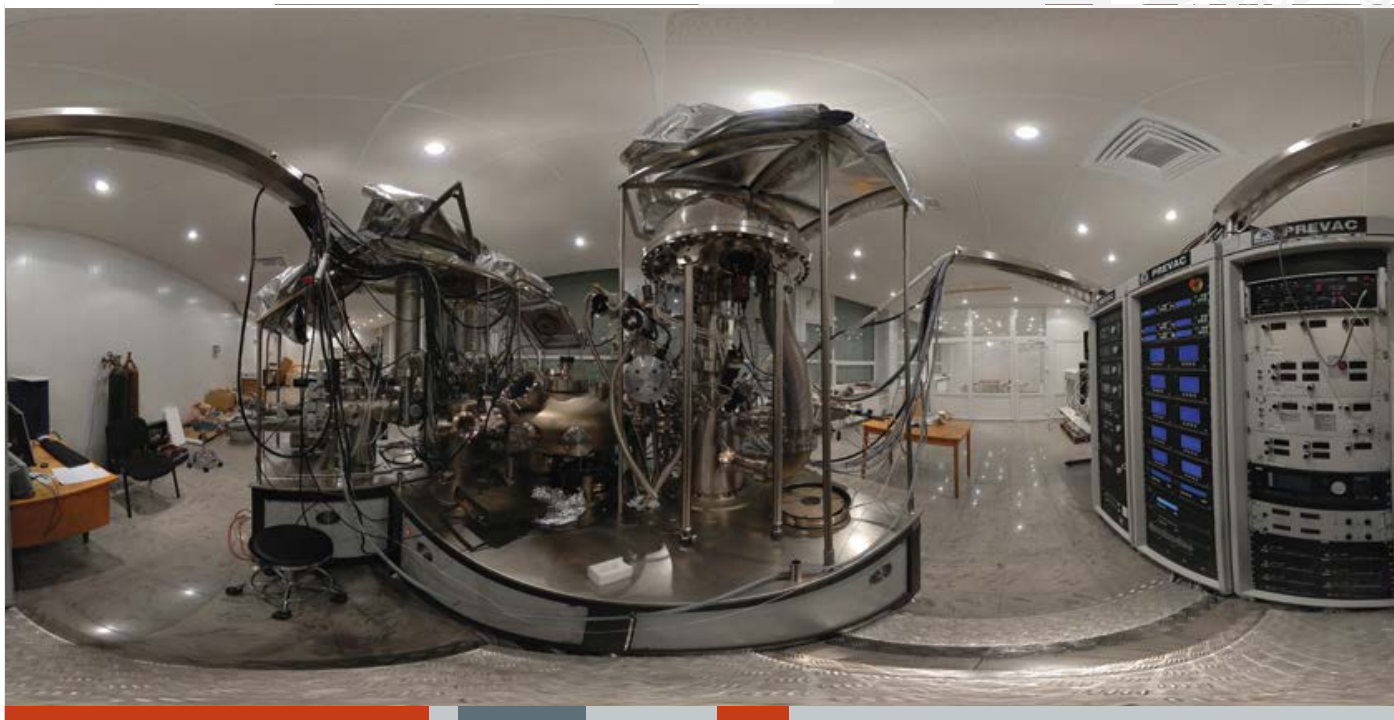




САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАУЧНЫЙ ПАРК



НАУЧНЫЙ ПАРК СПбГУ :

Ресурсные центры, лаборатории, гранты

по материалам журнала «Санкт-Петербургский университет» за 2014–2015 годы

<http://researchpark.spbu.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

Научный парк	3
Парк науки и техники	4
Шесть приборов и одна дифрактометрия	9
Сквозь «прибыльные стекла»	14
Во всем спектре	18
Лидар на страже экологической безопасности	22
Вычислительный центр СПбГУ: быстрее, мощнее, эффективнее	26
На ядерном уровне	30
Когда важное на поверхности	33
Эти непростые простые химические реакции	37
Новые методы — новые материалы	40
«Каждый из нас вправе сам распоряжаться своим геномом»	44
Влияние на геномном уровне	46
В СПбГУ узнают, что представляет собой ислам сегодня	49
В СПбГУ готовят революцию... научно-техническую	54
Ресурсные центры Научного парка СПбГУ	56
Малые молекулы против опасных заболеваний	57
Университет — это люди	61
Организация внутренних конкурсов СПбГУ по финансированию научно-исследовательской деятельности	64

НАУЧНЫЙ ПАРК

Научный парк СПбГУ функционирует на основе принципа общего доступа, который подразумевает использование возможностей и оборудования ресурсных центров всеми заинтересованными лицами, вне зависимости от того, являются ли они сотрудниками, учащимися СПбГУ или нет — при соблюдении ряда общих правил.

Система ресурсных центров СПбГУ формирует вектор развития Санкт-Петербургского государственного университета как уникального центра исследований и разработок, направленного на создание условий для инновационного развития, модернизации и диверсификации экономики и научной среды, повышения эффективности производства и реализации конкурентных преимуществ страны на мировой арене.

РЕСУРСНЫЕ ЦЕНТРЫ СПБГУ РАЗВИВАЮТСЯ ПО НАПРАВЛЕНИЯМ:

- Нанотехнологии и материаловедение
- Биомедицина и здоровье человека
- Информационные системы и технологии
- Экология и рациональное природопользование

На сегодняшний день 60% работников Научного парка являются специалистами, сертифицированными фирмами-производителями оборудования. В 2015 году основным направлением повышения квалификации стало освоение новых методик исследований в ведущих научных центрах мира.

Научный парк ведет **АКТИВНУЮ ОЗНАКОМИТЕЛЬНУЮ РАБОТУ** пользователей с возможностями оборудования. На базе научного парка проводятся встречи делегаций высокого уровня, совместные конференции и массовые мероприятия, например:

- совместная с компанией NVIDIA конференция и школа «Дни NVIDIA», посвященная программированию GPU с применением программно-аппаратной архитектуры CUDA, директив OpenACC и других средств высокого уровня;
- IV международная конференция STRANN-2014 «Приоритетные направления научных исследований нанообъектов искусственного и природного происхождения» совместно с компанией ОПТЕК и ИТМО;
- совместная с Leica Microsystems Школа, «Методы крио-электронной микроскопии и пробоподготовки»;
- совместный семинар с SHIMADZU, посвященный новинкам SHIMADZU в области аналитического оборудования, предназначенного для исследований и разработок в области фармацевтики и биотехнологий;
- 1-я междисциплинарная конференция «Современные решения для исследования природных, синтетических и биологических материалов».

СТАТИСТИКА РАБОТЫ НАУЧНОГО ПАРКА

Ниже представлена статистика по результатам деятельности коллектива Научного парка СПбГУ за 2015 год:

- всего выполнено 2068 научных проектов;
- выполнено более 62 300 заявок на исследования;
- исследовано более 70 000 различных образцов;
- число пользователей — более 2000, из них руководителей — 826;
- число внешних пользователей — 113;

в 321 публикации, индексируемой в WOS и SCOPUS, аффилированной с СПбГУ, используются результаты экспертиз ресурсных центров и приведена благодарность за использование оборудования Научного парка СПбГУ.

ПОРТАЛ НАУЧНОГО ПАРКА

На портале Научного парка СПбГУ <http://researchpark.spbu.ru/> в едином формате представлена информация о ресурсных центрах, включая правила и регламенты работы Научного парка, информация по имеющемуся оборудованию и методикам, общая статистика работы Научного парка, информация об электронной системе приема заявок, порядок регистрации и работы в данной системе.

Парк науки и техники

Автор: **Сергей МИКУШЕВ**, директор Научного парка СПбГУ

Научный парк СПбГУ по составу оборудования и технологическим возможностям является уникальным в России, а по ряду направлений — и в мире.

В него входит 21 действующий ресурсный центр, каждый из которых в соответствии со своей научно-исследовательской деятельностью соотносится с приоритетными направлениями развития, в совокупности, задающими общий вектор научных исследований Университета.

Уже в этом году СПбГУ планирует открытие трех новых ресурсных центров в рамках реализации Соглашения о стратегическом партнерстве с национальным исследовательским центром «Курчатовский институт»: ресурсный центр «Нейтронная физика — нейтронные исследования»; ресурсный центр «Рентгеновская физика — синхротронные исследования»; ресурсный центр «Аэродинамические исследования». В планах на этот год также начать работу по созданию еще двух ресурсных центров: «Русский язык» и «Механика материалов».

На данный момент в рамках проведенных исследовательских проектов на оборудовании Научного парка выполнено 8 347 измерений, из них закончено 7 255, еще 1092 находятся в работе. Общее число зарегистрированных в Научном парке проектов к июлю 2014 года составило 1 137, из них закончено 267, а еще 870 находятся в стадии обработки результатов. Все ресурсы Научного парка доступны не только сотрудникам Университета, но и сторонним специалистам. Число статей пользователей Научного парка СПбГУ, опубликованных



Сергей МИКУШЕВ, директор Научного парка СПбГУ

с использованием данных, полученных на оборудовании НП СПбГУ, по состоянию на 15 июля 2014 года (по базам Web of Science и Scopus) составляет 176. Но в начале года этот показатель занижен по причине того, что $\frac{3}{4}$ статей публикуется осенью, это связано с циклом финансирования и сроками отчетности.

Говоря о наиболее востребованных видах экспериментов и приборов, целесообразно обратиться к мнению директоров РЦ, имеющих наибольшее количество исследовательских проектов.

Схема работы научного парка СПбГУ

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ



Ученый,
преподаватель,
аспирант,
студент СПбГУ,
других вузов
или
исследовательских
центров,
в том числе
зарубежных

НАУЧНЫЙ ПАРК



Электронная
система
приема заявок
и контроля
за проведением
работ

ПОДАЧА ЗАЯВКИ



**ЗАЯВКА
ПРИНЯТА**



ПРОСТАЯ ЗАДАЧА

ПЕРЕДАЧА ОБЪЕКТОВ



Персонал
и оборудование
Научного парка

СЛОЖНАЯ ЗАДАЧА

ОБСУЖДЕНИЕ ЗАДАЧИ

ПЕРЕДАЧА ОБЪЕКТОВ

Экспертное
сообщество
Научного
парка



**ПРОВЕДЕНИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ
И ИЗМЕРЕНИЙ**

**ПОЛУЧЕНИЕ
РЕЗУЛЬТАТОВ**

**КОНТРОЛЬ
ЗА РАБОТАМИ**



РЕЗУЛЬТАТЫ



**ПАВЕЛ АЛЕКСАНДРОВИЧ
ЗЫКИН, ДИРЕКТОР РЦ
«РАЗВИТИЕ МОЛЕКУЛЯРНЫХ
И КЛЕТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»:**

«Современные биологические исследования носят комплексный характер и требуют сразу нескольких подходов для решения поставленных задач, причём некоторые типы измерений могут осуществляться всего 1-2 раза в месяц, но без них исследование не может считаться завершённым и быть опубликовано.

Если говорить о наиболее популярных направлениях исследований, проводимых в рамках проектов пользователей центра, то можно выделить, прежде всего, классическую просвечивающую электронную микроскопию, конфокальную сканирующую микроскопию, а также метаболомику, протеомные подходы и методы, использующиеся в геномике.

Электронная микроскопия позволяет достичь наибольшего разрешения из всех доступных методов исследования биологических объектов, таких как клетки, клеточные органеллы, бактерии, вирусы, биогенные макромолекулы. Классические подходы на данный момент являются основным методом, планируется увеличение штата и расширение приборного оснащения в этом направлении. Однако растущая востребованность новых подходов, в частности криоэлектронной микроскопии и электронно-микроскопической томографии, потребует работы и в этом направлении. Возможность исследовать биологический

объект прижизненно, непосредственно наблюдать происходящие процессы, относительная простота изготовления препаратов делает метод конфокальной лазерной сканирующей микроскопии основным методом во многих исследованиях. Уже сейчас имеется некоторый дефицит приборного времени, при этом ожидается резкое увеличение использования этого оборудования после планируемого в сентябре ввода в строй блока для работы с культурами клеток теплокровных позвоночных.

Метаболомный анализ (метаболомика изучает конечные и промежуточные продукты обмена веществ в клетке) в настоящее время рассматривается как одно из самых перспективных направлений развития молекулярных методов в области системной биологии. Биохимическое состояние системы, описываемое метаболитным профилем, является альтернативным взглядом на биологический объект. Оценка устойчивости и динамики таких состояний может сопровождать практически любой биологический эксперимент. При этом полученные данные существенно помогут в понимании процессов, происходящих на молекулярном уровне, и даже могут дать ключ к возможности реализации управления этими процессами. Востребованность направления стабильно растёт: например, сейчас выполняется несколько совместных проектов с МФТИ и ИБХ РАН.

Протеомные подходы — исследование совокупности белков, представлены оборудованием для масс-спектрометрии, хроматографии, анализа биомолекулярных взаимодействий. Подходы востребованы особенно сильно в связи с появлением в СПбГУ лаборатории биологии амилоидов под руководством Юрия Олеговича Черновца и активной учебно-методической деятельностью

центра. Так, студент Университета Арсений Лобов на недавнем симпозиуме в Университете Гонконга был отдельно отмечен за свои исследования, проведённые в РЦ, именно по этому направлению.

Геномика — это направление биологии, исследующее структуру и функцию нуклеотидных последовательностей геномов живых организмов в широком смысле. На данный момент более 80 проектов используют услуги центра для секвенирования, без результатов которого многие работы просто не могут быть приняты к публикации не только в Российских, но и в международных журналах.

Перечисленные направления останутся востребованными как минимум в ближайшие 10 лет, и центру есть куда расти. Вместе с тем уже наметились дополнительные направления, популярность которых будет набирать обороты: криоэлектронная микроскопия, оптическая микроскопия сверхвысокого разрешения и высокопроизводительное секвенирование следующего поколения».



**ОЛЕГ СЕРГЕЕВИЧ
ГРУНСКИЙ, ДИРЕКТОР РЦ
«РЕНТГЕНОДИФРАКЦИОННЫЕ
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ»:**

«По диапазону предоставляемых методик наш центр — единственный в России. Он работает в большинстве областей материаловедения, физики и химии твердого тела, в областях, связанных с разработкой новых материалов, исследованиями наносистем



и наноматериалов, а также синтезом биологически активных веществ и современных лекарственных препаратов. Самым востребованным направлением исследований является рентгеноструктурный анализ (РСА), — один из дифракционных методов исследования структуры вещества, который позволяет расшифровывать кристаллическую структуру, то есть определять симметрию, параметры элементарных ячеек, координаты атомов, тепловые параметры атомов, длины связей и углы между атомами, структурные мотивы, топологию структуры. В настоящее время широко исследуются моно- и поликристаллические природные и синтетические образцы, содержащие в своем составе актинидные комплексы. Проведение сравнительного кристаллохимического анализа на основе структурных данных этих соединений дает представление о механизмах образования и преобразования различных структурных комплексов для понимания и контроля реакций, протекающих в условиях урановых месторождений или геологических могильников облученного ядерного топлива.

Важное место в наших исследованиях занимают рентгеновская дифракция высокого разрешения, микроструктурный анализ. Рентгенофазовый анализ (РФА) включающий идентификацию различных кристаллических фаз и определение их относительных концентраций в смесях на основе анализа дифракционной картины позволяет получать информацию о фазовом составе металлов, сплавов, химических соединений, минералов и руд. С помощью рентгенофазового анализа можно определять состав неметаллических включений в металлах (оксидов, сульфидов, нитридов, карбидов), распределение легирующих элементов в многофазных сплавах.

Рентгенофазовый анализ при различных температурах (терморентгенография) позволяет исследовать разнообразные фазовые переходы: «твердое тело — твердое тело» (полиморфные переходы, распад и образование химических соединений и твердых растворов, аморфизация), «твердое тело — жидкость» (конгруэнтное, эвтектическое и перитектическое плавление, плавление твердых

растворов, кристаллизация из расплава), «твердое тело — газ» (гидратация, дегидратация, потеря летучих компонентов). В зависимости от исследуемого вещества эксперимент может проводиться в различных средах: воздух, вакуум, азот, инертные газы.



**ПЕТР МИХАЙЛОВИЧ ТОЛСТОЙ,
ДИРЕКТОР РЦ
«МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНЫЕ
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ»:**
«В ресурсном центре "Магнитно резонансные методы исследования" наиболее востребованными являются спектры ЯМР (ядерный магнитный резонанс) высокого разрешения. Основной поток заявок — это так называемый ЯМР-сервис, то есть достаточно стандартные и хорошо

отработанные измерения, требующие минимальной подстройки под конкретный образец, крайне популярные у химиков. Более «хитрые» измерения, требующие экзотических методик и температур, отдельной выработки программы экспериментов, чтения литературы по вопросу, многодневной работы и длительных накоплений — занимают у сотрудников РЦ большую часть времени, хотя количество заявок и меньше, чем на ЯМР-сервис. Чрезвычайно востребованной оказалась твердотельная спектроскопия ЯМР высокого разрешения. Мало где в мире предоставляется такой сервис, а в РЦ МРМИ прибор работает по 16 часов в сутки. Еще один пример успешного использования оборудования РЦ — это исследования биомолекул (белков, олигопептидов, олигонуклеотидов и т.д.) методом жидкостного ЯМР. Данное направление во многом новое для СПбГУ, в основном потому, что до открытия РЦ в Университете не было спектрометров достаточного высокого уровня. Новейший спектрометр электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), установленный на Северо-Западе России только в РЦ МРМИ, также начинает использоваться все больше и больше. Отдельный спектрометр для исследования магнитоупорядоченных веществ и получения спектров ядерного квадрупольного резонанса (ЯКР) пользуется спросом у физиков. Сейчас в РЦ МРМИ ведутся одновременно 90 проектов, и их разнонаправленность свидетельствует о широчайшей применимости и востребованности методов магнитного резонанса.



**АЛЕКСЕЙ ЛЕОНИДОВИЧ
МОСКВИН, ДИРЕКТОР РЦ
«МЕТОДЫ АНАЛИЗА СОСТАВА
ВЕЩЕСТВА»:**

«Ресурсный центр «Методы анализа состава вещества» был создан для обеспечения стандартизованными методами и средствами анализа естественнонаучных исследований в Университете и в заинтересованных сторонних организациях на уровне современных достижений. Основная стратегическая цель нашего РЦ — обеспечение в СПбГУ и в заинтересованных организациях всех научных исследований в области research and development (R&D, «от исследований к развитию») современными методами аналитического контроля и диагностики. Специалисты РЦ обеспечивают функционирование оборудования, оказывают помощь при разработке новых методов и методик анализа, а также при проведении исследований образцов, предоставляемых подразделениями СПбГУ и по заказам заинтересованных предприятий и организаций. Очень важным отличием от классических исследовательских лабораторий является равнодоступность аналитического сервиса в РЦ для сотрудников всех подразделений, при этом все необходимые исследовательские компоненты выполняются в тесном контакте с ведущими специалистами РЦ, то есть всегда доступна возможность детального обсуждения каждого шага проводимых исследований.

Наиболее востребованными направлениями исследова-

ний в РЦ являются жидкостная и газовая хроматография, хромато-масс-спектрометрия и масс-спектрометрия MALDI применительно к новым синтезированным органическим соединениям и к образцам медузо-биологической природы. Также у наших пользователей популярны: элементный анализ синтетических образцов и неорганических примесей в воде, геологических и биологических пробах; исследования спектров пропускания и отражения новых материалов с заданными оптическими свойствами, определение микропримесей в конструкционных материалах, исследование распределения по размерам наноразмерных частиц, а также комплексное изучение биологически активных природных образцов».

Скоро в Научном парке СПбГУ состоится важное событие — 20-22 октября 2014 года пройдет 1-я междисциплинарная конференция «Современные решения для исследования природных, синтетических и биологических материалов». Концепция конференции заключается в привлечении широкого круга исследователей, включая специалистов ведущих российских и зарубежных научных центров мирового уровня, для определения и рассмотрения новых групп природных, биологических и синтетических перспективных материалов и для обсуждения инновационных подходов к решению актуальных проблем, которые могут быть осуществлены с помощью современных инструментальных методов. В рамках конференции будут организованы практические мастер-классы, на которых любой желающий сможет выполнить исследования своих образцов на оборудовании Научного парка СПбГУ и познакомиться с новыми разработками ведущих мировых производителей научного оборудования. Дополнительная информация доступна на сайте: <http://researchpark.spbu.ru/ms2014>

Шесть приборов и одна дифрактометрия

Автор: **Елизавета БЛАГОДАТОВА**

Рентгеноструктурный анализ на основе монокристалльной дифрактометрии — один из четырех методов, основанных на рентгеновской дифракции, применяемых в ресурсном центре (РЦ) «Рентгенодифракционные методы исследования». В рамках этого метода используются шесть приборов, задачей которых является получение экспериментальных данных, необходимых для расшифровки кристаллических структур разнообразных веществ, как неорганических, так и органических, в том числе сложных молекул.

Подобные исследования оказываются важной составной частью самых разных научных направлений: от поиска новых минералов до изучения белков.

За сто лет существования метода рентгеновской дифракции суть его осталась прежней:

КРАТКО:

Дифракция рентгеновских лучей на кристаллах была открыта в 1912 году немецкими физиками Максом фон Лауэ, Вальтером Фридрихом и Паулем Книппингом. В 1913 году Уильям Лоренс Брэгг и одновременно с ним Георгий Викторович Вульф предложили более наглядную трактовку возникновения дифракционных лучей в кристалле. В основе его — взаимодействие рентгеновского излучения с электронами вещества, в результате которого возникает дифракция рентгеновских лучей, благодаря которой можно судить об атомной структуре кристаллических тел. Это обусловлено тем, что кристаллы обладают строгой периодичностью строения и представляют собой созданную самой природой дифракционную решетку для рентгеновских лучей.

просветил кристалл рентгеновскими лучами, получил отражения, проанализировал, просчитал, на основании данных сделал выводы о структуре кристалла: из каких атомов он состоит (тяжелых, легких, каких конкретно), как они расположены в трехмерной периодической решетке. Однако набор методик вырос в разы; в том числе используются различные дифракционные системы для получения оптимальных экспериментальных данных от исследуемых образцов. Что касается шести монокристалльных дифрактометров РЦ, то из них повторяются (дублируются на петергофской и василеостровской площадках РЦ) только два, остальные разные, и каждый оптимален для своего конкретного набора задач.

РЕЖИМ «МОНО»

Монокристалльная дифрактометрия подразумевает исследование крошечного монокристалла вещества. «Бывают двойники, сростки кристаллов, поликристаллические образцы — в дан-

ном случае они не подойдут, мы получим дифракцию сразу от нескольких кристаллов, и это сделает невозможной или значительно затруднит обработку данных, — поясняет ведущий специалист РЦ по рентгеноструктурному анализу Андрей Анатольевич Золотарёв, кандидат геолого-минералогических наук. — Поэтому нам подходят не все образцы, иногда приходится отбраковывать. Если нам приносят сростки кристаллов или монокристаллы большого размера, в некоторых случаях их можно «раздавить» и получить необходимый для исследования участок кристалла. Но некоторые тонкие сростки очень трудно разделять: например, большие проблемы могут доставить слоистые соединения. Вообще самое сложное на первом этапе работы — это найти, отобрать и приклеить кристалл». Сотрудники РЦ получают от исследователей определенный (небольшой) объем образцов, из которого они и выбирают подходящие кристаллы. Обычно это делается с помощью тонких иглолок под бинокляром. «Когда вы посмотрите зерен 300–400, вы уже на взгляд начнете отличать, что подходит для съемки, а что нет, — говорит Андрей Золотарёв. — Однако впечатление бывает и обманчивым: кристалл кажется идеальным, а съемка не получается».

Съемка одного образца занимает от нескольких часов до нескольких дней. Чтобы определить оптимальную стратегию работы, вначале проводится короткая, так сказать, ознакомительная съемка. Кристалл устанавливается на прибор (закрепляется он обычно двумя способами: или приклеивается на стеклянную иглолку толщиной с волос, или погружается в специальное масло, которое зацепляют такой же тонюсенькой петелькой, и образец как бы «плавает» в ней). Прибор проводит «быструю» съемку, и за 10–30 минут сотрудник получает первую важную информацию. «По первичным полученным данным вы видите параметры элементарной

Для исследования образец — крошечный монокристалл — помещается на кончике тончайшей иглы. **Монокристалльный дифрактометр «Карра APEX DUO» фирмы Bruker**

ячейки, понимаете в общих чертах, что у вас за вещество, сверяетесь с базой данных — может быть, его уже снимали, и нужды проводить новую съемку нет, — рассказывает Андрей Золотарёв. — Смотрите на качество полученных дифракционных пятен, и если они „плохие“, надо искать другой кристалл: как показывает практика, от экспериментального массива плохого качества (что связано с качеством самого кристалла) трудно ожидать хороших результатов при расшифровке структуры... Так что если кристалл не слишком редкий (или его не слишком трудно вырастить), в таких случаях мы просим предоставить другой образец». Если же кристалл дифрагирует хорошо и по параметрам сотрудники РЦ понимают, что съемку нужно проводить, то с помощью софта (специальных программ обработки данных, поставляемых вместе с дифрактометрами) разрабатывается оптимальная стратегия в зависимости от информации, полученной в ходе «быстрой» съемки. «Софт разрабатывает стратегию, которая обычно работает очень хорошо, — говорит Андрей Золотарёв. — Но вручную ее можно подкорректировать, с опытом понимаешь, когда лучше вмешаться в процесс. Есть много нюансов, так, например, важное понятие — полнота данных. Считается, что она должна быть больше 95%. Если вы почему-либо неправильно рассчитали стратегию, полнота данных может оказаться на уровне 80%. Поэтому бывает, что приходится и переснимать образцы, иногда не один раз».

При определении стратегии главным фактором является симметрия кристалла. «Есть кристаллы низкосимметричные — у них мало элементов симметрии, например, моно-



клинные или триклинные. Поэтому независимая область сбора данных большая, следовательно, съемка займет большое количество времени: даже на современных приборах одна съемка может занять несколько дней. А кубический кристалл — если он хорошо отражает — можно отснять и за 20 минут», — говорит Андрей Золотарёв.

