

ОТ АТОМА ДО ГЕНА: КАК КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ ИЗМЕНИЛ НАУКУ ЗА 80 ЛЕТ

ИЗВЕСТИЯ
СПЕЦПРОЕКТ

«САМЫЙ ПРАВИЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР — ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ МОЗГ»

Президент НИЦ «Курчатовский институт» Михаил Ковальчук — о новом технологическом укладе, мегаустановках и защите от глобальных угроз

02 →

«КУРЧАТОВЦЕВ ОТЛИЧАЮТ НАУЧНАЯ СМЕЛОСТЬ И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Директор НИЦ «Курчатовский институт» Марат Камболов — о роли исследовательского центра в истории страны

05 →

ЗАКОН ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Каким путём будет развиваться атомная отрасль в РФ

06 →

«ПРОРЫВЫ В НАУКЕ НЕВОЗМОЖНЫ БЕЗ УСТАНОВОК МЕГАСАЙЕНС»

Что умеют мегаустановки и какие задачи можно решать с их помощью

08 →

ВДОХНУТЬ ЖИЗНЬ

В чём суть природоподобных технологий

10 →

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ХОД

Курчатовский институт на страже биобезопасности

12 →

СЧИТАТЬ С МЫСЛИ

В России делают микроэлектронику на новых принципах

13 →

МАТЕРИАЛЬНОЕ БУДУЩЕЕ

Как создают уникальные стали, композиты и полимеры

14 →

СЛУЖЕБНЫЕ ИЗОТОПЫ

Как учёные развивают ядерную медицину

15 →

ЗАДЕЛ КАДРОВ

Как студенты становятся сотрудниками Курчатовского института

16 →

«Самый правильный компьютер»

Президент НИЦ «Курчатовский институт» Михаил Ковальчук — о новом технологическом

Мария Недюк, Алексей Лазуренко

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», в стенах которого 80 лет назад начинался советский атомный проект, продолжает развивать самые передовые технологии. Сегодня направление прорыва для института — реализация природоподобного подхода к науке на базе конвергенции НБИКС-технологий. О том, как легендарный Курчатник меняет подходы к современной атомной отрасли, микроэлектронике и генетике и почему в ближайшее десятилетие у нас будет лучшая система меганауки в мире, в интервью «Известиям» рассказал президент НИЦ «Курчатовский институт» Михаил Ковальчук.

■ «МЫ ПРИБЛИЖАЕМСЯ К ТОМУ, ЧТОБЫ ПОНЯТЬ ОКРУЖАЮЩИЙ НАС МИР»

Курчатовский институт уже много лет — крупнейший междисциплинарный научный центр страны. Но для многих он по-прежнему ассоциируется именно с атомной отраслью. Какие направления в институте сейчас в приоритете?

Чтобы успешно реализовать атомный проект, Игорь Курчатова и его коллеги исходно должны были быть междисциплинарными. Нужно было разбираться, где искать и добывать полезные ископаемые, как обогатить — то есть увеличить в них долю изотопа ^{235}U для создания атомной бомбы. Сложнейшее дело — сооружение реактора, производство для него сверхчистого графита. Можно сказать, что атомный проект был первым интегратором науки, когда использовались знания из самых разных областей.



В КУРЧАТОВСКОМ ИНСТИТУТЕ РАЗРАБОТАНА «СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ПРИРОДОПОДОБНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ» — ОСНОВА ПЕРЕХОДА К НОВОМУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ УКЛАДУ. ЭТО ОЗНАЧАЕТ, ЧТО МЫ НАЧИНАЕМ РАБОТАТЬ НЕПОСРЕДСТВЕННО С ЖИВОЙ ПРИРОДОЙ, ФАКТИЧЕСКИ СТАВЯ ЕЁ НА СЛУЖБУ ЧЕЛОВЕКУ

Когда я возглавил Курчатовский институт, он был ещё по сути Институтом атомной энергии. Но наука не стоит на месте. В мои студенческие годы развивалось физическое материаловедение — первый этап материаловедения. Затем резко увеличилась доля работ по полупроводникам. А сегодня подавляющее количество научных публикаций посвящено живой материи. Мы живём на новом этапе развития науки о материалах — этапе «биоорганического материаловедения».

Благодаря развитию науки у нас есть огромный набор знаний в самых раз-

ных направлениях. Сегодня любой новый «продукт» или технология получается тем же междисциплинарным путём. Но не из готовых решений из разных областей, а благодаря тому, что сами области сливаются — это и есть конвергенция, о которой я говорю много лет, и природоподобие. В нашем институте нано-, био-, информационные, когнитивные и социогуманитарные технологии (НБИКС) работают на единую цель — создание природоподобных технологий. В этом качественная разница между сегодняшним Курчатовским институтом и тем, где создавали бомбу.

Расскажите подробнее, в чём заключается природоподобный подход?

Мы переходим к созданию нового природоподобного технологического уклада. Он возникает не в чистом поле. Я приведу пример компьютера. Уже 60 лет назад, когда были сделаны открытия, заложившие основу развития полупроводниковой микроэлектроники, было очевидно, что самый правильный компьютер — человеческий мозг.

Но тогда ещё не была известна структура биологических молекул. А структура неорганических материалов, например полупроводниковых кристаллов, была понятна. Поэтому вместо того, чтобы копировать мозг и делать компьютер, основанный на принципах его работы, мы взяли простой кремний, вложили огромные средства и создали твердотельную микроэлектронику, а на её основе построили современный мир компьютеров.

Но сейчас мы понимаем, что зашли в тупик. Потому что компьютер сделан абсолютно неправильно, если сравнивать его с мозгом. Чем быстрее он работает, тем больше тратит энергии и выделяет тепла — он малоэффективен. Получается, что цифровизация — это разделение мира на тех, кто обладает и не обладает ресурсами, условно — на «богатых» и «бедных». Первые — это те, у кого есть энергия, как в России, и те, у кого есть деньги, чтобы её купить. Остальные выпадают из грядущей цифровой цивилизации.

А какие есть альтернативы? Как изменит ситуацию природоподобный подход?

За время создания этой «неправильной» технологии — цифрового компьютера — мы хорошо поняли, как устроена природа, с помощью синхротронных и нейтронных источников, сверхмощных микроскопов и суперкомпьютеров. Сегодня вместо воспроизводства функций человека в виде механических систем мы можем перейти к созданию объектов, копирующих живую природу, — энергоэффективных, не ресурсозатратных, не враждебных природе.

У нас уже создан прототип принципиально новых нейроморфных компьютеров, которые устроены по подобию работы мозга, и энергии они потребляют значительно меньше. Также в Курчатовском институте разработан биотопливный элемент, вырабатывающий электричество в результате метаболизма живой клетки.

Сегодня это можно сделать, не складывая отраслевые технические решения, как при производстве бомбы,



Пресс-служба НИЦ «Курчатовский институт»

а соединяя науки и знания, получая принципиально новые возможности. В этом есть глубокий философский смысл природоподобия. И мы это делаем первыми в мире.

Курчатовский институт — научный руководитель национальной программы развития мегаянтарной. Почему это направление в приоритете?

Сегодня меганаука — важнейшая основа будущих прорывов, для реализации которых нужно создавать новые материалы с заданными свойствами, изучать новые явления. При этом мы должны уметь контролировать эти процессы.

Зачем мегаянтарные нужны с точки зрения обычного человека? Вот мы, условно, решили выточить деталь, сколо-

вить скворечник или сделать двигатель внутреннего сгорания. Мы их нарисовали, подготовили чертёж, прописали размеры. Затем по чертежам изготовили детали. Но когда мы их собираем воедино, надо проверить, а соответствует ли деталь чертежу. Мы можем это измерить линейкой, микрометром, штангенциркулем — это метрика технологии уровня макро.

В микроэлектронике мы точно так же рисуем «чертёж» интегральной схемы. Но делаем эту схему с помощью последовательно повторяющихся сложных литографических процессов и «совмещения». Это уровень микро, невидимый глазу. Но нам всё равно надо проверить, что элементы соответствуют чертежу и размерам. Для этого есть специальные оптические приборы.

— ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ МОЗГ»

укладе, мегаустановках и защите от глобальных угроз

Следующий уровень — нанотехнологии. Мы конструируем, например, самоорганизующийся материал из атомов и должны следить за тем, что делаем, но уже на атомарном уровне. Это можно сделать с помощью мощного рентгеновского источника — такого, как синхротрон, или нейтронного источника. Поэтому создаваемые нами мегаустановки метрологически обеспечивают создание новых материалов на атомарном уровне. Наши учёные и инженеры всегда были пионерами в разработке и создании уникальных мегаустановок мирового класса.

