

СВОДНЫЙ ДАЙДЖЕСТ

открытий в области умной химии

октябрь-декабрь

2020



АКСЕЛЕРАТОР МЕНДЕЛЕЕВ

2020+1

ACHIEVEMENTS & PLANS

ЭТО БЫЛ ГОД ПЕРЕМЕН И ДОСТИЖЕНИЙ

Друзья!

2020 год изменил привычную реальность, и мы живем в новом мире. И хотя каждый из нас столкнулся с тревогами и неопределенностью, но этот год дал нам и новые возможности и подарил новый опыт. Мы стали гораздо ближе, ведь теперь легко можно увидеться по видеозвонку, географические границы стерлись и мы живем в едином информационном пространстве!

Спасибо, что были с нами в этот непростой год. Мы с оптимизмом смотрим в 2021 год, будут новые амбициозные проекты и масштабные мероприятия. А главное - будут новые встречи!

Мы желаем вам в наступающем году открыть новые горизонты бизнеса, реализовать самые смелые мечты, обрести новых надежных партнеров и покорить самые высокие вершины! И, конечно, здоровья, благополучия вашей семье и вашему дому - светлых событий и добрых новостей!

С НОВЫМ ГОДОМ!

Искренне надеемся на развитие наших партнерских отношений и плодотворное сотрудничество!
Желаем вам новых открытий, легкой адаптации к переменам и инноваций в Новом году!



Команда Акселератора Mendeleev

Оглавление

Раздел «Инновационная медицина»	4
Раздел «Экология».....	15
Раздел «Технологии для повышения качества жизни»	18
Раздел «Энергетика»	26
Раздел «Технологии для развития инфраструктуры города».....	28
Раздел «Электроника будущего»	32
Тема номера «Нобелевская премия по химии»	36



По вопросам и предложениям: info@mendelev.vc



Раздел «Инновационная медицина»

➤ **Новый способ удешевить лекарства от COVID-19**

Ученые из РХТУ им. Д.И. Менделеева на треть сократили количество стадий получения фармацевтической субстанции для лекарства от коронавируса нового типа – фавипиравира. Благодаря этому в дальнейшем можно будет удешевить получаемые из нее препараты.

"Снижение итоговой цены фармсубстанции для фавипиравира возможно за счет оптимизации технологии синтеза, увеличения выходов на каждой стадии синтеза, подбора оптимальных условий исходного сырья, поиска поставщиков исходного сырья. Исходное сырье играет важную роль в технологии малотоннажной химии, правильно подбирая сырьевые материалы можно снизить количество стадий синтеза. На данном этапе нам уже удалось снизить количество стадий синтеза до 5–6", – рассказал директор Менделеевского инжинирингового центра (МИЦ) РХТУ Ратмир Дашкин, добавив, что ранее использовалась девятистадийная схема синтеза.

По его словам, разработка фармацевтической субстанции состоит из нескольких этапов. Сначала химики анализируют существующие методы синтеза, чтобы выбрать наиболее подходящую схему. Затем ее проверяют в лаборатории. Если тест заканчивается успехом, исследователи начинают ее оптимизировать – улучшают "выход", то есть количество продуктов реакции, на каждой стадии, чтобы понять, как получать больше молекул при наиболее низкой цене.

"После идет этап масштабирования этой технологии. Технология в граммах никому не интересна, ее нужно производить в тоннах. Для этого в технологической лаборатории МИЦ РХТУ создали опытно-промышленный участок, занимаемся масштабированием технологий до объема 100-литрового реактора. На основании этого получается опытно промышленный технологический регламент и образцы фармацевтической субстанции, которые можно передать для последующих испытаний на производство", – сказал Дашкин.

Первые партии фармсубстанций, которые производятся в МИЦ, достаточно качественны. Благодаря им стоимость фавипиравира (он продается под торговой маркой "Авифавир") для жителей России может быть ниже. По оценкам исследователей, на завершение разработки нужно будет от трех до четырех месяцев¹.

➤ **Системы контроля, помогающая определить температуру тела и наличие масок у посетителей**

Для борьбы с COVID-19 объединились 3 московских вуза: РХТУ, РЭУ и МТУСИ. В совместном проекте они завершили пилотное тестирование системы контроля «PVision», разработанной в научном центре искусственного интеллекта МТУСИ.

¹ <https://tass.ru/obschestvo/9787025>

Система «PVision» позволяет контролировать исполнение рекомендаций Роспотребнадзора и дистанционно выявлять людей без защитных масок, определять их температуру и передавать сведения на пост контроля. Система позволяет подключить к облачной платформе камеры видеонаблюдения, уже установленные в вузах и любых других организациях, что существенно снижает затраты на закупку дополнительного оборудования и его монтаж.

Все случаи нарушения масочного режима фиксируются и доступны для последующей обработки.

В начале тестирования уровень нарушений масочного режима составил около 10%, но после месяца эксплуатации он снизился до 2%. В среднем, за один учебный день каждая камера производит около 1000 распознаваний.

Своими решениями авторы готовы поделиться на безвозмездной основе с другими университетами для помощи в напряженной эпидемиологической обстановке.

В настоящее время совместный коллектив учёных работает над расширением функционала системы с целью сделать её более гибкой с точки зрения эксплуатации в любом вузе или учреждении².

➤ **Новое средство для защиты ногтей**

Ученые РХТУ разработали косметический гель на основе нового биологически активного комплекса, который обеспечивает быстрый рост и укрепление ногтевой пластины. Активный компонент нового геля (дихолина сукцинат) усиливает микроциркуляцию и обеспечивает кровоснабжение в области ногтевого ложа, что позитивно влияет на здоровье ногтей.

В составе разработанного геля также присутствует композиция на основе водорастворимого производного хитозана и полимеров, они обеспечивают образование на поверхности ногтевой пластины газопроницаемой тонкой пленки. После нанесения геля на ноготь эта пленка предотвращает потерю влаги и при этом не препятствует проникновению активных компонентов геля через ногтевую пластину. По результатам проведенных исследований новый гель показал свою эффективность и впоследствии может успешно использоваться для защиты больных ногтей.

Проект по разработке геля для ногтей, представленный молодыми учеными, недавно стал финалистом конкурса «Инноватор РХТУ». Ученые планируют дальнейшее развитие и масштабирование проекта в рамках программы развития для стартапов ранних стадий бизнес-акселератора Mendeleev³.

➤ **Новый способ использования электропроводящего полимера в медицине**

² https://mtuci.ru/about_the_university/news/2587/

³ <https://www.inpharm.ru/novosti/2020/11/06/v-rhtu-razrabotali-gel-dlya-ukrepleniya-i-rosta-nogtey-bezopasnyy-dlya-zdorovya-nogtevoy-plastiny.html>

Учёные РХТУ им. Д.И. Менделеева провели локальное синтезирование полимера полианилина на поверхности частиц силикагеля. По мнению исследователей новый материал можно будет использовать для создания носителей фарм-препаратов, и провести пробные работы на примере других полимеров и подложек.

Полианилин – один из самых известных полимеров молекулярной электроники. С помощью этого материала изготавливают транзисторы, суперконденсаторы, покрытия для электростимуляции роста биологических тканей и другие устройства. Учёные планируют попробовать ввести полианилин для адресной доставки лекарств и терапии онкозаболеваний, несмотря на то что он почти не растворяется и сложно используется в чистом виде. Для этого и необходимы подложки в нанесении полианилина, чтобы получить электропроводящий материал. По словам автора исследования, профессора РХТУ Ярослава Межуева был проведен метод локализации на поверхности самой подложки, чтобы затем провести на ней полимеризацию. «Работать с полианилином непросто из-за того, что он плохо растворяется в большинстве растворителей, не плавок и в чистом виде это порошок, из которого сложно изготовить нужное изделие. Поэтому решили нанести полианилин на подложку. Обычно непроводящую подложку вносят в раствор мономера анилина и добавляют окислитель. На поверхности образуется пленка полимера, а параллельно в объеме раствора появляются нерастворимые полимерные гранулы, осевшие на подложку, затрудняя контроль свойств и морфологии покрытия. Покрытие становится неоднородным и в нем появляются дефекты, что негативно влияет на его свойства», – рассказал Ярослав Межуев.

В ходе исследования были проведены дополнительные работы. Так, метод электронного парамагнитного резонанса показал кинетику протекающей реакции, где полимеризация прошла между твердым носителем (силикагелем) и жидким раствором мономера. Ученые выяснили, что данный процесс может протекать только в порах уменьшенного носителя.

В дальнейшем новый метод планируют провести на нанообъектах, а также испытать частицы с полианилином как носителем фармакологических препаратов, то есть электрически заряженная молекула полианилина может просто закреплять различные вещества⁴.

➤ Программное обеспечение для нейрореабилитации пациентов

Команда ученых в составе кафедры медицинской и биологической кибернетики и кафедры неврологии и нейрохирургии СибГМУ работает над созданием программного обеспечения для персонализированной нейрореабилитации пациентов. В разработанную методику можно использовать в домашних условиях с телемедицинским контролем. Комплексное научно-технологическое решение сочетает в основе современные наработки цифровой индустрии и имеющийся опыт в области восстановительного лечения, которые позволят контролировать индивидуальные режимы восстановительного лечения с учетом патогенетических особенностей поражения головного мозга. По результатам проведенных клинических исследований с участием пациентов, перенесших инсульт, получены

⁴ https://scientificrussia.ru/news/himiki-rhtu-razrabotali-novyj-sposob-ispolzovaniya-elektroprovodyashchego-polimera?fbclid=IwAR0TyIlgDnEdn0xx11kJg7JQnIYyBCYsfMyDcrI2j_dQo_YBwJaL-v0gANow

положительные результаты по использованию методов геймифицированной реабилитации в ранний восстановительный период.

«Главное преимущество разрабатываемой системы – возможность персонифицировать процесс реабилитации благодаря применению технологии «цифрового двойника» пациента. Геймификация существенно ускоряет процесс, человек максимально вовлечен в сюжетную ролевую игру, где он улучшает своего персонажа и параллельно восстанавливается сам», - подчеркнул доцент кафедры медицинской и биологической кибернетики СибГМУ, кандидат медицинских наук Иван Толмачев.