В результате съемки на руках у сотрудников РЦ оказывается массив экспериментальных данных: набор структурных амплитуд, получаемых после введения ряда поправок



ФОТО: МИХАИЛ ВОЛКОВ

в интенсивности дифракционных максимумов, а также данные о параметрах элементарной ячейки и пространственной группы симметрии вещества. На этом работа не заканчивается: на основании этих данных, также при помощи специальных компьютерных программ, специалистам предстоит сделать выводы собственно о кристаллической структуре соединения: какие атомы его составляют и каким образом они расположены в рамках трехмерной пространственной решетки. Можно также сделать визуализацию (опять-таки

при помощи специальных программ в нескольких вариантах «нарисовать» получившуюся структуру) и необходимую стандартизацию полученных результатов. Все эти данные и окажутся в финале в руках исследователя, отдавшего свой образец в РЦ.

В ОЧЕРЕДЬ, ВЛАДЕЛЬЦЫ КРИСТАЛЛОВ!

В монокристалльной дифрактометрии нуждаются многие ученые. «К нам приходят, например, геологи, желающие исследовать новые минералы, — начинает перечислять

пользователей монокристалльной дифрактометрии директор РЦ «Рентгенодифракционные методы исследования», кандидат геолого-минералогических наук Олег Сергеевич Грунский и указывает на лежащий на столе образец. — Вот, например, это некая горная порода: ее основу составляют известные минералы, но могут встретиться и совершенно новые. Те минералы, которые вы видите каждый день, например, на набережных Петербурга или в метро — их давно исследовали. Те, которые открывают сейчас, найти бывает сложнее, чем гриб в пустыне,

Директор РЦ
«Рентгенодифракционные
методы исследования», кандидат
геолого-минералогических наук
Олег Сергеевич ГРУНСКИЙ

настолько они редкие. Мало найти: минералы могут быть очень короткоживущие, или их крайне мало по объему. Как доказать, что найденный минерал новый? Нужно полностью расшифровать его структуру, а не только показать химический состав. Только так можно получить так называемую регистрацию нового минерала и иметь честь назвать его тем или иным именем».

Образцы, которые приносят химики, выглядят иначе: чаще всего это органические и металлоорганические комплексы — обычно маленькие кристаллики в растворах. Есть пробные опыты работы с макромолекулами-белками. «Здесь мы можем помочь, прежде всего, на качественном уровне — грубо говоря, сказать, есть ли дифракция, посмотреть, то ли это, что нужно, сделать выводы о качестве кристаллов. От „простых“ макромолекул можно получить и достаточный для дальнейшей работы набор экспериментальных данных. Есть и сложности: часто кристаллы долго „не живут“, например, без раствора или при комнатной температуре, тогда надо быстро заморозить систему, — продолжает Андрей Золотарёв. — Стабильную органику и металлоорганику мы, кстати, тоже практически всегда снимаем при температуре 100К. При низкой температуре органические кристаллы лучше рассеивают, отсюда лучше картинка и точнее данные».

«Собственно, к нам обращаются все, кому необходимо исследовать кристаллические вещества, — резюмирует Олег Грунский. — Рентгеноструктурный анализ — прямой метод изучения кристаллической структуры, который может



ФОТО: МИХАИЛ ВОЛКОВ

быть применен в разных науках. Как вы будете использовать полученные данные — зависит от ваших научных задач».

Монокристалльные дифрактометры в РЦ не простаивают. «Очередь на приборы есть, и мы стараемся выполнять исследования в порядке „кто первый принес“, но есть и специфика: например, быстропортящиеся образцы; есть те, которые можно снять быстро, и те, что, наоборот, требуют много времени, — говорит Андрей Золотарёв. — Какой-то массив данных мы стараемся снять днем, на ночь поставить то, что снимается дольше, а на выходные оставить съемки, которые требуют наибольшего времени».

ДИФРАКТОМЕТРЫ НА ЛЮБОЙ ВКУС И КРИСТАЛЛ

Все четыре монокристалльных дифрактометра, расположенные на василеостровской площадке РЦ, разные. Два изготовлены фирмой Bruker: это «Карра APEX DUO» и «Smart APEX». «Карра APEX DUO» оснащен двумя разными острофокусными трубками, одна медного излучения, другая молибденового. Соответственно, прибор может снимать на разных длинах волн и использовать разные углы отражения. «На нем хорошо исследовать органические вещества, а также металлоорганические соединения, которые сейчас синтезируются нашими хими-

ками», — поясняет Олег Грунский. «Smart APEX» — по сути, предыдущая модификация этого прибора, но и у него есть свои выгодные отличительные особенности. Он снимает на одной длине волны на обычной стандартной рентгеновской трубке и больше подходит, по словам Олега Грунского, для съемки геологических образцов.

Третий прибор произведен фирмой Stoe и называется «IPDS II». «В свое время он был куплен в СПбГУ по инновационной программе, из-за отсутствия финансирования был законсервирован, потом передан нам, мы нашли деньги, полностью восстановили его, — рассказывает о приборе Олег Грунский так, как Айболит рассказывал бы про вылеченного зайчика. — Этот дифрактометр обладает сравнительно простым гониометром, однако он уникален тем, что у него огромный детектор отраженных рентгеновских лучей Image Plate. У него чрезвычайно чувствительная и надежная технология визуализации. Image Plate — высокочувствительный экран, который запоминает картину рентгеновских отражений, потом электроника ее считывает и выдает нам на экране. Мы не проходим полную сферу отражения детектора, а снимаем как бы сечение сферы». Съемка, с одной стороны, происходит быстрее, с другой стороны, прибор можно

Ведущий специалист РЦ по рентгено-структурному анализу **Андрей Анатольевич Золотарёв**, кандидат геолого-минералогических наук, объясняет принципы работы монокристалльного дифрактометра

Plate, однако у него детектор изогнутый, захватывает 2 θ диапазон, равный 204°.

«Хотя сущность дифрактометрии действительно изменилась мало — источник излучения, кристалл, детектор отражения лучей — в современных приборах более совершенные (и разнообразные) источники: у нас, например, есть молибденовое (используется для неорганики), медное излучение (обычно используется для съёмки органики), кобальтовое (еще больше длина волны, для особых случаев). Современные оптические фокусные системы позволяют давать острый и фокусированный пучок. А детекторы — это уже не просто фотопластины, а современные устройства разных типов, например, Image Plate, имитирующий фотопластину, либо CCD — Charge-Coupled Device, ближе к матрицам современных фотоаппаратов, — подводит итог экскурсии по монокристалльному дифрактометру василеостровской площадки РЦ Андрей Золотарёв. — Не так давно у нас был всего один прибор, и всё снимали на нем. Но когда у вас есть выбор и вы можете снимать на разных приборах — вы, во-первых, тратите меньше времени, в ряде случаев получаете лучшее качество данных, а если ваш образец не слишком сложный — можете снять его прибором, на который меньше очередь».

«Мы старались подобрать максимально широкий спектр оборудования, чтобы можно было исследовать если не абсолютно все, то практически все образцы, которые могут оказаться у нас в руках, от сотрудников как СПбГУ, так и других научных организаций России», — завершает рассказ директор РЦ Олег Грунский.



ФОТО: МИХАИЛ ВОЛКОВ

использовать, например, для имитации старых рентгеновских камер. «Когда мы учились, как мы работали? У нас была фотопластинка, у нас стоял кристалл, была рентгеновская трубка, и те отражения, которые дает кристалл, регистрировались фотопластинкой, — рассказывает Олег Грунский. — Мы их проявляли и анализировали. Этот прибор — один из немногих, который может симитировать такую фотопластинку, что крайне полезно в работе со студентами. Как им показать на полностью автоматическом дифрактометре, что из себя представляют отражения? Какой они формы, как форма этих отражений зависит от качества кристалла? Когда вы видите фотографию — совсем другое дело... Человеческое мышление так устроено. Наглядность важна».

Четвертый дифрактометр «R-AXIS RAPID II» японской фирмы Rigaku — единственный в России прибор такого рода: с вращающимся анодом, дающий чрезвычайно мощный тонкий пучок рентгеновского излучения. Благодаря высокой плотности пучка его называют «домашним синхротроном». «Если раньше для исследования белковых структур, сложных органических молекул надо было обязательно ездить на синхротроны в Германию, то теперь по крайней мере первые прикладные эксперименты

мы можем проводить прямо здесь», — говорит Олег Сергеевич Грунский. Этот прибор не используется для рутинных исследований. Здесь стоит трубка кобальтового излучения, которое используется только для макромолекул, а также для получения данных «порошкового» формата от единичных зерен вещества. Возможность анализа образцов размером от 10 микрон делает эту систему идеальной для неразрушающей идентификации малых частиц в различных образцах. «R-AXIS RAPID II» также снабжен Image

КРАТКО:

Главной задачей рентгеноструктурного анализа является определение кристаллической структуры вещества, а именно: определение симметрии, параметров элементарной ячейки, координат атомов, тепловых параметров атомов, длин связей и углов между атомами, структурного мотива (иначе — топологии структуры). В процессе расшифровки структуры возможно уточнение таких кристаллохимических особенностей, как упорядочение / разупорядочение катионов (анионов), степень заселенности позиций, анализ сверхструктур соединений.

СКВОЗЬ «ПРИБЫЛЬНЫЕ СТЕКЛА»

Автор: **Юлия СМИРНОВА** • Фото: **Михаил ВОЛКОВ**



На экране установки Quanta 200 3D диатомей — один из основных объектов Ресурсного центра микроскопии и микроанализа

Сегодня студентам и ученым СПбГУ доступна самая современная техника. Она позволяет не только увеличить изображение объекта до пяти миллионов раз, но и воздействовать на него в процессе работы. Во времена Ломоносова такую возможность сложно было даже представить.

Первые упоминания об использовании микроскопов в научной работе относятся к 40-м годам XVIII века, когда Михаил Васильевич Ломоносов ввел микроскопию в практику физико-химического исследования. Став в 1745 году профессором химии Академии наук и художеств и представив проект химической лаборатории, он так наставлял будущих

химиков: «смотреть сквозь прибыльные (то есть увеличительные) стекла» на «части мелких материй».

Самый большой интерес к микроскопу проявили биологи. Но со временем стало понятно, что и неживая природа имеет свой микроуровень. Будущий профессор геологии Петербургского университета и основатель Петербургской гео-

Микроскоп

(от греческого *mikros* — малый и *skopeo* — смотрю) — это оптический прибор для получения увеличенного изображения мелких объектов и их деталей, измерения деталей и их структур, невидимых невооруженным глазом. Термин, по аналогии с телескопом, был предложен в 1625 году натуралистом Джованни Фабером. Принцип работы светового микроскопа прост — источник света освещает объект исследования. Лучи света, попадая в оптическую систему, состоящую из объектива и окуляра, формируют в глазах исследователя увеличенное изображение.

логической школы Александр Александрович Иностранцев в 1867 году в своей магистерской работе «Петрографический очерк острова Валаам» первым ввел микроскопические методы в практику геологических исследований. Это стало новой вехой в изучении горных пород.

В 1895 году кафедру анатомии и гистологии Университета возглавил Александр Станиславович Догель. Одной из его первых забот стало оснащение кафедры современной микроскопической техникой. В Университете тогда организовали регулярные демонстрации гистологических препаратов и ввели в образовательную программу биологов отдельный курс цитологии. Стоит

отметить, что он пользовался огромной популярностью у студентов. Уже тогда было понятно, что биология клетки — это наука будущего, а микроскоп — ее главный инструмент.

Современный микроскоп — это прибор, который позволяет увидеть объект после определенной пробоподготовки. Достаточно вспомнить школьные уроки биологии — чтобы рассмотреть под обычным световым микроскопом кожуцу лука, приходилось повозиться: аккуратно отделить тонкую пленку от луковицы, разместить ее на предметном стекле в капельке воды, капнуть йодом, чтобы клетки окрасились и стали лучше видны, накрыть покровным стеклом и удалить выступившую жидкость. А чем сложнее микроскоп и чем более сложную задачу ставит перед собой исследователь, тем труднее подготовить образец для того, чтобы увидеть именно то и именно так, как требуется.

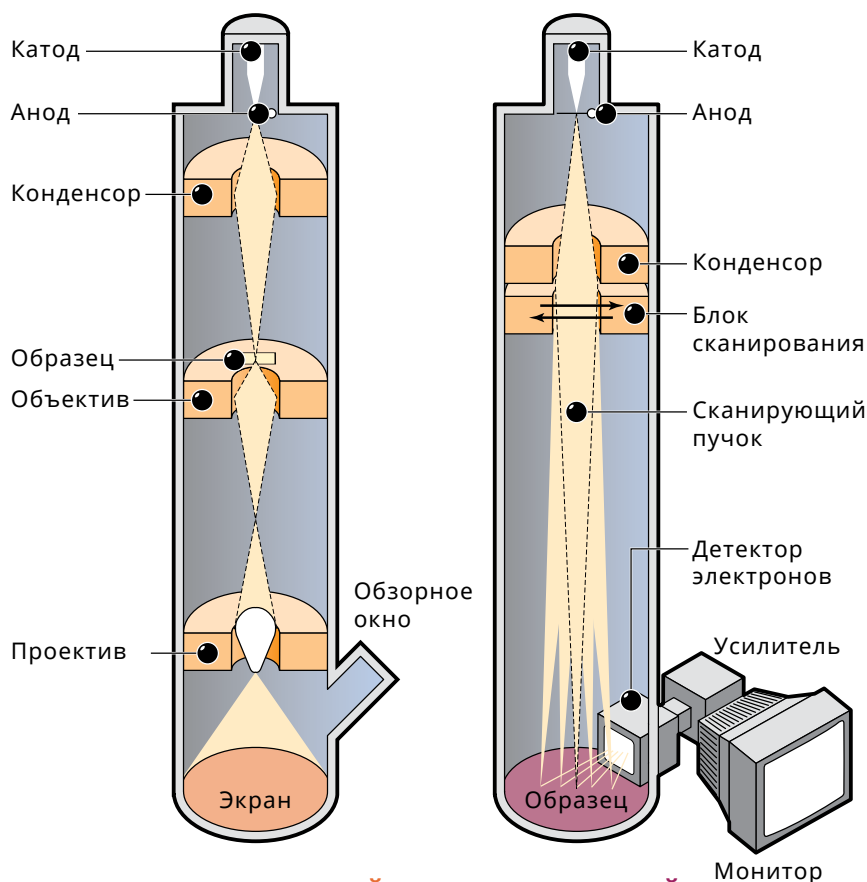
НАСТУПИЛ ВЕК ЭЛЕКТРОНИКИ

Настоящим прорывом стало появление электронной микроскопии. В отличие от светового микроскопа, электронный как бы перевернут вверх дном: сверху подается излучение, которое конденсорными линзами направляется на образец, а с помощью других линз внизу происходит многократное увеличение изображения. Чтобы сократить вероятность столкновения электронов с частицами воздуха, в колонне микроскопа создается глубокий вакуум. При помощи электронного микроскопа можно разглядеть объекты, размер которых меньше 200 нанометров (а это, к примеру, большинство вирусов). В оптический микроскоп их не увидеть — световая волна попросту огибает столь мелкие объекты.

Прототип просвечивающего электронного микроскопа создали в 1931 году немецкие физики Эрнст Руска и Макс Кнолл. Тогда же в оптическую «гонку вооружений» вклю-

ЧЕМ ОТЛИЧАЕТСЯ

ПРОСВЕЧИВАЮЩИЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ МИКРОСКОП ОТ СКАНИРУЮЩЕГО



ПРОСВЕЧИВАЮЩИЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ МИКРОСКОП

СКАНИРУЮЩИЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ МИКРОСКОП

чили США. В разработке американского электронного микроскопа активно участвовал Владимир Козьмич Зворыкин, известный как изобретатель телевидения. Кстати, в 1906 году он поступил в Университет, но вскоре по настоянию отца перевелся в Петербургский технический институт.

В конце 30-х годов прошлого века начались работы над созданием отечественного электронного микроскопа. Руководил проектом выпускник физического факультета Университета Александр Алексеевич Лебедев. Прототип первого отечественного электронного микроскопа с увеличением в 25 тыс. раз был создан в блокаде Ленинграда в 1943 году. Работы проводились в здании Государственного оптического института (ГОИ) на Биржевой линии. Тончайшая и кропотливая работа помимо сил и мужества ученых требовала еще и стабилизации высокого напряжения, что в осажденном городе было крайне непросто. Тем не менее в 1946 году вышла первая партия отечественных электронных микроскопов с увеличением в 100 тыс. раз.

САМЫЕ ВОСТРЕБОВАННЫЕ И СОВРЕМЕННЫЕ

Активное оснащение Университета современной микроскопической техникой началось в 70-е годы прошлого века. В Биологическом НИИ была создана лаборатория электронной

“ Первые микроскопы сильно искажали видимую картину. Из-за нечеткости и цветных кругов вокруг изображения ученые предпочитали лупы. Микроскоп, лишенный этих недостатков, появился в 1784 году в Санкт-Петербурге. На основании расчетов выдающегося математика Леонарда Эйлера его сконструировал член Петербургской академии наук Франц Эпинус.

активная научная работа по таким направлениям, как молекулярная цитогенетика, биология развития, биология и физиология растений.

В 1979 году в Университете была создана лаборатория растровой электронной микроскопии и электронно-зондового микроанализа геологического факультета ЛГУ. В 2011 году на ее базе создали Ресурсный центр микроскопии и микроанализа (РЦММ), и сейчас он несет на себе большую образовательную нагрузку. Кстати, до сих пор активно используется установленный здесь электронный микроскоп-микроанализатор SEM-501B фирмы «PHILIPS». Он появился в Университете в 1981 году. На этом приборе выполнены сотни курсовых и дипломных работ, собраны данные для множества научных статей.

В 2006 году Университет приобрел систему со сфокусированными электронным

«испарять» исследуемую материю под воздействием ионного пучка. Послойное испарение, сопровождающееся фотографированием поверхности промежуточных слоев, дает возможность получить трехмерную модель строения материи. Система имеет возможность работать в условиях низкого вакуума (и даже атмосферного давления), что дает возможность исследовать строение, например, «живых» объектов — листьев растений, насекомых или работать с влажными глинами.

Один из объектов исследований, с которыми работают в РЦММ, — диатомеи. Одноклеточные организмы с кремнеземным панцирем давно ставят ученых в тупик. Эти водоросли поражают разнообразием строения панциря, которое зависит от условий обитания этих микроорганизмов. Архитектура строения диатомей может быть использована при конструировании наноприборов.

Важнейшее направление деятельности ресурсного центра — учебный процесс. Современный ученый должен не только собрать материал в поле, но и знать, как обращаться с самой современной техникой для его анализа. «Главный смысл в том, чтобы научить студентов работать самостоятельно, правильно ставить задачи, понимать, какими методами можно их решить. И начинать учить этому надо как можно раньше

— еще на первой ступени, в бакалавриате», — считает директор центра Александр Ромуальдович Нестеров.

Основные направления исследований ресурсного центра связаны с

изучением геологических и медико-биологических объектов. Это минералогия благородных металлов, изучение строения глубинных, исходно-мантйных образований (включая



Появление микроскопов в России связывают с именем Петра Первого. Путешествуя по Западной Европе, в 1698 году в голландском городе Делфт царь познакомился с **Антонием ван Левенгуком, основоположником научной микроскопии**. Исследователь и изобретатель продемонстрировал монарху «круговорот крови в хвосте угря» и подарил Петру микроскоп собственной конструкции.

микроскопии. Позднее, в 1995 году, на ее базе создали Центр коллективного пользования «Хромас». Сейчас здесь проходят практику и пишут дипломы студенты, а также ведется

и ионным зондами QUANTA 200 3D (FEI). Этот уникальный прибор позволяет не только получить высококачественные электронные изображения поверхности материала, но и



Руководитель Ресурсного центра микроскопии и микроанализа
Александр Ромуальдович НЕСТЕРОВ у одного из старейших электронных микроскопов
 Университета SEM-501 B

алмазоносные), строение микро-организмов, археологических материалов и т.д.

УВИДЕТЬ И ВОЗДЕЙСТВОВАТЬ

В 2013 году научный парк Университета пополнился еще одним ресурсным центром, оснащенный самыми современными приборами, — «Развитие молекулярных и клеточных технологий». В этом центре уже ведется активная работа над целым рядом проектов — исследование закономерностей и механизмов возникновения иммунных реакций, злокачественных образований, фундаментальных основ регенеративной медицины, выявление диагностических признаков нейродегенеративных заболеваний и др.

Под руководством профессора Елены Ивановны Краснощековой проводится исследование пренатального и раннего постнатального развития коры головного мозга. В будущем это исследование может привести к разработке диагностических критериев, позволяющих на ранних стадиях развития плода обнаружить возможные патологии развития центральной нервной системы. Для этих исследований используются конфокальный и флуорес-

центный микроскопы, методы масс-спектрометрии и другие ресурсы центра.

В своей работе использовал оборудование центра один из первых обладателей степени PhD СПбГУ Антон Нижников. Цель его исследования — разработка методов идентификации специфических белков — амилоидов, которые являются причиной целого ряда тяжелых заболеваний — болезни Альцгеймера, Паркинсона, Хантингтона, диабета второго типа. Это исследования мирового уровня, и теперь есть возможность проводить их в стенах Университета.

В распоряжении ученых есть все необходимое для криоэлектронной микроскопии. На сегодняшний день это один из передовых методов исследования в области медицины и биологии. С помощью криотехнологий, к примеру, можно исследовать транспорт различных веществ через клеточные мембраны — за работы в этой области была присуждена Нобелевская премия по физиологии и медицине в 2013 году. Благодаря мгновенному замораживанию образцов, использованию специальных фиксирующих агентов удается избежать образования кри-

сталлов и других артефактов, которые повреждают образец. В конце прошлого года в центре прошла специальная школа, где ведущие мировые специалисты поделились опытом пробоподготовки для просвечивающей криоэлектронной микроскопии со студентами и сотрудниками Университета.

«Микроскопия в наше время — это уже не только наблюдение, но и активное воздействие на объект. К примеру, при помощи микроскопа с двухфотонным возбуждением и использованием подходов оптогенетики можно регулировать содержание определенных ионов в цитоплазме клетки. Используя трансгенные технологии, можно вставить в ионные каналы определенный белок, который под воздействием света нужной длины волны будет их открывать или закрывать. У нас пока такие исследования только планируются, но необходимое оборудование для них — уникальный конфокальный микроскоп Leica TCS SP5X MP FLCS уже есть, — рассказывает директор Ресурсного центра микроскопии и микроанализа Павел Александрович Зыкин. — Кроме того, на этом оборудовании можно проводить эксперименты, требующие сверхвысокого по меркам оптической микроскопии разрешения, до 70 нм, оценивать параметры диффузии и взаимодействия биомолекул, изучать изменения внутриклеточной среды в ответ на локальные воздействия различными соединениями...»

Это далеко не полная картина проводимых в Университете исследований с использованием микроскопической техники. Но даже белого обзора достаточно, чтобы понять, что с помощью современной техники в самых разных областях знаний мы открываем для себя все новые и новые горизонты, ставим все более сложные и интересные задачи, находим ответы на самые трудные вопросы.



ФОТО: МИХАИЛ ВОЛКОВ

Во всем спектре

Автор: **Юлия СМЕРНОВА**

Как разобраться в химической структуре и составе вещества неизвестного происхождения? Как понять, чем отличается раковая клетка от здоровой? Как узнать, есть ли жизнь на Марсе? Один из инструментов, который приходит на помощь ученым в решении этих вопросов, — масс-спектрометр.

◀ **Масс-спектрометр**
LECO Pegasus 4D GCxGC-TOF MS

Хотя тут стоит сразу оговориться — на самом деле это целое семейство приборов, каждый из которых лучше решает определенную задачу. Из всего лишь семи нот состоят десятки тысяч мелодий. В русском алфавите 33 буквы, а Большой академический словарь русского языка насчитывает 131 257 слов. На сегодняшний день открыто 118 химических элементов, а количество соединений с установленной структурой достигает нескольких миллионов, описано более 300 тысяч биогенных молекул, число метаболитов — промежуточных продуктов обмена веществ — в конкретном организме может составлять 10 тысяч.

Различия выражаются не только в количестве «букв»-атомов в составе молекулы, но и в их взаимном расположении в молекуле. Органические соединения, основа жизни, состоят всего из нескольких элементов: углерод, азот, кислород, фосфор, сера, хлор плюс ионы некоторых металлов. Для всех биополимеров — белков, нуклеиновых кислот, полисахаридов — роль элементов играют органические молекулы.

Если взять два атома углерода, шесть атомов водорода и один атом кислорода, из них можно «собрать» как этанол ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$), так и диметиловый эфир ($\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$) — вещества, обладающие разными свойствами и относящиеся к разным классам химических веществ: спиртам и эфирам. Если говорить о белковых молекулах, где количество атомов, «букв», на порядки больше, то структурных вариантов их взаимного расположения, то есть «слов», которые из них можно составить, намного больше. Разобраться в этом природном «словаре» помогает масс-спектрометр.

МИКРОВЕСЫ ДЛЯ МОЛЕКУЛ
Строгого определения масс-спектрометрии не существует.

Для одних это целая наука. Для других — метод исследования, для третьих — рабочий инструмент. Интересное определение масс-спектрометрии дает Николай Александрович Понькин из Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной физики: «Масс-спектрометрию можно рассматривать и как самоорганизующуюся систему, преобразующую вещество и информацию в новую информацию о веществе, его составе, свойствах и происходящих с ним процессах».

Так или иначе, на сегодняшний день это один из мощнейших способов качественной и количественной идентификации состава вещества. Если говорить совсем упрощенно, то масс-спектрометр — это микровесы для взвешивания молекул и их фрагментов. Сегодня эти приборы работают в тысячах лабораторий по всему миру.