Что за последние годы удалось сделать в этом направлении у нас и какие планы на будущее?

Сегодня в рамках программы по мегаустановкам, запущенной указом президента России (ФНТП «Развитие синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры». — «Известия»), мы создаём систему уникальных отечественных мегаустановок по всей стране. В течение ближайших 8–10 лет у нас будет лучшая инфраструктура меганауки в мире.

Сейчас мы завершаем энергетический пуск самого мощного в мире исследовательского нейтронного реактора «ПИК» на нашей площадке в Гатчине. Создаётся новый синхротронный центр в Сибири, в г. Кольцово. Реализуется масштабный проект на Курчатовской площадке в г. Протвино, не имеющий аналогов в мире. Это принципиально новая установка «СИЛА», сочетающая возможности кольцевого синхротронного источника и рентгеновского лазера на свободных электронах.

В Курчатовском институте в Москве создаётся новый синхротрон «КИСИ-Курчатов-2». Работающий сегодня синхротрон будет модернизирован и установлен в Дальневосточном федеральном университете на острове Русский. В планах много других проектов, благодаря которым мы становимся мощнейшей державой в вопросах меганауки. Здесь мы всегда были в первых рядах.

Ещё одна важная национальная программа — это развитие генетических исследований, где Курчатовский институт также является головной научной организацией. В чём важность этой программы?

В Курчатовском институте разработана «Стратегия развития природоподобных технологий» — основа перехода к новому технологическому укладу. Это означает, что мы начинаем работать непосредственно с живой природой, фактически ставя её на службу человеку. Мы должны работать с природой на молекулярно-генетическом уровне, поэтому генетическая программа — существенная часть инструментария для формирования нового уклада.

Как я уже говорил, меганаука — это «метрологическая линейка» для того, что мы делаем, а генетика — «технологические ножницы», например, для редактирования генома. Но когда мы что-то делаем на молекулярном уровне, нам надо видеть, как это происходит, — нужна рентгеновская

и нейтронная метрологическая «линейка». Поэтому для создания природоподобных (конвергентных) технологический указом президента запущены две федеральные программы: по генетике и синхротронно-нейтронным исследованиям — «технологические ножницы» и «метрологическая линейка».

А если говорить о конкретных разработках в рамках этой программы, какие направления вы бы выделили?

За десять лет при поддержке президента и правительства мы создали новый Курчатовский институт XXI века, который занимается «живой жизнью». Его главная задача — продолжая обеспечивать безопасность страны с помощью ядерных технологий, создать систему биологической безопасности и технологической независимости в этой области.

Именно поэтому мы занимаемся медициной, генетикой и сельским хозяйством. Возьмите любые продукты питания. Например, хлеб — это хлебопекарные дрожжи, живые организмы. Кисломолочная продукция: кефир, йогурт, сметана — это живые бактерии. Сюда же можно отнести пиво, вино, сыр и многое другое. Эти организмы должны быть собственными, нами созданными и нами контролируемые.

Вторая вещь — лекарства. Все субстанции для них изготавливаются биотехнологическим путём, а это опять же промышленные микроорганизмы. Ими мы тоже занимаемся в рамках развития генетических технологий.

■ «МЫ ОБЕСПЕЧИМ СЕБЯ ТОПЛИВОМ НА ТЫСЯЧИ ЛЕТ»

Какие разработки в атомной области вы считаете перспективными?

Атомные станции были построены на некий срок, скажем, на 40 лет. Эти годы быстро

прошли. Под действием нейтронного потока корпус атомной станции охрупчивается (значительное снижение пластичности материала, что делает его хрупким. — «Известия»), становится дефектным. Значит, её надо останавливать и выводить из эксплуатации, а это огромные средства на ре-



ВОЗЬМИТЕ ЛЮБЫЕ ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ. НАПРИ-

МЕР, ХЛЕБ — ЭТО ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ ДРОЖЖИ, ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ. КИСЛОМОЛОЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ: КЕФИР, ЙОГУРТ, СМЕТАНА — ЭТО ЖИВЫЕ БАКТЕРИИ. СЮДА ЖЕ МОЖНО ОТНЕСТИ ПИВО, ВИНО, СЫР И МНОГОЕ ДРУГОЕ. ЭТИ ОРГАНИЗМЫ ДОЛЖНЫ БЫТЬ СОБСТВЕННЫМИ, НАМИ СОЗДАНЫМИ И НАМИ КОНТРОЛИРУЕМЫМИ

билитацию и захоронение радиоактивных деталей. Не так давно Курчатовский институт совместно с «Росатомом» разработал новые сплавы для корпусов АЭС, которые выдерживают радиационную нагрузку на срок до сотни лет. Представляете, какая колоссальная экономия при строительстве АЭС из этих новых сплавов.

Приведу второй пример. Существуют так называемые образцы-свидетели, которые изготовлены из того же металла, что и корпус станции, и эти образцы рас-

положены в работающей АЭС на разном расстоянии от реактора. Анализ этих облучённых образцов позволяет увидеть, какую дозу облучения корпус получит через пять, десять, двадцать лет, уточнить его состояние и определить возможность продления реального срока эксплуатации действующей станции.

Отдельно хотел привести ещё один пример, иллюстрирующий экономическую эффективность науки. Когда заканчивается эксплуатационный срок реакторного блока, АЭС останавливается, электричество не вырабатывается и начинаются, как я уже говорил, сложные и дорогостоящие работы по выводу из эксплуатации и реабилитации.

В Курчатовском институте была разработана уникальная технология «восстановительного» отжига, позволившая существенно продлить срок работы конкретного блока на Балаковской АЭС. Это дало экономический эффект в размере 161 млрд рублей. Подчеркну, что все перечисленные выше результаты получены совместно с госкорпорацией «Росатом».

Как организовано взаимодействие Курчатовского института и госкорпорации «Росатом»?

«Росатом» — это колоссальная система, транснациональная корпорация, которая сегодня строит более 70% станций по всему миру. Это те станции, основы которых были разработаны в Курчатовском институте. Сегодня мы разрабатываем и уже испытываем прототипы принципиально новых ядерных установок, отличающихся от тех, что работают сейчас.

Во многом наш национальный успех на ниве развития атомных технологий определяется высоким уровнем взаимодействия атомной науки с научно-производственным комплексом. Сегодняшняя успешная модель сотрудничества НИЦ «Курчатовский институт» и ГК «Росатом» наглядно подтверждает это.

В 2021 году Курчатовский институт подписал соглашение с «Росатомом» и стал научным руководителем программы, которую называют «Атомный проект 2.0». Какие цели у этой программы, как она призвана трансформировать отечественную атомную сферу?

«Атомный проект 1.0» — это была атомная бомба, и очевидно, что тот атомный проект дал нам не только оружие, но и мирную энергетику, атомный флот, медицину, компьютеринг и даже интернет. Сейчас мы предложили «Атомный проект 2.0», в результате которого будет создана абсолютно безопасная, «зелёная» в прямом смысле, безотходная атомная энергетика. В основе её лежит природоподобный принцип радиационно-эквивалентного захоронения.

Что это означает? Природный уран исходно обладает определённым уровнем радиоактивности. Мы «пропустили» его через реакторы, выработали энергию, часть активности ушла, но часть осталась в отработавшем ядерном топливе (ОЯТ) и других отходах, которые мы должны утилизировать.

Курчатовский институт и «Росатом» предложили новую систему замкнутого топливного цикла на основе двухкомпо-



Алексей Николаевич ГИМ Новости

нентной атомной энергетики (АЭС на тепловых электронах и «быстрые» реакторы). Реакторы на быстрых нейтронах работают на том, что частично является ОЯТ тепловых реакторов. То есть, грубо говоря, первый реактор готовит топливо для второго. В свою очередь, быстрый реактор может нарабатывать топливо для тепловых реакторов. В итоге ещё кое-что остаётся, но для этого сейчас мы конструируем жидкосолевой реактор (ЖСР) — реактор-мусорщик, который будет дожигать эти минорные актиноиды (трансурановые элементы, образующиеся при работе ядерного реактора. — «Известия»).

Следующий этап после атомной энергетики — это термоядерная. Что сейчас делается в этом направлении?

По нашей идее, ещё в 1980-е годы сформулированной академиком Евгением Велиховым, на юге Франции создаётся крупнейшая установка ITER — международный термоядерный реактор. Он называется русским словом «токамак» — тороидальная камера с магнитными катушками.

