬ  
В БОЛЕЕ 90 % СЛУЧАЕВ ВЫЯВИТЬ АТРОФИЮ ГИППОКАМПА У ПАЦИЕНТОВ.**

Исследование проходило в Центре информационных технологий в проектировании РАН совместно с МГМУ имени И. М. Сеченова.

## РАЗРАБОТАНЫ АЛГОРИТМЫ, ТОЧНО И БЫСТРО ВЫЧИСЛЯЮЩИЕ ОПТИМАЛЬНЫЕ СТРАТЕГИИ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ МНОЖЕСТВОМ РОБОТОВ



**ПРОЕКТ** Создание теории, методов и моделей децентрализованного управления поведением коллективов когнитивных робототехнических систем в недетерминированной среде



Руководитель проекта

Осипов Геннадий Семенович  
доктор физико-математических наук



Организация

Федеральный  
исследовательский  
центр «Информатика  
и управление» РАН



Город

Москва



Срок выполнения

2016–2020



Использование роботов на складах становится повсеместным явлением

Многие крупные компании переходят на автоматизированное обслуживание складов, когда товары перемещаются не людьми, а роботами. Для этих целей требуется алгоритм, обеспечивающий безопасное и своевременное перемещение робототехнических устройств. При поддержке РНФ ученые разработали такой алгоритм. Он позволяет обнаруживать опасные интервалы между роботами и тем самым — препятствовать их столкновению.

При обнаружении потенциального конфликта между действиями роботов для каждого из них вычисляются небезопасные интервалы, которые преобразуют в ограничения. Роботам запрещается выполнять действия в определенные временные интервалы. Их маршруты перестраивают с учетом наложенных ограничений с помощью индивидуального планировщика, который находит кратчайшую траекторию движения. Таким образом создается множество неконфликтных траекторий.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ДЕМОНСТРИРУЮТ ПРЕИМУЩЕСТВО ПРЕДЛОЖЕННОГО АЛГОРИТМА. ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ МИССИИ СНИЖЕНО НА 20%.**

Работу выполнили сотрудники центра Информатики и управления РАН, НИУ ВШЭ и РУДН совместно с коллегами из Университета имени Бен-Гуриона (Израиль). Результаты представлены на конференции по искусственному интеллекту — International Joint Conference on Artificial Intelligence 2019.

## НОВЫЕ ИСКУССТВЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ УПРОСТЯТ БИОХИМИЧЕСКИЕ АНАЛИЗЫ



**ПРОЕКТ** Разработка технологии высокопроизводительной лазерной нанофабрикации метапокрытий и метаповерхностей



Руководитель проекта

**Витрик Олег Борисович**  
доктор физико-математических наук



Организация

Институт автоматики  
и процессов управления  
ДВО РАН



Город

Владивосток



Срок выполнения

2016–2020



Метаповерхности — это новые, искусственно создаваемые материалы, призванные управлять электромагнитными волнами различной природы. Они открывают широкие возможности для создания принципиально новых оптических элементов для сенсорных приложений, усиления нелинейных эффектов и управления излучением в наномасштабе.

### УЧЕНЫЕ ИЗОБРЕЛИ ПРОСТУЮ И ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНУЮ ТЕХНОЛОГИЮ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАПОКРЫТИЙ И МЕТАПОВЕРХНОСТЕЙ.

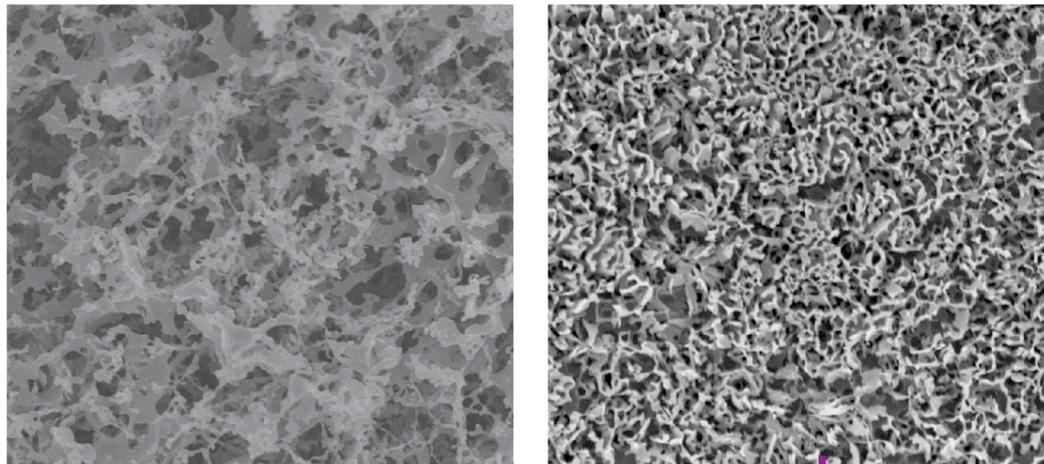
В ходе исследований были созданы зеркала для лазера на подложках из кварца. Это уникальное средство для формирования так называемых структурированных лазерных пучков, которые позволяют лучше контролировать процесс удаления вещества с поверхности тонких металлических пленок и производить обработку материала нужным образом. По словам ученых, с помощью нового метода можно изготавливать сенсорные подложки, работающие на эффектах поверхностно-усиленного инфракрасного поглощения. Это особенно важно для анализа химических веществ и биологических проб.

Работу провели Физический институт имени П. Н. Лебедева, Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН и Самарский госуниверситет. Результаты опубликованы в журнале *Applied Surface Science*.