В основе системы лежит концепция ролевой сюжетной компьютерной игры, где в процессе игрок совершенствует своего персонажа, открывает новые, постепенно усложняемые задания. Так формируется индивидуальная траектория реабилитации. Оценка ключевых параметров состояния двигательных функций осуществляется благодаря устройству ввода информации на основе захвата движений ⁵.

➤ Прототип протеза руки

Новосибирские студенты из команды «CyberBionic» разработали бионический протез правой кисти человека, управляемый при помощи движений пальцев по желанию владельца. В корпусе протеза установлен датчик, который улавливает электромагнитный импульс, возникающий в мышце руки, и преобразует его в механическую работу.

Главные отличия протеза, разработанного ребятами, от всех существующих – низкая стоимость и быстрая подгонка. По приблизительным подсчетам студентов его стоимость составляет от сорока до пятидесяти тысяч рублей, а себестоимость – не более двадцати тысяч.

Для управления протезом команда написала собственную программу. Все жесты программируются. «Надеваем датчик, получаем сигналы мышечной активности и потом их используем. Например, одно сжатие – одно действие, два сжатия – другое», – рассказывает программист и студент факультета прикладной математики и информатики НГТУ НЭТИ Максим Валяев.

Новосибирские студенты уже провели две встречи с человеком с ограниченными возможностями здоровья, сделали замеры, сняли слепок с его руки и выяснили, какие функции он хочет видеть в протезе, а также показали, что у них уже готово. На сегодняшний день они создали свою печатную плату и заказали все необходимые комплектующие. Детали для протеза печатаются на 3D-принтере из специального пластика ⁶.

➤ Новый способ лечения сложных форм рака

Согласно данным ВОЗ, каждый пятый мужчина и каждая шестая женщина рано или поздно заболевают раком. Благодаря исследованиям ученых сегодня возможным

⁵ <https://www.ssmu.ru/ru/news/archive/?id=2230>

⁶ https://www.nstu.ru/news/news_more?idnews=128801

становится лечение даже самых тяжелых форм этого заболевания — рака печени, желудка, мозга.

Одним из наиболее эффективных и безопасных методов лечения рака, по мнению специалистов, сегодня является фотодинамическая терапия (ФДТ). Она широко используется для борьбы со злокачественными опухолями кожи, ротоглотки, печени, легких, мозга, мочевого пузыря, органов желудочно-кишечного тракта.

Принцип ФДТ основан на использовании фотосенсибилизаторов — веществ, повышающих светочувствительность биологических тканей. На подготовительном этапе терапии фотосенсибилизатор накапливается в опухолевой ткани. Воздействие лазера на очаги накопления запускает производство активных форм кислорода в клетках опухоли, в результате чего наступает их некроз, апоптоз или же остановка клеточного цикла с последующим запуском в "здоровом" режиме.

Одной из главных проблем лечения рака методами ФДТ является сложность точного определения границ опухоли. Последствие возможной неточности — неполная обработка раковых клеток, приводящая к рецидиву заболевания.

Для решения этой проблемы ученые НИЯУ МИФИ создали уникальную эндоскопическую видеофлуоресцентную систему, позволяющую визуализировать очаги накопления фотосенсибилизатора в труднодоступных участках при раке головы и шеи.

Уникальность системы в том, что она непосредственно во время операции позволяет четко определить границы новообразований, в которых накоплен фотосенсибилизатор, а также количественно оценить его концентрацию в тканях, утверждают ученые.

"Точное определение границ опухоли — решающий фактор эффективного лечения. Интраоперационная флуоресцентная диагностика позволяет добиться этого, что повышает эффективность ФДТ и увеличивает медиану выживания пациентов с раком головы и шеи", — объяснил руководитель кафедры лазерных микро-, нано- и биотехнологий Инженерно-физического института биомедицины (ИФИБ) НИЯУ МИФИ, профессор Виктор Лощенов.

Одним из самых сложных органов для лечения по методу ФДТ является печень. Именно через нее, как объяснили ученые НИЯУ МИФИ, происходит вывод большинства фотосенсибилизаторов из организма, поэтому в печени пациента в любом случае содержится огромное количество этих веществ. Это сильно осложняет корректное выявление патологических клеток.

Проанализировав спектрально-флуоресцентные свойства тканей гепатобилиарной системы дикого кабана, оптические свойства которых близки к человеческим, специалисты НИЯУ МИФИ разработали новый метод количественной оценки концентрации фотосенсибилизатора в тканях желчных протоков.

"Исследуя собственную флуоресценцию тканей печени, мы усовершенствовали методы спектральной и видеофлуоресцентной диагностики злокачественных опухолей, возникающих в этом органе. Это позволило разработать оптимальный подход к лечению

рака печени методами ФДТ", — рассказал аспирант ИФИБ НИЯУ МИФИ Канамат Эфендиев⁷.

Еще одно направление, развиваемое в НИЯУ МИФИ, — спектральная и видеофлуоресцентная диагностика при ФДТ рака желудка. Как подчеркнули ученые, применение ФДТ в этой области особенно перспективно ввиду высокой сложности хирургического вмешательства.

Спектроскопическое исследование слизистой желудка по новой методике позволило определить опухоль на глубине трех-четырех миллиметров, что, по словам ученых НИЯУ МИФИ, вдвое превосходит аналоги. Ключевые элементы методики — уникальная эндоскопическая видеофлуоресцентная система и фотосенсибилизатор 5-АЛК.

"Исследование показало, что спектральный и видеофлуоресцентный анализ с применением 5-АЛК может быть рекомендован в качестве метода экспресс-диагностики, включая раннюю диагностику желудка, а также для оценки распространения опухоли и выявления канцероматозных очагов при лапароскопии", — заявил хирург, онколог Института кластерной онкологии имени Л. Л. Левшина Сеченовского университета Артем Ширяев.

Клинические исследования новых методик проводились в Институте кластерной онкологии имени Л. Л. Левшина на базе Университетской клинической больницы № 1 Сеченовского университета. Разработанные в НИЯУ МИФИ методы и оборудование для ФДТ и флуоресцентной диагностики уже сейчас, как отметили создатели, активно внедряются во многие клиники России⁸.

➤ **Инновационный подход, ускоряющий диагностику инфекций в 100 раз**

Научная группа, в которую вошли сотрудники Томского, Саратовского, Московского государственных университетов и Университета Олбани (США), в рамках мегагранта приступила к разработке трёх новых подходов к неинвазивной диагностике вирусных и бактериальных инфекций. Главными инструментами в новых технологиях выступят современные методы оптической спектроскопии и машинного обучения. Инновационные подходы позволят уменьшить время, необходимое на выявление патогенов, с нескольких дней до нескольких минут.

«Исследуемыми объектами в новых методах диагностики будут выступать выдыхаемый воздух, биологические жидкости, в частности, слюна, и биологические ткани (эпителиальный слой ротовой полости), — поясняет один из исполнителей проекта, руководитель лаборатории биофотоники ТГУ, исполнительный директор Института биомедицины ТГУ Юрий Кистенёв. — В каждом случае при внедрении в организм патогенов в клетках биотканей и газовых и жидких пробах биологического происхождения происходят изменения молекулярного состава. Наша задача — выявить эти молекулярные биомаркеры для разных вирусов и бактерий и с помощью методов

⁷ <https://mephi.ru/press/news/16687>

⁸ <https://ria.ru/20201008/mifi-1578630937.html>

искусственного интеллекта научить компьютерные модели «узнавать» возбудителя болезни «в лицо».

Как отмечают разработчики, слюна и слизистая поверхность ротовой полости в качестве объектов исследования выбраны не случайно. В большинстве случаев, например, при заражении гриппом, ротавирусами, Covid-19 и многими другими инфекциями, именно эпителий рта и носа подвергается воздействию в первую очередь. И увидеть их реакцию на возбудителя потенциально возможно уже на начальном этапе заболевания, когда антитела в крови пациента ещё отсутствуют.

Чтобы считывать нужную информацию, будут использованы такие методы, как терагерцовая и инфракрасная спектроскопия комбинационного рассеяния и абсорбционная спектроскопия. Эти методы позволяют получать большое количество информации об объекте, в том числе о его химическом составе.

В поиске биомаркеров, указывающих на наличие того или иного патогена, и разметке библиотеки для машинного обучения наряду с учёными будут участвовать врачи-клиницисты. Новые диагностические подходы не требуют длительной пробоподготовки, благодаря этому на анализ будет уходить несколько минут, в то время как сейчас лабораторные исследования занимают несколько дней.

Ранее участники данной научной группы создали диагностическую технологию, которая позволяет с высокой точностью на основе спектрального анализа выдыхаемого воздуха различать пациентов, страдающих от бронхолегочных заболеваний (в том числе рака легких), и здоровых людей. Созданный научный задел будет использован в новом проекте. Планируется, что работы по нему будут завершены в конце 2023 года⁹.

➤ **Новые материалы для защитных масок**

Ученые ИФПМ СО РАН, ИХТЦ и ТГУ разработали новые материалы с бактерицидным и вирулицидным эффектом, которые могут применяться для создания различных изделий медицинского назначения, в том числе защитных масок и медицинской одежды. Материалы были испытаны на базе Федерального исследовательского центра фундаментальной и трансляционной медицины (ФИЦ ФТМ, Новосибирск) в соответствии с самыми современными протоколами оценки противовирусной активности с использованием модели вируса гриппа А/Н1N1 и протестированы в ИФПМ СО РАН (Томск) на модели *Escherichia coli* (кишечная палочка). Новые материалы показали высокую эффективность в отношении обоих модельных объектов.

Учёные ТГУ и ИФПМ СО РАН разработали новые технологии придания антисептических свойств полимерным медицинским материалам, включая волокнистые, используемые для изготовления защитных масок, халатов, шапочек и других предметов медицинского назначения. В качестве инструмента, выступающего преградой для

⁹ <http://www.tsu.ru/news/razrabotki-uchenykh-tgu-uskorye?fbclid=IwAR3Rc5XD0gR3wJLXDqG6KBrSXl6T5Whng7TmB79lcTLjyigoztbiD1Jx45A>

возбудителя, учёные использовали наночастицы оксида цинка и биокomпонентные частицы оксида меди (Cu-Fe)O, полученные методом электрического взрыва проводников.