Эта установка для магнитного удержания плазмы (искусственное солнце) была придумана в 1950-х годах в Курчатковском институте. И по своей сути термоядерная энергетика является природоподобной, так как воспроизводит процессы, происходящие на солнце. А в 2021 году мы в присутствии председателя правительства Михаила Мишустина осуществили физический пуск самого современного токамака Т-15МД, который является прообразом термоядерного источника нейтронов.

Он создаётся не только для выработки энергии, как ITER, а в основном как мощный источник нейтронов. Если вы окружите такой источник некой стенкой из тория, он под воздействием нейтронов будет превращаться в топливо для АЭС. Таким образом мы обеспечим себя топливом на тысячу лет.

«Зелёный» «Атомный проект 2.0» основан на природоподобном принципе радиационно-эквивалентного захоронения. Это ещё один совместный проект Курчатковского института и «Росатома».

В феврале этого года правительство России приняло решение о расширении НИЦ: к центру присоединяются семь новых институтов. Цель — развивать передовые технологии в области микроэлектроники и новых материалов. Какие планы в этом направлении?

Перед распадом Советского Союза мы занимали почти треть мирового рынка микроэлектроники и были высокотехнологичной державой. Ещё тогда была запущена программа «Субмикрон». Это был новый этап развития электроники, когда переходили к значительно меньшим размерам элементов на чипе и считалось, что это можно сделать только с помощью рентгеновской литографии.

Главной организацией в этом направлении был головной институт Минэлектронпрома СССР — Институт физических проблем им. Ф.В. Лукина в Зеленограде. Там же одновременно с синхротроном «КИСИ-Курчатов» был построен специально под рентгеновскую литографию технологический накопительный комплекс с мощным источником синхротронного излучения.

Однако развитие твердотельной микроэлектроники пошло иным путём, и рентгеновская литография стала не нужна на этом этапе. Совместными усилиями Курчатковского института, Минпрома РФ, ИЯФ СО РАН, МИЭТа и других институтов синхротронный комплекс в Зеленограде был сохранён.

Сейчас, когда стала очевидной альтернативность рентгеновской литографии для современного этапа развития твердотельной микроэлектроники, правительством РФ было принято решение о консолидации научных институтов для организации работ на синхротронном рентгеновском источнике «ТНК Зеленоград», который стал частью Курчатковского института. В результате у нас в стране будет уникальный центр рентгеновской литографии, и мы быстро сможем перейти на новый этап развития.

«ВО МНОГОМ НАШ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УСПЕХ НА НИВЕ

РАЗВИТИЯ АТОМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ВЫСОКИМ УРОВНЕМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АТОМНОЙ НАУКИ С НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ. СЕГОДНЯШНЯЯ УСПЕШНАЯ МОДЕЛЬ СОТРУДНИЧЕСТВА НИЦ «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ» И ГК «РОСАТОМ» НАГЛЯДНО ПОДТВЕРЖДАЕТ ЭТО

А что касается новых материалов, какие здесь планы?

В Курчатковском институте сосредоточен, я думаю, крупнейший в мире материаловедческий потенциал. Всё, что плавает под водой на разных глубинах и над водой, военное, гражданское — всё сделано из металла, который создан нашим подразделением ЦНИИ КМ «Прометей» в Санкт-Петербурге.

Плюс все платформы для добычи углеводородов на шельфе, трубопроводы, хладостойкие стали, из которых сделаны корпуса ледоколов, — всё это делают в НИЦ «Курчатовский институт» — «Прометей».

Это «водная» материаловедческая часть. А вторая — «воздушная» — материалы для всего, что летает, у знаменитого Института авиационных материалов

(ВИАМ, тоже часть Курчатковского института). Здесь создают сверхтвёрдые, жаропрочные и композитные материалы не только для авиации, но и для атомной энергетики.

«ЯДЕРНЫЙ ЗОНТИК ВЕТШАЕТ. НА ПЕРВЫЙ ПЛАН ВЫХОДЯТ ВОПРОСЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ»

Вы не так давно выступали на Совете по науке и образованию при президенте и говорили о важности восстановления системы научного руководства. Что эта система даст стране?

Я глубоко убеждён, что мы были успешны в атомном и космических проектах по главной причине — был институт научного руководства, поддержанный на государственном уровне. После распада СССР у нас осталось очень много учёных, но советская система превращения знаний в продукт исчезла, а новой не появилось. Зато возникла масса структур западного толка: венчурные проекты, «Роснано», «Сколково», фонды, которые этим стали заниматься. И в результате появилось большое количество квалифицированных управленцев, а влияние науки ослабло.

Поэтому крайне важно сейчас, когда всё подготовлено, чтобы запустить рынок высокотехнологичной продукции, восстановить баланс между управлением и наукой. Он заключается в восстановлении института научного руководства, закреплённого в государственных документах.

Заказ на научное исследование и разработки должно формировать государство. В этом смысле крайне важно поднять роль Академии наук, которая должна проводить научную экспертизу, но не того, на что раздали деньги ведомства, а того, на что их надо давать исходя из условий и приоритетов, сформированных государством.

Также РАН должна заниматься прогнозной деятельностью, говорить о том, куда идёт мир, какова логика развития науки и на что надо давать деньги, чтобы не отстать.

В этих условиях очень важным становится вопрос повышения статуса учёного. С чего, на ваш взгляд, следует начинать?

Нужно понимать, что сегодня без науки, без синхротрона, вы не сделаете

лекарства, не получите ни одного материала. Конечно, проще учиться на гуманитарные специальности — юристов, экономистов, чем в Бауманке или в Политехе учить сопромат или на физическом факультете изучать сложную физику, математику. Люди предпочитают идти по лёгкому пути, превращаясь потом в простых потребителей.

Мы должны осознавать, что этот «чуждый» мир, навязанный американцами, очень привлекательный, но он заканчивается в одну минуту. Если вы не умеете ничего производить, то у вас нет никаких перспектив, альтернативы. Наш президент, всё это понимая, вёл страну к тому, чтобы она восстановилась после разрухи 1990-х.

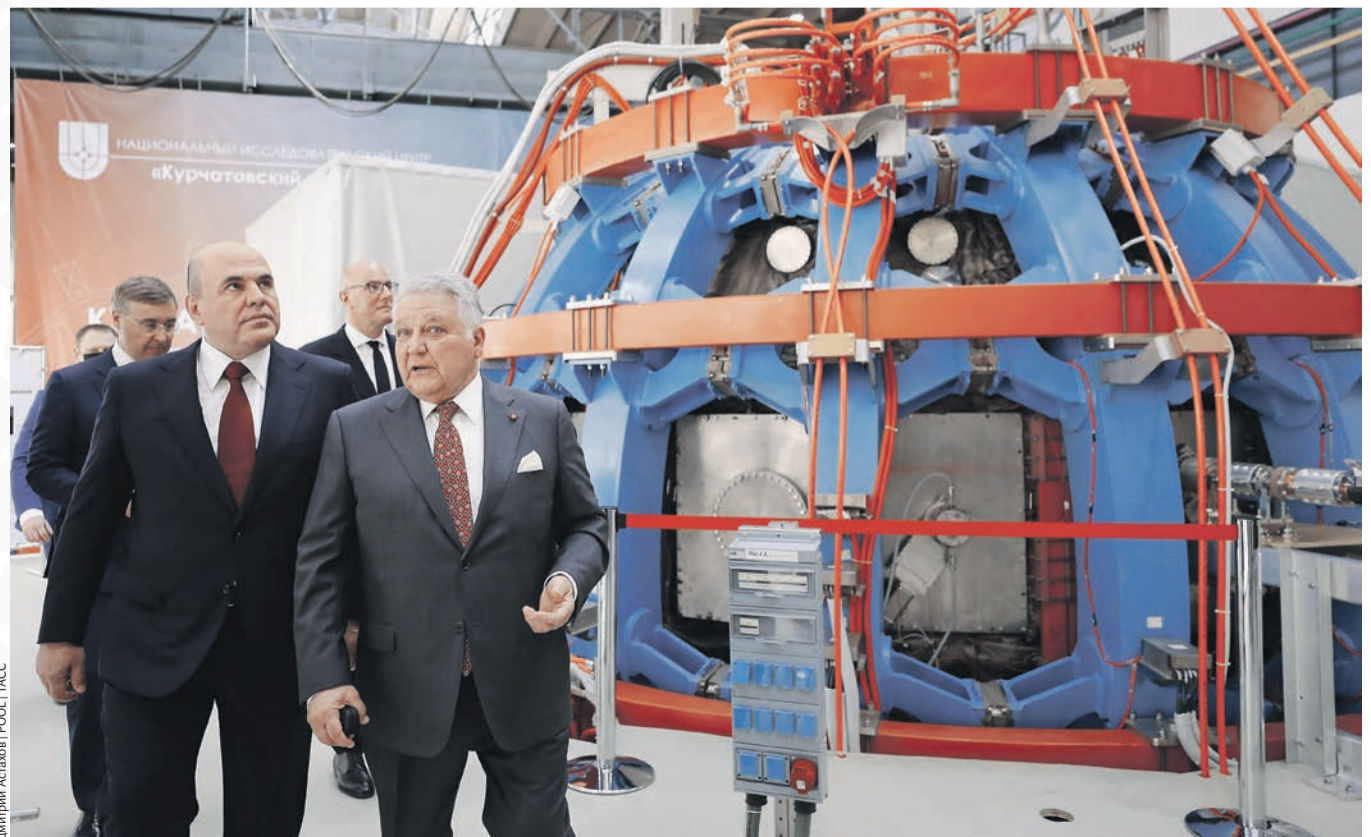
В рамках этого восстановления происходит модернизация, так как крайне важно сегодня не копировать, а идти своим путём. Мы живём в таком мире, когда всё самим делать невозможно, это и не нужно, но мы должны точно знать критические вещи, которые обеспечат национальную безопасность, технологическую независимость — мы должны быть абсолютно уверенными.