## ПОЛИЭТИЛЕН ПРЕВРАТИЛИ В МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИСКУССТВЕННЫХ КОСТЕЙ



**ПРОЕКТ** Фундаментальные основы формирования ячеистых структур в сверхвысокомолекулярном полиэтилене (СВМПЭ) как матриц для моделирования 3D клеточной культуры



Структура высокомолекулярного полиэтилена под микроскопом



Руководитель проекта

**Лермонтов Сергей Андреевич**  
доктор химических наук



Организация

Институт физиологически  
активных веществ РАН



Город

Москва



Срок выполнения

2018–2020



Сверхвысокомолекулярный полиэтилен — перспективный материал для восстановительной хирургии. В комбинации с коллагеном и гидроксиапатитом из него можно создавать многослойные костно-хрящевые имплантаты. Сегодня его используют в современных искусственных суставах наряду с металлами и керамикой. Но уникальные свойства материала позволяют создавать и искусственные кости. Ученые протестировали новый способ формирования сверхвысокомолекулярного полиэтилена с пористой структурой.

**МЕТОД ПОЗВОЛЯЕТ СОЗДАВАТЬ В ПОЛИЭТИЛЕНЕ ПОРЫ НУЖНОГО РАЗМЕРА И ВОСПРОИЗВОДИТЬ СЛОЖНОЕ СТРОЕНИЕ КОСТНОЙ ТКАНИ.**

Имплантат должен быть пористым, чтобы в него прорастали кровеносные сосуды и мигрировали костные клетки. Но создать сложные внутренние структуры в сверхвысокомолекулярном полиэтилене непросто. Проблему решает технология, где полимер смешивают с поваренной солью. Из готового изделия соль удаляют, растворяя ее в обычной воде. Это удалось сделать химикам и инженерам при поддержке РФФ, которые впервые изучили структурные особенности пористого материала, полученного таким способом, и доказали, что технология позволяет управлять размером пор.

В исследовании участвовали ученые из Сколтеха, Института физиологически активных веществ РАН и МИСиС. Результаты опубликованы в журнале *Materials*.

Президентская программа исследовательских проектов

## УЛУЧШЕНЫ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ АНАЛИЗА РАСТВОРОВ, ЧТО ПОЗВОЛЯЕТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ИХ В КОСМОСЕ



**ПРОЕКТ** Миниатюризованная мультианалитная оптохимическая платформа для автономного *in situ* мониторинга питательных растворов для гидропоники



Руководитель проекта

**Пешкова Мария Анатольевна**  
кандидат химических наук



Организация

Санкт-Петербургский  
государственный университет



Город

Санкт-Петербург



Срок выполнения

2018–2020



Определять состав смеси можно по-разному. Один из эффективных методов — измерение электрических свойств, в ходе которого анализируют электрод сравнения, заполняемый жидким водным раствором. Однако этот способ невозможно использовать в миниатюрных анализаторах, при измерениях не в вертикальном положении и в нестандартных условиях — например, в космосе.

### БОЛЬШИМ ШАГОМ К СОЗДАНИЮ ПОЛНОСТЬЮ ТВЕРДЫХ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИХ АНАЛИЗАТОРОВ СТАЛА РАЗРАБОТКА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ ИЗ СПБГУ.

Исследователи предложили использовать в электродах сравнения твердые полимерные мембраны, электрические свойства которых не зависят от состава анализируемой смеси. В своей работе они использовали ионные жидкости, содержащие аминокислоты — «строительные блоки» белков. Авторы исследования сосредоточились на нескольких аминокислотах: валине, лейцине, лизине и гистидине. Выбор именно этих веществ связан с их небольшим размером и способностью сравнительно легко переходить в отрицательно заряженную форму.

Новый подход позволит сделать аналитические исследования более точными и экологичными, а также адаптирует их к сложным условиям — например, космической среде. Результаты опубликованы в журнале *Electroanalysis*.

## ИЗУЧИВ БАЙКАЛЬСКИХ РАЧКОВ, УДАЛОСЬ НАЙТИ МЕТОД ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИИ



**ПРОЕКТ** Влияние изменения климата на адаптированных к холоду эндемиков озера Байкал



Руководитель проекта

Бедулина Дарья Сергеевна  
кандидат биологических наук



Организация

Иркутский государственный университет



Город

Иркутск



Срок выполнения

2018–2020



Озеро Байкал в Сибири — самое глубокое озеро в мире

Для мониторинга экологии активно применяют белки теплового шока. Это молекулы, которые образуются в клетках в условиях стресса: например, при повышении температуры, попадании ядов и инфекций. Иркутские биологи исследовали рачков-бокоплавов и открыли абсолютно новую форму семейства белков теплового шока, свойственную только для этих рачков.

Семейство белков БТШ70 второй группы объединяет те белки, что образуются только в условиях стресса. Долго считалось, что они схожи у разных организмов. Однако все больше и больше научных исследований показывали обратное. Молекулярные экологи из Иркутского государственного университета оценили активность БТШ70 у немодельных организмов — рачков-бокоплавов, обитающих в грунте на дне водоемов. Ученые провели исследование молекулы РНК, содержащей информацию о первичной структуре белков рачков, обитающих исключительно в Байкале.

**ОКАЗАЛОСЬ, ЧТО ВЫЗВАННЫЕ СТРЕССОМ БТШ70 НЕ ТАКИЕ ДРЕВНИЕ, КАК СЧИТАЛОСЬ РАНЬШЕ, А ОБРАЗОВАЛИСЬ ПО ЭВОЛЮЦИОННЫМ МЕРКАМ ОТНОСИТЕЛЬНО НЕДАВНО.**

Эти исследования существенно меняют используемый ранее метод выявления появившихся в стрессовых условиях белков для экологического мониторинга. Результаты опубликованы в журнале *Scientific Reports*.