В ходе исследований на базе ФИЦ ФТМ были протестированы образцы волокнистых структур: несколько образцов полипропилена с частицами меди, оксида меди и оксида цинка, а также контрольные образцы – фрагменты нетканого материала спанбонда.

На материалы наносили жидкость, содержащую штаммы пандемического модельного вируса гриппа А/Tomsk/273-MA1/2010(H1N1pdm09). По прошествии 30 минут исследователи оценивали вирусную нагрузку в смывах с материалов. В смывах с образцов полипропилена, содержащих частицы оксида меди и оксида цинка, вирусная нагрузка отсутствовала, в отличие от смыва с поверхности контрольного образца (спанбонд), где отмечено высокое содержание вируса.

Наряду с этим противовирусную активность материалов с наночастицами тестировали на культуре клеток MDCK, чувствительных к вирусу. Их обрабатывали жидкостями со смывов и оценивали жизнеспособность клеток. Анализ показал, что смывы с наноматериалов не оказали отрицательного воздействия на клетки, в отличие от смывов с контрольного образца (спанбонд), не содержащего наночастицы.

«Результаты испытаний позволили нам по-новому взглянуть на собственную разработку, – говорит проректор ТГУ по научной и инновационной деятельности Александр Ворожцов. – Полученные нами наночастицы перспективны для применения и в других областях. Например, их можно вводить в лакокрасочные материалы и использовать для обработки поверхностей в медицинских учреждениях, школах, детских садах и других организациях с большой проходимостью. Сейчас для таких целей иногда применяются серебросодержащие краски. Краски с нашими наночастицами будут не только эффективны, но и дешевле. Благодаря таким покрытиям процесс дезинфекции станет постоянным. В настоящее время решаются вопросы коммерциализации нового продукта и вывода его на рынок»¹⁰.

➤ **Робот для взятия мазка на коронавирус**

Директор Института конструкторско-технологической информатики РАН Сергей Шептунов, главный инженер ООО "Ассистирующие хирургические технологии" Рахим Нахушев и академик РАН Дмитрий Пушкарь, разработали и запатентовали роботохирургический комплекс, позволяющий бесконтактно взять мазок из зева пациента.

При взятии биоматериала используются два манипулятора роботизированного комплекса. Один из них непосредственно берет мазок, второй – упаковывает биоматериал в пробирку. Комплекс управляется лаборантом при помощи контроллера на основании информации, получаемой с камеры и передаваемой на монитор. При этом лаборант и манипулятор, осуществляющий забор мазка, во время манипуляции находятся в "чистой зоне", отделенной от зоны нахождения пациента перегородкой. В свою очередь

¹⁰ http://www.tsu.ru/news/uchyenyie-ispytali-novye-materi?fbclid=IwAR0sQfNoEHcMbdaCbbfFFwSgBwfi0iumJ0PJdsSIVYUp1_5vpd981K3G3w

манипулятор, упаковывающий биоматериал, расположен в "грязной" зоне, отметил собеседник. После каждого пациента "грязная зона" дезинфицируется.

"Взятие мазка с помощью роботизированного комплекса полностью защищает лаборанта, сокращает риски пациента и повышает качество взятия пробы за счет высокой точности перемещения манипулятора, отсутствия тремора, четкого визуального контроля за областью, из которой берется мазок", - отметили в Роспатенте.

По словам разработчика, робот может обучаться и через несколько тысяч тестов сможет брать мазки автоматически без участия лаборанта.

На начало 2020 года выдано более 80 патентов на изобретения и полезные модели в области технологий борьбы с вирусами и сопутствующими заболеваниями¹¹.

➤ **Способ диагностирования рака и других болезней по одной капле крови**

Способ быстро диагностировать рак и другие патологии с помощью спектроскопии крови нашли ученые Самарского университета им. С.П. Королёва с коллегами из Самарского государственного медицинского университета. Новый метод поможет выиграть время и оперативно отправить пациента к соответствующему специалисту за лечением.

В отличие от лабораторных методов анализа, на которые требуются часы, данный метод позволяет анализировать компонентный состав крови в режиме реального времени. Такую процедуру можно провести с применением оптических технологий, когда свет обменивается энергией с молекулами анализируемого вещества, рассказали эксперты. Это позволяет установить конкретный тип молекул и их концентрацию в крови, что дает возможность поставить точный диагноз.

Сегодня ученые во всем мире бьются за более высокие показатели точности и универсальность предлагаемых методик диагностики. Способ, который предложили специалисты, хоть и уступает в точности подходам, которые реализуют с помощью лабораторных установок, зато может быть осуществлен на портативном оборудовании.

По словам авторов исследования, реализация жидкостной биопсии с применением портативного оборудования существенно снижает стоимость системы анализа крови. Ученые предложили наиболее оптимальные методы математической обработки спектральных показателей. Такие способы подходят для данных с высоким уровнем шумов, которые возникают во время использования портативного оборудования.

"Полученные результаты могут быть востребованы при проведении массовых скрининговых обследований. С помощью жидкостной биопсии можно быстро выявить людей, у которых только начинает развиваться патология, и отправить их к соответствующему специалисту. Также можно проводить мониторинг состояния пациентов, которые уже проходят лечение. Если есть улучшение или ухудшение состояния, то жидкостная биопсия обязательно это покажет при исследовании состава крови", – рассказал Иван Братченко.

¹¹ <https://rospatent.gov.ru/ru/news/interfax-20112020>

Чтобы довести предлагаемый прибор до версии, которая могла бы использоваться в клиниках, потребуются согласованная работа физиков, химиков, математиков, инженеров, и, конечно, врачей. В дальнейшем ученые планируют усовершенствовать методы анализа и провести широкие клинические испытания предлагаемого подхода на различных группах пациентов¹².

➤ **Новый класс антибиотиков**

Ученые Вистаровского института при Университете Пенсильвании (США) открыли новый класс соединений, которые могут одновременно уничтожать устойчивые к лекарствам бактерии и активировать иммунный ответ человека, сообщает пресс-служба института.

Существующие антибиотики воздействуют на важнейшие процессы в клетках бактерий, среди которых синтез нуклеиновых кислот и белков, построение клеточной мембраны и метаболические пути. Нарушая эти функции, антибиотики поражают бактерии. Однако патогены могут приобретать устойчивость к лекарствам, изменяя мишень, против которой направлен лекарство.

«Мы пришли к выводу, что использование иммунной системы для одновременной атаки бактерий на двух разных фронтах затрудняет развитие у бактерий устойчивости [к антибиотикам]», – сказал Фарох Дотивала, ведущий авторы работы.

Ученые сосредоточились на новой мишени – метаболическом пути, который важен для большинства бактерий, но отсутствует у людей, что делает его идеальной целью для разработки антибиотиков. Этот путь, называемый метил-D-эритритолфосфатом (MEP), или немевалонатным путем, отвечает за биосинтез изопреноидов – молекул, необходимых для выживания клеток у большинства патогенных бактерий. В биосинтезе изопреноидов важную роль играет фермент IspH – и ученые надеются заблокировать его работу, чтобы убить бактерии.

Исследователи использовали компьютерное моделирование, чтобы проверить, какие из нескольких миллионов коммерчески доступных соединений способны связываться с ферментом, и выбрали наиболее сильные из тех, которые блокируют функцию IspH.

Ранее доступные ингибиторы IspH (молекулы, которые связываются с ферментом и «выключают» его) не могли проникать через стенку бактериальной клетки. Поэтому авторы работы искали новые молекулы-«блокировщики», которые смогли проникнуть внутрь бактерий.

Тестирование показало, что новые ингибиторы IspH стимулировали иммунную систему лучше, чем современные – первые в своем классе – антибиотики. Было показано, что все протестированные соединения нетоксичны для клеток человека¹³.

➤ **База для новых лекарственных препаратов**

¹² <https://ssau.ru/news/18542-nayden-sposob-diagnostirovat-rak-i-drugie-bolezni-po-odnoy-kaple-krovi>

¹³ <https://wistar.org/news/press-releases/wistar-reports-new-class-antibiotics-active-against-wide-range-bacteria>

Ученые Института органического синтеза Уральского отделения РАН и Уральского федерального университета (ИОС УрО РАН, УрФУ, Екатеринбург) синтезировали биологически активные соединения на основе гетероцикла ряда пиразола. Эти соединения перспективны для создания целого кластера новых лекарственных препаратов разнонаправленного действия.

Гетероцикл пиразол (C₃H₄N₂) — проверенная основа для создания лекарственных средств. Известные представители класса гетероциклических соединений, которые активно применяются в клинической практике, — анальгин, бутадиион, целебрекс, обладающие выраженными противовоспалительным, анальгезирующим и жаропонижающим свойствами.

Особенность новых соединений в том, что они содержат атомы фтора, самого электроотрицательного элемента в природе. Введение фтора в структуру органических соединений, в том числе пиразольного ряда, не только существенно влияет на химико-физические свойства, но и изменяет спектр биологического действия соединений.

in vitro испытана противотуберкулезная, антибактериальная и противогрибковая активность полученных соединений. Следующий этап работ — модифицировать соединения, чтобы, перейдя от множественной к конкретной биологической активности, они эффективно взаимодействовали с определенными биомишенями.

«Если говорить о бактериях и грибах, то они, как и вирусы, постоянно мутируют, их привыкание и сопротивляемость существующим антибиотикам и антимикотикам возрастает. Поэтому требуются все новые антибактериальные и противогрибковые средства, резистентность по отношению к которым у микроорганизмов не выработалась», — поясняет руководитель исследовательской группы, ведущий научный сотрудник Лаборатории фторорганических соединений ИОС УрО РАН и Научной лаборатории медицинской химии и перспективных органических материалов УрФУ Янина Бургарт.

Разработка новых препаратов стала возможной благодаря сотрудничеству уральской школы химиков-синтетиков во главе с академиками РАН Валерием Чарушиным и Олегом Чупахиным с другими научно-исследовательскими центрами. В создании препаратов приняли участие коллективы научно-исследовательских организаций России. Так, квантово-химические расчеты выполнили ученые Уфимского Института химии РАН, антирадикальные свойства синтезированных соединений изучили в Институте физиологически активных веществ РАН (г. Черноголовка Московской области). Противоопухолевое действие веществ тестировала *in vitro* группа биологов УрФУ во главе с директором департамента биологии и фундаментальной медицины Марией Улитко. В Пермском национальном исследовательском политехническом университете проводили эксперименты *in vivo* по определению анальгетической активности соединений¹⁴.