Какой вы видите роль Курчатковского института в достижении этого суверенитета?

Наши отцы-основатели — трижды Герои Социалистического Труда академики Курчатов и Александров, создавая этот центр науки, решили главную проблему. Ведь американцы, не задумываясь, нанесли бы ядерные удары по нашим городам, как это и было ими запланировано и как они сделали в Хиросиме и Нагасаки в августе 1945 года. Всё бы закончилось, если бы мы не создали в 1949-м свою бомбу.

Ядерное оружие — не оружие применения, а сдерживания и устрашения. Только безумец захочет его применить. Но мы должны отчётливо понимать, что идёт передел мира и наш «ядерный зонтик» крайне важен для нашего суверенитета в этих условиях.

Но сегодня всё большую значимость приобретают вопросы биологической безопасности. История с коронавирусом, биологические лаборатории на территории Украины и стран СНГ — всё это очень показательно. Поэтому биобезопасность становится главным вызовом сегодняшнего дня, как 80 лет назад был ядерный вызов. И мы вновь готовы на него достойно ответить.



Дмитрий Астахов | РОО | ТАСС

«Курчатовцев отличают научная смелость и ответственность»

Директор НИЦ «Курчатовский институт» Марат Камболов — о роли исследовательского центра в истории страны и его месте в современной науке

Денис Гриценко

Создание атомного оружия, обеспечение ядерный паритет, первые атомная подводная лодка и ледокол, освоение космоса и микроэлектроника — история Курчатовского института неразрывно связана с важнейшими этапами развития страны. Основные направления работы исследовательского центра сегодня — природоподобные технологии, ядерная медицина, генетика и другие — будут формировать его завтрашний день. О прошлом, настоящем и будущем Курчатовского института «Известия» поговорили с его директором Маратом Камболовым.

Вы помните, когда впервые услышали про Курчатовский институт? Какой образ института у вас тогда сложился? Как он изменился, когда вы начали здесь работать?

В моём советском детстве школьники интересовались историей, помнили фамилии героев Великой Отечественной войны и понимали цену Победы. В Северной Осетии, где я родился и вырос, с самого раннего возраста ребёнку прививают правильное отношение к Родине. Для нас это не просто патриотизм, это часть национального культурного кода. Причём делается это максимально естественно — и в семье через рассказы бабушек и дедушек, и в школе.

Помню, как на уроке истории меня зацепил рассказ учителя про великого Курчатова, благодаря которому «учёные сохранили страну». Я тогда ещё не мог осознать смысл: всё-таки в мальчишеском понимании спасают всегда солдаты, офицеры. Но фамилия Курчатов отпечаталась в моём сознании как образ героя.

Спустя годы, подробнее узнав историю Лаборатории № 2 (ныне — НИЦ «Курчатовский институт»), я до конца понял смысл этой фразы. Ведь чтобы противостоять ядерной угрозе, нужно было работать на опережение. Нашим великим основателям — Игорю Курчатову и Анатолию Александрову удалось не просто создать ядерный щит страны, но обеспечить и безопасность, и сам факт жизни будущих поколений. Уверен, что масштаб и величие их личностей мы до сих пор не осознаём в полной мере. И нам надо максимально перенимать их отношение к работе, любовь к науке, умение достигать цели.

Когда я начал работать в Министерстве науки и образования, сразу же услышал о Курчатовском институте — его междисциплинарности, прорывных исследованиях во многих направлениях. А в мой самый первый визит в институт я смог своими глазами увидеть, какой это уникальный научный центр, в котором сочетаются легендарная история и будущее науки.

Лозунг юбилея центра — «80 лет для страны и мира». А какой период истории ин-



Пресс-служба НИЦ «Курчатовский институт»

ститута из этих 80 лет вам кажется наиболее значимым?

Безусловно, важнейшими для страны, мира и нашего института были годы с 1943-го по 1953-й. В это время действительно решалась судьба миллионов человек, определялся миропорядок на ближайшие десятилетия. Именно Курчатовский институт сыграл судьбоносную роль в создании ядерного паритета.

При этом величие и уникальность Курчатовского института заключаются как раз в том, что он всегда отвечал вызовам времени и работал на усиление нашей страны. В послевоенные годы под научным руководством института были созданы первая советская атомная подводная лодка «Ленинский комсомол» и первый в мире атомный ледокол «Ленин».

В 60-е годы прошлого столетия — эру покорения космоса — курчатовцы научились применять атомную энергию в космических технологиях и летательных аппаратах. В 70-е они создали новые технологии в области микроэлектроники и получили результаты мирового значения! Даже в суровые для страны 90-е в Курчатовском не остановился прогресс — здесь зарождались основы российского интернета, компьютерные и информационные технологии, был создан Центр синхротронного излучения.

Сегодня Курчатовский институт снова первый в мире — например, по развитию природоподобных технологий — благодаря президенту НИЦ Михаилу Ковальчуку. Также мы проводим исследования в области ядерной медицины, генетики, термоядерных, плазменных, атомных технологий, многие из которых не имеют аналогов в мире. Эту высокую планку мы держим и будем держать.

Говорят, история циклична: в 1940-е наш институт был на переднем крае обеспечения суверенитета и безопасности страны. Сегодня перед нами снова стоят

масштабные вызовы — президент России Владимир Путин обозначил научные приоритеты и важность обеспечения технологического суверенитета страны. И Курчатовский институт, так же как и 80 лет назад, стоит на страже национальных интересов государства.

У Курчатовского института обширная география: подразделения, партнёры и проекты по всей России. С какими регионами отношения сейчас развиваются наиболее активно?

Уникальный научный базис и исследовательские возможности Курчатовского института очень востребованы как в нашей стране, так и за её пределами.

К нам поступают запросы о партнёрстве и научном руководстве от многих научных и образовательных организаций. Мы тесно сотрудничаем с Калининградской, Московской, Ленинградской, Калужской, Псковской, Белгородской областями, Приморским и Краснодарским краями.

Отдельно отмечу нашу тесную и результативную работу с Республикой Крым и Севастополем: здесь находится мемориальная дача Игоря Курчатова, проводятся тематические смены в «Артеке», работают «Курчатовские классы».

Кстати, образовательный блок у нас сейчас активно развивается — как географически, так и по форматам работы со школьниками и студентами.

Планируем усиление научно-образовательного потенциала Северо-Кавказского федерального округа. Также нельзя не отметить большой интерес и нацеленность на сотрудничество со стороны наших друзей из стран СНГ.

В целом на будущее много планов и идей. Уверен, только совместными усилиями можно решить те глобальные задачи, которые стоят сегодня перед всем научным сообществом.

И отмечу, что даже в условиях беспрецедентного давления на нашу страну зарубежные коллеги сократили, но не прекратили с нами сотрудничество.

Курчатовский институт оказывает помощь научным центрам ДНР. Какие планы есть в этом направлении? Есть ли проекты сотрудничества с образовательными и научными организациями в других новых регионах?