Президентская программа исследовательских проектов  
**У МУХ-ДОЛГОЖИТЕЛЕЙ ИЗУЧИЛИ  
АКТИВНОСТЬ ГЕНОВ**



**ПРОЕКТ** Факторы, участвующие в поддержании редокс-баланса клетки, как мишени для антибактериальной терапии



Руководитель проекта

**Нудлер Евгений Александрович**  
кандидат биологических наук



Организация

Институт молекулярной биологии имени В. А. Энгельгардта РАН



Город

Москва



Срок выполнения

2017–2020



Лабораторные колбы, наполненные мухами-дрозофилами

Прежде чем ставить многолетние эксперименты на млекопитающих, ученые проверяют свои гипотезы на животных с небольшой продолжительностью жизни. Мухи-дрозофилы — удобная модель, поскольку их геном хорошо изучен и содержит 40% генов заболеваний человека, а продолжительность жизни составляет всего пару месяцев. Технологии разведения этих насекомых и редактирования их генома хорошо отработаны. Кроме того, у дрозофил присутствуют два пола, в отличие, например, от нематод. Авторы работы использовали специально выведенную «породу» дрозофил, у которой выключена одна из двух копий гена, способного регулировать активность других генов. Такие мухи-мутанты живут значительно дольше своих собратьев и демонстрируют большую устойчивость к неблагоприятным условиям. Но какие именно гены подвержены мутации, до сих пор было неясно. В ходе исследований ученые установили, на какие гены воздействует мутация, продлевающая жизнь дрозофил.

**СРАВНЕНИЕ АКТИВНОСТИ ГЕНОВ МУХ-ДОЛГОЖИТЕЛЕЙ И КОНТРОЛЬНОЙ ГРУППЫ НАСЕКОМЫХ ПРОЯСНЯЕТ МЕХАНИЗМЫ СТАРЕНИЯ И ВЫЯВЛЯЕТ МИШЕНИ ДЛЯ ЛЕКАРСТВ ПРОТИВ ВОЗРАСТНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ.**

В перспективе авторы исследования предпримут попытку еще больше увеличить продолжительность жизни дрозофил при помощи комбинаций различных факторов химической и физической природы. Цель состоит в том, чтобы превысить так называемый видовой предел продолжительности жизни. Результаты работы опубликованы в журнале *Scientific Reports*.

Президентская программа исследовательских проектов  
**СОЗДАНА ВАКЦИНА, ОДИНАКОВО  
ЭФФЕКТИВНАЯ В ЗАЩИТЕ ОТ ГРИППА  
И ПНЕВМОНИИ**



**ПРОЕКТ** Конструирование поливалентной вакцины против ОРВИ различной этиологии



Руководитель проекта

**Исакова-Сивак Ирина Николаевна**  
доктор биологических наук



Организация

Институт экспериментальной  
медицины



Город

Санкт-Петербург



Срок выполнения

2017–2020



Респираторно-синцитиальный вирус — наиболее распространенная причина развития острой вирусной инфекции нижних дыхательных путей и воспаления легких. Каждый год врачи обнаруживают его более чем у 30 миллионов пациентов младше пяти лет, один из 300 детей умирает. Эффективной вакцины против вируса RSV все еще нет. Сегодня ученые завершили испытания вакцины, которая одновременно борется с гриппом и вирусом, вызывающим воспаление легких.

В ходе предыдущего этапа исследований были созданы две вакцины на основе живых ослабленных вирусов гриппа (LAIV-RSV). В новом исследовании ученые выяснили, что такие вакцины безопасны и действительно защищают как от гриппа, так и от RSV. Для доказательства этого они вводили мышам две дозы созданных вакцин с интервалом в три недели. После этого одну часть животных заражали гриппом, а другую — RSV. Результаты показали, что созданные вакцины полностью защищают мышей от вируса гриппа.

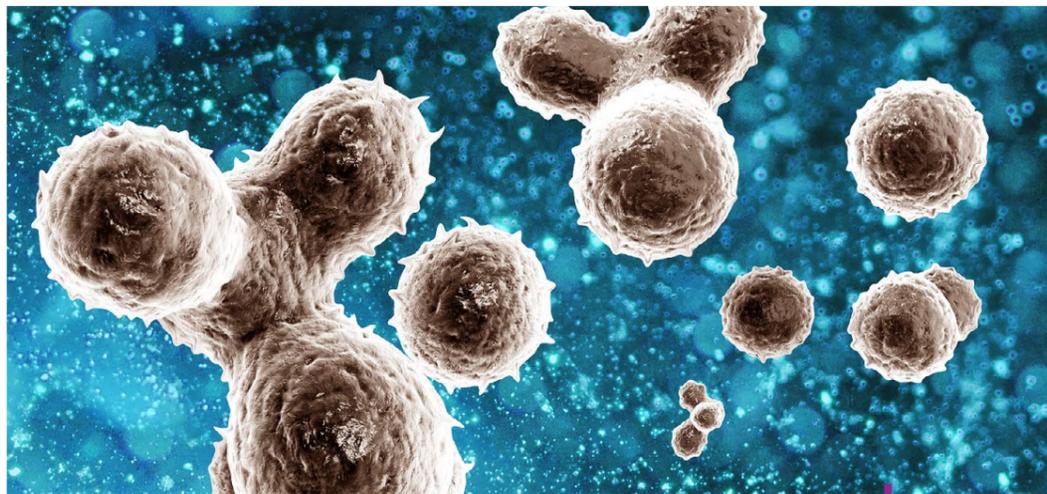
**ВЫРАБОТАННЫЕ БЛАГОДАРЯ ВАКЦИНЕ КЛЕТКИ УСПЕШНО БОРЮТСЯ С РЕСПИРАТОРНО-СИНЦИТИАЛЬНЫМ ВИРУСОМ, А АЛЛЕРГИЯ НЕ НАБЛЮДАЕТСЯ.**

Исследования проводили ученые из Института экспериментальной медицины и Университета штата Джорджия (США). Результаты опубликованы в журнале *Antiviral Research*.