Масс-спектрометры используются в самых разных областях. Они стоят на страже нашей безопасности, устанавливая происхождение взрывчатых веществ, берегут наше здоровье, находя следы пестицидов и других опасных веществ в продуктах питания. Помогают установить возраст ископаемых и памятников культуры. При помощи масс-спектрометрии проводится диагностика различных опасных заболеваний. Они имеют отношение даже к спорту — с помощью этих приборов проводят анализ на допинг. Масс-спектрометром оборудован марсоход «Curiosity», и благодаря этому мы имеем представление об атмосфере Красной планеты.

КАК ЭТО ПРОИСХОДИТ

Процесс анализа можно условно разделить на 3 этапа: ионизация, разделение ионов по соотношению массы и заряда (M/Z) и детекция.

На первом этапе молекула должна быть ионизирована. Это достигается путем прибавления или отнятия электрона или протона, в результате чего

молекула приобретает положительный или отрицательный заряд.

Затем следует процесс, который устанавливает взаимосвязь между соотношением массы к заряду и детектируемым параметром, например временем, в случае времяпролетных (time of flight, TOF) масс-спектрометров. Заряженные частицы, попав в масс-спектрометр, разгоняются электрическим полем определенной напряженности. Чем меньшую массу и больший заряд имеет ион, тем большую скорость он получит. После ускорения ионы проходят в вакууме известное расстояние до попадания на детектор. Ионы с большей скоростью, меньшим M/Z преодолевают это расстояние быстрее и раньше попадают на детектор.

Детекция ионов может происходить с использованием различных типов детекторов, таких как диоды, вторично-электронные умножители, и т. д.; все подобные приборы превращают количество попавших на них одновременно ионов в электрический ток, который измеряется компьютером прибора для построения спектра. Для времяпролетного прибора время, через которое ионы попали на детектор, однозначно соотносится с M/Z . Если построить график, где по горизонтали отложить время, а по вертикали число ионов (ток), то получится изображение масс-спектра. Анализ одной пробы в зависимости от сложности смеси и задачи исследования может занимать от долей секунды до нескольких недель.

Используемый процесс ионизации определяет, какие вещества можно исследовать. Электронная ионизация пригодна для ионизации веществ в газовой фазе. Вещество при этом фрагментируется, распадается на составные части. Например, для этанола можно получить набор фрагментов CH_2^+ (14 Дальтон), CH_3^+ (15 Да), OH^+ (17 Да), $C_2H_5^+$ (29 Да), CH_2OH^+ (31 Да), $C_2H_5O^+$ (45 Да), $C_2H_5OH^+$ (46 Да). Для диметилового эфира CH_3^+ (15 Да), HCO^+ (29 Да),

$CH_3-O-CH_3^+$ (46 Да). По молярной массе и по брутто-формуле эти вещества неразличимы, однако отличия в структуре приводят к разной картине фрагментации, позволяя однозначно идентифицировать каждое из них. В случае если необходимо анализировать сложные молекулы, например пептиды, такой метод ионизации уже не подойдет — большую молекулу сложно перевести в газовую фазу без разрушения, а спектр фрагментов, полученный при жесткой ионизации, будет слишком сложен для однозначной интерпретации. В связи с этим в ресурсных центрах СПбГУ представлены масс-спектрометры с различным типом ионизации — электронной (ЭИ, EI), электроспрейной (ЭСИ, ESI), матрично-активированной лазерной десорбцией/ионизацией (МАЛДИ, MALDI) и др. Каждый тип приборов предназначен для анализа разных веществ и имеет свои преимущества. Электронная ионизация в газовой фазе используется для сравнительно небольших летучих соединений (спирты, эфиры, алкалоиды), электроспрейная — для мягкой

КРАТКО:

В основе масс-спектрометрии лежат идеи сэра Джозефа Джона Томсона. Открыв в 1897 году электрон, Томсон построил первый масс-спектрометр для изучения влияния электрического и магнитного полей на ионы, генерируемые в остаточном газе на катоде рентгеновской трубки. Ученый обратил внимание, что эти ионы движутся по параболическим траекториям, зависящим от отношения их массы к заряду. В 1906 году Томсон получил Нобелевскую премию по физике «за выдающиеся заслуги в теоретическом и экспериментальном изучении электропроводности газов».



Внутри капилляра-хроматографа диаметром 0,25 мм происходит разделение смеси на отдельные компоненты

ионизации крупных молекул в жидкой фазе (пептиды, полисахариды, липиды), МАЛДИ — для крупных биомолекул (пептиды, белки).

Однозначно интерпретировать полученный масс-спектр возможно далеко не всегда. Как было упомянуто выше, даже такое простое соединение, как этиловый спирт, при фрагментации дает сразу несколько массовых пиков. В случае смеси из нескольких неизвестных компонентов разобраться в «частотном» пиков и распознать близкие вещества будет достаточно сложно. Чем больше неизвестных компонентов, тем сложнее провести их идентификацию. Поэтому во многих случаях масс-спектрометр работает в паре с хроматографом, который проводит предварительное разделение компонентов смеси. Таким образом, масс-спектрометр может в каждый момент времени анализировать небольшой набор компонентов, идентификация которых по отдельности заметно проще.

Хроматографическая колонка современного газового хроматографа представляет собой несколько десятков метров тончайшей трубочки-капилляра. В потоке газа (мобильная фаза), который движется через тонкий капилляр, происходит разделение отдельных компонентов благодаря тому, что капилляр изнутри покрывает

определенным веществом (стационарная фаза), с которым каждое анализируемое вещество из сложной смеси по-разному взаимодействует и тем самым задерживается в колонке на разное время. Некоторые из компонентов смеси проходят через капилляр беспрепятственно, какие-то за счет взаимодействия задерживаются на большее время, какие-то — на меньшее. В итоге компоненты смеси выходят по очереди. Так происходит предварительное

разделение. Затем анализируемое вещество переходит соответственно в масс-спектрометр.

В случае, если прибор настроен на определение наличия какого-то одного вещества, теоретически достаточно одной молекулы. С такой точностью могут работать, например, гелиевые масс-спектрометры, используемые для диагностики вакуумного оборудования. В том случае, если анализируется более сложная смесь, концентрация вещества должна быть больше, несколько тысяч молекул.

НА «КРЫЛЬЯХ» PEGASUS

Так действует LECO Pegasus 4D GCxGC-TOF MS. Прибор установлен в ресурсном центре «Развитие молекулярных и клеточных технологий». Это установка для полной двумерной газовой хроматографии с времяпролетным масс-спектрометрическим детектором. Благодаря наличию двух хроматографических колонок можно добиться более тщательного разделения пробы на отдельные фракции, этим достигается большая эффективность анализа. Pegasus — единственный масс-спектрометр, совместимый с системой двумерной газовой хроматографии. В итоге на этом приборе помимо масс-спектра можно получить трехмерную газовую хроматограмму, в которой будут учтены следующие параметры: интенсивность, время удерживания по первой колонке и время удерживания по второй колонке. В зависимости от комплектации, программного обеспечения и квалификации оператора, работающего с прибором, Pegasus может использоваться для криминалистических или медицинских исследований, анализа сточных вод, нефтепродуктов или качества продуктов питания. Скорость, с которой Pegasus обрабатывает информацию, — до 500 спектров в секунду. Но главное достоинство прибора — программное обеспе-

КРАТКО:

Хроматография

(от др.-греч. χρῶμα — цвет) — способ разделения, анализа и исследования физико-химических свойств вещества. Открыл и впервые применил метод в 1900 году выдающийся химик и ботаник Михаил Семенович Цвет, сотрудник Санкт-Петербургского университета. Первая хроматография пигментов зеленого листа была сделана на колонке, заполненной мелом. В наше время хроматографические методы разделения веществ широко используются в медицине, биологии, химии.

чение, позволяющее проводить деконволюцию, «упрощение» спектра для реконструкции масс-спектров веществ, которые не удалось разделить на этапе хроматографии.

Одна из основных задач прибора, используемого в СПбГУ, — проведение анализа метаболома. В современной биологии масс-спектрометр — главный инструмент в области метаболомики. Организм для своего выживания вынужден постоянно реагировать на изменения внешней среды. Изменения на уровне генома происходят медленно; на уровне транскриптома, то есть экспрессии генов, отклик может быть уже быстрее. На уровне белков регуляция ответа организма (например, фосфорилирование, регулирующее активность фер-

КРАТКО:

Метаболиты —

это вещества, которые возникают в процессе обмена веществ и быстрее белков реагируют на изменения, происходящие в организме, образуя его внутреннюю среду. Вся совокупность метаболитов — метаболом — это функция нескольких тысяч переменных (количества каждого из метаболитов).

мента) происходит еще быстрее, координируя фенотипический отклик с изменениями внешней и внутренней среды. Зависимость метаболитов друг от друга

бесконечно сложна и в виде решений соответствующих уравнений непредставима. Однако это самоорганизующийся процесс, в результате которого получается более-менее устойчивый концентрационный профиль метаболитов. Он может многое сказать о состоянии системы, в том числе использоваться и для диагностики. Такой подход имеет гораздо большие перспективы, чем использование биомаркеров, но он гораздо сложнее и требует очень мощного аналитического оборудования.

P. S. Редакция выражает благодарность руководителю ресурсного центра «Развитие молекулярных и клеточных технологий» СПбГУ к. б. н. Павлу Александровичу Зыкину за помощь в подготовке материала.

Схема прибора GCxGC-TOF MS

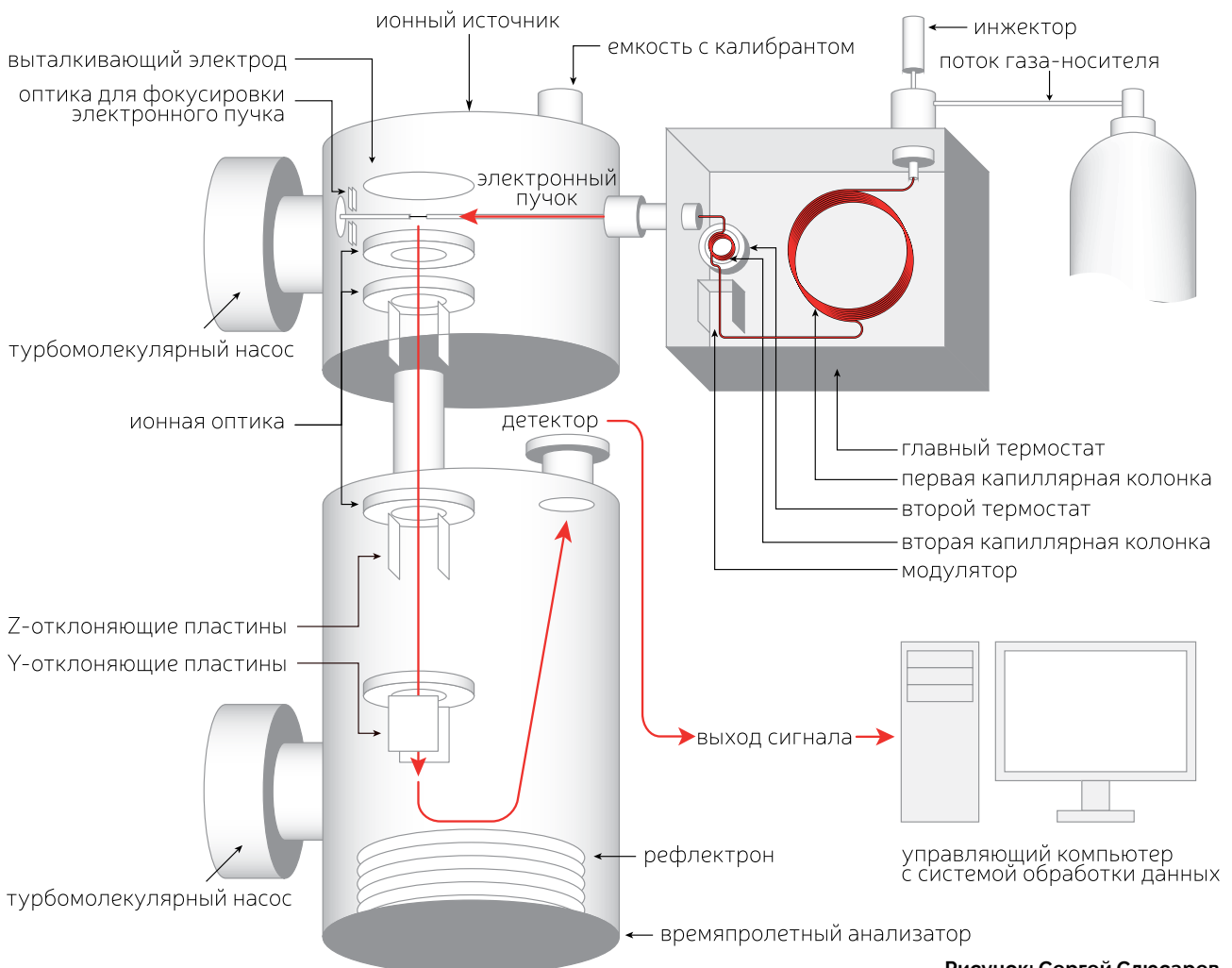


Рисунок: Сергей Слюсарев



Развитие лидарных технологий позволило ученым наблюдать за атмосферными явлениями в режиме реального времени.

Лидар на страже экологической безопасности

Авторы: **Татьяна СЕММЕ**, **Дмитрий Альбертович САМУЛЕНКОВ**, директор ресурсного центра «Обсерватория экологической безопасности»,
Владислав Константинович ДОНЧЕНКО, профессор СПбГУ, автор концепции РЦ

В СПбГУ создают ресурсный центр «Обсерватория экологической безопасности». На его базе установлен, и сейчас уже идет отладка, многофункциональный стационарный лидарный комплекс.

Одного взгляда на сложнейшую аппаратуру, установленную в ресурсном центре СПбГУ, достаточно, чтобы убедиться — это техника XXI века.

Лидар — это оптический локатор для дистанционного зондирования воздушных и водных сред. В последние годы лидарные комплексы применяются в системах экологической безопасности. В частности, они незаменимы при создании глобальных и региональных

измерительных сетей, предназначенных для мониторинга трансграничных переносов атмосферных загрязнений.

Развитие лидарных технологий позволило ученым наблюдать за атмосферными явлениями в режиме реального времени. Для этого был сформирован ряд крупных континентальных лидарных сетей. Например, сеть NDACC (Network for the Detection of Atmospheric Composition Change) объединяет 16 лидарных станций. Она была создана для глобального контроля озона, аэрозоля, температуры и влажности. Под эгидой NASA развивается лидарная сеть MPL-Net, предназначенная для мониторинга тропосферного аэрозоля.

Четырнадцать лет назад сформирована Европейская лидарная сеть EARLINET

(European Aerosol Research Lidar Network). Сегодня она координирует работу более 20 лидарных комплексов европейских стран по мониторингу крупномасштабного переноса аэрозольных примесей, в основном из района пустыни Сахара. В рамках функционирования Азиатской лидарной сети AD-Net (Asian Dust Network) учеными осуществляются лидарные исследования выноса пылевого аэрозоля с пустынной территории Китая.

Что касается России и стран СНГ, то регулярно мониторинг атмосферного аэрозоля и озона с использованием сети лидарных станций CIS-LiNet (расположены в России, Беларуси и Киргизии) на их территории проводится только с 2006 года.

Число лидарных сетей и комплексов в мире продолжа-

ет увеличиваться, ведь они позволяют получить данные о самых разных параметрах состояния атмосферы. Поэтому представляют интерес не только для ученых. В настоящее время в стадии формирования находятся сеть в Латинской Америке, региональная Восточно-Американская лидарная мезосеть REALM (Regional East Atmospheric Lidar Mesonet), а также обсуждается возможность создания мировой лидарной сети GALION (GAW Aerosol Lidar Observation Network) под эгидой Всемирной метеорологической организацией.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Европейская территория России пока не охвачена системой сетевого лидарного мониторинга, и поэтому создание ресурсного центра «Обсерватория экологической безопасности» в СПбГУ было поддержано научными коллективами Европейской лидарной сети. В настоящее время проводится отладка стационарного и мобильного лидарных комплексов.

Оборудование и приборы университетского лидарного комплекса позволяют регистрировать состояние атмосферного воздуха в реальном

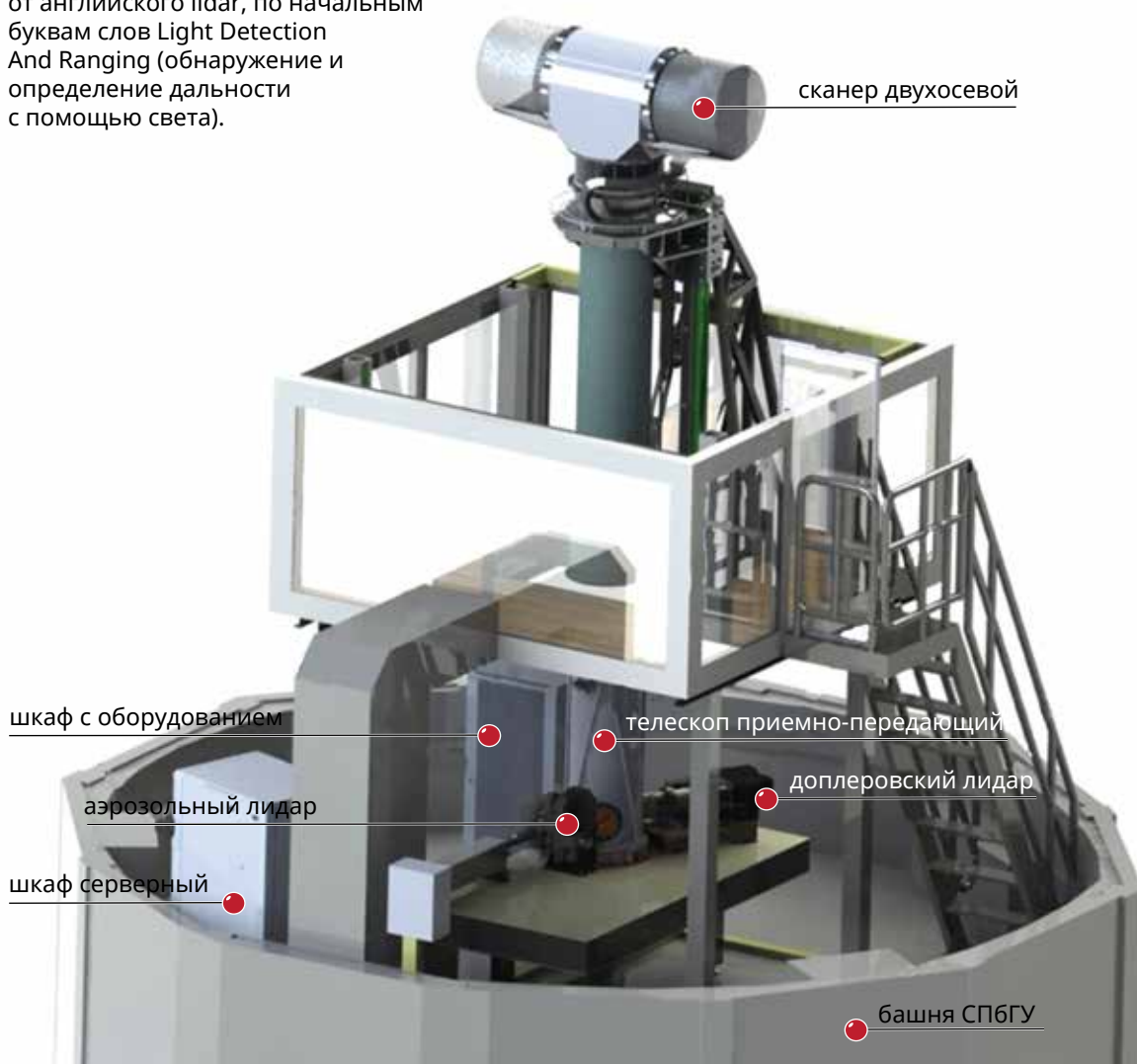
времени. Для ученых и не только очень важно понимать, каким воздухом мы дышим именно сейчас, а не узнавать из ежегодных отчетов, каким воздухом мы дышали год назад. Потому что воздух, который мы вдыхаем, во многом определяет состояние нашего здоровья. Особенно важно отслеживать состояние атмосферы в таких больших городах, как Санкт-Петербург.

ПРОЛИТЬ СВЕТ НА ТАЙНЫ АТМОСФЕРЫ

Уникальность обсерватории экологической безопасности,

Как устроена лидарная установка

Слово «лидар» происходит от английского lidar, по начальным буквам слов Light Detection And Ranging (обнаружение и определение дальности с помощью света).



Сканирующая система для зондирования
небесной полусферы

которая работает в СПбГУ, заключается в объединении различных методик и приборов в единый комплекс. В его конструкции оптические дистанционные методы зондирования действуют на единой методической и метрологической базе, а работа всех спектральных каналов согласована в пространстве и во времени. Результаты лидарного зондирования могут сразу представляться на управляющем компьютере в режиме реального времени — например, для срочной диагностики в случае внезапных выбросов опасных химических веществ. Также оборудование комплекса позволяет исследовать динамику атмосферных явлений, оценивать экологические риски и прогнозировать развитие различных ситуаций на потенциально опасных объектах и территориях.

Благодаря лидарному комплексу ученые получают полную информацию о загрязнении в атмосфере: данные о содержании аэрозолей (пыли, облаков), размере и форме их частиц (капли жидкости, твердые кристаллические частицы), их веществе (почва, силикаты, газы и т.д.), содержании переменных газов.

С помощью лидарного комплекса можно узнать направление и скорость распространения загрязняющих веществ в атмосфере, а также при использовании специальных программ обработки сигнала проводить измерения метеорологических показателей.

Компьютерная система комплекса обеспечена новейшими программами для обработки информации и ее передачи на мониторы специально оборудованного ситуационно-информационного центра в виде наглядных и удобных для дальнейших ис-



ФОТО: МИХАИЛ ВОЛКОВ

КРАТКО:

Аэрологический блок РЦ «Обсерватория экологической безопасности» служит для проведения работ по решению следующих основных задач:

1. Оценка трансграничного атмосферного переноса загрязняющих веществ.
2. Исследование процессов загрязнения атмосферного воздуха большого города на примере Санкт-Петербурга.
3. Проведение подспутниковых экспериментов для валидации спутниковых лидарных систем.
4. Разработка ситуационных моделей возникновения и развития опасных ситуаций в городской среде по фактору критических атмосферных загрязнений.
5. Подготовка ситуационных синтезированных картосхем зон и объектов экологического риска по фактору загрязнения атмосферного воздуха.
6. Разработка методов оценки вероятного экономического ущерба в результате загрязнения атмосферного воздуха.

следований моделей. Модульная конструкция стационарного комплекса позволяет его постоянно совершенствовать, в частности, комплекс можно дополнить лидаром для сканирования концентрации газов в инфракрасном диапазоне и флуоресцентным лидаром для выявления органических соединений в атмосфере.

В мобильном лидарном комплексе обсерватории имеется коротковолновый лидар дифференциального поглощения, который позволяет определять наличие в атмосфере таких веществ, как окислы серы или окислы азота, хлор и озон. Мобильный комплекс содержит автономный источник питания (генератор на дизельном топливе). Он установлен на автомобиле и будет использоваться для полевых исследований. В планах ученых СПбГУ на самые ближайшие месяцы намечено проехать с мобильным лидарным комплексом ресурсного центра вокруг Петербурга, чтобы провести мониторинг ситуации в атмосфере на кольцевой автомагистрали, дамбе, пригородных шоссе и исследовать перенос загрязнений в системе город-пригород.

В настоящее время специалисты ресурсного центра проводят отладку стационар-

ного лидарного комплекса для решения поставленных научных задач.

УНИКАЛЬНОСТЬ КОМПЛЕКСА

Следует отметить, что стационарный лидарный комплекс в СПбГУ по своим технико-тактическим данным остается пока единственным не только в России, но и за рубежом. На территории ближнего зарубежья функционирует аэрозольный лидар в Институте физики Национальной академии наук (Беларусь). Едва появившись в Санкт-Петербургском университете, лидарный комплекс стал объектом пристального внимания научных делегаций, российских и иностранных ученых, работающих в сфере экологического мониторинга загрязнения атмосферы. В конце прошлого года СПбГУ получил приглашение вступить в Европейскую исследовательскую аэрозольную лидарную сеть — EARLINET, критериям которой лидарный комплекс Университета полностью соответствует.

В сеть входит более 28 лидарных станций ведущих университетов Европы, однако и там задействованы только аэрозольные лидары и нет ветровых и газовых. На основе единого формата (периодичности, длительности, времени суток) российские исследователи будут проводить регулярные измерения для передачи данных в общеевропейскую систему мониторинга, их анализа, обсуждения, использования при исследованиях. Стационарный лидарный комплекс предоставит данные о состоянии атмосферы в Санкт-Петербурге. А мобильный комплекс позволит вести в выбранных специалистами опорных пунктах мониторинг трансграничных переносов экотоксикантов, прежде всего на границах с Финляндией и Эстонией.

ДЕРЖАТЬ РУКУ НА ПУЛЬСЕ

Почему важно следить за состоянием атмосферы во всей Европе? «В основном, для моде-

Ресурсный центр размещается в башне здания СПбГУ (ранее Бестужевские курсы) на Васильевском острове

лирования погоды и климата, в частности, расчета радиационных характеристик в атмосфере — сколько тепла поглотилось в атмосфере и на земле, сколько отразилось. Но аэрозоли бывают очень разными, и спрогнозировать их появление в атмосфере при моделировании невозможно. Например, началось извержение вулкана, как это было в Исландии, произошел выброс на крупном производстве, пришли аэрозоли из Сахары или, наоборот, со Средиземного моря, — объясняет ведущий специалист РЦ Ирина Мельникова. — Сначала лидарное зондирование применялось именно для этого. Но в последнее время появились и новые, экологические задачи — проводить мониторинг так называемых трансграничных переносов экотоксикантов из одних стран в другие, исследовать состояние загрязнений в атмосфере над Европой. Это могут быть как антропогенные (промышленные) загрязнения, так и те, что появляются в результате природных ката-



ФОТО: АРХИВ СПбГУ

клизмов — пустынные бури, пожары и тому подобное». Все эти данные, получаемые с помощью систем мониторинга сети EARLINET, находятся в открытом бесплатном доступе и могут быть использованы для самых разнообразных исследований атмосферы учеными всего мира.