¹⁴ <https://scientificrussia.ru/news/himiki-sozdali-bazu-?fbclid=IwAR2XmNxO4992yvNCTa8ZGYTtOVxA-PxvBfP268Auo48T6fcN7I0y91a5fVY>



Раздел «Экология»

➤ Эффективный способ очистки сточных вод

Очистка сточных вод — чрезвычайно затратный процесс. По оценкам американского агентства по охране окружающей среды, до пяти процентов общего энергопотребления США приходится именно на системы водоочистки, поэтому любое удачное решение в этой области может стать крайне востребованным. Ученые из РХТУ имени Д. И. Менделеева испытали новый способ очистки воды, отличающийся высокой скоростью и эффективностью.

В основе подхода активные угли: их смешивают с водой, из которой они адсорбируют молекулы загрязняющих веществ, а потом через жидкость пропускают электрический ток, что вызывает образование электролитических газов, пузырьки которых подхватывают углеродные частицы и поднимают их на поверхность. Исследователи показали, что таким методом из воды уже за пять минут можно удалить до 90 процентов углеродных частиц, впитавших токсиканты.

Ученые из РХТУ провели серию экспериментов на модельных растворах, содержащих активный уголь, соль для придания системе электропроводности, а также различные органические и неорганические коагулянты и флокулянты — вещества, способствующие тому, чтобы взвешенные в воде углеродные частицы слипались между собой в объемные нерастворимые хлопья.

Исследователи изучали как на эффективность процесса влияют различные факторы. Так, оказалось, что оптимальный pH системы колеблется в интервале либо от 3 до 4, либо от 7 до 9 и определяется взаимодействием различных факторов, определяющих поведение системы — размерами углеродных частиц и пузырьков электролитических газов, а также зарядом поверхности углеродных частиц.

В других экспериментах ученые изучали, как на эффективность процесса влияет концентрации и природа компонентов модельных растворов, а также сила тока, пропускаемого через жидкость. Исследователи показали, что в оптимальных условиях уже после пяти минут обработки растворов электрическим током 90 процентов углеродных частиц может быть отделено от очищенной воды. Эти данные показывают, что новый метод перспективен для быстрой и качественной очистки как модельных растворов, так и реальных сточных вод^{15 16}.

➤ Переработка отходов нефтедобычи

Ученые Пермского Политеха и их коллеги из ПГАТУ нашли способ повысить прочность асфальтобетона. Для этого они предлагают использовать буровой шлам — отход нефтедобычи. Он заменит минеральный порошок в асфальтобетоне. Разработка уже

¹⁵ <https://muctr.ru/news/>

¹⁶ https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S138?fbclid=IwAR32CqhJ79cFOtZyFb7OpjOP2VHJpkNMmlN0ve2N5nFBRC_y8wtWL4xVSD0

прошла испытания и соответствует всем стандартам, которые предъявляют к этому материалу.

«Буровой шлам — это измельченная порода с остатками бурового раствора. Каждый год в результате деятельности нефтедобывающей промышленности образуются миллионы тонн буровых отходов. Они загрязняют окружающую среду нефтепродуктами, химическими реагентами, тяжелыми металлами и хлоридами, — рассказывает аспирант кафедры «Охрана окружающей среды» факультета химических технологий, промышленной экологии и биотехнологий Пермского Политеха Антон Власов.

Сейчас, для того чтобы снизить негативное воздействие бурового шлама, используют различные технологии его утилизации. Например, им частично заменяют цемент в бетоне, чтобы снизить стоимость его производства. Шлам используют для получения стеклокерамики, декоративной плитки и других строительных материалов. Существуют технологии, с помощью которых можно применять отход в составе почвенно-подобных смесей для сельского хозяйства.

Пермские ученые предложили повысить прочность дорожного полотна с помощью полезных свойств отхода. В высушенном виде шлам представляет собой мелкий песок, предварительно механически активированный при бурении нефтепродуктами, которые входят в буровой раствор. Это создает благоприятные условия для его использования в качестве минерального порошка в асфальтобетоне. Исследователи отмечают, что у такого применения бурового шлама нет аналогов в России¹⁷.

Чтобы изучить химические свойства отхода, ученые взяли с нефтяных месторождений два образца — на глинистой и углеводородной основе. Они установили, что содержание в них тяжелых металлов не превышает норму. Это позволяет применять буровой шлам в качестве сырья для производства асфальтобетона.

Затем ученые получили оптимальный состав смеси для будущего материала. Для этого они провели серию испытаний разных составов, чтобы выбрать наиболее эффективную смесь. Материал соответствует требованиям современных стандартов, которые предъявляют к асфальтобетонным смесям для дорожного строительства.

Исследователи выяснили, что в зависимости от марки и вида необходимой смеси в ее составе можно использовать до 8 % бурового шлама¹⁸.

➤ **Решение проблемы очистки воды от вредного диоксида титана**

В мире ежегодно используют 5 млн тонн диоксида титана (TiO₂). С добавлением титановых белил сделаны практически все товары белого цвета: краски, керамика, стекло, бумага, пластик, косметика, лекарства и даже продукты (добавка E-171).

Но диоксид титана, который с отходами производств попадает в водоемы, небезопасен для окружающей среды. Для очистки сточных вод часто используют электрофлотацию: в воду подают ток, а выделяющиеся пузырьки газов захватывают

¹⁷ <https://pstu.ru/news/2020/10/14/10909/>

¹⁸ <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/459/2/022078/pdf?fbclid=IwAR24BfzEK7FXBoJFNDIRST83ofmoD2T7BES8H8IFn69coDureJE4gBlQvsg>

загрязняющие частицы и вместе с ними всплывают на поверхность. Однако с TiO₂ метод работал плохо: за час обработки получалось извлечь не больше 80 % частиц.

Сотрудники РХТУ им. Д.И. Менделеева удалось найти решение данной задачи!

«Проблема состояла в том, что частицы были малых размеров – всего 5-15 мкм. Мы подобрали составы, при добавлении которых в загрязненную воду размер частиц увеличился, и они стали гидрофобными. Из 500 мл воды мы смогли получить 50 мг диоксида титана всего за пять минут, выловить все мельчайшие частицы до 1 микрона. Максимальный коэффициент извлечения был равен 96 %» - пояснил сотрудник технологического центра «Экохимпроект» РХТУ Артем Колесников¹⁹.

Результаты работы ученых будут полезны всем производителям, которые используют диоксид титана. Они обязаны контролировать ПДК вредных примесей в отходах, а предложенная технология позволяет делать это эффективно при более низких затратах.

Далее исследователи планируют адаптировать технологию для извлечения из сточных вод порошков оксидов, нитридов и гидроксидов других металлов²⁰.

¹⁹ https://scientificrussia.ru/news/belaya-kraska-na-osnove-dioksida-titana?fbclid=IwAR0VGiU_YzxTNIyUs6CDtWtpFL1QmnhIExdcJg4pnpt-JkhGAovqXeKm9oo

²⁰ <https://link.springer.com/article/10.1007/s10717-020-00272-x>



Раздел «Технологии для повышения качества жизни»

➤ Пленки для датчиков детектирования газов

Российские ученые напечатали тонкие и однородные пленки из оксида индия и олова (ITO) и продемонстрировали, что с их помощью можно регистрировать содержание угарного газа. Открытие расширяет спектр применений ITO.

Оксид индия и олова ITO ($\text{In}_2\text{O}_3\text{-}10\%\text{SnO}_2$) — перспективный кандидат для рецепторных компонентов датчиков детектирования различных газов. Команда химиков из Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, РХТУ им. Д.И. Менделеева, СПбГУ и МГУ имени М. В. Ломоносова показали, что тонкие рецепторные покрытия из ITO можно получить с помощью удобной техники перьевой плоттерной печати.

В качестве чернил ученые использовали растворы двух комплексных соединений с индием и оловом в составе. Так гораздо легче контролировать морфологию и однородность получающихся поверхностей. Чернила смешивали и подавали на чип из Al_2O_3 с нанесенными платиновыми электродами. Перо равномерно перемещалось по поверхности, и после нанесения каждого слоя пленка высушивалась в течение десяти минут, а потом процедура повторялась вновь. Всего было нанесено двадцать слоев, при этом после первых десяти пленку дополнительно обжигали при температуре 250 °С. В результате получилась пленка ITO толщиной 600 нм с однородной поверхностью — максимальный перепад высот составлял не более 8 нм.

Исследователи экспериментально проверили сенсорные свойства новой пленки. Для этого они помещали ее в атмосферу различных газов (CO , CO_2 , CH_4 , H_2 и NH_3) и фиксировали изменения сопротивления. Самый заметный сенсорный отклик ITO показал на угарный газ в концентрации 100 миллионных долей. В присутствии других газов таких заметных эффектов не наблюдалось. При этом ITO пленка может детектировать концентрации CO даже на уровне двух миллионных долей, что почти на порядок меньше предельной допустимой концентрации угарного газа в воздухе (от 20 до 35 миллионных долей).

Открытие позволит селективно детектировать в окружающей атмосфере токсичный угарный газ, который не обладает ни цветом, ни запахом, ни вкусом. Кроме того, новая технология позволит научному сообществу продвинуться в создании тонкопленочных прозрачных электродов ITO и для других целей²¹.

²¹ https://indicator.ru/chemistry-and-materials/khimiki-napechatali-risunki-pri-pomoshi-sveta-i-zheleza-10-10-2020.htm?fbclid=IwAR1HjmXDckouV45pd0M1ciIQ3cJOKFqVLB7_ItmWmCXWtKcNz25XO1hGhg

➤ **Взрывчатое вещество с новыми свойствами**

Ученые РХТУ им. Д.И. Менделеева, совместно с коллегами из Китая совместили одно из самых сильных взрывчатых веществ CL-20 с экстремально активный окислитель N₂O₄. По умолчанию они должны вместе быть абсолютно непригодными для применения, но ученые показали, что молекулы N₂O₄ можно включать в полости CL-20 и новое взрывчатое вещество будет получаться не только стабильным, но еще и обладать новыми свойствами по сравнению с чистым CL-20.