## РАЗРАБОТАН МЕТОД ДИАГНОСТИКИ ХЛАМИДИОЗА ЖИВОТНЫХ С ПОМОЩЬЮ НАНОЧАСТИЦ ЗОЛОТА



**ПРОЕКТ** Изучение молекулярных механизмов эволюции вирулентности и клонального доминирования эпидемических штаммов хламидий у сельскохозяйственных животных



Микробы хламидии



Руководитель проекта

**Федорова Валентина Анатольевна**  
доктор медицинских наук



Организация

Федеральный исследовательский  
центр вирусологии  
и микробиологии



Город

Владимир



Срок выполнения

2017–2019



Ученые озаботились поиском нового подхода к оцифровке последовательностей ДНК. Исследователи сконцентрировались на хламидиозе — широко распространенном во всем мире заболевании, которое часто протекает бессимптомно и в результате может привести к бесплодию и потере зрения.

### УЧЕНЫМ УДАЛОСЬ НАЙТИ НОВЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ В ОРГАНИЗМЕ БАКТЕРИЙ-ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ХЛАМИДИОЗА С ПОМОЩЬЮ НАНОЧАСТИЦ ЗОЛОТА.

В основе нового подхода — использование современных технологий для расшифровки последовательностей ДНК. Сейчас записи этих данных хранятся в текстовых файлах, что замедляет процесс анализа информации, а повторная расшифровка последовательностей нередко приводит к ошибкам. Исследователи предложили использовать четырехзначный код вместо двоичного, в результате чего можно избежать неточностей в расчетах. Уже сегодня применение такой системы позволило обнаружить в жидкости бактерии хламидии и записать впервые расшифрованный геном возбудителя с высокой точностью.

В будущем открытие позволит значительно улучшить методы мобильной диагностики как самих возбудителей, так и генетических отличий между ними. Результаты опубликованы в серии статей в журнале *Progress in Biomedical Optics and Imaging — Proceedings of SPIE* и журнале *Frontiers in Bioscience*.

## УСТАНОВЛЕНО, ОТКУДА ВЗЯЛСЯ ОКЕАН ВНУТРИ ЗЕМЛИ



**ПРОЕКТ** Происхождение ультрамафических магм:  
коматииты, бониниты, меймечиты



Вид на реку Комати в горной стране Барбертон (Южная Африка)



Руководитель проекта

**Соболев Александр Владимирович**  
доктор геолого-минералогических наук



Организация

Институт геохимии  
и аналитической химии имени  
В. И. Вернадского РАН



Город

Москва



Срок выполнения

2017–2018



Кора Земли состоит из тектонических плит, движения которых приводит к появлению гор, а также возникновению землетрясений и цунами. В глубинах Мирового океана движение плит очень активно. Старая океаническая кора вместе с минералами, вобравшими в себя морскую воду, уходит вглубь мантии Земли и накапливается на глубине 410–660 км в структуре минералов. Они способны удерживать значительные количества воды и хлора, поэтому за миллиарды лет в недра планеты могла перекачаться большая часть Мирового океана.

Вулканические породы-коматииты образовались из коматиитовой магмы и содержат остатки магматического минерала — оливина, который захватил включения затвердевшей магмы в процессе его кристаллизации и сберег их от последующих изменений. В 2016 году международная группа ученых под руководством российских геохимиков исследовала коматиитовую магму зеленокаменного пояса Абитибби в Канаде, возраст которого 2,7 миллиарда лет.

**ИССЛЕДОВАТЕЛИ ВПЕРВЫЕ ПОЛУЧИЛИ ДАННЫЕ, КОТОРЫЕ ПОЗВОЛЯЮТ ПРЕДПОЛОЖИТЬ СУЩЕСТВОВАНИЕ ДРЕВНЕГО ПОДЗЕМНОГО РЕЗЕРВАРА ВОДЫ, СРАВНИМОГО ПО МАССЕ С СОВРЕМЕННЫМ МИРОВОМ ОКЕАНОМ.**

В новой статье ученые доказывают, что цикл глобального погружения океанической коры в мантию начался гораздо раньше, чем считает большинство специалистов, и мог функционировать уже в течение первого миллиарда лет истории Земли. Результаты опубликованы в журнале *Nature*.

## ОБНАРУЖЕНЫ УНИКАЛЬНЫЕ НАХОДКИ В ВЕЛИКОМ НОВГОРОДЕ



**ПРОЕКТ** Каменная гражданская архитектура Новгорода  
XIV-XV вв.: комплексное изучение



Фрагмент берестяной грамоты,  
найденной 1 июля 2019 года



Руководитель проекта

**Антипов Илья Владимирович**  
кандидат искусствоведения



Организация

Санкт-Петербургский  
государственный университет



Город

Санкт-Петербург



Срок выполнения

2018–2020



Археологические работы в Троицком  
раскопе, г. Великий Новгород

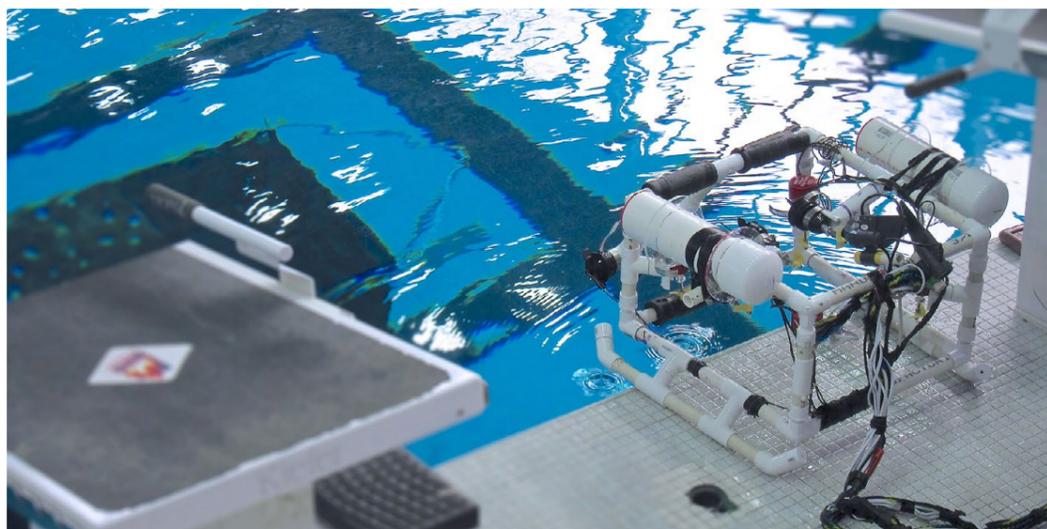
В этом сезоне группа археологов, работающая на территории и в окрестностях Великого Новгорода, обнаружила ряд уникальных находок — древние берестяные грамоты, предметы домашнего обихода, украшения, монеты.