И СЕБЕ, И ДРУГИМ

Другой важной задачей ресурсного центра является обучение студентов работе на современном уникальном оборудовании и использование данных мониторинга в учебных исследовательских проектах. Специалисты обсерватории совместно с разработчиками программного обеспечения лидарного комплекса готовят к изданию пособие по лабораторному практикуму к курсу лекций под названием «Изучение процессов загрязнения атмосферы с помощью лидарных комплексов».

Курс запланирован как междисциплинарный, чтобы научиться работе с комплексом могли не только будущие экологи, но и физики. Весьма вероятно, что курс может быть интересен и другим вузам, в которых готовят специалистов в сфере экологии, климатологии, а также физики и химии атмосферы.

КРАТКО:

Аббревиатура LIDAR

(Light Detection And Ranging) впервые появилась в работе Миддлтона и Спилхауса «Метеорологические инструменты» 1953 года, за долго до изобретения лазеров. Первые лидары использовали в качестве источников света обычные или импульсные лампы со скоростными затворами, формировавшими короткий импульс. Сегодня лидарные комплексы активно используются для исследования атмосферы, предупреждения угроз экологической безопасности, а также в геодезии и картографии.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР СПбГУ: БЫСТРЕЕ, МОЩНЕЕ, ЭФФЕКТИВНЕЕ

Автор: **Татьяна СЕММЕ**

Роль компьютерной обработки данных в научной и исследовательской работе сегодня трудно недооценить. Например, один из проектов университетских ученых-физиков был выполнен на базе Вычислительного центра СПбГУ в течение нескольких месяцев. Расчеты необходимого количества задач на персональном компьютере с 4-ядерным процессором заняли бы более 16 лет.

Развитие науки по всем ее направлениям в Санкт-Петербургском государственном университете требует все более мощных и эффективных вычислительных ресурсов. Созданный еще в 1967 году, вычислительный комплекс продолжает оставаться важнейшим и необходимым помощником в работе физиков, математиков, химиков, геоло-

гов. Став в 2010 году ресурсным центром, вычислительный комплекс получил принципиально новые возможности.

ОТ МАТЕМАТИКОВ ДО РЕСТАВРАТОРОВ

Сегодня главная задача ЦК «Вычислительный центр СПбГУ» — обеспечить равную доступность современного научно-исследовательского оборудования и программного обеспечения максимально широкому кругу пользователей (как сотрудников и студентов СПбГУ, так и других заинтересованных в этом исследователей). Ресурсы центра активно используются и в научно-исследовательской работе, и в образовательном процессе, а также нередко необходимы для содействия коммерциализации результатов научно-исследовательской деятельности.

К услугам центра охотно обращаются геологи, геогра-

В неброском с виду оборудовании скрыты большие мощности **Вычислительного центра СПбГУ**

фы, экономисты и даже филологи. «Актуальным и весьма перспективным направлением стало сотрудничество вычислительного центра с коллективом кафедры информационных систем в искусстве и гуманитарных науках, — отметил директор РЦ Валерий Иванович Золотарев. — Это очень интересные проекты виртуальной реконструкции старинных разрушенных храмов, усадеб, дворцов, которые осуществляются с использованием нашей вычислительной мощности».



ФОТО: АРХИВ СПбГУ

Среди них, в частности, ANSYS — популярная универсальная программная система, востребованная специалистами в области компьютерного

пространственных задач механики деформируемого твердого тела и механики конструкций, задач механики жидкости и газа, теплопередачи и теплообмена, электродинамики, акустики, а также

механики связанных полей. Как отметил Валерий Золотарев, расчеты с помощью программной системы ANSYS занимают около 40% всего времени, проводимого пользователями

за работой в ресурсном центре. Моделирование и анализ в некоторых областях промышленности с помощью этой программы позволяет избежать дорогостоящих и длительных циклов разработки типа «проектирование — изготовление — испытания». Так, один из проектов университетских ученых-физиков, посвященный конструированию инжектора для добычи газа в нефтяном месторождении, был выполнен на базе РЦ «Вычислительный центр СПбГУ» в течение нескольких месяцев. А расчеты необходимого количества задач на персональном компьютере с 4-ядерным процессором заняли бы более 16 лет.

Также среди программных систем Вычислительного центра СПбГУ — предназначенная для символьных

Современное оборудование ресурсного центра «Вычислительный центр СПбГУ» сегодня обеспечивает потребности в компьютерной обработке данных более

400

исследователей из Университета и других вузов и научных центров Петербурга.

К услугам пользователей ресурсного центра — более 25 готовых программных си-

инжиниринга, для решения линейных и нелинейных, стационарных и нестационарных

СТРУКТУРА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА HEWLETT-PACKARD



вычислений система Maple; система компьютерной алгебры Mathematica; Crystal — научный программный пакет для расчетов в области квантовой химии твердого тела, разработанный специально для моделирования 3- и 2-периодических кристаллических решеток и 1-периодических полимеров; Scilab — пакет прикладных математических программ для инженерных и научных расчетов (решения задач линейной алгебры, решения дифференциальных уравнений, обработки сигналов, визуализации); ArcGIS — программное обеспечение для работы с картами и географической информацией, а также другие необходимые ученым вычислительные программные системы.

Кроме того, Вычислительный центр СПбГУ предоставляет пользователям возможность создания личного кабинета и работы на виртуальных персональных компьютерах, где исследователь может работать с привычной ему операционной системой (Windows или Linux). Эффективное функционирование ресурсного центра обеспечиваются мощные высокопроизводительные вычислительные кластеры, носящие название компании-производителя: вычислительный кластер компании «Т-Платформы», вычислительный комплекс Hewlett-Packard и вычислительный комплекс проекта ALICE-ЦЕРН.

ДОМ ДЛЯ КЛАСТЕРОВ

Оборудование РЦ «Вычислительный центр СПбГУ» размещено в специальном помещении — своеобразном «доме в доме», оснащенном противопожарными системами, системой управления и дизельным генератором для бесперебойного электропитания. В шкафах с решетчатыми дверцами размещены стойки с элементами вычислительных кластеров. Они работают непрерывно, обеспечивая вычисления круглые сутки, 365 дней в году. Большую часть стоек занимает

КРАТКО

Вычислительный центр СПбГУ предоставляет пользователям такие сервисы, как SaaS (Software-as-a-Service) — возможность использования прикладного программного обеспечения, работающего в облачной инфраструктуре и доступного из различных клиентских устройств; PaaS (Platform-as-a-Service) — предоставление интегрированной платформы для разработки, тестирования, развертывания программ и выполнения расчетов; а также IaaS (Infrastructure-as-a-Service) — возможность использования облачной инфраструктуры для самостоятельного управления процессами обработки хранения данных, сетями и другими фундаментальными вычислительными ресурсами.

оборудование вычислительного комплекса Hewlett-Packard, который был приобретен в 2011 году.

Единый компьютерный комплекс, построенный на базе аппаратно-программных решений, предоставленных компанией HP, включает в себя два субкластера: SMP-кластер и гибридный кластер. Это серверы, системы хранения данных, сети хранения и передачи данных, программное обеспечение, позволяющие проводить исследования в области физики, химии, биологии и других наук, требующие мощных вычислительных ресурсов.

На компьютерном комплексе HP развернут кластер облачных вычислений — виртуальные хосты, системы хранения данных, сети хранения и передачи данных, программное обеспечение, позволяющее предоставлять услугу временного пользования виртуальными машинами с заданными пользователем

характеристиками для учебно-научных и административно-хозяйственных подразделений СПбГУ.

Вычислительный комплекс HP включает в себя систему хранения данных (которая служит для размещения пользовательских данных, образов виртуальных машин и другой информации) и представляет собой совокупность дисковых массивов, шлюзов и виртуальных библиотек), систему резервного копирования.

РАЗВИВАТЬСЯ САМИМ И ПОМОГАТЬ ДРУГИМ

Важное преимущество гибридного кластера вычислительного комплекса HP — его оснащенность графическими процессорами NVIDIA Tesla, включающими 112 современных графических плат NVIDIA, которые позволяют значительно увеличить скорость расчетов. Чтобы пользователи могли правильно применять вычислительную мощность комплекса и осваивать программы, которые используют возможности графических плат NVIDIA, начиная с 2010 года совместно с представителями этой компании в СПбГУ проводятся ежегодные конференции и школы.

«На конференцию к нам ежегодно приезжают специалисты из различных фирм, использующих эти технологии, представляя свои достижения и полезные разработки, — рассказал Валерий Золотарев. — Если в первые годы в ней участвовали 30–40 человек, то сейчас их уже около 70. Это не только студенты и сотрудники Университета, но и представители Санкт-Петербургского электротехнического университета „ЛЭТИ“, Политехнического университета и других вузов города».

Местом для конференции в Петербурге (она проходит также в Новосибирске и Москве) СПбГУ был выбран как общепризнанный городской лидер в этой сфере, который стремится

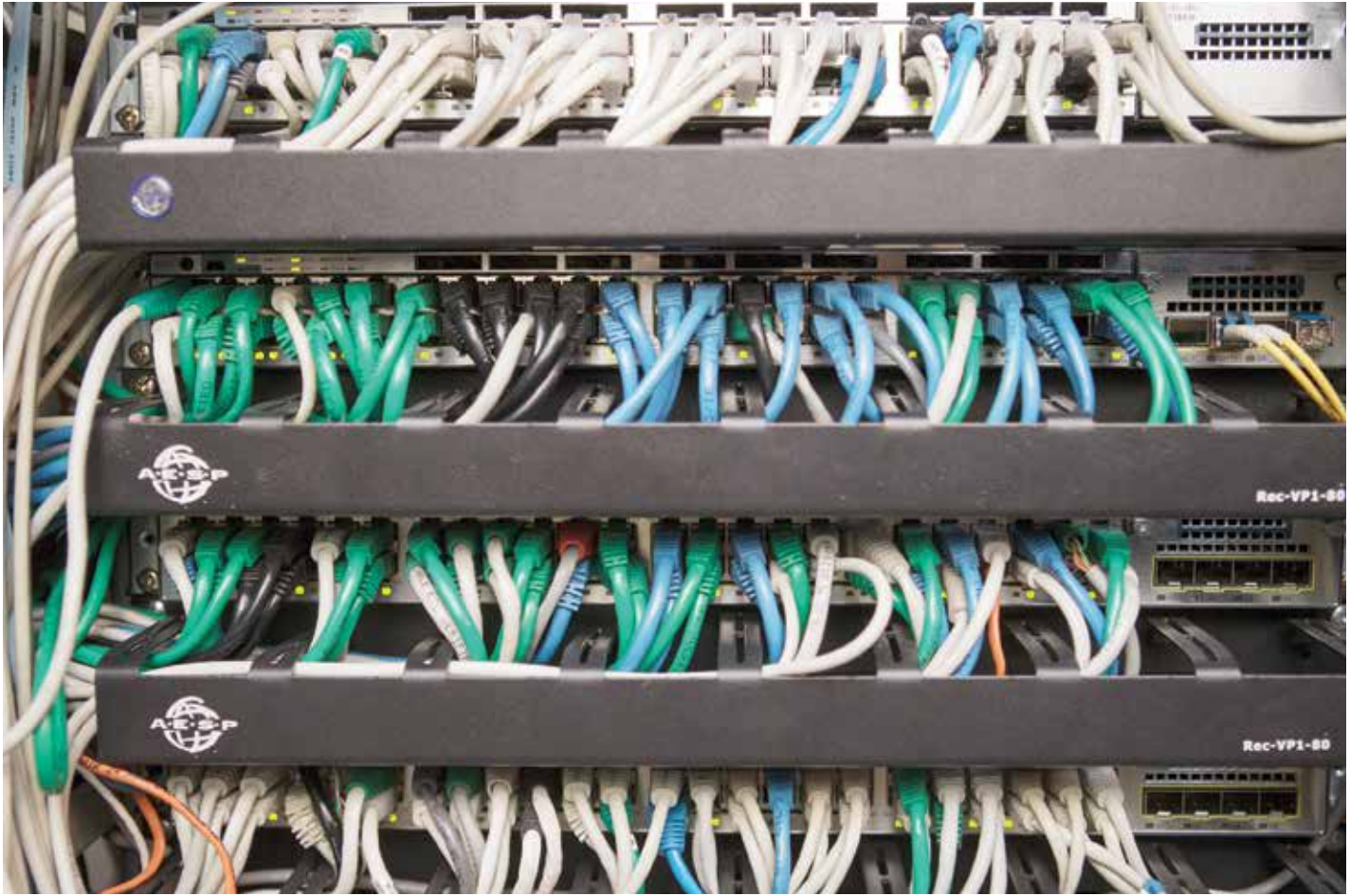


ФОТО: МИХАИЛ ВОЛКОВ

ся не только развиваться сам, но и проводить широкую просветительскую работу среди коллег.

В этом году конференция «Дни NVIDIA» прошла в СПбГУ в апреле. Главной темой обсуждения и обучения стали современные графические процессоры (GPU), включая те, что лежат в основе видеокарт, которые значительно превосходят по производительности классические центральные процессоры (CPU). Именно на их основе строятся гибридные вычислительные системы с уникальными эксплуатационными характеристиками, подобные той, что является частью комплекса НР в Вычислительном центре СПбГУ.

ОПЕРЕЖАТЬ РАЗВИТИЕ НАУКИ

Быстрое развитие науки и постоянно растущая потребность в вычислениях требуют от ресурсного центра даже не соответствующего, а опережа-

ющего развития. «Со временем появляются задачи, которые на менее мощном кластере решать уже трудно. То есть нам уже сейчас для многих наших проектов нужны более мощные ресурсы», — отметил Валерий Золотарев.

«Техника совершенствуется, становится все интересней, охватывает все новых и новых представителей науки, появляются новые программы. Теоретически у нас может быть представлен весь Университет», — подчеркнул директор



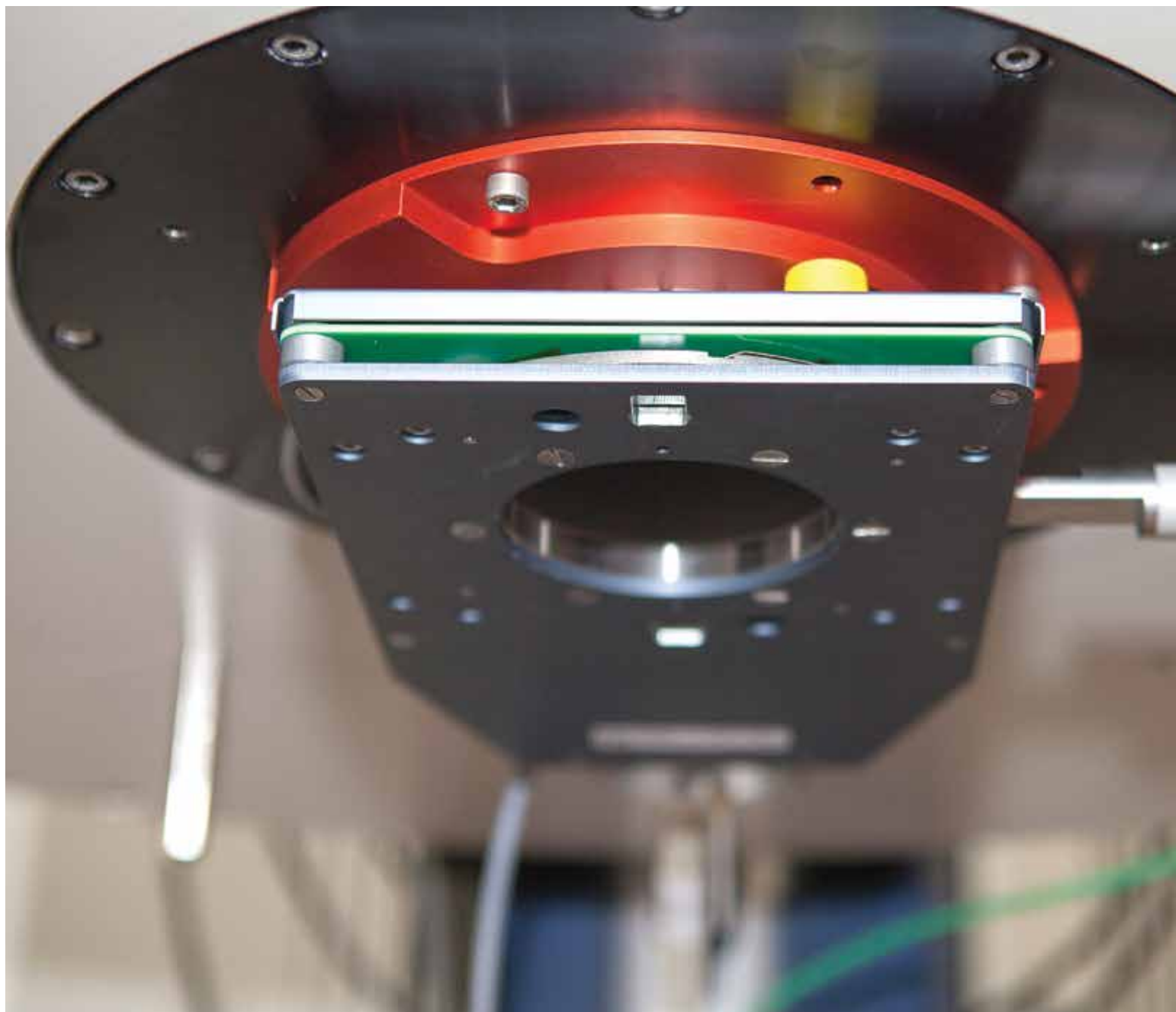
Техника совершенствуется, становится все интересней, охватывает все новых и новых представителей науки, появляются новые программы. Теоретически у нас может быть представлен весь Университет».

РЦ «Вычислительный центр СПбГУ».

Удобство работы в вычислительном центре, эффективное управление, тщательно подготовленное обучение привлекают все больше пользователей и задач, количества которых центр когда-нибудь может и не выдержать.

Решением является обновление оборудования по мере освоения новых технологий — как раз сейчас ресурсный центр готов принять новый кластер, в 100 раз мощнее имеющихся.

Специально для него в «доме для кластеров» оставлены пустые стойки. «Появится новое оборудование, появятся и новые интересные проекты, будем развиваться дальше. Да, центр постоянно требует все новых и новых вливаний, но это все для наших пользователей, для Университета. Это те инвестиции, которые всегда окупаются», — заключил Валерий Золотарев.



На ядерном уровне

Автор: **Вера СВИРИДОВА**

Центр диагностики функциональных материалов для медицины, фармакологии и нанoeлектроники СПбГУ оснастили уникальными приборами для исследования структуры и магнитных свойств материалов. Наиболее выдающимся из них является импульсный ЯМР-спектрометр Bruker AVANCE III 400 МГц.

Научный парк СПбГУ пополнился целым рядом высокотехнологичных приборов, предназначенных для комплексного исследования свойств твердых тел, полимерных и жидкокристаллических материалов. Таким оборудованием оснащен новый аналитический ресурсный центр «Центр диагностики функцио-

нальных материалов для медицины, фармакологии и нанoeлектроники». Сейчас в нем завершаются пусконаладочные работы. Сами ученые среди установленного в Центре оборудования выделяют спектрометр ядерно-магнитного резонанса Bruker AVANCE III 400 МГц.

И хотя он принадлежит к целой серии приборов такого класса, особого внимания



Вид снизу на сверхпроводящий магнит с зазором для датчиков (спектрометр ядерно-магнитного резонанса Bruker AVANCE III TM 400 МГ)

ФОТО: МИХАИЛ ВОЛКОВ

фармакологии и наноэлектроники СПбГУ.

МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ

Ядерный магнитный резонанс как метод исследования широко применяется в физике, в химии, в биологии и в медицине. Например, многие из нас сталкивались с ним на своем опыте, проходя исследование внутренних органов при помощи МРТ (магнитно-резонансная томография). В основе этой процедуры как раз и лежит ядерный магнитный резонанс, правда, слово «ядерный» из названия исключили преднамеренно, дабы избежать ассоциаций с облучением и радиацией.

Несмотря на очень широкое распространение ядерного магнитного резонанса как метода исследования, приборов, приспособленных для измерения явлений и процессов в области физики твердого тела в низкотемпературной области, в мире счетное количество. Один из них — приобретенный СПбГУ Bruker AVANCE III TM 400 МГ. Ученые уверены, этот прибор поднимет исследования в области физики твердого тела на гораздо более высокий уровень. У университетских специалистов-твердотельщиков ЯМР всегда был традиционным методом исследования. Однако, имея хорошую теоретическую базу, ученые не могли проводить исследования на передовом, современном уровне из-за нехватки соответствующего оборудования. Им приходилось ездить за границу для проведения измерений. Теперь появилась возможность проводить их в Университете и вывести подготовку студентов и аспирантов в области физики твердого тела на современный уровень.

КАК ЭТО ПРОИСХОДИТ

Метод ядерного магнитного резонанса основан на взаимодействии внешнего магнитного поля с ядрами атомов, обладающих магнитными моментами. «При помещении ядра во внешнее постоянное магнитное поле происходит расщепление

энергии на несколько подуровней. В частотных единицах это расщепление соответствует диапазону от десятков до сотен МГц (мегагерц). Приложение резонансных магнитных полей вызывает переходы ядер между уровнями, которые сопровождаются поглощением энергии внешнего источника переменного поля. Это и составляет сущность явления ядерного магнитного резонанса, — объясняет Елена Владимировна Чарная. — Резонансное поглощение происходит только на частотах, соответствующих расстоянию между энергетическими уровнями. Отсюда и название — „резонанс”. Ядерный — потому что связан с системой ядер. А магнитный — из-за того, что все явления связаны с приложением внешнего постоянного сильного поля, которое в современных спектрометрах создается сверхпроводящим магнитом, и значительно меньших по интенсивности переменных магнитных полей».

ВСЕ ДЕЛО В ДАТЧИКАХ

Датчики, установленные на Bruker AVANCE III TM 400 МГ, охватывают практически весь диапазон ядер, который может исследоваться методом ядерного магнитного резонанса. «Это дает возможность исследовать очень сложные явления. Например, такие как влияние размерных эффектов на различные физические и технологические параметры материалов, — пояснила Елена Владимировна Чарная. — К ним в том числе относятся наноструктурированные металлы, которые широко используются в процессах приготовления всевозможных схем микроэлектроники, информационной техники и так далее. Поскольку важным является как раз уменьшение размеров этих элементов, то и поведение наноструктурированных материалов представляет собой большой интерес».

Что касается датчика MAS, то он позволяет повысить разрешающую способность метода ЯМР. Образец помещается

к себе заслуживает благодаря уникальной комплектации. В распоряжении Центра имеются датчики широких линий для работы как при высоких, так и низких температурах, вплоть до 5К (приблизительно -270° по Цельсию), и датчики, позволяющие проводить исследования при вращении под магическим углом (MAS — magic angle spinning) в широком температурном диапазоне с параллельным возбуждением на двух и трех частотах.

«В России ученые Университета давно ждали прибора с такой комплектацией для исследования твердых тел», — рассказал Сергей Витальевич Лебедев, директор Центра диагностики функциональных материалов для медицины,



Елена Владимировна ЧАРНАЯ, профессор СПбГУ (кафедра физики твердого тела), заведующая лабораторией квантовой акустики и ультразвуковой спектроскопии СПбГУ



Сергей Витальевич ЛЕБЕДЕВ, директор Центра диагностики функциональных материалов для медицины, фармакологии и нанoeлектроники СПбГУ

в специальный ротор, который вращается с очень большой точностью внутри спектрометра под определенным углом. Это позволяет на порядки снизить ширины резонансных линий и соответственно повысить разрешающую способность в плане исследования фазовых переходов, структурных особенностей, размерных эффектов и так далее.

Благодаря низкотемпературным датчикам такой спектрометр, как Bruker AVANCE III TM 400 МГ, дает возможность исследовать сверхпроводники, причем как высокотемпературные, так и традиционные.

КАСАЕТСЯ КАЖДОГО

Тематика исследований, проводимых на Bruker AVANCE III TM 400 МГ, имеет фундаментальную направленность. Результатами эффективности использования этого спектрометра не является разработка или применение какого-то конкретного материала в конкретном устройстве. Ученых СПбГУ интересуют глобальные физические задачи.

Но результаты фундаментальных исследований в перспективе ложатся в основу конкретных практических разработок. Так, например, каждый из нас носит в кармане гаджет с жидкокристаллическим экраном. Несмотря на то, что такие экраны давно и повсеместно применяют в самых различных устройствах,

ученые пока далеко не все знают о поведении жидкокристаллических материалов. Особенно в той части, которая касается их использования в очень маленьких ячейках. И тут на помощь ученым может прийти ЯМР-спектрометр. На этом приборе можно исследовать особенности поведения микро- и наноструктурированных жидкокристаллических материалов. Этот вопрос сейчас широко изучается именно в прикладном плане. Дело

в том, что четкость изображения может быть лимитирована определенными размерами для определенных материалов, а может быть и не ограничена. Поэтому исследователи во всем мире сегодня выясняют, какие материалы пригодны для миниатюризации, а какие — нет.

ВАЖНЫЙ ПРИБОР

На сегодняшний день ЯМР является одним из самых информативных методов исследования строения высокомолекулярных соединений. Поэтому ЯМР-спектрометр — это действительно важнейшее оборудование из того, которое сейчас существует в распоряжении ученых. Доказательством служит тот факт, что ни одна научная или промышленная лаборатория, ни один крупный университет не обходятся без ЯМР-спектрометров и, как правило, имеют на вооружении сразу несколько таких приборов.

И хотя Bruker AVANCE III TM 400 МГ направлен на решение задач в области твердых тел, сказать, что это прибор только для физиков или химиков, нельзя. «Важно не кто приносит образец для проведения исследования, а какой он, — говорит Сергей Витальевич Лебедев. — Нанокompозитные материалы, например, могут использоваться как в химии, так и в биологии, медицине, фармакологии. Потенциально загрузка этого спектрометра будет высокой».