«Это первый пример сольвата с таким мощным и агрессивным окислителем, и мы были вообще поражены, что такое возможно», - рассказывает Валерий Синдицкий, заведующий кафедрой химии и технологии органических соединений азота РХТУ. «За счет введения N₂O₄ мы немного улучшили кислородный баланс системы, и в пламени появился добавочный окислитель, что увеличило скорость горения вещества»²². Сейчас ученые ищут практические способы его применения открытия. Так, например, молекулы тетраоксида азота, превращающиеся внутри CL-20 в NO₂, могут служить специфической меткой, которую можно считывать с помощью ЭПР спектроскопии для детектирования взрывчатых веществ.

Исследование проведено сотрудниками кафедры химии и технологии органических соединений азота вместе с коллегами из Пекинского института технологий (Китай) при финансовой поддержке гранта РФФИ и гранта государственного фонда естественных наук Китая. Международное научное сотрудничество является важным направлением работы РХТУ, что выражается в большом количестве исследований и разработок в области химии и химической технологии, которые ученые проводят совместно с зарубежными коллегами²³.

➤ **Новый способ очистки природного газа от примесей**

Химики из Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева, Новосибирского государственного технического университета и Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского показали способ, в котором одновременно используются мембранные технологии и синтезированный ими абсорбент на основе ионной жидкости.

Суть метода разработанного способа, заключается в следующем: в одном аппарате создаются две полости, разделенные мембраной, на которую нанесен абсорбент. В полость над мембраной подается неочищенный природный газ – он барботируется через абсорбент, который почти беспрепятственно пропускает молекулы CH₄, но задерживает H₂S и CO₂. На выходе из абсорбента получается чистый CH₄, который по отдельному каналу выводят из надмембранной полости. Внутри абсорбента остаются H₂S и CO₂, которые отводятся в полость под мембраной за счет разницы давления. Молекулы кислых газов под действием перепада давления диффундируют из абсорбента в мембрану и через нее уходят в нижнюю полость и удаляются из системы.

²² <https://nauka.tass.ru/nauka/9699837>

²³ <https://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/chem.201800000>

Российские исследователи уже применяли такой метод для решения самых разных задач, а в этой работе они сконцентрировались на очистке природного газа и синтезировали новый абсорбент на основе ионной жидкости (так называют жидкость, полностью состоящую из ионов, – например, расплав соли при температуре выше температуры плавления).

Исследователи планируют провести аналогичные эксперименты для тройных смесей газов. Для этого им потребуется установка для проточного масс-спектрометрического анализа составов, которую они одновременно строят в своей лаборатории и в лаборатории нобелевского лауреата Константина Новоселова в Сингапурском университете.

➤ **Новый способ безопасной переработки серы**

Сера – необходимый компонент при производстве резины, косметики, лекарств, дезинфицирующих средств, удобрений. В природе она часто встречается в виде кольцевидной структуры из восьми атомов (S₈). Чтобы ее использовать для изготовления продукции, кольцо атомов необходимо раскрыть, что сейчас чаще всего делают при помощи нагрева и последующего охлаждения.

Ученые РХТУ им. Д.И. Менделеева предложили более экологичный и экономичный способ, показав, что кольца серы можно раскрывать за счет реакций с ионными жидкостями. В перспективе этот метод можно использовать для переработки серных отвалов на предприятиях.

«Предположение, что ионные жидкости могут вступать в реакцию с элементной серой, у нас возникло, когда мы изучали их химию», - рассказывает Ефрем Кривобородов, ассистент кафедры ЮНЕСКО "Зеленая химия для устойчивого развития" РХТУ. «Это полярные соединения с локализованными в некоторых случаях зарядами, и в зависимости от структуры анионов или катионов возможно проявление их нуклеофильных свойств по отношению к определенным веществам. Отсюда и предположение о механизме возможной реакции серы и ионной жидкости. Получилось, что, интегрировав знания по химии серы и химии ионных жидкостей, мы получили совершенно новые результаты, ранее не описанные»²⁴.

➤ **Мембраны для оптимизации промышленного производства**

Почти весь аммиак в мире получают в процессе Габера—Боша: он был предложен еще в начале XX века и уже через несколько лет принес одному из своих разработчиков, Фрицу Габеру, Нобелевскую премию по химии.

В это процессе водород и азот пропускают при высоком давлении через катализатор, и на выходе получается газообразная смесь исходных реагентов из которой потом нужно выделить чистый аммиак.

²⁴ <https://www.kommersant.ru/doc/4574677>

Сейчас для этого смесь охлаждают с применением большого количества хладагентов, и процесс очистки потребляет очень много энергии — более 3 МВт•ч на каждую тонну аммиака, это средний расход электричества в квартире примерно за два года.

Российские ученые из РХТУ, НГТУ и ННГУ предложили проводить выделение аммиака из реакционной смеси с помощью гибридной технологии, сочетающей возможности мембранной очистки и современных абсорбентов, и показали, что так можно получать аммиак чистотой до 99%, затрачивая гораздо меньше энергии.

«В этой работе мы определили наиболее перспективные абсорбирующие материалы, а теперь продолжаем изучать процесс и разрабатываем новую конструкцию мембранного модуля, которую будет возможно масштабировать для задач промышленности,— рассказывает Илья Воротынцеv, заведующий лабораторией SMARTполимерных материалов и технологий РХТУ.— Конечно, процесс синтеза аммиака остается практически неизменным на протяжении 100 лет, но он сопряжен с такими большими затратами энергии и проводится в таких колоссальных объемах, что снижение энергопотребления не то что на порядок, а даже на проценты может принести колоссальную прибыль, а в нашем методе как раз не требуется никаких хладагентов, и поэтому он гораздо доступнее. Да, смена производственной парадигмы — это процесс не мгновенный, но бизнес быстро считает прибыль и убытки, и если будет пример экономически удачной реализации нашего процесса, то это станет мощным толчком к изменениям у всех производителей аммиака»²⁵.

➤ **Суперсорбент для радиоактивного йода**

Ученые кафедры химии высоких энергий и радиоэкологии РХТУ им. Д.И. Менделеева разработали новую технологию изготовления сорбента для трудноуловимой формы радиоактивного йода – метилиодида. Фильтр на ее основе задерживает до 99.5% опасного изотопа, не требует большого количества дорогого сырья и позволяет на порядок снизить затраты на адсорбцию.

Для поглощения метилиодида нужны сорбирующие вещества, способные образовывать с ним химические связи или обмениваться изотопами. На рынке уже есть такие продукты, но они несовершенны. Как правило, их производят из активированного угля, гранулы которого довольно быстро истираются под воздействием воздушных потоков, что приводит к образованию пыли, забивающей каналы, и потому резко увеличивающей энергетические потери на процесс очистки.

К тому же, лучшие сорбенты делают с использованием угля, произведенного из импортного сырья - кокосовой скорлупы, что сильно повышает стоимость материала. Такой фильтр для одного йодного адсорбера может стоить в районе 100000 рублей.

«Уголь из кокосовой скорлупы мы тоже использовали, но примерно в десять раз меньше, чем в традиционных фильтрах, и не в гранулах, а в виде порошка разного фракционного состава, нанесенного на высокопористую пенополиуретановую матрицу, что позволяет существенно снизить энергетические потери», - поясняет один из авторов

²⁵ <https://www.kommersant.ru/doc/4603818>

работы, заведующий кафедрой химии высоких энергий и радиоэкологии РХТУ Эльдар Магомедбеков.

Для повышения эффективности сорбции порошок пропитывали 4-процентным триэтилендиамином – это вещество, которое может вступать в химические реакции с метил-йодидом. При подборе компонентов руководствовались такими параметрами как удельная поверхность, пористость и механическая прочность вещества»²⁶.

➤ Сорбент для контроля токсичных элементов

Ученые СФУ разработали новый класс сорбентов, веществ-поглотителей, которые позволят извлекать конкретные химические формы элементов из разных водных растворов. По словам ученых, их метод производства сорбентов на основе кремнезема (SiO₂) позволяет путем подбора нужных органических добавок создавать сорбенты разной специализации.

"Наш способ синтеза сорбентов предполагает последовательное нанесение на поверхность кремнезема двух слоев добавок. Первый — слой полимерных полиаминов — придает поверхности положительный заряд, на нем происходит поглощение анионных форм химических элементов, например, Cr(VI). Второй слой — слой комплексобразующего реагента, активного относительно катионов, как Cr(III). Такая схема может стать универсальным решением для извлечения любых форм химических элементов", — объяснила научный сотрудник НИИЦ "Кристалл", доцент кафедры физической и неорганической химии СФУ Светлана Дидух-Шадрина.

Эффективность нового сорбента подтверждена экспериментально. По словам ученых, протестированный состав сорбента может быть использован для контроля уровня хрома в технологических растворах гальванических производств. Главные плюсы новой технологии, как отметили авторы, в полном отсутствии токсичных реагентов и простоте синтеза новых сорбентов, нацеленных на определенный элемент.

В ближайшее время ученые планируют испытания сорбента на таких распространенных в промышленности элементах, как мышьяк, селен и медь. В дальнейшем коллектив намерен использовать новый сорбент для разделения и идентификации синтетических и натуральных пищевых красителей²⁷.

➤ Устойчивые композиты

Радиационное облучение и накопление водорода серьезно уменьшают ресурс работы конструкционных материалов водородной и ядерной энергетики. Для повышения физико-механических свойств материалов ученые из ТПУ предложили наносить на них наноразмерные металлические слои циркония и ниобия (НМС Zr/Nb).

«Предмет нашего исследования - многослойное покрытие с чередующимися слоями ниобия и циркония. Теоретические расчеты показывают, что граница раздела

²⁶ <https://scientificrussia.ru/news/v-rhtu-razrabotali-supersorbent-dlya-radioaktivnogo-joda>

²⁷ <https://ria.ru/20201214/sfu-1588778189.html>

между этими слоями — достаточно специфическая структура. Образующиеся дефекты в ней аннигилируют, материал обладает свойством самовосстановления.

Наша задача - подтвердить этот эффект экспериментально, с помощью позитронов. В ТПУ более 20 лет разрабатываются методы позитронной спектроскопии, а в отделении экспериментальной физики создана одна из лучших установок в России - гибридный цифровой комплекс позитронной спектроскопии», - рассказывает руководитель проекта, доцент отделения экспериментальной физики ТПУ Роман Лаптев.