Ученые вели раскопки у Георгиевского собора Юрьева монастыря, исследовали остатки церкви Бориса и Глеба в новгородском детинце, изучали средневековую застройку Владычного двора, а также церковь Андрея Юродивого на Ситке XIV века и древнее селище в окрестностях Новгорода. Традиционно продолжается исследование и Троицкого раскопа, который уже окрестили археологическим Эльдorado.

**В ОБЩЕЙ СЛОЖНОСТИ БЫЛО ОБНАРУЖЕНО БОЛЕЕ ТЫСЯЧИ РЕДКИХ НАХОДОК, ПРОЛИВАЮЩИХ СВЕТ НА ИСТОРИЮ ДРЕВНЕРУССКОГО ГОСУДАРСТВА.**

По словам ученых, некоторые из обнаруженных предметов редко встречаются в археологических раскопах и потому обладают высокой исторической ценностью. Сейчас все найденные вещи подробно изучаются в лабораториях.

Президентская программа исследовательских проектов

**РАЗРАБОТАНО ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ В РОБОТАХ****ПРОЕКТ** Разработка новых методов отказоустойчивого управления автономными подводными роботами

Ученые создали программный модуль для автоматической диагностики дефектов датчиков и неполадок в электроприводах роботов различного вида и назначения. Система сама компенсирует выявленные дефекты в реальном масштабе времени. С помощью программного модуля робот может определять постоянные и переменные ошибки сигналов датчиков, неполадки в электромеханических приводах и вносить корректировки в их управляющие сигналы. Модуль отсеивает возможные внешние помехи, устраняя искажения сигналов датчиков, что позволяет сохранить все показатели качества работы в заданных пределах.

Авторы исследования также разработали новый принцип управления интеллектуальными промышленными роботами сразу на нескольких уровнях — исполнительном и стратегическом. Способ позволяет учесть неизбежные погрешности при изготовлении механических частей роботов и скорректировать их управляющую программу.

**В РЕЗУЛЬТАТЕ МАШИНЫ МОГУТ ВЫПОЛНЯТЬ СВЕРХТОЧНЫЕ ЗАДАЧИ И ПРИ ЭТОМ СОХРАНЯТЬ ВЫСОКУЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ.**

Созданный модуль для диагностики и компенсации дефектов стал частью универсальной программы интеллектуального управления сигналами роботов. Исследование проводят ученые из ДВФУ, Института проблем морских технологий ДВО РАН и Института автоматики и процессов управления.



Руководитель проекта

**Зуев Александр Валерьевич**  
кандидат технических наук

Организация

Институт автоматики  
и процессов управления  
ДВО РАН

Город

Владивосток



Срок выполнения

2018–2020

**СОБЫТИЯ**



## ГРАНТОПОЛУЧАТЕЛИ РНФ ОБСУДИЛИ ВОПРОСЫ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ НАУКИ НА ВСЕРОССИЙСКОМ ФОРУМЕ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Июнь  
2019

Минувшим летом РНФ провел круглый стол «Как рассказывать о научных исследованиях: взгляд со стороны ученых» в рамках III Форума научных коммуникаторов России. Грантополучатели РНФ высказали мнение о необходимости доносить результаты своих исследований до широкой аудитории и о том, как это делать эффективно.

В круглом столе приняли участие академик РАН Леонид Вайсберг; директор Института трансляционной биомедицины СПбГУ Рауль Гайнетдинов; профессор Университета ИТМО Екатерина Скорб и начальник отдела по связям с общественностью РНФ Мария Михалева. Модератором дискуссии выступал ведущий научный сотрудник химического факультета МГУ Михаил Нечаев.

III Форум научных коммуникаторов — это площадка для дискуссии и обмена опытом среди научных журналистов, ученых-популяризаторов, научных пресс-секретарей и исследователей науки и технологий. Участники единодушно отметили, что ученым, проводящим исследования на средства налогоплательщиков, необходимо объяснять, зачем, как и на что расходуются их деньги. Были обсуждены методы отбора новостей журналистами и PR-специалистами, и даны рекомендации по написанию статей для публикации.



## УЧАСТНИКАМ ВСЕРОССИЙСКОГО ПРОЕКТА «ЛЕТНЯЯ ШКОЛА» РАССКАЗАЛИ О ПРЕЗИДЕНТСКОЙ ПРОГРАММЕ

Июнь  
2019

Этим летом молодые ученые — участники образовательного трека по научным коммуникациям проекта «Летняя школа» встретились с представителями РНФ и узнали о специфике работы Фонда и молодежных конкурсах Президентской программы исследовательских проектов.

«Летняя школа» — ежегодное мероприятие междисциплинарной социально-образовательной направленности, которое проводится с 2004 года в формате полевого образовательного лагеря для российских школьников, студентов, аспирантов и молодых ученых.