КРАТКО:

Благодаря высочайшей чувствительности ядерно-магнитного резонанса ЯМР-спектрометр позволяет идентифицировать вещества со стопроцентной точностью. Полный объем задач, которые способен решать ЯМР-спектрометр, зависит от его конструктивных особенностей и эксплуатационных характеристик (чувствительности датчиков, разрешающей способности приемника, опциональной комплектации многодиапазонными усилителями, степени автоматизации и т. д.), а также от возможностей программного обеспечения.

Когда важное на поверхности

Автор: **Юлия СМЕРНОВА**

Узнать больше о межатомных взаимодействиях и свойствах материалов на поверхности ученым СПбГУ помогает уникальный комплекс «Нанолаб». Он позволяет проводить исследования поверхностей твердых тел в условиях сверхвысокого вакуума методами фотоэлектронной спектроскопии и сканирующей зондовой микроскопии.

Исследование поверхности твердых тел и низкоразмерных структур является важной задачей современной науки и техники. Кроме фундаментального интереса данные исследования имеют и прикладной характер — это развитие нанотехнологий. Любое твердое тело имеет поверхность. По сути это сверхтонкий слой, обладающий своей собственной кристаллической и электронной структурой, с новыми свойствами двумерного материала. Синтез наноструктур на поверхности твердого тела с заданной атомной структурой путем контролируемого манипулирования отдельными атомами и молекулами позволяет получать новые материалы с уникальными свойствами.

«Объектом исследования для нас являются поверхности твердых тел. Поверхность — это несколько атомных слоев толщиной порядка единиц и десятков нанометров. Материал может быть как искусственно созданным, так и природным. Для исследования очень важна предваритель-

ная подготовка поверхности, удаление адсорбированных молекул газа с поверхности и дальнейший синтез в условиях сверхвысокого вакуума, если требуется», — рассказывает Артем Геннадиевич Рыбкин, кандидат физико-математических наук, директор ресурсного центра СПбГУ «Физические методы исследования поверхности», в котором и размещен комплекс «Нанолаб».

Научно-исследовательская платформа «Нанолаб» представляет собой модульную конструкцию, которая состоит из

задачи синтеза нанообъектов с детализацией процессов на атомарном уровне. Используя «Нанолаб», можно проводить анализ особенностей электронной энергетической и спиновой структуры нанообъектов, что способствует созданию прорывных технологий и проведению научных исследований в самых современных и актуальных направлениях нанoeлектроники и спинтроники. «Мы объединили методы зондовой микроскопии и фотоэлектронной спектроскопии в одном приборе. Все исследования проводятся в сверхвы-



Комплекс «Нанолаб» был введен в эксплуатацию в СПбГУ в конце 2014 года

ФОТО: ПРЕДОСТАВЛЕНО А. Г. РЫБКИНЫМ

двух частей, спроектированных разными компаниями совместно с представителями коллектива РЦ. Обе части установки, в свою очередь, состоят из целого набора модулей, которые все вместе позволяют решать нанодиагностические задачи и

соком вакууме (при давлении $1-2 \cdot 10^{-10}$ мбар). Дизайн и геометрия исследовательских камер позволяют проводить уникальные эксперименты для широкого класса объектов», — говорит Артем Рыбкин. В результате приборная база включает в себя

более десятка сложных методик спектроскопии и визуализации, которые позволяют отображать процессы, протекающие на наноуровне на поверхности исследуемых объектов.

ЗАЙМЕМСЯ МОДЕЛИРОВАНИЕМ

Одной из задач, решаемых в комплексе «Нанолаб», является исследование искусственно созданных систем. Речь идет о физических экспериментальных моделях, с помощью которых можно изучать реальные процессы. Досконально изучив необходимые свойства и качества нескольких атомов и молекул и проанализировав взаимодействия между ними, исследователи получают представление о том, какими свойствами будут обладать состоящие из них материалы.

Например, в каталитической химии в последние годы популярно моделирование: искусственно создаются системы, на которых исследуется механизм действия катализатора. Особенно актуальны такие исследования в гетерогенном катализе. Каталитическая реакция имеет наибольший выход при определенных размерах кластеров, которые составляют десятки атомов или молекул. Чтобы смоделировать, как поведут себя атомы и молекулы веществ, участвующих в реакции с таким катализатором, и нужны приборы типа «Нанолаб».

Такие физические свойства, как теплопроводность и электропроводность, определяются строением материала. При помощи фотоэлектронной спектроскопии можно исследовать химическую природу вещества и его электронную структуру: валентные (более удаленные от ядра) и остовные (те, что ближе к ядру) электроны. Исследуя энергию связей остовных уровней, можно сказать, какой это элемент, а исследуя их фотоэлектронную интенсивность — в каком количестве он присутствует на поверхности. Зная химический сдвиг, можно говорить и о том, в каком соединении находится элемент.



Артем Геннадиевич РЫБКИН, директор ресурсного центра СПбГУ «Физические методы исследования поверхности», к. ф. -м. н.

Исследуя валентные электронные уровни, можно узнать тип соединения — металл или диэлектрик, спрогнозировать поверхностную проводимость.

Если есть какие-то точечные дефекты, например, один атом в решетке заменен на дру-

гой, то при этом меняется электронная структура материала. На что влияет замена одного атома? Меняются связи между атомами, меняется структура валентных состояний. Замена всего лишь небольшого количества атомов может повлиять на электронную структуру всего материала, а следовательно, и на его свойства. Это очень важно учитывать при работе с примесями. При их наличии кристаллическая структура меняется, поверхность может перестраиваться, но этот процесс должен быть контролируемым. И на каждом этапе электронная структура должна диагностироваться, и только в этом случае можно достоверно охарактеризовать исследуемый материал.

КСТАТИ

Ресурсный центр «Физические методы исследования поверхности» предназначен для проведения научно-исследовательских работ в условиях сверхвысокого вакуума, посвященных исследованию поверхностных наноструктур и композитных материалов, анализу локальной атомной структуры и морфологии, особенностей электронной энергетической и спиновой структуры. Основными экспериментальными методами являются: Оже-электронная спектроскопия, рентгеновская и ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия, а также сверхвысоковакуумная туннельная и атомно-силовая микроскопия. Темы исследований центра ФМИП находятся на стыке таких дисциплин, как химия, физика, биология и материаловедение.

КАК ИССЛЕДОВАТЬ АТОМЫ?

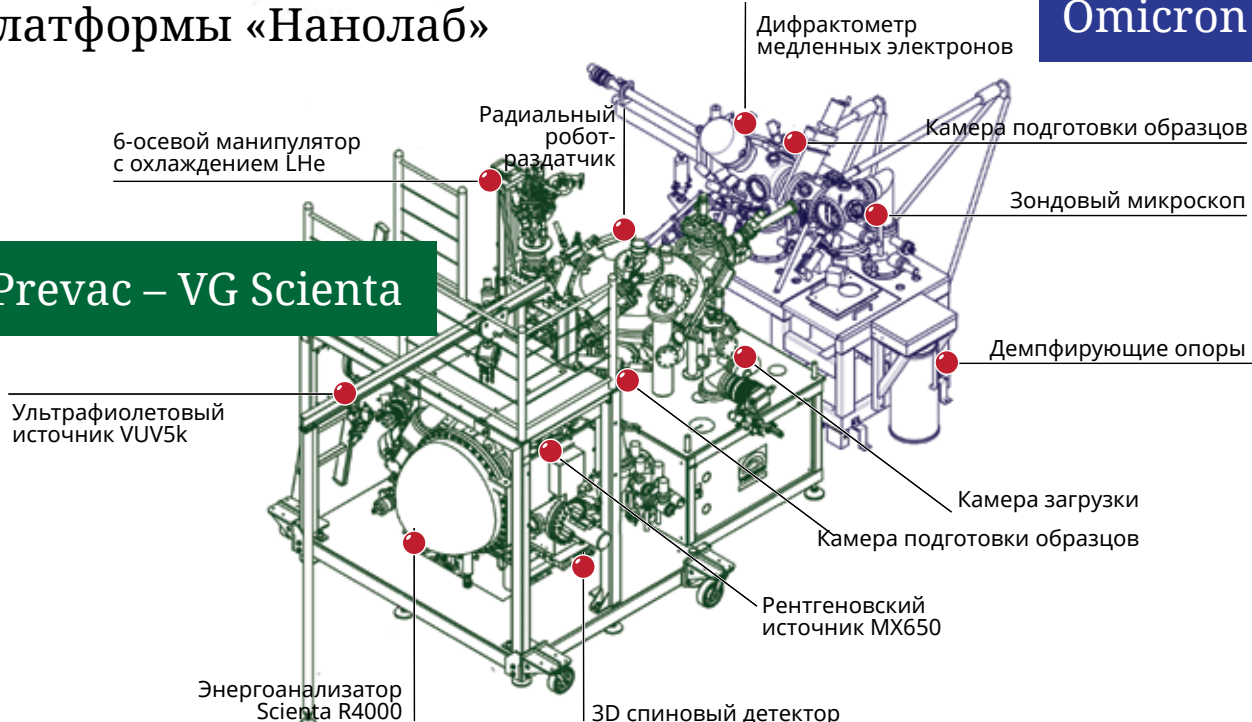
Как синтезировать и исследовать систему, состоящую из нескольких атомных слоев, или из кластеров нескольких атомов, или квантовых проводок и точек? В процессе измерения происходит воздействие на объект исследования, которое тем или иным образом влияет и на результат. Когда речь идет об исследованиях на атомарном уровне, процесс подготовки и схема физического эксперимента имеют ключевое значение.

«Нанолаб» позволяет работать с разными материалами — с кристаллами металлов, полупроводников, диэлектриков, биологическими объектами. Для каждого образца есть своя особая процедура пробоподготовки, которая включает в себя теоретическую и практическую части. Сперва нужно учесть все возможные свойства и взаимодействия, которыми обладает образец и материалы, с которыми он будет взаимодействовать — держатель, на котором он будет закреплен, способы крепления.

Схема научно-исследовательской платформы «Нанолаб»

Omicron

Prevac – VG Scienta



«Когда приходят пользователи с новыми задачами, приходится вникать во все тонкости. Так просто провести измерения сложно, нужна правильная постановка задачи. Для биологических систем, к примеру, сканирующая туннельная микроскопия может не подойти в качестве метода исследова-

кислорода и кратковременно нагреваются до 2000°C, кроме того, поверхность может подготавливаться методом скола в вакууме, так она получается идеально чистой и без адсорбированных молекул газа.

В итоге на пробоподготовку может уходить больше времени, чем на само исследование.

Перемещение образца между модулями осуществляется при помощи ручных манипуляторов, работа с которыми требует большого опыта.

ОТ ИССЛЕДОВАНИЙ К ТЕХНОЛОГИЯМ

Исследование поверхностей напрямую сопряжено с изучением свойств наноструктур и композитных материалов, а это путь от исследований к технологиям. К примеру, можно сделать один транзистор из одного атома кремния, а потом сделать миллион таких и их соединить? «Проблема многих инноваций в том, чтобы создать хорошо воспроизводимую технологию, — рассуждает о перспективах исследований Артем Рыбкин. — Крупные компании имеют исследовательские отделы, которые, например, занимаются разработкой устройств нанoeлектроники, мы же, в свою очередь, имеем все возможности и ресурсы для проведения фундаментальных исследований и создания технологий, которые могут быть применены при разработке подобных устройств».

Spintronics

Спинтроника (spintronics) — это область квантовой электроники, в которой для физического представления информации наряду с зарядом используется спин частиц, связанный с наличием у них собственного механического момента.

ния, потому что они, как правило, не проводят электрический ток. Тут используется другой режим — сканирующая атомно-силовая микроскопия», — рассказывает о тонкостях работы Артем Рыбкин.

Например, с монокристаллов переходных металлов верхние слои стравливаются пучком ионов аргона, монокристаллы тугоплавких металлов отжигаются в атмосфере

Хорошо, когда у пользователей есть опыт подобной работы со своим материалом, в других случаях вся подготовка, в том числе теоретическая, ложится на плечи коллектива ресурсного центра, который работает по принципу «один прибор — один сотрудник» — так риск сделать ошибку сведен к минимуму.

Пробоподготовка происходит уже внутри установки, в условиях сверхвысокого вакуума.



В лаборатории кластерного катализа СПбГУ под руководством члена-корреспондента РАН профессора Валентина Ананикова разрабатывают методы, с помощью которых можно будет получать новые биологически активные соединения и новые лекарственные препараты.

Задачи, на решение которых они замахнулись, весьма амбициозны. В гонке участвуют тысячи конкурентов, соперники из других лабораторий дышат в затылок... А победитель, как и на олимпиаде, только один.

НОВАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

Лаборатория кластерного катализа открыта на средства крупного гранта СПбГУ (см. журнал «Санкт-Петербургский университет», № 1, февраль,

2014, с. 40–44). Руководитель лаборатории констатирует: это первый случай в его практике, когда профессор не становится прорабом! Как правило, в нашей стране руководитель лаборатории сам должен заниматься и ремонтом, и поиском средств на него. Но, выиграв грант СПбГУ, он просто дал техническое задание университетским службам (сообщил, какие ему нужны площади, химическое оборудование, лабораторная посуда, реактивы,

Оборудование для проведения
низкотемпературных
химических экспериментов при охлаждении
жидким азотом

ФОТО ПРЕДОСТАВЛЕНО ВАЛЕНТИНОМ АНАНИКОВЫМ

Эти непростые простые химические реакции

Автор: **Евгений ГОЛУБЕВ**

Петербург из других регионов: из Москвы, Ростова, Кирова, Нижнего Новгорода и даже Ливерпуля. По мнению руководителя, возможность активного привлечения опытных исследователей из других научно-образовательных организаций очень важна для успешного развития мультидисциплинарного научного проекта на стыке нескольких направлений.

НОВАЯ ЦЕЛЬ

Простые химические реакции и лекарства будущего. Как они связаны? Кажется, любой может погреть что-нибудь в колбочке, устроить «водяную баню» и провести несложную химическую реакцию... «Большинство лекарственных препаратов сделаны из обычных органических молекул. И все они — доступные химические вещества, которые получают методами тонкого органиче-

ского синтеза. Химики-органики с помощью катализа из фрагментов молекул, как картинку из отдельных пазлов, собирают сложные структуры, вещества с заданными свойствами, — объяснил Валентин Анаников. — Но чтобы сделать один лекарственный препарат, нужно протестировать тысячи химических соединений! Этим занимаются биохимики, медики и фармацевты. От нас, химиков, они хотят получить методы, с помощью которых смогут синтезировать сложные молекулы — быстро, эффективно и дешево».

Из курса школьной программы многие знают, что катализаторы — это вещества, которые ускоряют химическую реакцию, но сами при этом не расходуются. Имея граммы катализатора, можно получить тонны продукта. Сегодня почти все методы синтеза в органиче-

мебель, компьютеры и т.п., нарисовал чертеж лаборатории). «Результаты конкурса грантов СПбГУ были объявлены в начале октября 2013 года. А в конце ноября у нас уже была полностью отремонтированная и оборудованная лаборатория, зачислены первые сотрудники. Начальный этап был сжат до минимума. И мы сразу начали эксперименты!» — вспоминает Валентин Анаников.

Все сотрудники лаборатории приехали в Санкт-

ской химии — каталитические, они экономически эффективны.

Цель лаборатории кластерного катализа — создать новые катализаторы под конкретные задачи: для получения биологически активных химических соединений, которые, возможно, станут лекарственными препаратами. Доказать, что созданный образец работает требуемым образом, определить его характеристики. А затем с его помощью будут получать нужные соединения.

Химики в группе Валентина Ананикова — не теоретики, а экспериментаторы. Они ставят реакции, выделяют требуемые вещества. И новые методы ищут в процессе эксперимента. Они должны понять: как разработать новый катализатор и как создать новую синтетическую методику. В том числе решить сугубо практические вопросы — какие исходные вещества брать, в какой пропорции их смешивать, до какой температуры нагревать, как потом их выделять, стабилизировать, очищать. Современная органическая химия — это сложная экспериментальная наука, в которой сочетаются накопленные за два столетия фундаментальные научные знания и новейшие технологии.

НОВЫЕ МЕТОДЫ

Для каких именно реакций искать катализаторы, химикам уже известно. Биохимики, фармацевты, медики постоянно проводят исследования и определяют классы химических соединений, которые могут рассматриваться как лекарственные препараты. Нередко процесс выглядит так: сначала находят требуемые соединения в природном источнике (растения, живые организмы), выделяют миллиграмм этого вещества и выясняют, что у него имеется требуемая биологическая активность. А затем это вещество нужно получать не миллиграммами, а тоннами! И химики ищут методы, как дешевле и эффективнее

синтезировать то или иное вещество. «Мы смотрим на формулу и понимаем: вот эти два фрагмента можно легко соединить и вот эти — тоже. А как соединить другие фрагменты, мы не знаем, нет такого метода. Найти его — наша задача, — рассказывает Валентин Анаников. — Например, связь углерод-углерод сейчас можно сделать легко, метод для этого известен, а для получения связи углерод-азот универсального селективного метода не существует! Это сегодня один из современных мировых „челленджей“ (вызовов)».

Тысячи лабораторий по всему миру бьются над решением этой задачи. Но профессор Валентин Анаников уверен, что за два года (это срок гранта СПбГУ) сможет их опередить! «Каждая из лабораторий предлагает свой подход: берут разные реагенты, катализаторы: комплексы железа, палладия, платины или наночастицы... Методов для решения проблемы много, — говорит ученый. — По моему опыту, наилучшими будут катализаторы на основе кластеров металлов. Эту тематику я и подал в заявке на грант СПбГУ. Кластеры металлов — это структуры с тремя или более атомами металлов, между которыми есть взаимодействие, межатомная связь металл-металл. Для сравнения: наночастицы включают тысячи атомов металла, а кластер — только единицы».

Обыватели думают, что наночастицы — это нечто самое ма-а-хонькое... Но кластер-то гораздо меньше наночастицы, это субнаноразмер! Почему же кластеры металлов перспективны в качестве катализаторов? «Хорошо развиты два подхода в катализе: гомогенный катализ растворимыми комплексами металлов (в реакции участвуют комплексы металлов по отдельности) и гетерогенный (с помощью наночастиц металлов). У каждого вида катализаторов свои достоинства и недостатки. Но катализ кластерами металлов — новый перспективный



**ИРИНА АНАТОЛЬЕВНА
БАЛОВА,
ПРОФЕССОР,
ДИРЕКТОР
ИНСТИТУТА ХИМИИ
СПбГУ:**

«Быстро завершить организационный период после открытия новой лаборатории кластерного катализа позволила подготовительная работа, проведенная в Институте химии СПбГУ. Учитывая опыт организации в СПбГУ первых лабораторий ведущих ученых в рамках мегагрантов Правительства РФ, мы сформулировали предложение о создании „центров мобильности“ — заранее отремонтированных лабораторных и офисных помещений, готовых к размещению новых научных групп.

Для реализации этой идеи и появления первой очереди „центров мобильности“ заведующий кафедрой физической органической химии В. Ю. Кукушкин предложил использовать часть помещений, которые находились в его распоряжении. Оперативная работа по подготовке типовых проектов для ремонта лабораторий и офисных помещений, выделенные руководством СПбГУ средства на ремонт — вот вкратце и весь секрет успеха.

А для возможности расширения лаборатории Валентина Павловича Ананикова и появления новых лабораторий уже сейчас готова следующая очередь помещений».



Ампулы с образцами для спектрометра ядерного магнитного резонанса. ЯМР-спектроскопия — сильная сторона научного парка СПбГУ

подход. До недавнего времени эта пограничная область между гомогенным и гетерогенным катализом практически не исследовалась. А именно здесь нужно ожидать создания нового поколения высокоэффективных катализаторов (активных, селективных, стабильных и регенерируемых), — убежден Валентин Анаников. — Передовые исследования последних лет выявили необычную тенденцию чрезвычайно высокой активности именно кластеров переходных металлов в каталитических реакциях».

У профессора Валентина Ананикова большой опыт: в своей лаборатории Института органической химии РАН он работал и в гомогенном, и в гетерогенном катализе, знает их сильные стороны. В лабора-

тории СПбГУ он хочет использовать достоинства того и другого метода и избавиться от недостатков. В новой пограничной области кластерного катализа, уверен он, это возможно.

НОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Возникает вопрос: неужели никто из тысячи лабораторий не сообразил насчет кластеров металлов и почему этим не занимались раньше? По словам Валентина Ананикова, то, что область кластерного катализа очень перспективная, ученые понимали давно. Исследовать эти молекулярные системы было нечем. Еще десять лет назад не существовало доступного для этого оборудования, на котором могли бы работать химики. Сегодня все факторы сложились: есть задача, метод

и инструменты для решения. «Первая и вторая компоненты были и летом 2013 года, когда я узнал о конкурсе грантов СПбГУ. В Университете я нашел третью составляющую: очень хорошие ресурсные центры, оборудованные на мировом уровне», — рассказал ученый.

Валентин Анаников считает, что в научном парке СПбГУ есть все приборы, которые нужны для проведения экспериментов высокого уровня: высокочувствительные ЯМР-спектрометры с большим арсеналом методик, масс-спектрометры, электронные микроскопы и другие современные приборы. «На оборудовании СПбГУ можно изучать кластеры и реакции на атомарном уровне! Мне нравится, что Университет настроен на прорывной результат — и создает для этого все возможности. Научный парк СПбГУ сегодня лучший в России», — подчеркнул Валентин Анаников.

НОВЫЙ КОЛЛЕКТИВ

Сейчас в лаборатории пять сотрудников. Однако это не весь штат, подбор специалистов продолжается. «Мне нужны молодые, активные. Нужны три типа специалистов: в области органической химии (они делают реакции и получают нужные вещества), в области катализа (они создают новые катализаторы и определяют их характеристики) и те, которые работают на приборах (они будут изучать реакции). Пригласить часть необходимых специалистов можно в рамках программы постдоков, которая реализуется в СПбГУ. В общей сложности мне нужны примерно 15 человек, и к концу года планирую набрать такой коллектив», — уверен руководитель лаборатории.

Новые методы — новые материалы

Автор: **Елизавета БЛАГОДАТОВА**

...А новые материалы — значит, новые технологии. «Помните телефоны с кнопками?» — спрашивает меня профессор Валиев, и я рефлекторно нащупываю в кармане старую добрую «Нокию». — Современные телефоны обладают десятками функций. Новые материалы позволили создать совершенно другие их конструкции с многофункциональными характеристиками».

Сам Руслан Зуфарович Валиев, директор Института физики перспективных материалов Уфимского государственного авиационного технического университета, известен разработкой новых объемных

(массивных) наноматериалов. Именно по этой тематике он выиграл с СПбГУ мегагрант и с 2013 года является руководителем лаборатории механики перспективных массивных наноматериалов для инновационных инженерных приложений. Ранее профессор Валиев занимался нанокристаллическими материалами, сейчас его группа в СПбГУ при поддержке гранта Российского научного фонда ведет также поиск нового метода получения наноаморфных материалов, иначе говоря — наностекло. Но обо всем по порядку.

О ПОЛЬЗЕ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

До 80-х годов XX века материаловедение занималось созданием разного рода сплавов раз-

личного химического состава, которые могли бы обладать новыми полезными свойствами. Например, сплавами алюминия с титаном, магнием и другими элементами. В 1980-х годах немецкий физик Герберт Гляйтер впервые предложил попытаться создать нанокристаллы. Идея заключалась в том, что нанокристаллическое строение даст материалам совершенно новые свойства. «Первая громкая публикация касалась прочной и пластичной нанокерамики, — вспоминает Руслан Зуфарович. — Статья была опубликована в приоритетном издании, однако в полной мере повторить эксперимент оказалось невозможным. Исследователи действовали так: они спекали маленькие частицы керами-

Руслан Зуфарович ВАЛИЕВ

Директор Института физики перспективных материалов Уфимского государственного авиационного технического университета. В СПбГУ с 2013 года руководит лабораторией механики перспективных массивных наноматериалов длинноволновых инженерных приложений, созданной при поддержке мегагранта Правительства РФ. Профессор Валиев — один из создателей нового направления в материаловедении, связанного с получением (методами интенсивной пластической деформации) массивных наноструктурных материалов и исследованием их уникальных механических и физических свойств. В 2011 году он стал обладателем диплома Scopus Award Russia как победитель в номинации «Самый высокорейтинговый российский автор на международном уровне». В лаборатории СПбГУ под его руководством проводятся исследования на стыке механики наноматериалов, материаловедения наноструктур и нанотехнологий.