Сначала ученые готовят образцы - на пластины кремния наносят несколько чередующихся слоев ниобия и циркония. Общая толщина покрытия - один микрон, толщина каждого слоя — от 20 до 100 нанометров. Затем образцы облучают на ускорителе и после этого исследуют на разных установках Томского политеха и не только. Эксперимент с помощью позитронных пучков проводят в Объединенном институте ядерных исследований (Дубна), где трудится один из участников научного коллектива - Кшиштоф Семек.

Параллельно экспериментам научная группа ведет первопринципные расчеты структуры НМС Zr/Nb при накоплении водорода и гелия, а также рассчитывает параметры аннигиляции позитронов в этой структуре.

Предполагается, что в итоге будут разработаны рекомендации по выбору оптимальных параметров нанесения наноразмерных металлических слоев Zr/Nb для создания водородо- и радиационноустойчивых композиционных материалов.

Исследование проводится совместно с коллегами из ОИЯИ и Белорусского государственного университета²⁸.

➤ **Новый способ цветной печати**

Группа химиков из Института элементоорганических соединений Российской академии наук предложила новый состав для фотопечати. Он состоит из двух компонентов: светочувствительного соединения железа и водорастворимого органического красителя. При попадании света на состав в нем образуются свободные ионы железа, которые моментально связывают находящиеся рядом молекулы красителей в нерастворимый окрашенный полимер и таким образом фиксируют изображение.

«Этот способ позволяет нанести рисунок почти на любой материал, который смачивается водой. Например, можно сделать временную татуировку на коже – нужен только краситель, трафарет и обычная лампочка. При этом изображение не смывается обычным мылом, но его можно удалить раствором соды или аскорбиновой кислоты. Разумеется, технология не ограничивается татуировками и ее можно применить в

²⁸ <https://news.tpu.ru/news/2020/11/26/37006/>

совершенно разнообразных областях», – пояснил один из авторов работы Дмитрий Перекалин²⁹.

➤ **Технология производства «умных» удобрений**

Использование традиционных удобрений на основе азота зачастую приводит к избытку азотных соединений, отрицательно влияющих на качество почвы и воды. Чтобы решить эту проблему, ученые предлагают использовать «умные» удобрения с пролонгированной или контролируемой скоростью высвобождения азота.

Удобрения состоят из азотосодержащей части и сдерживающих высвобождение азота стабилизаторов, которыми обычно выступают полимеры. Ученые из ТПУ предложили использовать для этого филлосиликаты - глинистые минералы со слоистой структурой. Они дешевле полимеров в среднем в 1,5-3 раза.

«Мы определили интервалы активации, на которых происходит вхождение азотных соединений в структуру филлосиликатов, а также описали последующие изменения остаточного азота, формирующего пленки на минеральных частицах. В результате мы получили продукт с двумя видами азота, каждый из которых будет иметь свою скорость высвобождения в почве», — говорит один из авторов статьи, доцент отделения геологии ТПУ Максим Рудмин.

В Томском политехе изучили смеси на основе двух глинистых минералов, смектита и глауконита, с мочевиной (распространенным питательным компонентом удобрений). Ученые отмечают, что для исследования были выбраны экологичные и дешевые минералы, которые зачастую складываются как отходы горного производства.

Например, смектит отличается хорошей способностью к набуханию, что обеспечивает качественную инкапсуляцию азота. А глауконит является не только эффективным стабилизатором, но и дополнительным источником калия для растений.

«Мы использовали как известный метод активации в планетарной мельнице, так и менее известный, но более дешевый метод активации в кольцевой мельнице. Исследование позволило подобрать оптимальные параметры — соотношение минерала и нутриента, время и вид активации — для получения композитов с требуемой структурой», — поясняет Максим Рудмин, уточняя, что в дальнейшем коллектив планирует продолжить разработку «умных» удобрений на основе глинистых минералов³⁰.

➤ **Установка, которая поможет снизить количество ДТП**

Молодые ученые Пермского Политеха создают установку, которая поможет снизить количество ДТП и заторов. Разработка, у которой нет аналогов в России, поможет машинам справиться с гололедом: она обеспечит лучшее сцепление колес со скользкой дорогой.

²⁹ <https://indicator.ru/chemistry-and-materials/khimiki-napechatali-risunki-pri-pomoshi-sveta-i-zheleza-10-10-2020.htm?fbclid=IwAR1HjmXDbckouV45pd0M1cilO3cJOKFqVLB7 ItmWmCXWtKcNz25XO1hGhg>

³⁰ <https://news.tpu.ru/news/2020/11/18/36972/>

Грузовые автомобили часто попадают в ДТП в неблагоприятных дорожных условиях, таких как снег или наледь. Аварии происходят в том числе из-за низкого коэффициента сцепления шин с дорожным покрытием, считают исследователи. Остановка одной машины влечет за собой заторы на дороге и простои в работе других перевозчиков. Поэтому главной задачей ученых стало повышение сцепления: они создают устройство, которое автоматически разбрасывает под колеса авто абразивный материал – мраморную крошку.

«Пескоструй» достаточно известен: его используют в разных сферах – от уничтожения ржавчины до художественной обработки поверхности. Но этот способ до сих пор не применяли для улучшения сцепления колес грузовых автомобилей со скользким дорожным покрытием. Поэтому мы разработали систему на основе пескоструйного аппарата, которая получает информацию о состоянии дороги со встроенных датчиков автомобиля и отправляет сигналы на подачу мраморной крошки», – рассказывает автор проекта, аспирант кафедры «Автомобили и технологические машины» Пермского Политеха Владислав Чудинов.

Абразивный материал подается в распределитель с помощью вращения вала с электроприводом. Оттуда он направляется сжатым воздухом под колесо автомобиля.

Эксперименты показали эффективность технологии: коэффициент сцепления колеса с дорогой увеличился на 30 %. По словам ученых, для того чтобы соединить устройство с машиной, не нужно будет изменять ее конструкцию: разработка универсальна и подходит ко всем грузовым автомобилям. Время «установки» составляет всего 20 минут. Себестоимость устройства составит не более 150 тыс. рублей.

По сравнению с аналогами, например, противобуксовочными цепями или подсыпным бункером, новое устройство обладает большей эффективностью, оперативностью и надежностью. Установка универсальна и проста в эксплуатации, ею можно управлять из кабины автомобиля.

По данным «БизнесСтата», объем рынка автомобильных грузовых перевозок в России составил 814,9 млрд рублей в 2018 году. Ученые считают, что разработка вызовет интерес у предпринимателей в области коммерческих перевозок в России и за рубежом. Сейчас они создают прототип устройства, в их ближайших планах – найти инвестора и наладить массовое производство³¹.

³¹ <https://pstu.ru/news/2020/12/23/11109/>



Раздел «Энергетика»

➤ Электричество из сточных вод

Микробные топливные элементы (МТЭ) производят электричество за счет окисления органики особыми микроорганизмами. В последнее время возможности таких устройств значительно выросли, и ученые считают перспективным источником "зеленой" энергии их гибрид с системами очистки сточных вод.

Ряд микроорганизмов способен питаться в бескислородной среде за счет окисления органики, при этом выделяя во внешнюю среду электроны. Еще в начале XX века ученые пытались использовать такие микроорганизмы – экзoeлектрогены – для производства электричества, но до недавнего времени мощность МТЭ оставалась незначительной.

Поиск оптимальной конфигурации МТЭ – непростая задача, требующая математического моделирования с учетом материала электродов, концентрации и скорости подачи органического субстрата, pH среды, геометрии системы и других факторов.

Субстратом в батареях послужил раствор глюкозы в смеси солей, а источником микроорганизмов – активный ил, используемый для очистки сточных вод. Результаты исследования ученых РХТУ им. Д.И. Менделеева

"Мы создали комплексную модель МТЭ, превосходящую аналоги по детализации, в которой одновременно учли рост микробной популяции, темпы потребления и образования окисляемой органики, электромиграцию протонов между электродами, диффузию органических компонентов и кинетику электрохимических реакций. Используя модель, мы рассчитали новые фундаментальные закономерности системы и оптимизировали одну из ключевых характеристик – концентрацию органического субстрата", – рассказала доцент Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева Виолетта Василенко.

По результатам экспериментов ученые уточнили значения численных параметров, заложенных в модель, а затем с помощью модели рассчитали оптимальную концентрацию глюкозы в питательном растворе. Аналогичным образом с помощью предложенной модели могут быть оптимизированы и другие ключевые параметры МТЭ, отметили ученые.

"Работа МТЭ определяется целым ансамблем сложных факторов, начиная от особенностей эволюции бактериальной среды и заканчивая кинетикой протекающих электродных реакций. В силу этого экспериментальная оптимизация МТЭ зачастую становится крайне объемной задачей. Модель, созданная коллегами из РХТУ, помогает подобрать ключевые параметры на основе математических предсказаний, тем самым значительно сокращая объемы экспериментов", – заявил Анатолий Антипов.

Исследование проведено сотрудниками кафедры информационных компьютерных технологий и кафедры биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева совместно с исследователями из ИФХЭ РАН им. А.Н. Фрумкина и Университета Генуи (Италия). В дальнейшем ученые РХТУ им. Д.И. Менделеева планируют использовать новую модель для разработки гибридной системы для очистки сточных вод с синхронной генерацией электроэнергии³².

➤ Экспресс-анализ для быстрого исследования состава сырой нефти

Несмотря на то, что нефть известна человечеству с незапамятных времен, ее химический состав до сих пор является объектом изучения учеными в любой точке мира. Это обусловлено, в первую очередь, развитием промышленности - расширением производства и механизмов. До недавнего времени считалось, что изучение состава «черного золота» - задача не из легких, поскольку состав нефти лежит в основе ее различных классификаций, необходимых для выбора наиболее рационального метода переработки. Однако существующие методы анализа способны занять не меньше недели, а то и больше, при этом множество процедур приходится выполнять вручную. В целях разработки максимально простого способа ученые КФУ создали новый, быстрый и простой метод, основанный на низкополевой ЯМР-релаксометрии, для определения насыщенных, ароматических, смол и асфальтенов в составе сырой нефти.