## **СОВМЕСТНЫЙ КОНКУРС РНФ И DFG – НЕМЕЦКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СООБЩЕСТВА**

  
Сентябрь  
.....  
2019

Цель конкурса — поддержать фундаментальные и поисковые научные исследования международных научных коллективов. Заявки будут рассматривать экспертные советы обеих стран. Рассчитывать на финансирование смогут только те коллективы, которым удастся получить положительную оценку как российских, так и немецких экспертов. Размер одного гранта со стороны РНФ составит от 4 до 6 миллионов рублей ежегодно, а сами трехлетние научные проекты планируются к реализации в 2021–2023 годах. Заявки на участие можно подать до 9 декабря 2019 года.

«В этот раз в условиях совместного конкурса появляется ряд новаций. Во-первых, мы предусмотрели возможность подать заявку для руководителей, уже являющихся нашими грантополучателями. Во-вторых, в результате работы с немецкими партнерами нам удалось укоротить конкурсный цикл больше, чем на два месяца. Это позволит тем коллективам, которые по итогам экспертизы не получают поддержку, попробовать свои силы в других мероприятиях, проводимых РНФ и DFG осенью будущего года. В-третьих, мы впервые реализовали возможность подачи электронной заявки с использованием цифровой подписи. Надеемся, это сделает процесс подачи заявки более быстрым, комфортным и эффективным», — прокомментировал особенности конкурса куратор международного сотрудничества Сергей Коновалов.

## **КОНКУРС ПО ПОДДЕРЖКЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПОИСКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОТДЕЛЬНЫХ НАУЧНЫХ ГРУПП**

В рамках конкурса будут поддержаны проекты, планируемые к реализации в 2020–2022 годах с последующим возможным продлением срока выполнения на один или два года. Размер каждого гранта составит от 4 до 6 миллионов рублей ежегодно. Заявки на участие можно подать до 15 ноября 2019 года.

## **СОВМЕСТНЫЙ КОНКУРС РНФ И НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО АГЕНТСТВА ФРАНЦИИ (ANR) В ОБЛАСТИ МАТЕМАТИКИ И НАУК О ЗЕМЛЕ**

В рамках конкурса будут поддержаны фундаментальные и поисковые научные исследования международных научных коллективов. Экспертиза проектов будет осуществляться как с российской, так и с французской стороны. Рассчитывать на финансирование смогут только те коллективы, которым удастся получить положительную оценку экспертов обеих стран. Размер одного гранта со стороны РНФ составит от 4 до 6 миллионов рублей ежегодно, а научные проекты планируются к реализации в 2021–2023 годах. Заявки на участие можно подать до 1 апреля 2020 года.

**ИНТЕРВЬЮ**



”  
**Благодаря РФФ наше  
направление науки  
развилось в России  
фактически с нуля.**



Василий Ярных

научный руководитель  
лаборатории  
нейробиологии НИИ ББ,  
профессор

## **НЕЙРОБИОЛОГ СОЗДАЛ УНИКАЛЬНЫЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ МОЗГА, КОТОРЫЙ ВНЕДРЯЕТСЯ В КЛИНИКУ ПО ВСЕЙ СТРАНЕ.**

Недавно стало известно, что нейробиологи из Томска под руководством профессора Василия Ярных планируют использовать новый подход для исследования повреждений головного мозга у пациентов с болезнью Паркинсона. Научные центры и больницы в нескольких городах России уже применяют этот метод на пациентах с рассеянным склерозом, инсультом и черепно-мозговыми травмами. Сами ученые сейчас адаптируют его для изучения развития мозга у плода и ребенка. Профессор Ярных рассказал, на чем основан этот уникальный метод и когда ожидается его повсеместное клиническое внедрение.

**Ваша технология позволяет анализировать состояние оболочек нервных волокон – миелина – и создавать карты. С помощью специальной математической обработки данных МРТ вы получаете изображения мозга, которые отражают количество миелина подобно тому, как рельеф местности воспроизводится на географических картах. В чем заключается метод?**

Чтобы ответить на этот вопрос, я должен рассказать, как мы создали этот метод. К тому времени, когда мы начали сотрудничать с РФФ, концептуально он был создан, его нужно было только адаптировать к конкретным исследованиям и доступному оборудованию.

История началась в конце 90-х, когда я работал в МГУ – в недавно созданном Центре магнитной томографии и спектроскопии. Меня пригласили развить новые научные направления, связанные с томографией. Будучи еще аспирантом, я занимался вопросами обмена и переноса намагниченности соединений в спектроскопии ядерного магнитного резонанса. Когда я занялся томографией, математическое описание этих физических процессов оказалось релевантными по отношению к биологической ткани. Наша ткань состоит из воды и биологических макромолекул. С точки зрения физики ядерного магнитного резонанса в таких системах всегда возникают процессы переноса намагниченности.

В начале 2000-х я опубликовал статью в журнале *Magnetic Resonance in Medicine*, которая описала прототип нашего современного метода и показала возможность количественного картирования биофизических параметров обмена намагниченности в ткани на живом человеке с использованием клинического томографа. В основе метода лежит специализированная процедура математической обработки изображений, которая позволяет измерять компоненты сигнала, связанные с биологическими макромолекулами. Ранее такие эксперименты с живыми объектами были невозможны из-за их длительности. Например, можно было положить в спектрометр ампулу с образцом и держать ее сутками, накапливая нужную информацию, а эксперимент на живом объекте не должен был превышать какие-то разумные временные рамки. Но все же на том этапе метод был не готов к практическому внедрению, поскольку процедура сканирования занимала 30–40 минут, что неприемлемо в условиях клиники.