Действительно, мы активно сотрудничаем и помогаем нашим гражданам из новых регионов. Особенно приятно, что эта работа ведётся по инициативе самих учёных. Наши молодые сотрудники-курчатовцы проявили инициативу, мы их всесторонне поддержали. Это был искренний, сердечный порыв — помочь нашим людям, которым сейчас непросто.

Сначала решено было собрать гуманитарную помощь и передать самое необходимое — продукты, вещи, бытовые и гигиенические принадлежности, генераторы для обогрева. После наши ребята поехали сами на передовую и передали всё из рук в руки.

Следующее направление — сотрудничество с научно-образовательными организациями новых регионов. Здесь мы стараемся помочь научным оборудованием, реактивами, участием в восстановлении инфраструктуры. Например, тесно работаем и поддерживаем Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина, Донецкий национальный технический университет, Институт проблем искусственного интеллекта.

Недавно 30 вузов и 11 научных организаций ДНР и ЛНР, Запорожской и Херсонской областей были приняты в федеральную собственность и официально закреплены за российскими ведомствами и министерствами. Мы будем рады сотрудничеству и совместным научным проектам с коллегами на благо российской науки!

В Курчатовском институте работает много молодёжи. Чему бы в первую очередь вы посоветовали им учиться у основателей института?

Да, это правда, Курчатовский институт сегодня — это научный центр мирового уровня с сильнейшей исследовательской школой и огромным научным потенциалом. Сегодня в нашей большой курчатовской семье более половины учёных в возрасте до 40 лет (в том числе студенты, аспиранты и младшие научные сотрудники). Каждый из них — состоявшаяся личность, специалист в своей области. Отличают семью курчатовцев, пожалуй, научная смелость и умение брать на себя ответственность. А ещё быть курчатовцем — это значит любить свою страну и работать во имя мира.

Хорошая реакция

Как продлить срок службы АЭС вдвое

Денис Гриценко

Учёные Курчатовского института на протяжении многих десятилетий ведут постоянную работу по исследованию материалов, используемых в атомных реакторах. Их исследования позволяют увеличить надёжность и срок службы этих установок.

Как рассказал руководитель отделения реакторных материалов и технологий Курчатовского комплекса НБИКС-природоподобных технологий Борис Гурович, первая «горячая» материаловедческая лаборатория была создана ещё при Игоре Курчатове в 1951 году и по-прежнему остаётся основой ныне существующего отделения.

■ СЛУЖИТЬ ДОЛЬШЕ

Как подчеркнул Борис Гурович, одна из наиболее важных задач — продление срока безопасной эксплуатации реакторов. Так как реакторы АЭС очень сложные, дорогостоящие установки, возврат капитальных затрат при их строительстве происходит примерно за 20 лет эксплуатации. Поэтому и экономическая целесообразность требует обеспечения безопасного срока их службы более 50–60 лет. К этому стремятся все страны, занимающиеся строительством и эксплуатацией АЭС.

«**УЧЁНЫЕ РАЗРАБОТАЛИ ДАННУЮ ТЕХНОЛОГИЮ ДЛЯ РЕАКТОРОВ ВВЭР-440 И ВВЭР-1000. ПЕРВИЧНЫЕ ОТЖИГИ ОБЕСПЕЧИЛИ ПРОДЛЕНИЕ ИХ РЕСУРСА С 30 ДО 45 ЛЕТ, А ПОВТОРНЫЕ — ДО 60 ЛЕТ**»

В Курчатовском институте вместе с организациями «Росатома» ведутся разработки новых перспективных типов реакторов и реакторных материалов. Для обеспечения безусловной ядерной безопасности и надёжности они требуют длительных, разносторонних испытаний в несколько этапов. Поэтому изменения в этой высокотехнологичной области несут скорее эволюционный, а не революционный характер.

Конечно, при выборе и совершенствовании существующих материалов учитываются накопленный опыт эксплуатации действующих реакторов и современный уровень понимания природы радиационной стойкости материалов.

Например, совсем недавно в институте провели тестирование модернизированной высоконикелевой стали, созданной для реактора ВВЭР-СКД (этот разрабатываемый проект по своим характеристикам будет существенно превосхо-

дить действующие модели). Испытания подтвердили: по всем ключевым параметрам новый сплав соответствует требованиям для будущего реактора.

■ БЫТЬ КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫМ

Курчатовский институт является пионером в области разработки восстановительных отжигов для корпусов реакторов. Эта технология позволяет восстановить структуру и свойства материалов и продлить срок безопасной эксплуатации.

— Кроме нас на станциях этого фактически никто в мире не делал, — подчеркнул Борис Гурович.

Учёные разработали данную технологию для реакторов ВВЭР-440 и ВВЭР-1000 (из-за особенностей составов материалов этих реакторов режимы их восстановления различны). Первичные отжиги (проведены для 16 корпусов ВВЭР-440) обеспечили продление их ресурса с 30 до 45 лет, а повторные (проведены для трёх корпусов реакторов) — до 60 лет.

Восстановительные отжиги реакторов ВВЭР-440 российского производства были успешно проведены и за рубежом (например, в Финляндии и Германии).

— Следовательно, они полностью соответствовали требованиям по безопасности, которые предъявляются МАГАТЭ и обязательны для всех стран, — подчеркнул Борис Гурович.

Точно оценить экономический эффект от проведения восстановительных отжигов сложно, но для российских энергоблоков ВВЭР-440 речь идёт о сотнях миллиардов рублей.

Аналогичная задача встала при эксплуатации реактора следующего поколения — ВВЭР-1000 на 1-м блоке Балаковской АЭС. Здесь восстановительный отжиг был проведён в конце 2018 года. В результате срок безопасной эксплуатации реактора был увеличен более чем на 23 года.

Закон получения энергии

Каким путём будет развиваться атомная отрасль в РФ

Мария Недюк

НИЦ «Курчатовский институт» реализует концепцию «Атомного проекта 2.0», призванного сделать этот вид генерации энергии природоподобным, а значит, максимально экологичным. Учёные ведут эксперименты в области управляемого термоядерного синтеза, работают над продлением жизненного цикла работы АЭС, разрабатывают новые типы реакторов, повышают безопасность и экологичность добычи энергии.

■ КОЛЫБЕЛЬ ДЛЯ АТОМА

Курчатовский институт, в котором родилась атомная отрасль страны, сегодня по-прежнему научный руководитель её развития. Он является головной научной организацией национальной программы «Развитие техники, технологий и научных исследований в области использования атомной энергии» и совместно с госкорпорацией «Росатом» создаёт отечественную атомную отрасль XXI века.

— Мы сопровождаем сооружение и эксплуатацию всех АЭС, являемся научными руководителями разработки и создания практически всех реакторных установок, в том числе ледокольных, — рассказал вице-президент Курчатовского института Олег Нарайкин. — Но главное — мы занимаемся формированием перспектив,

определением направлений развития атомной отрасли во всех её компонентах.