«Сейчас в России и в мире существуют несколько ГОСТов (а за рубежом – ASTM) на определение группового состава нефти: определяют, сколько в ней легких, тяжелых компонентов, к которым относятся насыщенные углеводороды, смолы и асфальтены», – отмечает руководитель приоритетного направления «Эконефть», зав.кафедрой разработки и эксплуатации месторождений трудноизвлекаемых углеводородов ИГиНГТ КФУ Михаил Варфоломеев.

Первые испытания уникальной по своим характеристикам разработки стали возможны для компании «Транснефть», с которой университет ведет совместные работы в данном направлении. На сегодня ученые приоритетного направления «Эконефть» уже научились определять 4 фракции нефти: асфальтены, смолы, насыщенные, ароматические углеводороды.

Следующим этапом разработки, станет определение состава парафинов³³.

³² <https://ria.ru/20201212/rkhtu-1588862134.html>

³³ <https://media.kpfu.ru/news/uchenye-kfu-razrabotali-ekspress-analiz-sostava-syroj-nefti?fbclid=IwAR2AYkYim8A7JcZSmtBjdM5OEAtrR5aknvjUEI8gl4n2SaFXkhLwBnYq2PU>



Раздел «Технологии для развития инфраструктуры города»

➤ **Сверхпрочный материал**

Ученые Пермского Политеха и Томского политехнического университета разработали уникальный сверхпрочный материал. Из него можно создавать фасады зданий и тротуарную плитку. В отличие от аналогов, разработку впервые создали без дефицитных, дорогостоящих и токсичных материалов. Ученые уже запатентовали изобретение.

«Разработка способна защитить не только фасады зданий, но и к примеру автомобильный и железнодорожный транспорт от повреждений. Из нового материала можно производить защитные плиты для корпуса машин. По действию они похожи на керамические вставки в бронезилете: энергоемкий материал берет удар на себя, а автомобиль остается целым. Кроме того, разработка также будет полезна в гражданском и дорожном строительстве – например, для создания тротуарной плитки, бордюров, фонтанов, украшений для фасадов. Из материала можно изготавливать взрывобезопасные контейнеры для аэропортов, вокзалов и метро», - рассказывает ведущий научный сотрудник краевого центра охраны труда Пермского Политеха, доктор технических наук Анна Игнатова.

Ученые выяснили, какое сочетание состава и технологических параметров поможет получить материал с оптимальными свойствами для этих задач. Изобретение содержит оксиды кремния, магния, алюминия, титана, марганца, кальция, натрия, калия, хрома и ванадия и серу. Материал обладает сложной структурой: в нем есть кубические элементы, которые «встроены» в более крупные сферические, как куклы в матрешке, а между ними – прослойка-«матрица» в виде сетчатого каркаса. Состав и структура делают материал стойким к износу и защищают от воздействия температуры.

Исследователи впервые получили материал, который, в отличие от аналогов, не требует для создания токсичных компонентов, например, оксида кобальта, или дефицитных карбидов с высокой стоимостью³⁴.

➤ **Огнестойкая сталь для строительства**

В результате пожаров металлические элементы зданий быстро теряют несущую способность. Это приводит к потере целостности строительных конструкций и их сильнейшей деформации, при которых становится невозможным проведение спасательных работ и тушение пожара. Здания могут разрушаться до завершения спасательной операции, что приводит к увеличению числа пострадавших, требует в дальнейшем существенных затрат на проведение ремонтно-восстановительных работ и

³⁴ <https://pstu.ru/news/2020/11/27/11043/>

приводит к большому, в некоторых случаях почти неустранимому экологическому ущербу.

Новые технические регламенты и национальные стандарты в российской строительной отрасли требуют внедрения высокопрочного огнестойкого проката для изготовления металлоконструкций. Это обусловлено возрастающим количеством техногенных катастроф, чрезвычайных ситуаций и пожаров на объектах промышленной и социальной инфраструктуры. Особенно важно это для объектов транспортного и энергетического комплекса с повышенной техногенной опасностью.

Исследователи НИТУ «МИСиС» считают, что задача повышения огнестойкости стальных конструкций может быть решена за счет научно-обоснованного управления составом легирующих элементов и условиями термомеханической обработки.

«Мы предполагаем, что можно достичь требуемого эффекта за счет формирования при повышенных температурах неметаллических включений — частиц карбидов и нитридов. Они будут способствовать сохранению прочности стали при температурах 500–900 С», — говорит директор НОЦ энергоэффективности НИТУ «МИСиС» Денис Кузнецов.

Благодаря внедрению разработки обрушение стальных конструкций при пожаре под действием высоких температур будет происходить позже, создавая дополнительный запас времени для эвакуации людей. В планах исследований — повысить стойкость стальных конструкций в условиях пожара не менее чем на 15 минут. Это позволит повысить уровень эксплуатационной безопасности промышленных зданий, торговых центров, спортивных сооружений и спасти жизни многих людей³⁵.

➤ Гидрофобное покрытие для самолетов

Многопроходная обработка деталей с изменением параметров позволяет создавать поверхностный слой с точно заданными свойствами, в том числе с устойчивостью к различным воздействиям. Однако она сильно замедляет производственный процесс, делая его экономически невыгодным. Поэтому ученые из Института физической химии и электрохимии им. А. Н. Фрумкина РАН задалась целью добиться стойкости супергидрофобного материала, не жертвуя при этом эффективностью процесса.

Ученые подобрали параметры лазерной обработки, при которых формируется супергидрофобный слой, стойкий к механическому воздействию, способный подавлять коррозию. Слой состоит из нескольких компонентов: верхние наночастицы состоят большей частью из оксида алюминия, устойчивого к ультрафиолетовому излучению. Более глубокая часть содержит вкрапления наночастиц оксинитридов алюминия, которые обеспечивают высокую абразивную, химическую и антикоррозионную стойкость. Крупные поры глубокого слоя гасят механические напряжения и препятствуют появлению трещин.

Разрушение покрытия летательных аппаратов происходит, как правило, из-за ультрафиолетового излучения, портящего гидрофобный агент, из-за большой скорости самолета, которая приводит к тому, что частицы пыли соударяются о поверхность,

³⁵ <https://misis.ru/university/news/science/2020-12/7155/>

изнашивая ее. Кроме того, на поверхность попадают кислотные и щелочные осадки, вызывающие коррозию. Во время полета самолеты и вертолеты часто встречают облака или дождь, вода в которых находится в переохлажденном состоянии, от затвердевания ее отделяет только необходимость инородного тела, вокруг которого сможет начаться кристаллизация. Вода намерзает на крыльях, меняя профиль крыла и резко снижая подъемную силу. Обледенение считается второй после человеческого фактора наиболее частой причиной аварий самолетов.

На новых супергидрофобных покрытиях капля воды принимает почти шарообразную форму и скатывается вниз уже при небольшом (менее 10°, оптимально — 3–4°) наклоне поверхности. В результате лед не образуется. Предварительные эксперименты, проведенные исследователями в уличных условиях, позволяют считать новое супергидрофобное покрытие перспективным материалом для авиационной промышленности³⁶.

➤ Новая технология получения высококачественной керамики для строительства

На сегодняшний день, месторождения высококачественных глин сильно истощаются, и при производстве керамического кирпича нередко используются низкосортные переувлажненные легкоплавкие глины и суглинки. При сушке полуфабрикатов из этого сырья в них могут появляться дефекты и трещины. Именно поэтому ученые, инженеры, технологи ищут способы получать качественную керамику из низкосортного минерального сырья.

Решением этой и других задач занялись ученые Научно-образовательного центра им. Н.М. Кижнера Томского политехнического университета. В частности, они ищут способы уменьшать влажность глины в состоянии пластичной консистенции и создавать в процессе сушки влагопроводящие пути, которые помогают образованию трещиностойких керамических структур.

«Мы исследовали возможность использования цеолитовых пород для получения стеновой строительной керамики. Выяснилось, что эффективность добавок цеолитовой породы определяется их дисперсностью, содержанием в массе, видом глинистого сырья, а также температурными условиями подготовки добавки.

Мы установили, что добавка 10-30 процентов цеолитовой породы к смесям с легкоплавкой высокочувствительной к сушке глиной или глиной с высокой естественной влажностью снижает их чувствительность к сушке в 3,5–4 раза без ухудшения связности глины», — рассказала профессор научно-образовательного центра им. Н.М. Кижнера ТПУ Татьяна Вакалова.

Структура цеолитовых минералов представляет собой кристаллический трехмерный каркас, пронизанный в нескольких направлениях крупными полостями, что определяет уникальные свойства цеолитовых пород, а именно низкую чувствительность к сушке и псевдопластичность. Улучшение сушильных свойств глинистого сырья удалось

³⁶ <https://indicator.ru/chemistry-and-materials/lazera-sup?fbclid=IwAR3Rc5XD0gR3wJLXDqG6KBrSXl6T5Whng7TmB79lcTLjyigoztbiD1Jx45A>

достичь за счет перевода части свободной воды, вносимой с обводненной глиной, в связанное состояние путем вхождения ее в канально-пористое пространство цеолитовых минералов, обеспечивая более плавный режим сушки кирпича-сырца. По словам ученых, это позволяет использовать цеолитовую породу в качестве добавки, регулирующей технологические свойства глинистых пород³⁷.

³⁷ <https://news.tpu.ru/news/2020/10/09/36831/>



Раздел «Электроника будущего»

➤ Прямая лазерная запись для создания оптических микросхем

Если на стекла или кристаллы направить сфокусированное и интенсивное лазерное излучение, то прямо внутри них можно нарисовать разные оптические структуры. Такой метод называют прямой лазерной записью. Часто в нем используют фемтосекундные лазеры, которые генерируют импульсы сверхмалой длительности в 10–13 секунд. Их интенсивность столь высокая, что если перемещать материал вдоль жестко сфокусированного фемтосекундного лазерного луча, то в определенной области внутри него будет изменяться химическая структура и, как следствие, показатель преломления. Так можно сделать оптический волновод — аналог проводов на электрических микросхемах, только по волноводу распространяются не электроны, а оптические сигналы.