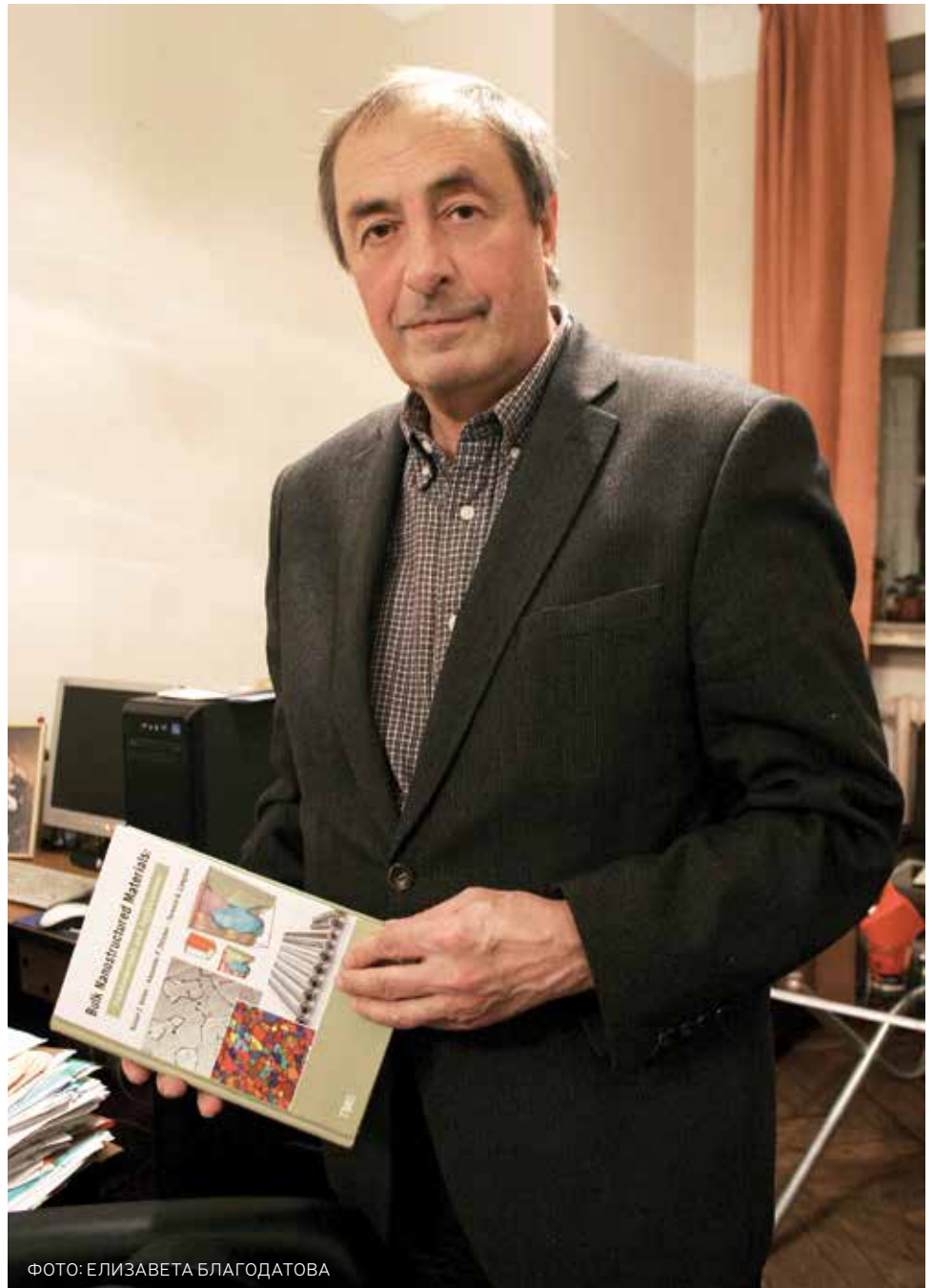


ФОТО: ЕЛИЗАВЕТА БЛАГОДАТОВА

ки при высоком давлении и температуре. Однако тогда не существовало еще таких, как сейчас, прецизионных аналитических установок, и они не заметили, как в материал попали примеси — это и было причиной того, что заявленные свойства другие специалисты при повторении эксперимента не получили. Надежда на нанокерамику была велика: была мечта, сделать из нее двигатели, они были бы легче и прочнее. Однако до сих пор по-прежнему машины ездят

на двигателях из металла. Тем не менее, эти разработки дали большой стимул для изучения и создания нанокристаллов». Методика, примененная в эксперименте с нанокерамикой, получила название «снизу вверх», поскольку объемный материал создается путем соединения маленьких частичек.

«Мы предложили противоположный метод — «сверху вниз», и мы были первыми, — рассказывает Руслан Валиев. — Предположили, что любой

материал, который уже имеет объем, подвергаясь деформации в условиях высокого (гидростатического) давления, может деформироваться до сверхбольших степеней, и внутри него образуется наноструктура (нанокристаллы)». Подход оказался применим к разным металлам и сплавам (меди, алюминию, титану, стали). Статья, опубликованная в 2000 году в международном журнале «Прогресс в материаловедении», получила ошеломляющее внимание, она

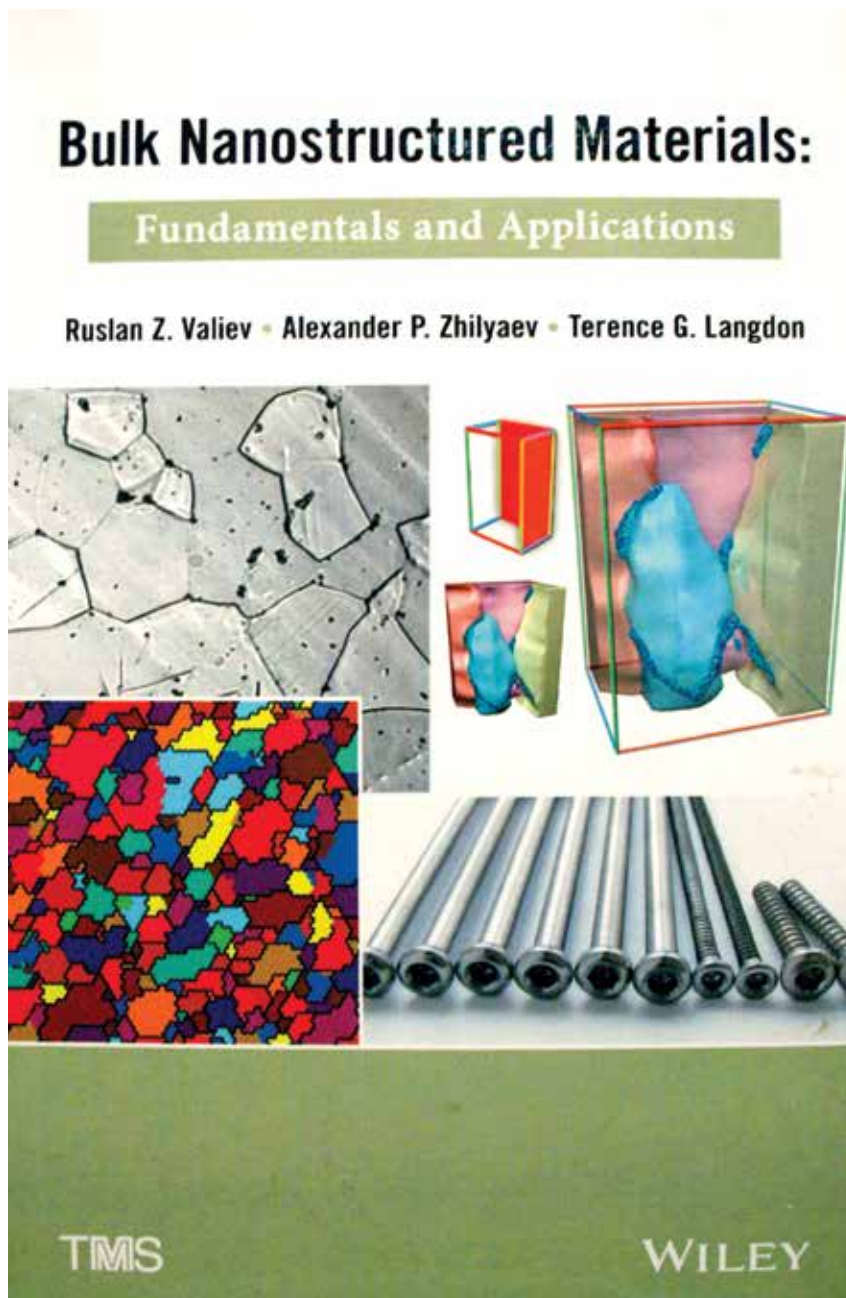
Книга о нанокристаллических материалах, написанная Русланом Валиевым совместно с американскими коллегами Александром Жилиевым и Теренсом Лэнгдоном, будет переведена на русский язык

была процитирована в общей сложности более 3500 раз. «Главное преимущество в том, что мы создаем наноструктуру в исходном объемном материале, — объясняет профессор Валиев. — Размеры меняются мало, но внутри создается нанокристаллическая структура и меняются свойства. Например, алюминий становится сверхпрочным. Или наоборот, добиваемся пластичности материала, как у резины. Конечно, открытие, особенно поначалу, дает неожиданные свойства, хотя чего-то можно добиться интуитивно. А затем уже создается возможность получать заранее заданные свойства».

ЗУБ ДАЮТ! НАНОТИТАНОВЫЙ...

Работой с нанокристаллическими материалами и занимается лаборатория массивных наноматериалов, которой руководит Руслан Валиев в СПбГУ. Она довольно большая: центральный коллектив составляют около 20 человек, сейчас к работе привлекаются не только механики, но и физики, и химики. «Мы делаем ставку на междисциплинарные исследования, — говорит Руслан Зуфарович. — И в наши задачи входят не только фундаментальные работы, но и инновационные применения. Биомедицинская тематика — один из наших главных флагов, в этой деятельности с нами сотрудничают химики. Также мы много сотрудничаем с ресурсными центрами Университета, прежде всего с центром нанотехнологий».

Первым направлением практического применения разработанных под руководством профессора Валиева материалов стало изготовление стоматологических импланта-



тов из нанотитана. «В России нанотитан никого особенно не заинтересовал, а наши чешские коллеги решили сделать новые имплантаты, — рассказывает Руслан Валиев. — Нанотитан обладает прекрасными биологическими свойствами: он нейтрален. К тому же он очень-очень прочный, что и позволило чехам сделать из него имплантаты более тонкие, более ажурные, чем они были раньше. А следовательно — гораздо более функциональные. Удобнее проводить операции, быстрее проходит заживление, такие импланта-

ты можно ставить детям. Уже более 4000 пациентов в Чехии ходят с имплантатами из нашего нанотитана». Медицинское направление на этом не исчерпывается: как надеется профессор Валиев, через 5–10 лет имплантаты нового поколения сделают возможными новые виды операций в травматологии, ортопедии, хирургии, стоматологии.

Второе направление практического применения — в машиностроении. Пока возможно создавать только миниатюрные изделия, потому что большие образцы трудно получить.

Группа профессора Валиева работает над масштабированием образцов. Идей вообще много. «Еще мы хотим создать проводники нового поколения, — делится Руслан Зуфарович. — Представьте себе линию электропередач. Провода должны быть прочными, но как только их упрочняешь, электропроводность падает. Мы поставили задачу решить эту проблему: одновременно сделать выше прочность и электропроводность. Бизнес проявляет большой интерес к этой тематике: мы уже подписали документы и начинаем совместный проект с алюминиевой компанией по созданию таких проводников электричества. Задействованы обе лаборатории под моим руководством: и в СПбГУ, и в Уфимском авиационном техническом университете».

В 2014 году вместе с американскими коллегами Руслан Валиев выпустил книгу о нанокристаллических материалах (Ruslan Z. Valiev, Alexander P. Zhilyaev, Terence G. Langdon. Bulk Nanostructured Materials: Fundamentals and Applications). Она вышла в Америке на английском языке, сейчас она переводится на русский. «Это книга с элементами энциклопедии и учебника, думаю, по ней смогут готовиться студенты. Важная проблема — нужно определиться с терминологией: область новая, и пока около 30% терминов существуют в нескольких версиях. Мы должны прийти к общему знаменателю», — уверен Руслан Зуфарович.

АМОРФНЫЙ — ЗНАЧИТ ПЕРСПЕКТИВНЫЙ

«Меня назвали аморфным человеком. Это как вообще понять?» — спрашивает пользователь сервиса «Ответы@Mail.ru». И узнает про себя много печального: дескать, он безвольный, плывущий по течению и не имеющий собственного мнения. А вот если бы речь шла не о человеке, а о наноматериале... Перспективы были бы куда

радужней! Получение наноморфных материалов, иначе говоря, наностекло — это новое направление, к которому Руслан Валиев решил применить хорошо себя зарекомендовавший метод «сверху вниз».

«Синтезировать наностекла (nanoglasses) еще сложнее технически, чем наноструктурированные материалы, — объясняет ученый. — В мире была опробована методика «снизу вверх», то есть консолидация наноразмерных аморфных кластеров. Мы предположили, что метод, который мы успешно применили для получения нанокристаллических материалов — интенсивная пластическая деформация объемного материала — подойдет и для исходно аморфных спла-

ют получить цельные образцы наностекло.

Сейчас группа профессора Валиева занимается поиском перспективных (в смысле будущих полезных свойств) аморфных сплавов для получения из них наностекло. Искусственных аморфных материалов существует значительно меньше, чем кристаллических.

«Наиболее перспективная с нашей точки зрения группа — на базе циркония, — говорит Руслан Зуфарович. — Мы рассчитываем на их основе показать все особенности наностекло. Если все получится, то, как и с нанокристаллами, мы сможем начать перспективные практические разработки».

Более **4000** пациентов —

обладатели имплантатов из нанотитана, разработанного под руководством профессора Руслана Зуфаровича Валиева

вов. Подали заявку и выиграли грант Российского научного фонда.

Пока мы только объявили о возможности нового подхода, но еще не создали его. В ходе проводящихся сейчас опытов, в том числе на базе ресурсного центра «Термогравиметрические и калометрические методы исследования», мы показали, что на 90% этот путь позволяет получить наностекло. Но пока у нас в руках очень маленькие образцы».

Как происходят эксперименты? Берется исходно аморфный сплав, полученный методом быстрого охлаждения расплава, и дальше на него воздействуют интенсивной пластической деформацией кручением под высоким давлением. Варьируют температуру и скорость деформации и определяют, какие температурно-скоростные режимы позволя-

ют привлечь наноморфные материалы? Руслан Валиев всерьез называет их «материалами будущего», поскольку они намного более прочные, часто коррозионностойкие, обладают хорошими биологическими свойствами. «Наряду с этим у наностекло есть и супернедостатки, — признает Руслан Зуфарович. — Во-первых, они весьма хрупкие. Во-вторых, их чрезвычайно трудно масштабировать. Сейчас в мире ведется активнейший поиск новых подходов, и я думаю, что часть недостатков обязательно удастся устранить. Сделать материалы столь же прочные, однако и пластичные! Пока это эксперименты, первые робкие предположения, но тем не менее... Как только нам удастся синтезировать такие наностекла, мы вам обязательно их продемонстрируем».

«Каждый из нас вправе сам распоряжаться своим геномом»

Автор: **Юлия СМЕРНОВА**

В СПбГУ ведутся исследования, результатом которых станет разработка генетического теста. Он поможет выявить у человека наличие гипертрофической кардиомиопатии, от которой умирает каждый 20-й заболевший.

«**Н**аследственность не оставила нам выбора», — шутили генетики братья-близнецы Андрей и Олег Глозовы, ведущие научные сотрудники СПбГУ (кафедра генетики и биотехнологии), на прошедшем в Университете очередном Science-ланче — встрече ученых и журналистов. Еще в юности братья увлеклись спортом, и когда пришло время сосредоточиться на научных исследованиях, одной из тем, которой они занялись, стала только зарождавшаяся как самостоятельное направление спортивная генетика. Этот раздел науки занимается изучением генов, содержащих маркеры, определяющие предрасположенность к тем или иным видам физической активности. Так, например, увлекающийся гиревым спортом Олег Глозов благодаря этим исследованиям выяснил, что в легкой атлетике он мог бы добиться больших результатов.

К сожалению, именно спортсмены составляют ядро группы риска гипертрофиче-

ской кардиомиопатии — заболевания, которое вызывает утолщение сердечной мышцы левого желудочка. Есть вероятность, что это самое

распространенное сердечно-сосудистое заболевание, передающееся по наследству. Считается также, что из-за чрезмерных нагрузок на сердце именно гипертрофическая кардиомиопатия становится самой частой причиной смерти у спортсменов до 35 лет. Один из печальных примеров — смерть 19-летнего хоккеиста Алексея Черепанова в 2008 году. Ранняя диагностика поможет выявить заболевание до появления опасных симптомов и спасти от преждевременной гибели молодых людей.

Каждое заболевание имеет определенный набор маркеров — признаков, по которым его можно диагностировать. Еще до появления клинических симптомов (боли в области сердца в случае с кардиомиопатией) можно выявить определенные мутации в ряде генов. Они приводят к нарушению многих метаболических процессов в организме, что, в свою очередь, вызывает сбои в нормальной работе отдельных клеток, тканей, органов и целых систем. Сегодня известно 54 гена, связанных с кардиомиопатией, но стоит помнить о том, что вклад разных генов в реализацию того или иного признака может быть различным. В СПбГУ ведется работа по изучению девяти из них. Исследования, которые, хочется надеяться, в обозримом будущем приведут к разработке диагностическо-

КРАТКО:

SCIENCE-LUNCH — проект СПбГУ, запущенный в начале 2014 года. Его цель — знакомство журналистов, пишущих на научные темы, с актуальными исследованиями, которые проводят в Университете ученые — ведущие специалисты в различных областях знаний. С журналистами уже встречались профессор СПбГУ и ведущий исследователь Итальянского института технологий (Генуя) Рауль Гайнетдинов; рекординатор лаборатории оптики спина им. И. Н. Уральцева СПбГУ Алексей Кавокин; профессор СПбГУ (заведующий кафедрой экологической безопасности и устойчивого развития регионов) Владислав Константинович Донченко; старший преподаватель СПбГУ (кафедра зоологии позвоночных) Евгений Арсеньевич Кречмар и профессор СПбГУ Татьяна Владимировна Черниговская, заведующая кафедрой проблем конвергенции естественных и гуманитарных наук, заведующая лабораторией когнитивных исследований.

го теста, начались еще в 2002 году с исследования студентов СПбГУ, направленного на выявление провоцирующих кардиомиопатию маркеров. Олег и Андрей Глозовы считают, что изучение так или иначе связанных с кардиомиопатией генов поможет установить, что же ее вызывает, поскольку это заболевание может не только передаваться по наследству, но и быть приобретенным.

В настоящее время ученые работают над выявлением клинических признаков, которые в дальнейшем будут использоваться для разработки диагностического теста. Она включает в себя несколько этапов. Для начала необходимо определить оптимальное число маркеров для каждого конкретного заболевания, по которым можно будет точно сказать, что у человека именно эта патология. После нужно определить тип маркеров — где проще и эффективнее искать признаки, к примеру, в ДНК или РНК. И третий важный момент, который нужно учитывать в такой работе — как

не пропустить значимый маркер?

Считается, что в целом

влияние среды и наследственности определяет нашу с вами жизнь примерно в равных пропорциях. Конечно, все зависит от конкретных признаков. К примеру, форма ушной раковины в 98% случаев достанется вам в наследство от одного из родителей. Тогда как интеллектуальные способности лишь на 70% обусловлены генетикой, а на 30% зависят от других факторов. В случае предрасположенностей к тем или иным заболеваниям, даже имеющих наследственную природу, не всегда можно говорить о том, что причина возникновения недуга обусловлена только генетической наследственностью. Даже в том случае, если вероятность проявления болезни высока, соблюдение рекомендаций врачей, надлежащий образ жизни могут помочь избежать печальных последствий. Таким образом, генетическое тестирование сможет дать человеку возможность выбора. «Каждый из нас вправе сам распоряжаться своим геномом», — уверен Андрей Глозов.

В нашей стране сейчас нет полноценных генетических тестов, пройдя которые, человек мог бы получить достоверную информацию о наличии предрасположенности к какой-то патологии. Как показывает мировая практика и исследования, в которых сравниваются генетические характеристики представителей разных национальностей,

подобные исследования стоит проводить с учетом происхождения человека. На территории Российской Федерации проживает более 180 народов, и генетические исследования в такой многонациональной стране следует проводить, помня о пословице «что русскому хорошо, то немцу смерть». Это касается и внедрения опробованных зарубежных методик. Кроме того, как подчеркнул Андрей Глозов, в отличие от многих других стран, у нас генетика в медицине пока что не занимает того места, которое должна. Требуется время для того, чтобы врачи привыкли и научились использовать генетические данные в клинической практике. В ходе своих исследований ученые активно занимаются и просветительской деятельностью среди медицинских работников. Ведь мало разработать и внедрить диагностический тест в клиническую практику. Нужны еще и специалисты, способные анализировать информацию, полученную с его помощью.



Андрей и Олег ГЛОЗОВЫ

окончили СПбГУ в 2002 году. Еще во время учебы в Университете заинтересовались генетикой предрасположенности и начали работать в Лаборатории пренатальной диагностики ФГБУ НИИ акушерства и гинекологии им. Д. О. Отта СЗО РАМН, где работают и в настоящее время, будучи также ведущими научными сотрудниками СПбГУ (кафедра генетики и биотехнологии).

Влияние на геномном уровне

Автор: **Вера СВИРИДОВА**



ФОТО: DOROGAVZHIZN.LIVEJOURNAL.COM

Что лучше: замещающая семья или сиротское учреждение с созданными в нем условиями семейного проживания? Что необходимо предпринять, чтобы условия жизни сирот в замещающих семьях были адекватными и соответствовали потребностям ребенка?

Ответы на эти вопросы будут искать совместно ученые СПбГУ и Йельского университета в рамках исследования «Влияние ранней депривации на психобиологические показатели развития ребенка». В частности, речь идет о детях, которые в раннем возрасте остаются без попечения родителей и, как следствие, попадают в сиротские учреждения и замещающие семьи.

Проект стал победителем конкурса мегагрантов правительства России. Исследование будет проводиться в течение трех лет под руководством доктора психологических наук, профессора Йельского университета (США) Елены Леонидовны Григоренко. Результаты проекта представят не только научной, но и широкой общественности по обеим сторонам Атлантики.

НЕПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ

Вопросы, которыми задались ученые, актуальны для обоих обществ: и для российского, и для американского. Исторически сложилось так, что в России и США применяются разные модели решения проблемы сиротства. В нашей стране до недавнего времени большинство детей, оставшихся без попечения родителей, воспитывались в учреждениях сиротского типа, и лишь незначительная часть попадала в замещающие семьи или детские дома семейного типа. В США уже давно проводится политика, направленная на включение ребенка в так называемые замещающие семьи. Курс на приоритетное размещение сирот в замещающие семьи взят и в России.



Рифкат Жаудатович МУХАМЕДРАХИМОВ, профессор СПбГУ (заведующий кафедрой психического здоровья и раннего сопровождения детей и родителей)

Считается, что, попадая в замещающую семью из сиротского учреждения, ребенок автоматически меняет условия своего проживания и развития на лучшие. «Возникает вопрос: так ли это? Судя по опыту коллег из Европы и США, такой подход не всегда себя оправдывает. 50-летняя история развития замещающих семей в США выявила большие недостатки

но сказывается на развитии и социализации детей, далеко ходить не надо. «Работая с юными правонарушителями в штате Коннектикут, мы (сотрудники Yale Child Study Center) совершенно неслучайно заметили статистику превалирования среди них детей, которые имеют опыт пребывания в замещающих семьях в прошлом либо настоящем», — рассказала Елена Григоренко.

Все это натолкнуло ученых на предположение, что условия для психического и физического развития детей-сирот в замещающих семьях могут быть не лучше, чем в учреждениях сиротского типа. На что же тогда делать ставку: на замещающие семьи или детские дома с созданными в них условиями семейного проживания?

По состоянию на 1 марта 2014 года на учете в государственном банке данных о детях, оставшихся без попечения родителей, находились сведения о

104 841 *ребенке.*

и ограничения этой системы. В частности, в некоторых случаях ребенок переводится из семьи в семью много раз. Что, безусловно, отрицательно сказывается на нем», — говорит доктор психологических наук, профессор СПбГУ (заведующий кафедрой психического здоровья и раннего сопровождения детей и родителей) Рифкат Жаудатович Мухамедрахимов.

«Должна ли эта политика быть такой исключительной? — также задает вопрос Елена Григоренко и тут же на него отвечает: — Вопрос в перекосе в одну сторону». За примерами того, что такой перекося негатив-

ВЫБОРКА

Чтобы ответить на этот вопрос, исследователи будут в течение трех лет получать и анализировать данные по психобиологическим показателям развития 320 детей в возрасте от 0 до 4-х лет. В первую группу войдут дети, которые находятся в условиях институционализации, то есть на воспитании в доме ребенка. «Специфика таких учреждений такова, что дети в них находятся в одинаковых условиях отсутствия близкого взрослого и нужных для развития ребенка социально-эмоциональных условий», — подчеркнул Рифкат Мухамедрахимов.

Во вторую группу войдут дети, которые из дома ребенка попали в замещающую семью. Третья группа — это дети, которые живут с родителями и не имеют опыта институционализации.

«Нас интересуют лонгитюдные (происходящие на протяжении длительного времени) изменения в процессе жизни ребенка. Мы хотим понять, как эти изменения отражаются на биологических и психологических показателях развития ребенка в процессе роста и взросления и как изменяется состояние ребенка в результате „перехода“ из одной среды в другую. К каждому ребенку будут применены разные методы исследований. В итоге ученые сделают более 1500 измерений, — рассказал профессор. — Это огромный объем. А если говорить о количестве полученных показателей, то мы выходим в астрономические цифры, которые, безусловно, потребуют использования сложных междисциплинарных аналитических подходов».

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

Исследователи выделили три источника информации. Одним из них станет само поведение ребенка. Причем информантами будут сам ребенок (его снимут на видео в разных экспериментальных ситуациях), родители и воспитатели, а также исследователи — они сделают экспертные заключения о состоянии ребенка. Вторым источником информации станут психофизиологические измерения. Благодаря им ученые смогут оценить связь между физиологическими процессами и поведением. Чаще всего исследователи измеряют активность периферической нервной системы с помощью регистрации таких показателей, как, например, частота пульса или артериальное давление. В рамках проекта «Влияние ранней депривации на психобиологические показатели развития ребенка» ученые проведут измерение функционирования головного мозга при помощи



Елена Леонидовна ГРИГОРЕНКО, профессор Йельского университета (США), руководитель исследования «Влияние ранней депривации на психобиологические показатели развития ребенка»

электроэнцефалографии. Причем ЭЭГ будет проводиться как в состоянии покоя, так и в ответ на предъявление разных стимулов — визуальных и звуковых.

Третьим источником информации станут анализы крови детей-участников исследования. «Эти анализы позволят нам получить информацию о состоянии гормонального фона. Есть определенные гормоны, которые нас особо интересуют, — известные биологические носители разных социальных пертурбаций (например, кортизол и окситоцин)», — пояснила Елена Григоренко.

В ходе исследования также будут изучаться эпигенетические маркеры. Такие маркеры по своей сути являются своеобразными химическими метками, которые «регулируют» процессы транскрипции. В результате этих изменений изменяются и другие аспекты функционирования генома. Если



Эпигенетика — это наука о независимых от последовательности ДНК наследуемых процессах, влияющих на экспрессию генов; среди этих процессов — метилирование ДНК, ацетилирование гистоновых белков и реструктуризация хроматина.