■ «ЗЕЛЁНЫЙ» ЦИКЛ

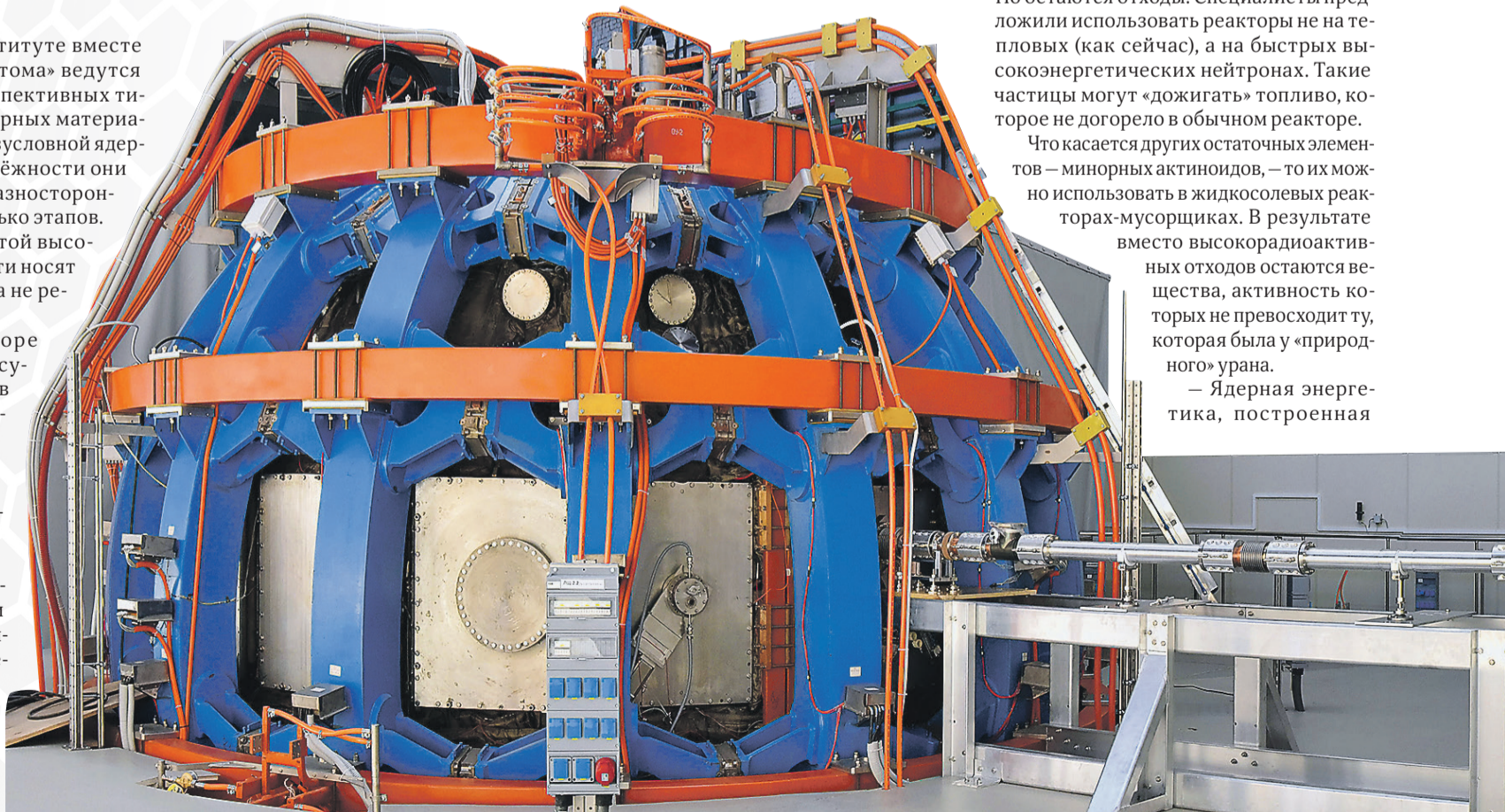
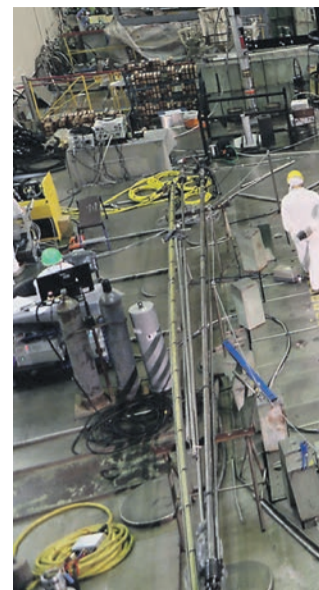
Одно из приоритетных направлений работы Курчатовского института — реализация «Атомного проекта 2.0». Цель — решение проблемы энергообеспечения без вреда для экологии.

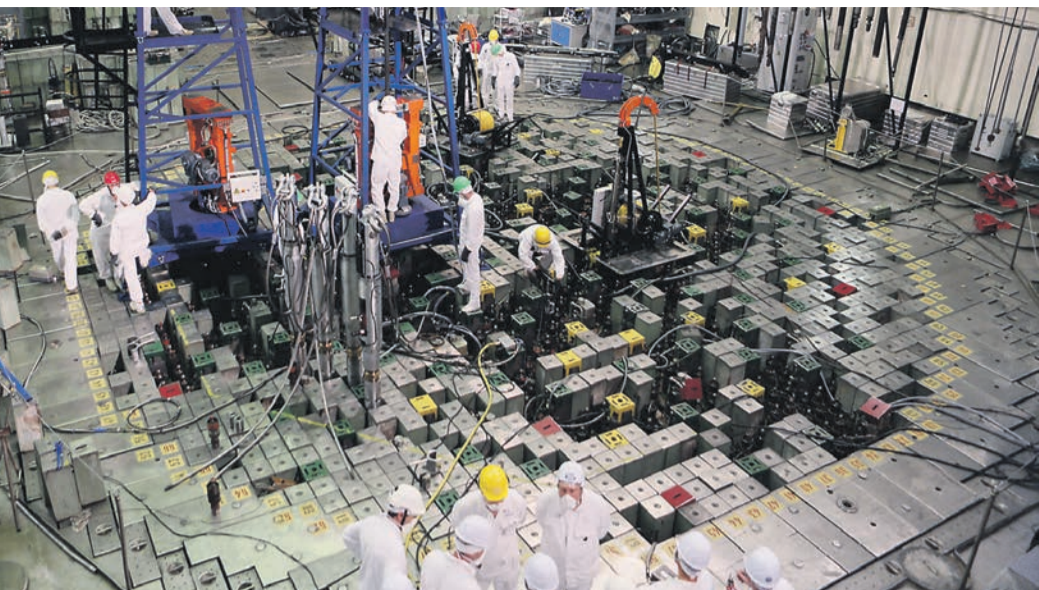
Сегодня даже те способы добычи энергии, которые традиционно называются «зелёными» (гидроэнергетика, солнечная энергия и т.д.), на разных этапах связаны с выбросами в атмосферу CO² — например, в процессе переработки сырья и производства батарей. Также крайне трудоёмкой и сложной является утилизация отработавших солнечных батарей, лопастей ветрогенераторов. Самый экологичный вариант энергогенерации — как раз атомная, так как она не сопровождается сжиганием кислорода.

— Мы предложили концепцию «Атомного проекта 2.0», основанного на так называемом принципе радиационно-эквивалентного захоронения, — объяснил Олег Нарайкин. — В природе существует замкнутый самоорганизованный цикл использования всего, что в ней есть. Вы берёте сырьё, например уран, активности которого недостаточно для того, чтобы работал ядерный реактор, поэтому вы обогащаете его и используете. Но остаются отходы. Специалисты предложили использовать реакторы не на тепловых (как сейчас), а на быстрых высокоэнергетических нейтронах. Такие частицы могут «дожигать» топливо, которое не догорело в обычном реакторе.

Что касается других остаточных элементов — минорных актиноидов, — то их можно использовать в жидкосолевых реакторах-мусорщиках. В результате вместо высокорadioактивных отходов остаются вещества, активность которых не превосходит ту, которая была у «природного» урана.

— Ядерная энергетика, построенная





Пресс-служба НИЦ «Курчатовский институт»

на принципе радиационно-эквивалентного захоронения, станет по своей сути первым природоподобным энергетическим комплексом, способным обеспечить устойчивое развитие в долгосрочной перспективе, — убежден президент НИЦ Михаил Ковальчук.

■ СОЛНЦЕ НА ЗЕМЛЕ

Ещё одно важное направление, в котором работают учёные-курчатовцы, — термоядерная энергетика.

В 1950-е годы именно в Курчатовском институте был создан первый в мире прототип термоядерного реактора. Здесь же появилась и аббревиатура установки: токамак (тороидальная камера с магнитными катушками). Это установка, которая использует мощное магнитное поле для удержания плазмы, осуществляя производство управляемой энергии термоядерного синтеза — УТС. Соответственно, смысл создания термоядерного реактора в том, чтобы энергия, которую он будет вырабатывать, была бы не меньше той, которую к нему подвели, чтобы запустить процесс УТС. Сегодня «токамак» — международный научный термин, а установки такого типа строят по всему миру.

Подчинить энергию термоядерного синтеза — давняя сверхцель мирового научного сообщества. По сути, речь идёт о том, чтобы научиться технологически воспроизводить процессы синтеза лёгких ядер изотопов водорода (дейтерий и тритий) с выделением огромного количества энергии, как это происходит на Солнце.

Из направления УТС уже развились такие важные прикладные технологии, как сверхпроводимость, плазменные технологии, очень востребованные в медицине, в космонавтике. В 1992 году было принято решение учредить международный проект ITER и в рамках четырёхстороннего межправительственного соглашения между ЕС, Россией, США и Японией строить большой экспериментальный термоядерный реактор, расположен-

ный на юге Франции. Инициатором этого мегапроекта стал академик Евгений Велихов, возглавлявший тогда Курчатовский институт (сейчас — почётный президент центра). Россия остаётся одним из основных и незаменимых участников ITER.