Для хорошего волновода нужно, чтобы показатель преломления однородно изменялся по всей его длине — так излучение будет двигаться по нему как по трубе и никуда не «вытекает». Но, чтобы точно управлять прямой лазерной записью, нужно хорошо понимать, какие физико-химические процессы за ней стоят: что именно происходит с материалом, когда его облучают фемтосекундными лазерными импульсами. Однако если причины изменения показателя преломления при записи в стеклах ученым уже понятны, то аналогичные явления в кристаллах изучены гораздо хуже, хотя они и больше подходят для создания оптических волноводов. Поэтому ученые из Российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева (РХТУ) и Института общей физики имени А. М. Прохорова (ИОФ) РАН изучили процессы прямой лазерной записи в иттрий-алюминиевом гранате — популярном синтетическом кристалле для создания оптических микроструктур. Исследователи выяснили, что ключевую роль в них играют пластические деформации материала, вызванные лазерным излучением.

В работе ученые фокусировали лазерный луч внутри материала и постепенно перемещали его, изменяя от эксперимента к эксперименту скорость движения фокуса и энергию лазерного импульса. Затем исследователи смотрели, как от этих действий изменяется показатель преломления кристалла. Оказалось, что он значительно уменьшается в местах пластических деформаций, вызванных лазерным излучением, а интенсивность этого эффекта определяется образованием и скольжением дислокаций — линейных дефектов кристаллической решетки.

Исследователи выделили три варианта пластических деформаций. В первом дислокации скользят свободно в объеме материала, во втором их становится так много, что они мешают перемещению друг друга, а в третьем — концентрация дислокаций оказывается промежуточной и они образуют регулярные микроструктуры в кристалле. Сценарий же пластической деформации и в конечном счете показатель преломления модифицированного лазерным излучением участка граната определяется прежде всего количеством лазерных импульсов, попадающих в одну точку, то есть задается режимом лазерной записи. Таким образом, ученые установили, как, меняя режим лазерной записи в иттрий-алюминиевом гранате, можно управлять структурой создаваемого в его объеме оптического волновода.

Это может быть полезно для создания волноводных микролазеров. Обычный лазер представляет собой сложную систему оптических элементов, сердцем которой служит так называемая активная среда — оптический кристалл размером от нескольких сантиметров, в котором при возбуждении генерируется и испускается излучение. Но вместо объединения сложных элементов создать лазер — или даже сотни микролазеров — можно, «нарисовав» его микросхему на кусочке оптического кристалла³⁸.

➤ **Метод синтеза высокочистого оксида теллура для оптоэлектроники**

Ученые кафедры химии и технологии кристаллов РХТУ, предложили новый метод синтеза парателлурита с помощью сжигания паров теллура в сухом кислороде.

«Главной характеристикой многих материалов фотоники и оптоэлектроники, в том числе и парателлурита, является химическая чистота, без которой невозможно развитие современных технологий. Конечно, некоторые посторонние примеси в конечном продукте неизбежны - часть из них наследуется из сырья, часть попадает в процессе синтеза, но всегда нужно стараться улучшать химическую чистоту материалов», - отметил заведующий кафедрой химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева, Игорь Аветисов. «С новым методом синтеза парателлурита мы снизили суммарное содержание примесей до уровня 0.000006 мас. %»³⁹.

В своей работе ученые не только отработали новую методику синтеза, но и изучили механизм образования кристаллического TeO_2 из паровой фазы. Установленные закономерности будут полезны для оптимизации производства, а также использованы в дальнейших разработках в области технологий оптоэлектроники и фотоники⁴⁰.

➤ **Новый керамический материал**

Материаловеды Дальневосточного федерального университета (ДФУ) разработали технологии производства функциональных материалов для фотоники и лазерной техники.

Перспективные керамические материалы класса «лазерная керамика–термоэлектрик», предназначены для устройств микроэлектроники, которые будут задействованы в приборах нового поколения для высокоточного зондирования местности, оптической связи, лазерной обработки материалов, микрохирургии, преобразования тепловых потерь в электроэнергию (термоэлектрогенерации).

Наноструктурированные керамические системы сложного состава ученые предлагают изготавливать в едином технологическом цикле методом реакционной высокоскоростной консолидации в плазме (реакционное искровое плазменное спекание).

³⁸ <https://www.kommersant.ru/doc/4625521>

³⁹ <https://naked-science.ru/article/column/v-rhtu-nauchilis-sintezirovat-vysokotoksichnyj-material-dlya-optoelektroniki?fbclid=IwAR0CmQrCQpwPcLZh0LhQ3K2vhQ-NeA6cEv6OiqeqrduwU8eeimeRrz4UYK4>

⁴⁰ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925838820338743?fbclid=IwAR0xxAhgWOkX3P-r6XhjDQDKmxUjSIJBVO4qX5XtO1a4KLjnOcrUY4QL3lc&via%3Dihub>

В качестве соединений выбраны иттрий-алюминиевый гранат $YAG:Nd^{3+}$ и композит из титаната стронция и оксида титана в рутильной форме $SrTiO_3-TiO_2$.

Используемый командой подход снимает многие принципиальные ограничения, присущие традиционным методам выращивания монокристаллов для лазерных систем.

«Новый материал имеет улучшенные эксплуатационные характеристики. К примеру, в сравнении с однослойными системами он может выдержать до десяти раз более высокое термическое напряжение. Такой лазерный элемент имеет гораздо более высокий температурный порог разрушения, его можно применять для создания компактных и одновременно высокомошных лазерных систем» — объясняет директор Научно-образовательного центра «Передовые керамические материалы» Департамента промышленной безопасности Политехнического института ДВФУ Денис Косьянов⁴¹.

➤ **Роботы для проведения химических экспериментов**

Специалисты Университета ИТМО работают над созданием технологических помощников в химических лабораториях, которые смогут выполнять всю рутинную работу без вмешательства человека. Уже созданы первые прототипы, которые отработывают простейшие манипуляции. В будущем «роботы-химики» смогут проводить полноценные исследования по сбору большого объема данных и их первичному анализу.

Проведение химических экспериментов и их анализ занимают у ученых большую часть времени от всей работы. Смешивать и растворять реагенты может любой химик, но для некоторых исследований и экспериментов нужно сотни раз повторить одни и те же манипуляции, при этом сохранив точность пропорций реагентов. К тому же, огромное количество сил уходит на сочетание реагентов между собой и фиксацию полученных результатов. Все эти процессы схожи в том, что они требуют повторения одних и тех же действий с небольшой разницей переменных.

«Мы стремимся создать автономную лабораторию, в которой над рутинными экспериментами будут трудиться не специалисты, а манипуляторы-лаборанты. Наша задача – научить роботов почти полностью автономно выполнять многие эксперименты в химических лабораториях, во время которых необходимо десятки и сотни раз создавать смеси или растворы заданного состава, а затем перемещать пробирки с ними между оборудованием. Уникальностью нашей разработки является тот факт, что манипуляторы напечатаны на 3D-принтере, что во много раз уменьшает затраты на создание автономной химической лаборатории. Поэтому эту разработку сможет себе позволить множество малых и средних химических лабораторий», – рассказывает инженер Университета ИТМО Артемий Зенкин.

Специалисты ИТМО решили отдать на откуп технике некоторые из этих процессов с помощью химической автономной платформы, которая сможет переносить пробы, устанавливать концентрацию реагентов, фиксировать получившиеся реакции, анализировать их и предсказывать возможные результаты. Главное отличие этой технологии от тех, что уже существуют, – это использование на базе платформы

⁴¹ https://www.dvfu.ru/news/efu-news/studenty_dvfu_so?fbclid=IwAR2JiUkAZyiHSmY-Bs2ZkHE0j6HendO7GSfiTR1f0cr5AQRnmVk2Ngk-ARc

нейронной сети, которая будет обучаться в процессе работы с реагентами. Сейчас идет сборка первого рабочего прототипа, под который уже разрабатывают программное обеспечение.

Другой «робот-химик» возьмет на себя создание смесей и растворов. Манипулятор может работать в лаборатории, самостоятельно «перетасовывая» реагенты. Робот сам будет понимать, когда все необходимые процессы завершены, и прекратит манипуляции. Сейчас электронный лаборант учится самым простым действиям, но он уже умеет переставлять пробирки и откручивать крышки.

Екатерина Скорб, директор НОЦ Инфохимии и ведущий профессор Университета ИТМО: «С нетерпением ждем роботов-лаборантов в НОЦ Инфохимии Университета ИТМО. Одна из актуальных задач - это изучение растворимости в сложных системах при ассоциации молекул в супрамолекулярные структуры. При изучении ассоциации можно варьировать широкий круг параметров от соотношения компонентов, ионной силы, рН и др. Роботы как раз смогут получить необходимые данные. В перспективе это поможет в создании теории, которая станет серьезным шагом вперед для фундаментальной науки в таких вопросах, как изучение самоорганизации живой материи, и даже прольет свет на механизм зарождения жизни. В практическом плане это приведет к созданию новых фармпрепаратов и химических сенсоров»⁴².

⁴² <https://news.itmo.ru/ru/science/cyberphysics/news/10002/>

Тема номера

«Нобелевская премия по химии»

8 октября состоялось награждение Лауреатов Нобелевской премии по химии. В 2020 году ими стали Эммануэль Шарпантье и Дженнифер Дудна.

Шарпантье и Дудна являются первооткрывателями метода редактирования ДНК с помощью системы CRISPR/Cas9. Эта технология «оказала революционное влияние» на разработку терапий рака и наследственных заболеваний. В 2011 году Шарпантье, тогда доцент Университета Умео, открыла у стрептококка транс-активирующую CRISPR РНК (tracrRNA) — часть иммунной системы CRISPR/Cas, которая боролась с вирусами, удаляя их ДНК.

В сотрудничестве с Дженнифер Дудной из Калифорнийского университета в Беркли они воспроизвели механизм «генетических ножниц» у бактерий. В 2012 году они сумели его перепрограммировать, сделав управляемым и заставив его «разрезать» любую молекулу ДНК в установленном месте.

Шведская королевская академия наук присуждает Нобелевскую премию по химии ежегодно. Первую такую награду вручили в 1901 году Якобу Вант-Гоффу «в знак признания огромной важности открытия законов химической динамики и осмотического давления в растворах». Каждый лауреат получает медаль, диплом и вознаграждение, которое в этом году составило десять миллионов шведских крон.