коротко, то эпигенетические изменения приводят к тому, что самые разные процессы в организме начинают протекать по-другому. У однояйцевых близнецов, например, структура генома может совпадать на 100%, а эпигенома — только частично. Эти изменения затрагивают и саму молекулу ДНК. В частности, в рамках проекта ученые будут изучать метилирование ДНК. Это процесс присоединения метильной группы (CH₃) к азотистому основанию цитозину в составе CpG. В ходе исследования будут использованы полногеномные методы, позволяющие определить наличие или отсутствие метилированной ДНК в геноме.

Необходимость исследовать влияние социальной среды на генетическом и молекулярном уровне объясняется тем, что эта самая среда влияет на клетку, в результате чего переписываются ее функциональные качества. Соответственно, ученые смогут на клеточном уровне проследить, как сказываются на ребенке изменения социальной среды и окружения.

В группу непосредственных исполнителей проекта войдут не менее 15 человек. Для проведения ЭЭГ и эпигенетических исследований в рамках проекта будет закуплено специальное оборудование. Также будет задействовано оборудование ресурсных центров СПбГУ. Напомним, что для обеспечения научных исследований в Университете сформирован уникальный парк современного оборудования. Работа ресурсных центров ориентирована на обеспечение следующих направлений исследований: биомедицина и здоровье человека, информационные системы и технологии, нанотехнологии и материаловедение, экология и рациональное природопользование, управленческие кадры и технологии.

В СПбГУ узнают, что представляет собой ислам сегодня

Автор: **Екатерина КОВАЛЕВА** • Фото: **Михаил ВОЛКОВ**

В СПбГУ трудится уникальная команда востоковедов и имеются все условия для научной работы. Именно это побудило выпускника Университета, а ныне ученого с мировым именем, профессора Мичиганского университета Александра Дмитриевича Кныша вернуться в свою alma mater и возглавить здесь в рамках гранта новую лабораторию.

Российское востоковедение зародилось в Петербурге с основанием в городе в 1818 году Азиатского музея, и именно здесь в 1855 году, по указу императора Николая I, был образован первый в стране факультет восточных языков. Сейчас в СПбГУ преподают около 100 языков и диалектов Азии и Африки, а сам Университет является одним из ведущих мировых центров изучения истории, культуры и религии современного и древнего Востока.

Список университетских востоковедов пополнился еще одним громким именем. Александр Дмитриевич Кныш, профессор Университета Мичигана в США, стал одним из победителей открытого конкурса СПбГУ на создание научных лабораторий под руководством ведущих ученых. Теперь востоковеды, политологи и специалисты в сфере международных

отношений будут в течение двух лет изучать феномен политического ислама и исламские движения в современном мире в специально созданной для этого лаборатории анализа и моделирования социальных процессов. Возглавит ее Александр Дмитриевич. О целях и особенностях проекта ученый рассказал корреспонденту журнала.

— Александр Дмитриевич, какие задачи стоят перед лабораторией?

— Мы будем исследовать исламские движения в современном мире. К сожалению, для России эта проблема как никогда актуальна, многие мусульмане в этой стране чувствуют себя очень некомфортно, некоторые этнические группы стремятся выйти из состава государства, участвуют в вооруженном движении.

Собственно, нас не столько интересуют события на Кавказе и в Поволжье, связанные с подъемом движений от имени и во имя ислама, сколько мы стремимся понять, что представляет собой ислам сегодня и почему он настолько по-разному воспринимается различными социальными и этническими группами. Крайне важно понять, как различные группы используют его в качестве идеологии — это могут быть добровольческие, благотворительные или военные



Александр Дмитриевич КНЫШ считает СПбГУ идеальной базой для проведения исследований

организации, а также общины единомышленников, коллективно стремящихся исполнить божественную волю, как они ее понимают.

Еще меня как американского преподавателя заботит то, что российская молодежь плохо владеет английским языком. Это препятствует активному общению молодых людей со своими сверстниками и учеными за пределами России. Поэтому мои семинары со студентами и аспирантами будут проходить исключительно на английском, для того чтобы они могли подготовиться к участию в конференциях и не лезли за словарем в карман, когда придется выступать на международных семинарах.

Таким образом, одна из задач проекта — подготовить и студентов, и преподавателей к участию в международных форумах, язык которых английский. По сути, английский — это современная латынь.

— Почему площадкой для исследований стал именно Петербургский университет?

— СПбГУ является идеальной базой, потому что здесь пред-

“ Мы хотим узнать больше об идеологических основах исламских движений. Многие из них являются либеральными, а не радикальными.

ставлены специалисты практически по всем областям мусульманского мира. К тому же мы с коллегами считаем, что необходимо выяснить, как ислам развивался на протяжении многих веков, начиная с его зарождения в Аравии в середине VII века новой эры. Мы хотим проследить развертывание ислама во времени и пространстве в различных регионах. Специалисты по истории и культуре этих регионов работают в Петербургском университете. Например, у нас есть африканисты, которые занимаются исламом в Африке, где он сейчас переживает подъем.

Также найдется работа для ученых, которые занимаются иранистикой, Анатолией (в древности название Малой Азии), турецким исламом. В политике и идеологии Турции

в последние десять лет ислам играет ключевую роль: он является одним из социообразующих элементов в этой стране и сейчас взят на вооружение правящей партией.

— В течение какого срока будет реализован проект лаборатории?

— Мы будем заниматься исследованиями два года, и уже через 18 месяцев планируем представить предварительные результаты — они будут заключаться в первую очередь в публикациях статей в научных журналах, а также в проведении научных конференций. Но и для студентов это тоже будет полезно. Мы хотим, чтобы наши исследования не остались на страницах журналов, а перешли в аудитории. Исследования, которые мы будем проводить, непосредственно найдут отражение в учебных программах. Может быть, это звучит достаточно банально, но я считаю, что будущее России в ее молодежи, поэтому молодые люди должны быть конкурентоспособными. Я заметил, что у студентов в Казахстане, где я также преподавал,

нет понимания того, насколько конкурентная обстановка сейчас в мире. Если Россия не успеет подготовить квалифицированную молодежь, то ей придется трудно в ближайшие десятилетия.

— В своем исследовании вы будете обращаться ко всему комплексу дискурсов по судьбам ислама и мусульман, а именно к блогам, чатам и литературе, которая размещена в Интернете и опубликована в традиционном виде. Почему именно эти источники?

— Мы хотим узнать больше об идеологических основах исламских движений. Многие из них являются либеральными, а не радикальными. Их представители хотят сохранить свою исламскую идентичность, присутствие ислама в общественной сфере, но не ставят задачу свержения государственных структур. Мы должны изучить их литературу, сопоставить с литературой более радикально настроенных групп и, может быть, понять, почему радикалы занимают именно такую позицию. Я имею в виду прежде всего блоги и чаты, где обсуждаются судьбы ислама и мусульман сегодня и на ближайшую перспективу. Это не значит, что мы будем черпать у них какие-то идеи: для нас это объект исследования. Не ознакомившись с этими источниками, взглядами лидеров движений, мы не сможем понять, чем отличаются друг от друга различные мусульманские движения.

Блоги очень важны, потому что простые члены общин обмениваются в них мнениями, предлагают свое понимание задач, стоящих перед мусульманами сегодня. Изучение этого материала позволит сопоставить взгляды рядовых участников движения со взглядами их лидеров, проследить, как идеально сформулированные концепции трансформируются в сознании обычных мусульман.

— Как вы будете анализировать полученные данные? Примут ли участие в исследовании представители точных наук?

— С нами будут работать ученые, владеющие математи-

КРАТКО:

Александр Дмитриевич Кныш

родился 28 сентября 1957 года в городе Сасово Рязанской области. В 1979 году окончил с отличием восточный факультет ЛГУ по специальности «Арабская филология».

В 1980–1986 годах прошел аспирантуру при Ленинградском отделении Института востоковедения АН СССР, по окончании которой был принят в штат института. При создании межсекторальной группы исламоведения был зачислен в ее состав.

В 1986 году защитил кандидатскую диссертацию «Основные источники для изучения мировоззрения Ибн 'Араби: Фусус ал-хикам и ал-Футухат ал-маккийя» (научный руководитель — А. Б. Халидов). С 1986 по 1989 год принимал участие в Советско-Йеменской комплексной экспедиции (СОЙКЭ), возглавляемой П. А. Грязневичем.

Издал свыше 100 работ, посвященных различным аспектам истории ислама, на английском, русском, азербайджанском, немецком, итальянском, персидском и арабском языках.

Исследовательские интересы профессора Кныша включают мусульманский мистицизм, классическую арабскую литературу, историю мусульманской богословской мысли, ислам в Йемене и на Северном Кавказе.

С 1991 года Александр Дмитриевич работает в США. С 1997 года — профессор, а с 1998-го — декан факультета ближневосточных исследований Мичиганского университета (США). В настоящее время является ответственным редактором секции «Суфизм» в редколлекции 3-го издания «Encyclopaedia of Islam», а также сопредседателем новой «Encyclopaedia of Islamic Mysticism» (обе энциклопедии выпускает Brill Academic Publishers).

ГРАНТЫ **СПбГУ**

ческими методами обработки информации, — математики СПбГУ. По-английски технология, которую они будут использовать, называется data mining; это извлечение данных из корпуса текстов с целью определения различных концептов, идей и контекста их бытования. Помимо частотности необходимо будет выявить стилистические особенности и выяснить, как авторы одних текстов заимствуют идеи и концепции у других, осознанно или неосознанно. Это называется «перекличкой текстов», или интертекстуальностью. Кроме того, в исследовании мы задействуем социологические и ресурсные центры Университета, специалисты которых способны работать с большими объемами информации.

— Как вы планируете совмещать преподавание в Мичиганском университете и в Петербургском?

— В Университете Мичигана я преподаю восемь месяцев в году, остальное время мне дается для исследовательской деятельности. В этот период я имею возможность заниматься тем, чем хочу. Отчасти это сентиментальная привязанность к моему родному факультету, но я решил свое свободное время посвятить работе в Петербургском университете. Поэтому в ближайшее время я буду, как говорят американцы, носить сразу две шляпы — буду профессором в Мичигане и руководителем лаборатории анализа социальных процессов в СПбГУ.

— А чем, по вашим наблюдениям, американские студенты отличаются от российских?

— В России и Европе студенческая аудитория менее разнообразна, чем в США. Так что американские студенты значительную часть времени посвящают борьбе за свои права и пропаганде ценностей этнической, религиозной или иной группы, к которой они принадлежат. Например, на территории моего и других

американских университетов есть мусульманские ассоциации, которые ежегодно проводят «Неделю ислама». То же самое делают буддисты и индуисты, предлагающие студентам и преподавателям соприкоснуться с их религиями. Активны и студенты различных христианских деноминаций. Я полагаю, что в российских вузах это явление не столь ярко выражено, поскольку студенческое сообщество менее разнообразно в расовом и религиозном плане. Возможно, поэтому российские студенты не столь остро чувствуют необходимость утвердить свою особую идентичность. Но я могу и ошибаться, ведь я здесь всего одну неделю и пока только начинаю понимать российских студентов.

— До переезда за границу вы почти десять лет работали в Ленинградском отделении Института востоковедения Академии наук СССР. А когда вас впервые заинтересовал ислам и вообще Восток?

— Это произошло еще в школе. Я получал образование в Краснодаре и, когда оценивал возможности для поступления в вузы, обнаружил, что существуют факультеты восточных языков в Москве и Ленинграде. В Ленинграде у моих родителей были знакомые, и я в сопровождении

вымириание. Я закончил ЛГУ по специальности «Литературоведение», изучал творчество Нагиба Махфуза, который был первым арабским писателем, получившим Нобелевскую премию по литературе. Тогда он еще не был настолько известен, но я посвятил ему свою работу, которую сейчас бы назвали магистерской. После этого я три с лишним года работал по распределению в таможене аэропорта Пулково — ловил контрабандистов. А в 1979 году мне позвонил мой бывший преподаватель из Института востоковедения — я как раз был на смене в таможене. Он сказал, что возникла идея создать группу исламоведения при институте (сейчас он называется Институт восточных рукописей). Для меня такое предложение было неожиданным, я нисколько не считал себя исламоведом. Тем не менее я согласился прийти на встречу. Мои коллеги, однокурсники по ЛГУ, получили задание изучать основные источники мусульманской веры — Коран и Сунну. Мне достался суфизм или, иначе говоря, мусульманский мистицизм. Впоследствии именно он и стал основной темой моих научных исследований, пока я находился в Ленинграде и работал в составе этой научной группы. Под руководством С. М. Прозорова мы трудились вплоть до 1991 года и издали доста-



отца приехал сюда. Несколько неожиданно для себя поступил в Университет с первого раза, и у меня была возможность выбрать между языком и культурой хинди и арабским языком. Про арабский язык я кое-что знал, меня это интересовало, и я выбрал его. На протяжении пяти лет обучения мы практически не касались ислама, тогда это была более-менее запретная тема. Идеология ислама считалась реакционной, а сама религия — пережитком прошлого, который не нужно изучать, так как он все равно обречен на

точно много работ по исламу — хрестоматию, энциклопедический справочник, историографические очерки, а также сборник переводов основных исламских текстов.

— Возможно, кто-то из наших читателей еще не знаком с понятием «суфизм». Не могли бы вы подробнее рассказать, что он собой представляет?

— Это мистическое и аскетическое направление в исламе. Если сравнивать с христиан-

ством, то наилучшая параллель — монашество. Суфии жили в своего рода монастырях, где уединялись от мира, так же как христианские монахи. Были и отличия: в Европе монашество находилось под контролем Ватикана, в то время как мусульманский аскетизм и мистицизм не имели такой централизованной структуры. Группы возникали спонтанно и никем не контролировались, но были тесно связаны с местным обществом. Кто-то — обычно правитель — давал им деньги и земли для обеспечения жизни общины: это были благотворительные пожертвования. Считалось, что «монахи от ислама» молятся за общину: большинству людей было некогда заниматься отношениями с богом, и они перелагали это дело на подвижников-суфиев.

— Ислам появился на территориях, ныне входящих в состав России, довольно давно, в VII веке, и с тех пор мусульмане очень тесно общались с христианами во всех сферах жизни. А что эта религия значит для российского общества сегодня?

— Сейчас я не живу в России, и мне трудно судить. Но официальная точка зрения правитель-

православная церковь доминирует в области духовной и культурной жизни, но признает право ислама на существование и даже активно сотрудничает с мусульманскими общинами.

— Будем надеяться, что новая лаборатория внесет свой вклад в мировое исламоведение. Кстати, были ли попытки реализовать подобные проекты в других странах?

— Такого обширного проекта не было, поскольку американские университеты, при всех их сильных сторонах, как правило, имеют достаточно ограниченное количество специалистов в этой области. То есть таких больших факультетов, как восточный факультет СПбГУ, в США просто нет. В самом большом американском университете будет максимум 25–30 ученых-востоковедов.

Но попытки реализации крупных проектов имели место. В 80–90-х годах Университет Чикаго, один из ведущих американских частных университетов, пытался создать программу по изучению религиозного фундаментализма. Это дало кое-какие результаты, но основная проблема была в том, что, хотя инициативная группа проекта находилась в Чикаго, приходилось

В СПБГУ ПРЕПОДАЮТ
ОКОЛО

100

ЯЗЫКОВ И ДИАЛЕКТОВ
АЗИИ И АФРИКИ.

ОКОЛО

300 000

КНИГ, РУКОПИСЕЙ И МАНУСКРИПТОВ ХРАНЯТСЯ
В ВОСТОЧНОМ ОТДЕЛЕ НАУЧНОЙ БИБЛИОТЕКИ
ИМ. М. ГОРЬКОГО СПБГУ.

В 1856
ГОДУ

В УНИВЕРСИТЕТЕ АКАДЕМИК
БОРИС ДОРН ВПЕРВЫЕ В ИСТОРИИ
ЕВРОПЕЙСКОГО АКАДЕМИЧЕСКОГО
ВОСТОКОВЕДЕНИЯ НАЧАЛ
ПРЕПОДАВАНИЕ АФГАНСКОГО
ЯЗЫКА (ПАШТО).

ства заключается в том, что ислам — одна из традиционных религий, такая же, как христианство, иудаизм, буддизм. Государство допускает и даже поощряет деятельность мусульман, хотя формально религиозные организации от государства отделены и, по идее, не должны получать его поддержки. Тем не менее правительство поддерживает некоторые направления в исламе, которые считаются наиболее склонными к сотрудничеству с государственными структурами и российским обществом в целом. Российское же общество строится на христианстве, и поэтому

обращаться к специалистам, разбросанным по всему миру. Это очень затрудняло работу проекта, и он, как говорят, «родил мышь» — достаточно неоднородные публикации с большими лакунами и отсутствием единообразного подхода. Связано это с тем, что участники находились в разных частях света и не могли работать как одна команда. Мы же будем трудиться на одной площадке и надеемся избежать этой проблемы. Насколько у нас это получится, пока что рано говорить: работа лаборатории стартовала в октябре, мы все еще в начале пути.

В СПбГУ готовят революцию... научно-техническую

Автор: **Юлия СМЕРНОВА**

Если ученые научатся управлять спинами так же эффективно, как сейчас умеют управлять электрическими зарядами, в мире

произойдет научно-техническая революция, сравнить которую можно с появлением компьютеров и Интернета.



ФОТО: ЕКАТЕРИНА КОВАЛЁВА

Профессор Университета Саутгемптона, руководитель лаборатории оптики спина им. И. Н. Уральцева СПбГУ **Алексей Витальевич КАВОКИН** рассказывает студентам о спинтронике буквально на пальцах

ФОТО: ЕКАТЕРИНА КОВАЛЁВА

**Манфред БАЙЕР**

Профессор Технического университета Дортмунда. С 2013 года руководит проектом «Гибридная СпинОптроника: функциональные возможности спина в полупроводниковых наноструктурах и гибридах полупроводник / металл: оптическое, микроволновое и электрическое управление спинами» Физико-технического института им. А. Ф. Иоффе РАН

Изучение свойств спинов — крохотных магнитных моментов элементарных частиц — является одной из важнейших задач современной квантовой физики. На очередном Science-ланче в Университете состоялась презентация первого международного научного центра International Collaborative Research Centre. Он создан совместно Санкт-Петербургским государственным университетом, Физико-техническим институтом имени А. Ф. Иоффе РАН, а также немецкими университетами Дортмунда, Бохума и Падерборна. По словам руководителя лаборатории оптики спина им. И. Н. Уральцева СПбГУ, профессора Университета Саутгемптона Алексея Кавокина, сейчас физикой спина занимаются практически во всех ведущих научных державах мира. США, Япония, Франция, Китай и другие страны возлагают большие надежды на возможности, которые могут дать новые технологии, хотя гарантии успеха никто пока не дает.

Спин (от англ. spin — вращаться) — это фундаментальная характеристика элементарной частицы, означающая, что частица как будто бы вращается вокруг своей оси и имеет собственный магнитный момент. «Если просто смешать вместе много таких магнитов, они не станут одним большим. Но если спины упорядочить, то они станут носителями и

передатчиками информации. В кристаллической решетке спины могут двигаться, и благодаря этому возможно создание технологии, которая позволит передавать информацию со скоростью, близкой к скорости света: намного быстрее, чем электрический ток распространяется по металлическому проводу. Таким образом, можно будет передавать информацию с огромной скоростью и с минимальными потерями», — обрисовал перспективы проекта Алексей Кавокин.

Что же изменится в нашей жизни, если ученым удастся приручить спин? Сейчас мир держится на электронных приборах, в основе работы которых, как следует из названия, лежат электронные взаимодействия. Если исследования физики спина приведут к желаемым результатам, то во многих приборах станет возможным заменить электрон на спин как носитель информации. Сейчас перед учеными не стоит задача разработать какой-то конкретный новый прибор, речь идет только о фундаментальных исследованиях. «Мы, скорее, подготавливаем эту научно-технологическую революцию, которая позволит создать множество новых приборов и улучшить свойства существующих. Наши технологии, связанные с передачей информации через спин, возможно, сумеют существенно уменьшить тепловые потери. Чипы станут еще меньше, а компьютеры станут работать

еще быстрее. Это „еще“ не пощупаешь, но если вы задумаетесь, что до 5% всей производимой человечеством энергии уходит на обеспечение Интернета, то технология передачи информации без выделения тепла в окружающую среду может дать многомиллиардную экономию», — Алексей Кавокин объясняет, почему физика спина сейчас настолько важна.

Особо ученые отметили тот факт, что работа над таким масштабным и долгосрочным проектом (пока что речь идет о финансировании на 12 ближайших лет) начинается в столь политически и экономически сложное время. «Фундаментальная наука — это то, что объединяет мир», — уверен Алексей Кавокин. Его коллега профессор Манфред Байер добавил, что ученые должны рассказывать о своих исследованиях не только специалистам, но и всему обществу, чтобы люди понимали, на что именно расходуются государственные средства.

Когда же стоит ожидать результатов работы? Ученые ничего не обещают, но приводят пример: между разработкой транзистора и внедрением его в массовое производство прошло 10 лет, а между появлением лучевой трубки, которая стала основой телевизионных приемников, и появлением телевидения прошло 60 лет. «Мы занимаемся исследованиями высокого риска. Так что придется подождать от 10 до 60 лет», — сказал Манфред Байер.

РЕСУРСНЫЕ ЦЕНТРЫ НАУЧНОГО ПАРКА СПбГУ

- Магнитно-резонансные методы исследования
- Рентгенодифракционные методы исследования
- Термогравиметрические и калориметрические методы исследования
- Методы анализа состава вещества
- Социологические и интернет-исследования
- Инновационные технологии композитных наноматериалов
- МРЦ «Нанотехнологии»
- Культивирование микроорганизмов
- «Геомодель»
- ЦКП «Хромас»
- Оптические и лазерные методы исследования вещества
- Диагностика функциональных материалов для медицины, фармакологии и нанoeлектроники
- Развитие молекулярных и клеточных технологий
- Физические методы исследования поверхности
- Обсерватория экологической безопасности
- Космические и геоинформационные технологии
- Наноконструирование фотоактивных материалов
- Микроскопия и микроанализ
- Вычислительный ресурсный центр



КОНТАКТЫ

Директор научного парка СПбГУ:

Микушев Сергей Владимирович

e-mail: s.mikushev@spbu.ru

тел.: 8 (911) 938-07-20

Заместитель директора научного парка СПбГУ:

Мосягина Елизавета Николаевна

e-mail: e.mosyagina@spbu.ru

тел.: (812) 363-60-36

Малые молекулы против опасных заболеваний

Автор: **Елизавета БЛАГОДАТОВА**

В СПбГУ займутся разработкой малых молекул — терапевтических агентов, которые могут быть основой новых лекарств. Это станет одним из направлений создаваемого в Университете Института трансляционной биомедицины.

На создание в СПбГУ Института трансляционной биомедицины получен значительный грант Российского научного фонда (РНФ) — 750 млн рублей, финансирование рассчитано до конца 2018 года. Суть проекта в том, чтобы создать в СПбГУ комплекс «полного цикла»: от получения и хранения биоматериалов до создания новых лекарств. «Если раньше лекарства получали более-менее случайным образом (иногда весьма удачно, достаточно вспомнить аспирин), то теперь к делу подходят более рационально: чтобы лечить заболевание, сначала изучают его механизм, — объясняет профессор Михаил Юрьевич Красавин, доктор химических наук. — Ищется потенциальная мишень (это могут быть белки или целые клеточные системы), путем воздействия на которую терапевтическим агентом (белком, пептидом, малой молекулой) можно наладить правильное

функционирование нашей внутренней машины. Гипотезу надо проверить и подтвердить. Превращение этого знания в конкретный терапевтический подход (от идеи к лекарству) — это в целом и есть трансляция».

ЭТАПЫ БОЛЬШОГО ПУТИ

Полный путь «от идеи к воплощению» в Институте трансляционной биомедицины СПбГУ можно (упрощенно) представить так. Создается биобанк (см. «У СПбГУ появится свой биобанк», «СПБУ» № 1, 2015) под руководством профессора Юрия Олеговича Чернова — по сути, это правильно собранная коллекция биообразцов, ассоциированных с различными патологиями. Эти биообразцы можно генотипировать, то есть извлечь информацию о генетическом материале, и работать с ней как с математическим объектом. Этим занято направление алгоритмической биоинформатики под руководством профессора Павла Аркадьевича Певзнера. Изучая отличия патологии от нормального состояния, биоинформатика помогает идентифицировать биологическую мишень — скажем, белок, который ведет себя аберрантно. Потенциальную мишень необходимо изолировать и показать, действительно ли именно эта ненормальная функция белка

ведет к заболеванию? В этом помогают трансгенные модели заболеваний на животных, что делается в рамках третьего направления под руководством профессора Рауля Радиковича Гайнетдинова. Создаются новые организмы, у которых продукция «подозреваемого» белка выключена (или, наоборот, повышена). Таким образом мишень валидируется (то есть подтверждается, что именно этот белок повинен в заболевании). На следующих этапах эти же трансгенные животные могут оказаться незаменимыми в изучении эффективности разрабатываемого терапевтического агента.

На биологическую мишень можно пытаться воздействовать (чему поддаются далеко не все мишени) либо с помощью больших молекул, например, терапевтических белков или пептидов, либо малых молекул. В фармацевтике малые молекулы предпочтительнее, потому что они дают возможность создавать лекарство в виде таблеток. Препараты же на основе белков — инъекционные, а значит, сложнее в терапии и хуже принимаются пациентами. «Путь малых молекул» выбрали в СПбГУ. Он невозможен без участия химиков, и тут-то в работу включается четвертое направление, которым руководит

Михаил Юрьевич Красавин — это химическая фармакология. Химики-синтики разрабатывают малые молекулы, которые тестируются на «роль» терапевтического агента, способного воздействовать на найденную мишень. Наконец, финальное, пятое направление, возглавляемое профессором Татьяной Борисовной Тенниковой — это доставка терапевтического агента до мишени внутри человеческого организма. Задача далеко не самая простая. «Надо сделать так, чтобы вещество в виде таблетки, например, дошло в организме туда, куда нужно. Это серьезная проблема, — объясняет Михаил Красавин. — Много биологических мембран, через которые нужно пройти. Классический пример — доставка препаратов в центральную нервную систему. Одно дело — ввести препарат в кровь, другое — добиться, чтобы он прошел через гемато-энцефалический барьер (ГЭБ) и оказался именно там, где нужно».