В мае 2021 года Курчатовский институт выполнил физический запуск (включение на минимальной мощности для проверки работоспособности всех систем) глубоко модернизированного гибридного термоядерного реактора Т-15МД. В этом году будет сделан следующий шаг — энергетический пуск. Это означает, что уровень производства энергии поэтапно приведут в соответствие с номинальной мощностью установки и проверят разные режимы её работы. После чего можно будет приступить непосредственно к экспериментам.

Т-15МД предназначена для проведения исследований и отработки перспективных технологий, которые затем могут быть использованы и в международных проектах, в том числе ITER, и в отечественных, — прокомментировал Олег Нарайкин.

Например, в рамках «Атомного проекта 2.0» на этом курчатовском токамаке будет отработана идея использования термоядерной реакции для дополнительного получения топлива. Для этого стенку установки предлагается окружить торием, который под воздействием нейтронов будет обогащаться и превращаться в другой изотоп, пригодный в качестве ядерного топлива. Так у человека может появиться ещё один источник энергии.



Пресс-служба НИЦ «Курчатовский институт»

В формате мини

Атомные станции малой мощности дадут энергию Арктике

Денис Гриценко

Учёные и инженеры Курчатовского института разрабатывают атомные станции малой мощности, которые предназначены для обеспечения энергией самых удалённых регионов России и мира. Туда невозможно протянуть централизованные энергетические сети, а один небольшой реактор способен вырабатывать электричество и тепло без подвоза топлива на протяжении 10–20 лет. Первая такая станция — «Академик Ломоносов» — уже введена в эксплуатацию и даёт энергию Чукотскому автономному округу. Учёные продолжают работу по созданию более совершенных установок.

■ УТОЛИТЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ГОЛОД

— Основная задача малых атомных станций — обеспечение теплом и электричеством объектов в труднодоступных районах там, где ощущается энергетический голод, — рассказал руководитель Курчатовского комплекса ядерных транспортных энергетических технологий НИЦ «Курчатовский институт» Василий Устинов.

Интерес к АСММ (атомные станции малой мощности) в России в последнее время заметно вырос, так как началось более активное освоение Арктики, Дальнего Востока и Сибири. Эти обширные территории не охвачены централизованными энергетическими сетями.

В 2013 году президент РФ утвердил Стратегию развития российской Арктической зоны. В ней сформулированы приоритеты: комплексное социально-экономическое развитие территорий, их экологическая и военная безопасность и др. Эти задачи наиболее эффективно можно решить с помощью АСММ. Такие установки энергоёмки и компактны: сегодня есть проекты, которые могут 10–20 лет работать без доставки нового топлива. С точки зрения экологии иметь в Арктике атомную станцию гораздо лучше, чем возить туда дизельное топливо в бочках, а потом их выбрасывать. К тому же при работе реактора нет выхлопных газов и золы. Кроме того, малые станции (в отличие от крупных АЭС) могут производить не только электричество, но одновременно и тепло. Существуют и другие, более специфические возможности АСММ. Например, опреснение морской воды. Подобные проекты рассматриваются для южных регионов.

Потребность в автономных источниках энергии малой мощности есть не только в России, но и за рубежом. Россия работает по этому вопросу с МАГАТЭ, и уже более 30 стран — членов этой организации заявили о своём интересе к нашим АСММ.

■ ПРЕКРАСНАЯ «ЕЛЕНА»

Первой действующей АСММ стала плавучая атомная теплоэлектростанция «Академик Ломоносов», введённая в эксплуатацию в 2020 году. Два её реактора могут вырабатывать до 60 мегаватт (МВт) электричества. Сейчас «Академик Ломоносов» пришвартован и производит энергию в городе Певеке в Чукотском автономном округе. Это станет заменой расположенной там Билибинской атомной станции, срок эксплуатации которой приближается к концу.

В работе находятся ещё три проекта АСММ. Во-первых, это наземная станция на базе реакторной установки для универсальных ледоколов «Ритм-200». На её основе также проектируются модернизированные плавучие энергоблоки. Четыре таких блока будут разработаны в ближайшее время для энергообеспечения Баимского месторождения. Курчатовский институт как научный руководитель также разрабатывает совместно с АО «НИКИЭТ» атомную энергоустановку «Шельф» мощностью около 10 МВт. Но ещё более интересен проект АСММ «Елена» электрической мощностью порядка 1 МВт, где для выработки электричества, в отличие от АЭС, применяются не турбогенераторы, а термоэлектрические преобразователи. В этом инновационном проекте Курчатовский институт является и головным разработчиком, и научным руководителем.

Проекты эти разной мощности и отличаются по конструкции. Например, самое простое устройство у «Елены» — её прототип работает в Курчатовском институте уже много лет. В ней применяется безмашинный принцип преобразования энергии, то есть установка работает без парогенераторов, турбин, конденсаторов и большого количества клапанов. За счёт этого «Елена» компактна, её можно подготовить к работе прямо на заводе, а для эксплуатации не нужно участия персонала управления. Эта АСММ — как батарейка: её нужно только произвести, доставить на место и установить. «Елену» планируют использовать в наземном, а не в плавучем варианте. Первая станция такого типа может появиться в России уже через несколько лет.

Пресс-служба АО «Концерн Росэнергоатом» | РИА Новости



«Прорывы в современной науке невозможны без установок мегасайенс»

Вице-президент НИЦ Курчатовский институт Александр Благов — о том, что умеют мегаустановки и какие задачи можно решать с их помощью

Денис Гриценко

Установки мегасайенс — это сверхмощные, дорогостоящие научные комплексы, которые позволяют проводить уникальные исследования и выполнять эксперименты высочайшей степени сложности. Исследовательская инфраструктура такого класса создаётся и используется только в странах с очень высоким уровнем научно-технологического развития. В России работает целый ряд мегаустановок, а в ближайшее время их станет ещё больше. В рамках национального проекта «Наука и университеты» принята Федеральная научно-техническая программа (ФНТП) развития синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры на 2019–2027 годы. Головной научной организацией программы — НИЦ «Курчатовский институт». О значимости этой программы и перспективах развития российской меганауки «Известия» поговорили с вице-президентом центра Александром Благовым.

Почему для современной науки так важны установки мегасайенс, в чём их значение?

Прорывы в современной науке невозможны без установок мегасайенс. Это необходимо для развития науки и современных технологий в очень многих сферах.

Благодаря этим установкам мы можем изучать объекты (и неорганические, и живые — например, вирусы) на уровне атомов: детальнее понимать, как формируется структура вещества, какие химические и биохимические реакции в нём происходят и т.д. Такие знания необходимы для развития практически во всех областях науки: от химии и материаловедения до биологии, фармакологии и медицины.

Например, полученные данные позволяют разрабатывать перспективные методы диагностики и лечения болезней, создавать новейшие типы лекарств, развивать промышленные технологии, синтезировать новые материалы с уникальными свойствами для нанoeлектроники, нейроморфных и природоподобных систем и многое другое.

На современных источниках синхротронного излучения (СИ) исследуют широчайший спектр объектов на качественно новом уровне. Например, визуализация атомной структуры вещества традиционно требует достаточно крупных образцов. Но возможности источников СИ четвёртого поколения позволяют перейти к трёхмерной визуализации атомной структуры неупорядоченных объектов практически любых размеров: микронных, субмикронных, нанометровых. А рентгеновские лазеры на свободных электронах открывают совершенно новую область времен-

ных масштабов и позволяют изучать динамику различных систем со сверхвысоким (фемтосекундным) разрешением по времени. То есть на таких установках мы можем, по сути, наблюдать, какие процессы происходят в природе.

Почему для развития мегаустановок понадобилась специализированная ФНТП? В чём главная миссия этой программы?

Её цель — сформировать единую научную среду с распределением исследовательских задач с учётом специфики региона, научного сектора и индустрии.

Разработка источника СИ четвёртого поколения, как и вся ФНТП, была инициирована президентом НИЦ «Курчатовский институт» Михаилом Ковальчуком. Работы по созданию такого синхротрона ведутся в Курчатовском институте с 2011 года, а в 2018 году мы представили концепцию распределённой сетевой структуры научных центров на базе источников СИ и исследовательских реакторов.

Создание сети мегаустановок — сложнейшая, комплексная, крайне дорогостоящая задача. При этом установкам мало просто построить и запустить — их работу необходимо встроить в научную жизнь страны в целом, использовать в проектах, наиболее значимых для развития науки и технологий.