”

**У НАС В РУКАХ ЕСТЬ ТЕХНОЛОГИЯ, КОТОРАЯ МОЖЕТ ПРЕДОСТАВИТЬ УНИКАЛЬНЫЕ ЗНАНИЯ И ВОЗМОЖНОСТИ СПЕЦИАЛИСТАМ.**

Когда я переехал на работу в США, я вернулся к этой тематике. Поскольку мой метод позволял получать принципиально новую физическую информацию о биологической

ткани, первоочередной интерес представляла интерпретация полученных результатов на клеточном уровне. Мы с аспирантом в университете Вашингтона провели эксперимент на лабораторных крысах и сопоставили то, что мы видим с помощью нашего метода, с гистологическими исследованиями мозга, то есть изучением ткани в лаборатории под микроскопом. Результаты нашего метода – параметрические карты, то есть несколько изображений, соответствующих пространственному распределению определенных параметров, которые описывают взаимодействие между водой и макромолекулами в тканях. У нас были гипотезы о том, какие характеристики ткани наиболее адекватно объясняют поведение тех или иных параметров, но миелин не был в числе приоритетных.

Это было неожиданно, но оказалось, что один из параметров нашей математической модели, который называется макромолекулярная протонная фракция, очень тесно связан с распределением миелина как в белом, так и в сером веществе мозга. Таким образом стало понятно, что метод визуализирует не все макромолекулы, а только те, которые формируют упорядоченные в пространстве жидкокристаллические структуры. А миелин, как известно, представляет собой многослойную мембрану и является наиболее распространенным жидкокристаллическим материалом в мозге.



Если при обычной МРТ изображения отражают содержание протонов – ядер водорода – воды в тканях, то наш способ визуализирует содержание протонов, входящих в состав оболочек клеток. При этом миелин составляет основную массовую долю, около 80–85%, таких мембран в нервной ткани.

**После этого вы подали заявку на грант, чтобы продолжить исследования?**

Да, стало понятно, что у нас в руках есть технология, которая может предоставить уникальные знания и возможности специалистам. Потому что не было других технологий, которые обеспечивали бы настолько точное измерение содержания

миелина. Дальше я стал думать, как эту технологию приблизить к клиническим исследованиям и практической медицине, а для этого требовалось в несколько раз сократить время накопления данных. Проблема была в том, что для построения параметрических карт необходимо было получить около двадцати исходных МРТ изображений. Возникла идея, как принципиально сократить количество необходимых экспериментальных данных на основе нового математического алгоритма. В современном варианте метода, который был усовершенствован при поддержке РНФ, используется всего три исходных изображения, которые нужны, чтобы построить карту макромолекулярной протонной фракции.



Поддержка РНФ также была незаменима для продолжения гистологических исследований мозга. Потому что одно дело – показать, что у нас есть корреляция на животных без специфической модели заболевания, другое дело – выявить корреляции при конкретных патологических процессах. Эти работы мы сделали вместе с Томским госуниверситетом и с Новосибирским Институтом цитологии и генетики СО РАН. В Томске работает лаборатория нейробиологии под руководством профессора Марины Ходанович, которая выполнила ряд замечательных исследований на животных с использованием различных методов гистологии

и иммуногистохимии (исследование тканей для выявления белков с помощью специфической реакции антиген-антитело – Прим. ред.). С Институтом цитологии и генетики мы работаем как с приборной базой, так как у них есть специализированный сверхвысокопольный томограф для лабораторных животных с уникальными характеристиками.

В недавних исследованиях, выполненных при поддержке РНФ, мы показали, что метод прекрасно работает как способ измерения содержания миелина не только в нормальном мозге, но и на моделях социально-значимых заболеваний.

Одна из моделей – вызванная специальным препаратом потеря миелина у мышей, которая весьма близка к тому, что происходит у пациентов страдающих рассеянным склерозом. Другая модель – создание очага ишемического поражения (снижение кровообращения, приводящее к повреждению тканей и органов – Прим.ред) в мозге крысы, практически аналогичная ишемическому инсульту у человека. Для обеих моделей наши измерения очень хорошо подтверждаются гистологией.

#### Существуют ли другие методики, подобные вашей?

Начиная с первой половины 2000-х, специалисты начали разрабатывать способы оценки содержания миелина с помощью МРТ, и на сегодняшний день есть несколько подходов. У них есть ряд технических ограничений, и все они достаточно далеки от клинического внедрения.

Есть группа методов, которые очень чувствительны к содержанию ионов железа, присутствующие в нервной ткани и накапливающиеся в значительном количестве при патологических процессах. Такие методы не могут отличить миелин от железа, поэтому наверняка неизвестно, что именно они измеряют.

Есть также методы, использующие эффект переноса намагниченности,

как и наш, но при этом основанные не на строгой математической модели, а на эмпирических соотношениях сигналов. Здесь возникают проблемы с чувствительностью и отношением «сигнал-шум», что требует больше времени для получения данных. Кроме того, интерпретация результатов, полученных с помощью этих методов, неоднозначна, так как измеряемый отклик связан сразу несколькими параметрами, из которых только один, макромолекулярная протонная фракция, отражает содержание миелина. Наш подход позволяет извлечь только нужную с биологической точки зрения информацию, то есть связанную с миелином, и избавиться от ненужной, причем с существенно меньшими затратами времени. Поэтому можно сказать, что наш метод свободен от недостатков других методов.

#### Какие клинические применения вашего метода представляются вам наиболее перспективными?

Миелин в той или иной степени повреждается при большинстве неврологических заболеваний, хотя при многих патологиях его роль еще недостаточно изучена. Например, мне представляется недооцененным клиническое значение потери миелина при нейродегенеративных заболеваниях, таких как болезнь Паркинсона или болезнь Альцгеймера.

Нужно понимать, что миелин – это основной по массе макромолекулярный компонент центральной нервной системы, своего рода каркас, на котором все держится. Он обеспечивает проводимость нервного импульса, защищает аксоны и обеспечивает питание нервных клеток, поддерживая метаболизм нервной ткани. В абсолютном выражении миелина очень много: если мы отбросим 70–80% воды в ткани, то миелин будет составлять 50–60% остального содержания в белом веществе и 15–20% – в сером. Поэтому я не исключаю, что с появлением доступной технологии оценки количества миелина будет возрастать интерес клиницистов к его изучению при заболеваниях, которые традиционно не рассматриваются как демиелинизирующие, то есть обусловленные разрушением миелина. Но это в будущем.