На прохождение одного проекта через все пять направлений Института трансляционной биомедицины (от идеи до клинического кандидата) может уйти довольно много времени и потребоваться дополнительное финансирование. (Для справки: в среднем в мире общая цена разработки нового препарата, уже с учетом клинических испытаний, по некоторым оценкам может составить до миллиарда долларов.) Не существует таких схем финансирования, которые позволили бы единым «броском» пройти весь путь. Главная задача при создании Института трансляционной биомедицины в СПбГУ — иметь целостную систему, позволяющую запускать проекты с разных фаз цикла, и в итоге обзавестись портфелем проектов, которые находятся на разных стадиях реализации. «Сейчас мы развиваем свое направление внутри СПбГУ и ищем точки соприкосновения, чтобы институт заработал как единый организм, — делится Михаил Красавин. — Моему направлению проще всего найти

взаимодействие с соседними — группами Рауля Гайнетдинова и Татьяны Тенниковой. У нас уже есть совместные проекты».

ШКОЛА ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ СУПЕРАГЕНТОВ

Химическая фармакология — это комплекс знаний с привлечением расчетных методов, позволяющих предсказать для отдельно взятого органического соединения, каким типом биологической активности он может обладать. «Чрезвычайно увлекательное занятие, — считает Михаил Юрьевич. — Я остаюсь химиком-синтетиком: меня интересует, как наиболее эффективно провести ту или иную синтетическую трансформацию, собрать ту или иную молекулярную структуру. Синтетических идей много, мы стараемся себя не ограничивать. Однако мы беремся за задачу при одном условии: если у нас есть понимание, куда с этой разработкой в области синтетической химии мы можем пойти в плане биологии».

Но как же все-таки создается новый терапевтический агент? Для каждой мишени, прежде всего, нужна тест-система: эксперимент, позволяющий определить, способно ли соединение оказывать нужное воздействие. «Как правило, тест-система (bioassay) включает в себя саму биологическую мишень и биохимическую систему, которая позволяет измерить степень ответа мишени на воздействие препарата, — рассказывает Михаил Юрьевич. — Обычно при работе с какой-то конкретной биологической мишенью у нас уже есть некая гипотеза, и мы тестируем разумное число молекул, два-три десятка. Если же мишень совершенно новая, может понадобиться и высокопроизводительный скрининг (HTS), который позволит перебрать несколько тысяч соединений в течение нескольких недель». Для скрининга нужны специальные коллекции соединений. В СПбГУ таких пока нет, зато у группы Михаила Красавина есть партнерство с теми индустриальными организациями,

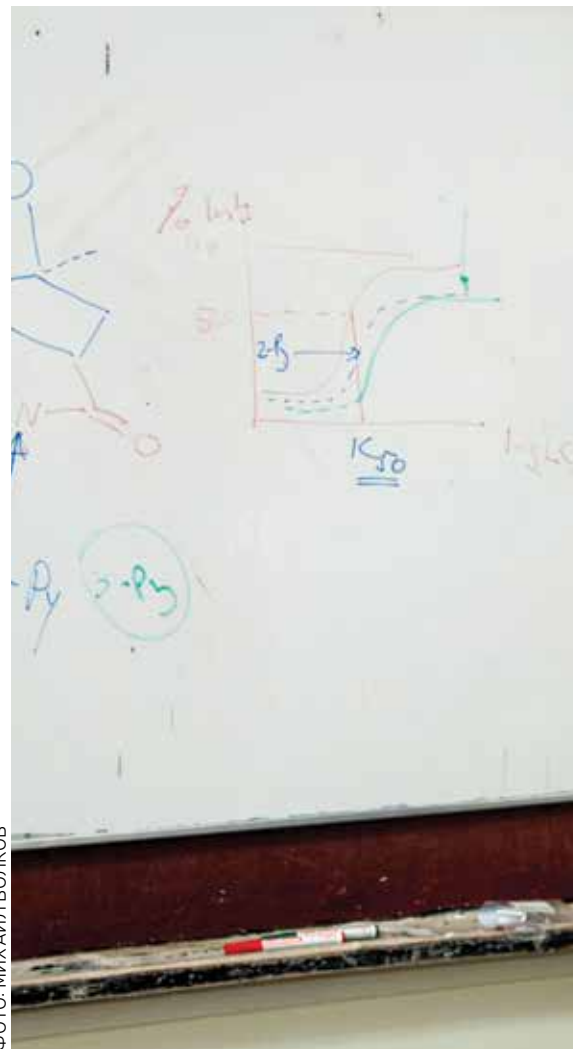


ФОТО: МИХАИЛ ВОЛКОВ

которые эти коллекции, если возникнет необходимость, могут предоставить. Здесь очень кстати его опыт работы в индустрии. «Переход в университетскую науку позволил сохранить мои связи в индустрии, более того, мы можем выбирать, с какими конкурирующими компаниями работать», — объясняет ученый.

Что происходит, если терапевтический агент в итоге «проваливается» и не проходит дальнейших, например, клинических испытаний? По идее, надо возвращаться к мишени и подбирать новых «кандидатов в агенты». Однако на практике бывает, что «провалы» агентов компрометируют мишень. «Проблема в том, что решение, в какие именно разработки инвестировать, часто основывается на мнениях: нет строгих критериев, почему одно направление лучше, а другое хуже, — говорит Михаил Красавин. — Играть роль финансовые соображения: есть рискованные мишени, где процент провала гигантский. И если для мишени провалились один, два, три



Михаил Юрьевич КРАСАВИН

Доктор химических наук, профессор СПбГУ (кафедра органической химии), возглавляет научную группу в Институте химии и направление химической фармакологии в Институте трансляционной биомедицины СПбГУ. Окончил Академическую гимназию СПбГУ. Именно в гимназии, под влиянием доктора химических наук, профессора Анны Алексеевны Карцовой, увлекся органической химией. Учился в СПбГУ, диплом магистра защитил в Университете Джонса Хопкинса в США (1999). Затем работал в крупных индустриальных фармацевтических компаниях: Millenium Pharmaceuticals, Abbott Laboratories, затем ChemDiv. С 2004 по 2011 год руководил направлениями заказного синтеза и медицинской химии в Исследовательском институте химического разнообразия в Химках. В 2011–2013 годах работал в Австралии, возглавлял исследовательскую группу по разработке лекарственных препаратов Института Эскайтиса в Брисбене. Михаил Красавин — автор более 80 научных статей в рецензируемых периодических изданиях, 9 патентов и патентных заявок. Индекс Хирша — 14.

кандидата, индустрия начинает ее сторониться. Поэтому хорошо, что исследованиями в этой области все больше занимается не только индустрия, но и академическая, вузовская наука. Вот пример: одна из мишеней, с которыми мы работаем, это циклооксигеназа-2. Неселективные ингибиторы циклооксигеназы (это не один, а три разных фермента) — известный класс препаратов, к ним относятся аспирин и ибупрофен. А вот соединения, которые ингибируют только циклооксигеназу-2 — сравнительно новый класс, они на рынке чуть больше 15 лет. Среди них препараты компаний Merck и Pfizer, годовые продажи которых в лучшие времена достигали 3 млрд долларов в год. Печальная история произошла в 2004 году, когда препарат «Викс» (фирмы Merck) сняли с продаж из-за того, что начали проявляться побочные эффекты, ведущие к сердечным заболеваниям. Пошли разговоры, что проблема может быть именно в мишени. Я даже на академические гранты получал ответы экспертов, что им не нравится

выбор циклооксигеназы-2. При этом никто не задумался о том, что у ингибиторов циклооксигеназы-2 есть масса других возможных областей применения, помимо лечения ревматоидного артрита».

Тому, что циклооксигеназа-2 оказывается мишенью при разных заболеваниях, удивляться не стоит. «В организме все взаимосвязано, — просто говорит Михаил Красавин. — Когда открывается новая мишень, стараются определить, в каких тканях организма данный белок присутствует. Сейчас более или менее понятно, в чем роль циклооксигеназы-2 в суставах, а вот что она делает в мозгу? Зачем-то она там нужна! Был проведен целый комплекс фундаментальных исследований, чтобы это выяснить. Оказалось, например, что при некоторых психиатрических расстройствах уровень циклооксигеназы-2 другой, чем в нормальном состоянии; при определенных типах рака ее уровень повышен. Уже есть исследования, направленные на то, чтобы применять ингибиторы цикло-

оксигеназы-2 для профилактики этих болезней».

ПРОЕКТЫ И ПАРТНЕРЫ

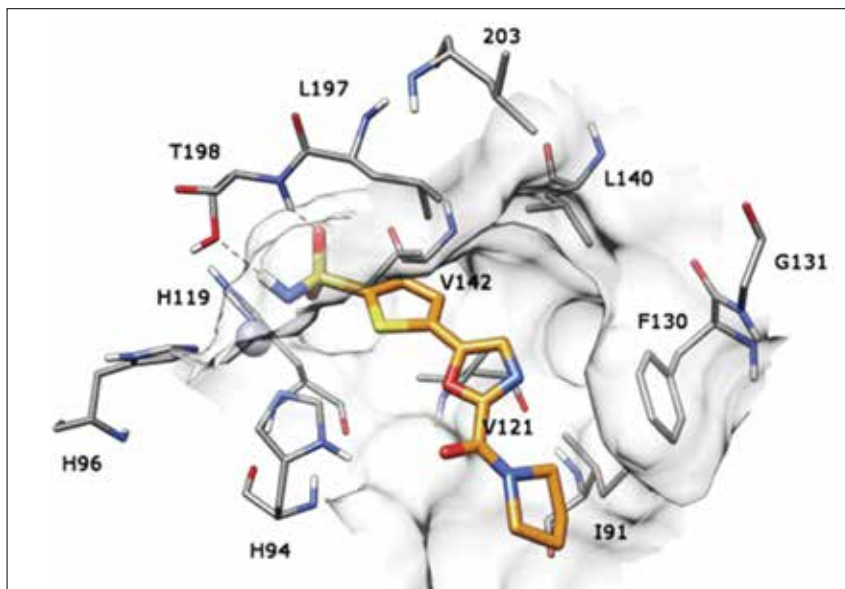
С циклооксигеназой-2 в лаборатории Михаила Красавина, кстати, работают: уже найдена «лидирующая молекула» для создания будущего противовоспалительного препарата, впереди исследование ее эффективности. Уже стартовали и

Химическая фармакология прогнозирует связывание **малых молекул** с конкретной биомишенью и помогает предсказать терапевтический эффект

первые проекты в сотрудничестве с соседними направлениями Института трансляционной биомедицины.

«У Рауля Гайнетдинова есть ряд инновационных биомишеней в области центральной нервной системы, мы вместе будем искать новые модуляторы — малые молекулы, которые могут на них воздействовать, — говорит Михаил Красавин. — С Татьяной Тенниковой мы обсуждаем способы доставки антибиотиков через клеточные стенки бактерий. Ведь мишеневый подход можно использовать не только чтобы лечить (людей), но и чтобы убивать (бактерии). Если найти вещество, которое будет блокировать жизненно необходимые мишени и процессы у бактерий, то бактерии погибнут. Но задача усложнена: такое вещество должно оказаться не просто внутри человека, а внутри бактерии внутри человека. Вещества, которые эффективно воздействуют на важные бактериальные биомолекулы, очень много. Но новых классов антибиотиков на рынке не возникало уже очень давно. Почему? Во многом потому, что от потенциальных противобактериальных препаратов не удается добиться эффективности. Целенаправленная доставка через бактериальные клеточные стенки — это сложная научная задача, которую мы и будем решать».

Совместная работа с «соседями» по институту — это далеко не все. Группа Михаила Красавина начала сотрудничество с Университетом Флоренции в области офтальмологии — лечения глаукомы. «Мы работаем с ингибиторами карбоангидраз — это целое семейство ферментов, и одна из них — валидированная мишень для препаратов против глаукомы. Судя по всему, мы действительно нашли ряд уникальных



с точки зрения активности веществ, сейчас они будут проверяться на животных моделях во Флоренции», — рассказывает Михаил Юрьевич.

Принципиально важным является сотрудничество со смежными дисциплинами. «Работая над потенциально интересным веществом, мы должны уже понимать, насколько оно перспективно с точки зрения биологии, — подчеркивает Михаил Красавин. — Причем недостаточно найти биологически активное вещество, оно должно обладать целым комплексом свойств, чтобы стать лекарством. Оно должно быть стабильно в процессе изготовления лекарственной формы, выжить на пути до мишени, преодолеть все возможные преграды в организме. Поэтому для нас необходимо партнерство с теми, кто оценивает профиль органических соединений в плане их применимости как лекарственных препаратов. Моя задача как руководителя — создание эффективной сети партнерства, в первую очередь с биологами и фармакологами. Нынешние контакты позволяют нам эффективно работать в области воспаления, онкологии, инфекционных заболеваний, метаболических расстройств, в том числе диабета. Та исследовательская ниша, которую мы занимаем, с учетом уже имеющейся сети парт-

нерств позволяет нам работать практически над любой возникающей химической идеей».

SEED MONEY

Большое число направлений работы, по словам Михаила Красавина, не означает, что ученые «разбрасываются». «Если вы занимаетесь химической фармакологией, без разнообразия химических соединений либо биологических систем вам сложно будет ставить фундаментальные вопросы. Мы ищем взаимосвязи, а их понимание и позволяет создавать селективные соединения, которые не будут оказывать токсического действия. В этой работе нам важно иметь доступ к разнообразной инфраструктуре, что целесообразно получать через партнерство», — разъясняет схему работы Михаил Красавин.

Грант РФФ Михаил Красавин называет «большой удачей» и «seed money», то есть «посевными деньгами». «Создание с нуля целого направления в стенах Университета — это вопрос не одного года, — говорит ученый. — Я рад, что большое число талантливых людей Института химии заинтересовалось сотрудничеством с нами, биомедицинская тематика, достаточно новая для Университета, захватывает многих. Сейчас с их помощью наше направление приходит в полностью функциональное состояние».

Университет — ЭТО ЛЮДИ

Авторы: **Евгения СИНЕПОЛ, Юлия СМИРНОВА**

Наука не имеет границ и не делается в одиночку. В рамках реализации программы мегагрантов Правительства РФ, собственного конкурса крупных грантов СПбГУ, за счет привлечения средств фонда целевого капитала СПбГУ и в рамках сотрудничества с партнерами Университет создает

новые научные лаборатории и исследовательские центры, во главе которых стоят люди, чьи имена уже вписаны в историю науки. Мы гордимся тем, что теперь они вошли и в историю Санкт-Петербургского государственного университета.



Руслан Зуфарович ВАЛИЕВ, директор Института физики перспективных материалов Уфимского государственного авиационного технического университета.

В СПбГУ с 2013 года руководит лабораторией механики перспективных массивных наноматериалов для инновационных инженерных приложений, созданной при поддержке мегагранта Правительства РФ.

Ожидаемые прорывные результаты мирового класса лаборатории в ближайшие годы — это фундаментальная теория процессов деформации и разрушения в новых массивных наноматериалах со сверхвысокими механическими свойствами; новые принципы и методы их получения; пилотные образцы деталей из новых массивных наноматериалов для медицинских имплантов, электрических проводов и др.



Кристофер Антони ПИССАРИДЕС, профессор Лондонской школы экономики (Великобритания), руководит в СПбГУ лабораторией исследования экономического роста (Лаборатория роста), открытой осенью 2013 года.

В 2010 году он совместно с Дэйлом Мортенсенем и Питером Даймондом был удостоен Нобелевской премии «за работу по анализу рынков с моделями поиска». В лаборатории проводят исследования экономического роста, имеющие, в том числе, прикладной характер и направленные на решение задач экономической политики на национальном и региональном уровнях.

Стефан Джеймс О'БРАЙЕН, руководитель лаборатории «Центра геномной биоинформатики СПбГУ им. Ф. Г. Доб-



ржанского». Лаборатория создана в 2011 году при поддержке мегагранта Правительства РФ.

Научные исследования центра направлены на изучение генетической устойчивости к инфекционным заболеваниям и раку, на сравнительное изучение организации геномов разных биологических видов, особенно редких и исчезающих животных, с использованием самых современных методов компьютерной обработки данных. Центр объединяет усилия разных специалистов СПбГУ в области развития биоинформатики и позволяет включить биоинформатический анализ в повседневную практику.

Рауль ГАЙНЕТДИНОВ — профессор СПбГУ, ведущий исследователь Итальянского института технологий, адъ-



юнк-профессор Университета Дьюка (США).

Под руководством Рауля Гайнетдинова в СПбГУ открылась лаборатория трансляционной нейронауки и молекулярной фармакологии. Используя самые современные технологии, включая трансгенные, команда профессора Гайнетдинова будет искать принципиально новые подходы к коррекции разных патологий мозга, прежде всего связанных с нарушениями дофаминовой нейротрансмиссии. Это позволит продвинуться в лечении таких заболеваний человека, как шизофрения, депрессия, болезнь Паркинсона и синдром дефицита внимания и гиперактивности у детей (СДВГ).



Елена Леонидовна ГРИГОРЕНКО, профессор Йельского университета (США), руководитель проекта «Влияние ранней депривации на психобиологические показатели развития ребенка», работа над которым началась в СПбГУ в 2014 году при поддержке мегагранта Правительства РФ.

Исследование, которое Елена Григоренко и ее соавтор Рифкат Мухамедрахимов проведут совместно с коллегами из СПбГУ, позволит получить уникальные данные о поведении, психологических особенностях и

здоровье детей в семьях родителей, в детских учреждениях и в замещающих семьях. Такая информация необходима специалистам в области опеки и попечительства для принятия решения об условиях жизни и месте размещения детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей.



Детлеф БАНЕМАНН, профессор Университета Лейбница (Германия), руководитель лаборатории «Фотоактивные и нанокompозитные материалы», открытой в СПбГУ в 2014 году при поддержке мегагранта Правительства РФ.

Лаборатория станет междисциплинарным исследовательским, технологическим и образовательным центром СПбГУ в области фундаментальных и прикладных исследований фотостимулированных процессов в гетерогенных системах, а также создания нового поколения фотоактивных наноматериалов. В настоящее время фотоактивные материалы широко применяются в таких областях, как преобразование и запасание солнечной энергии, защита от ультрафиолетового излучения, в качестве бактерицидной и фунгицидной защиты.

Станислав Константинович СМИРНОВ, профессор Женевского университета (Швейцария), в СПбГУ руководит междисциплинарной исследовательской лабораторией им. П. Л. Чебышева, образованной при поддержке мегагранта Правительства РФ в 2010 году. Профессор Смирнов — выпускник СПбГУ, удостоен премии Филдса «за доказательство



конформной инвариантности двумерной перколяции и модели Изинга в статистической физике». Основные научные задачи лаборатории находятся на пересечении математического анализа, теории вероятностей и математической физики и связаны с дискретной математикой, геометрией, алгеброй и несколькими областями теоретической физики и используют их взаимодействие. Большое внимание уделяется подготовке молодого поколения талантливых математиков: средний возраст сотрудников лаборатории — 27 лет.



Александр Дмитриевич КНЫШ — профессор исламоведения Факультета ближневосточных исследований Мичиганского университета (США), руководитель Исследовательской лаборатории анализа и моделирования социальных процессов.

Актуальность проекта обусловлена тем фактом, что политический ислам (исламизм) является сегодня одной из важнейших протестных идеологий и практик, которые заняли место левых идеологий и движений (а также концепций «третьего пути»), доминировавших в предыдущие десятилетия.



Алексей Витальевич КАВОКИН, профессор университета г. Саутгемптон (Великобритания), с 2011 года руководит лабораторией оптики спина им. И. Н. Уральцева, открытой в СПбГУ при поддержке мегагранта Правительства РФ.

Лаборатория создана с целью изучения спиновых токов, порождаемых светом в полупроводниковых структурах. Такие исследования способны заложить основы для новых логических устройств, в которых информация будет кодироваться спином частиц или поляризацией света. Таким образом, в частности, в результате работы лаборатории может появиться принципиально новое поколение компьютеров, существенно увеличиться пропускная способность оптоволоконных кабелей, а значит, появятся новые возможности сети Интернет.



Йорн ТИДЕ, руководитель лаборатории геоморфологических и палеогеографических исследований полярных регионов и Мирового океана, организованной в 2010 году при поддержке мегагранта Правительства РФ.

Лаборатория проводит широкий круг исследований по

взаимосвязанным научным направлениям: палеогеографические, геолого-геоморфологические и геохронологические исследования рельефа и разных типов континентальных и морских отложений полярных стран и Мирового океана. Необходимость таких исследований объясняется не только научным интересом, но и государственной заинтересованностью России в освоении Арктики, подтверждении прав на ресурсы её шельфа, а также закреплении прав на будущую разработку руд в иных регионах Мирового океана.



Валентин Павлович АНАНИКОВ, заведующий лабораторией металлокомплексных и наноразмерных катализаторов Института органической химии им. Н. Д. Зелинского РАН, с 2013 года при поддержке мегагранта СПбГУ руководит проектом «Катализ посредством переноса кластеров металла: синтез биологически активных молекул и фармацевтическое построение блоков с атомарной точностью».

Работа лаборатории посвящена синтезу биологически активных молекул и фармацевтических блоков с атомарной точностью. Фундаментальные исследования, проводимые в лаборатории, направлены на создание новых точных и эффективных методов для сборки химических молекул из фрагментов.

Николай Русланович СКРЫННИКОВ, профессор Университета Пердью (США) —руководитель биомолекулярной лаборатории ядерного магнитного резонанса, откры-



той в 2013 году при поддержке мегагранта СПбГУ.

В лаборатории, которой руководит Николай Скрынников, планируется изучать биологические молекулы, такие как ДНК и белки. Такого рода структуры включают в себя тысячи атомов; координаты каждого атома определяются экспериментально с очень высокой степенью точности. Получаемые таким образом экспериментальные данные исключительно важны для понимания биологических процессов в организме человека и играют важнейшую роль при разработке новых лекарств.



Юрий Олегович ЧЕРНОВ, профессор технологического института Джорджии (США), с 2013 года — руководитель лаборатории биологии амилоидов СПбГУ, организованной при поддержке мегагранта СПбГУ.

В лаборатории проводятся исследования в области генетики, клеточной биологии и биохимии амилоидов, которые вызывают не менее 50 нейродегенеративных заболеваний. Цель проекта — расшифровка молекулярного механизма возникновения амилоидов, что позволит определить генетические факторы риска вызываемых ими заболеваний.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВНУТРЕННИХ КОНКУРСОВ СПбГУ ПО ФИНАНСИРОВАНИЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

С 2011 года в СПбГУ проводятся конкурсы на поддержку научно-исследовательских работ.

МЕРОПРИЯТИЕ 1 — конкурсы проектов на проведение фундаментальных научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям Программы развития СПбГУ или по актуальной междисциплинарной тематике.

МЕРОПРИЯТИЕ 2 — конкурсы проектов на проведение фундаментальных научно-исследовательских работ по областям знаний, соответствующим специальностям подготовки специалистов.

МЕРОПРИЯТИЕ 3 — конкурсы на софинансирование за счет средств СПбГУ прикладных НИР, имеющих конкретных заказчиков и потенциальных потребителей, с учетом возможности появления охраноспособных результатов интеллектуальной деятельности.

В 2014 году прошел открытый **КОНКУРС НА ФИНАНСИРОВАНИЕ СОЗДАНИЯ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЛАБОРАТОРИЙ** под руководством ведущих ученых.

С 2013 года ведущие ученые СПбГУ могут участвовать в **КОНКУРСЕ ГРАНТОВ НА ПРАВО ПРИГЛАШЕНИЯ ПОСТДОКОВ** с оплатой их труда за счет СПбГУ. В 2013–2014 годах зарплата постдока составляла 60 тысяч рублей, с 2015 года она поднимается до 65 тысяч рублей. В 2013 году проведено два этапа конкурса грантов на приглашение постдоков, в 2014 году — один этап. По итогам этих этапов 86 ведущих ученых СПбГУ пригласили на работу 140 постдоков. В 2014 году истек срок годичной деятельности первых 65 постдоков. За первый год работы этими исследователями было опубликовано 88 статей в журналах, индексируемых Web of Science и Scopus, что почти в полтора раза превышает обязательства, обозначенные в их трудовых соглашениях.

В 2015 году СПбГУ объявил и проводит **новый конкурс «МОЛОДОЙ ПРОФЕССОР»**.

Санкт-Петербургский государственный университет объявил о проведении конкурса «Молодой профессор СПбГУ», победители которого получают возможность стать профессорами Университета на особых условиях. СПбГУ выделит около 20 миллионов рублей на создание и продвижение новых научных лабораторий.

Цель конкурса — привлечь лучших молодых ученых из России и зарубежных стран, специализирующихся в научных областях, соответствующих приоритетным направлениям Программы развития СПбГУ: биомедицина и здоровье человека, информационные системы и технологии, нанотехнологии и материаловедение, социальные процессы и технологии, управленческие кадры и технологии, экология и рациональное природопользование.

«Победителей конкурса ждут беспрецедентные условия: заработная плата от 150 тысяч рублей в месяц, стартовый грант на сумму до 1 миллиона рублей на организацию научной работы в СПбГУ, служебное жилье и многое другое, — рассказал ректор Университета Николай Михайлович Кропачев. — Несмотря на сложную экономическую ситуацию и проблемы на рынке труда, мы нашли средства для того, чтобы запустить этот уникальный проект. Отмечу, что сегодня такие условия не предлагает ни один вуз России».

Участие в конкурсе могут принять молодые доктора наук в возрасте до 37 лет. К соискателям будут предъявляться жесткие требования по публикационной активности и цитируемости научных работ, наличию публикаций в ведущих высокорейтинговых научных изданиях мира и др.

Прием документов осуществляется с 30 апреля по 15 июня 2015 года.

Подробная информация представлена на сайте СПбГУ.