Если говорить о ближайших перспективах, то основная область применения – демиелинизирующие заболевания. Рассеянный склероз – наиболее распространенное из них, при котором иммунитет направляет свои силы против миелина и разрушает его. То, насколько миелин повреждается или восстанавливается, важно для прогноза лечения. Способы восстановления миелина пока еще не создали, хотя сейчас ведутся разработки и клинические испытания терапевтических препаратов, которые не просто бы позволили остановить процесс демиелиниза-

ции, но и восстановить количество миелина. Такое лечение надо как-то контролировать, и наш метод как раз призван помочь это сделать.

Также мне представляется перспективным применение нашей технологии при таких поражениях, как ишемический инсульт и черепно-мозговые травмы. При этих повреждениях гибнут в первую очередь нервные клетки, а в последствии разрушается миелин. При должном лечении в некоторых случаях происходит последующее полное или частичное восстановление нервной ткани, которое сопровождается восстановлением клеточных компонентов, в частности, восстановлением популяции нервных клеток.

Пока не существует метода, который мог бы оценивать этот процесс напрямую в живом организме. Но зная, что нервные клетки не могут жить изолированно, образуют новые связи и обзаводятся новыми аксонами, а значит, миелином, мы можем наблюдать процесс восстановления повреждений. Такую возможность недавно подтвердили наши эксперименты на животных.

Еще один исключительно важный аспект изучения миелина – развитие мозга ребенка. Известно, что ребенок рождается с очень малым количеством миелина в головном мозге: от 5% до 10% от того, что есть у взрослого человека.

Мозг накапливает миелин в первый год жизни, а затем продолжает делать это, но уже с менее активным ритмом. Нарушения формирования миелина лежат в основе многих неврологических заболеваний детского возраста и задержек функционального развития. Наш метод нужен для создания строгих количественных критериев развития мозга до и в течение первых лет после рождения ребенка и их последующего клинического применения.

### ” НАШ МЕТОД НУЖЕН ДЛЯ ПОНИМАНИЯ РАЗВИТИЯ МОЗГА.

Сейчас при поддержке РФ совместного с Международным томографическим центром СО РАН мы занимаемся созданием методологических основ для применения картирования макромолекулярной протонной фракции в диагностике заболеваний детского возраста и плода.

#### Вы уже внедряете этот метод в клиники. Как идет процесс?

Поскольку метод быстрый в плане технического исполнения и может быть реализован фактически на любом МРТ, мы уже внедрили его в нескольких клиниках и исследовательских центрах в тестовом режиме. Мы адаптировали эту технологию для большинства моделей томографов, которые используются в России: *Philips, Siemens, Toshiba* и *General Electric*.

Наш метод используют в Томске в Детской больнице №1, НИИ онкологии Томского национального исследовательского медицинского центра и областном онкологическом диспансере. В Новосибирске – в Международном томографическом центре СО РАН и НИИ физиологии и фундаментальной медицины СО РАН. В Москве – в НИИЦ детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева, НИИ неотложной детской хирургии и травматологии и в двух больницах в сотрудничестве с РНИМУ им. Н. И. Пирогова. В Петербурге – в НИИЦ им. В. А. Алмазова и в Санкт-Петербургском государственном педиатрическом медицинском университете.

В то же время необходимо отметить, что пока применение нашего метода основано на сотрудничестве с научно-исследовательскими медицинскими организациями. Прежде чем внедрять метод по всей стране, необходимы масштабные клинические исследования и разработка практических рекомендаций для врачей. На сегодняшний день у нас прошло такое исследование в США по рассеянному склерозу, где удалось показать, что метод позволяет получать уникальную информацию не только о демиелинизации белого вещества, но и серого. Сейчас мы начинаем исследовать применение метода в детском возрасте и перинатальном периоде, а также при болезни Паркинсона.

Кроме того, у нас продолжается исследование динамики изменений миелина при рассеянном склерозе, которое должно приблизить нас к разработке клинических рекомендаций.

**Ваш метод направлен больше на диагностику или на отслеживание результатов терапии?**

Все зависит от конкретного заболевания. Например, при рассеянном

**”  
РНФ СДЕЛАЛ ПРОРЫВ  
В ФИНАНСИРОВАНИИ  
НАУКИ В РОССИИ.**

склерозе представляется целесообразным использовать измерение содержания миелина в контексте мониторинга терапии или оценки прогрессирования болезни. У пациентов, перенесших инсульт, метод в перспективе может помочь в выборе тактики и продолжительности реабилитационных мероприятий. В педиатрической клинике на первый план может выйти диагностический аспект.

Наши недавно начатые исследования показали, что карты макромолекулярной протонной фракции позволяют гораздо лучше выявлять дефекты развития миелина у детей, чем традиционные МРТ изображения. Можно ожидать, что этот инструмент в руках врачей лучевой диагностики облегчит и сделает более надежной диагностику задержек миелинизации у детей.

**Как вы оцениваете роль поддержки РНФ в ваших исследованиях?**

Я считаю, что РНФ сделал прорыв в финансировании науки в России. Благодаря РНФ наше направление науки, называемое количественной МРТ, развилось в России просто с нуля, а сейчас уже разветвляется на более узкие темы, чему я очень рад.



Российский  
научный фонд

---



Москва, ул. Солянка, 14, стр. 3



+7 (499) 606-02-02



[info@rscf.ru](mailto:info@rscf.ru)



[www.rscf.ru](http://www.rscf.ru)



[rnfpage](#)



[rnfpage](#)



[rnfpage](#)



[russian science foundation](#)



[russian\\_science\\_foundation](#)