Включённые в ФНТП установки — важнейшие компоненты нового научного ландшафта России, центры притяжения ведущих учёных и талантливой молодёжи. Реализация программы обеспечит исследовательские потребности научных и научно-производственных организаций России на десятки лет вперёд.

В чём заключается роль Курчатовского института как головной научной организации программы?

Головная научная организация — научный руководитель, координатор всего проекта, носитель уникальных знаний и компетенций, интегратор идей и решений.

В рамках программы Курчатовский институт также разрабатывает исследовательские программы с учётом задач реального сектора экономики, занимается экспертизой проектов и достигнутых научных результатов.

Кроме того, наш центр координирует международную деятельность. За последние два десятилетия российский сегмент стал неотъемлемой частью международной исследовательской инфраструктуры. А новые проекты класса мегасайенс станут основой для расширения международного сотрудничества — в первую очередь со странами СНГ и БРИКС.



Все по СИЛАм

В подмосковном городе Протвино на базе Института физики высоких энергий им. А.А. Логунова (входит в состав НИЦ «Курчатовский институт») строится установка «СИЛА» (Синхротрон — Лазер), которая станет флагманским проектом ФНТП. Уникальность проекта — в объединении источника СИ четвёртого поколения и рентгеновского лазера на свободных электронах в единый ускорительно-накопительный комплекс с общей исследовательской инфраструктурой.

В экспериментальном зале источника «СИЛА» разместится несколько десятков исследовательских станций и лабораторий. Мегаустановка будет многопользовательской и междисциплинарной: здесь будут проводиться исследования по широкому спектру направлений — физике, химии, кристаллографии, материаловедению, биологии и медицине.

Ввести установку в эксплуатацию планируется в 2033 году.

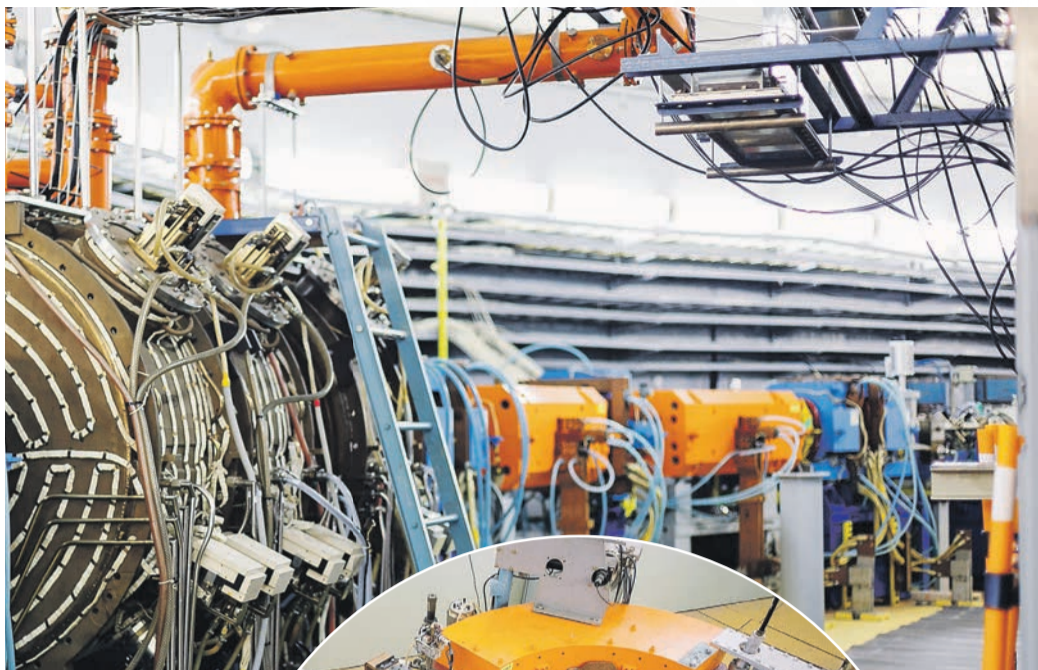
Приморский РИФ

Летом 2022 года началась работа по созданию установки класса мегасайенс «Российский источник фотонов» (РИФ) на острове Русский в Приморье. Заказчик строительства — НИЦ «Курчатовский институт». РИФ будет состоять из ускорительно-накопительного комплекса и десяти экспериментальных станций.

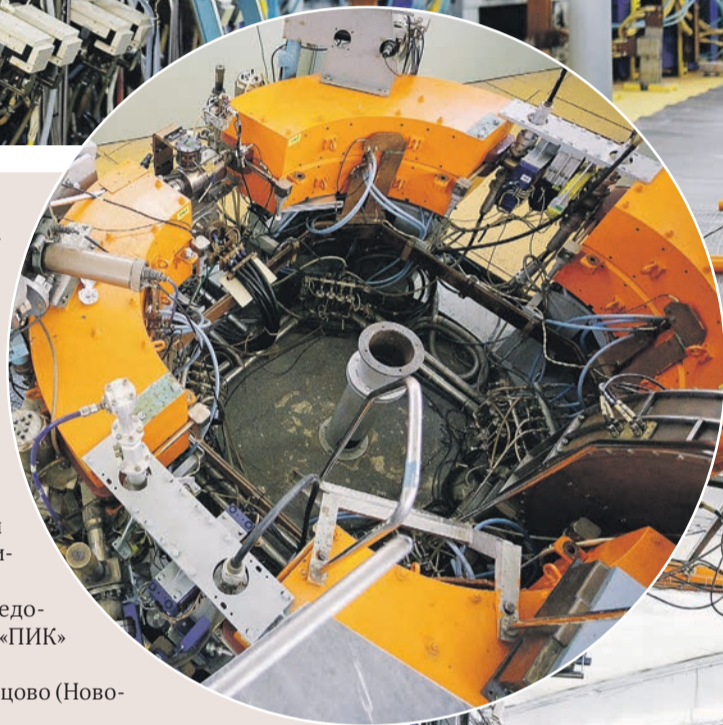
Тематика работ РИФа будет учитывать специфику Дальнего Востока. Значительный акцент предполагается сделать на изучении биоресурсов региона (в первую очередь морских), а также разработку биотехнологий.



Алексей Майшев / Известия



Пресс-служба НИЦ «Курчатовский институт»



Пресс-служба НИЦ «Курчатовский институт»

Как решается вопрос кадрового обеспечения создающейся системы установок мегасайенс?

Подготовка высококвалифицированных научных и инженерных кадров — ключевая задача для успешной реализации всей программы. Нам нужны как узкоспециализированные специалисты и инженеры (для разработки и обслуживания ускорителей и экспериментальных станций), так и междисциплинарные.

Для этого в 2018 году мы создали Ассоциацию пользователей мегаустановок: 19 организаций высшего образования, в том числе ведущие федеральные университеты. В сотрудничестве с вузами мы готовим программы целевой подготовки профильных специалистов. При этом обеспечиваем непрерывность такой подготовки: от обучения к стажировке, а затем — в реальную работу, ведь получение знаний связано с конкретными научными и инженерными задачами.

Кроме того, в этих программах мы учитываем конкретный кадровый заказ по определённым специальностям — готовые рабочие места в горизонте десятилетий. Возможность участвовать в разработке крупнейших установок, решать амбициозные научные и технические задачи — важнейший фактор привлечения талантливой молодёжи.

Справка «Известий»

ФНТП развития синхротронных и нейтронных исследований предполагает создание распределённой сети научных центров синхротронных и нейтронных исследований.

В том числе целый ряд установок, которые создаются на площадках НИЦ «Курчатовский институт» и при непосредственном участии его специалистов:

- уникальный источник синхротронного излучения четвёртого поколения с лазером на свободных электронах «СИЛА» в г. Протвино (Московская область);
- Международный центр нейтронных исследований на базе высокопоточного реактора «ПИК» в г. Гатчина (Ленинградская область);
- источник СИ поколения 4+ «СКИФ» в г. Кольцово (Новосибирская область);
- синхротрон «РИФ» на о. Русский (Приморский край).

Будет проведена глубокая модернизация источника «КИСИ-Курчатов» в Москве (сегодня это единственный в России действующий специализированный источник синхротронного излучения).

Запланирован пилотный проект на базе протонного ускорителя У-70 — создание источника нейтронов для структурных исследований «ОМЕГА» в г. Протвино.

Предусмотрено создание типового центра ядерной медицины, включающего:

- клинические комплексы протонной и ионной углеродной лучевой терапии на базе синхротронов в Москве и в г. Протвино;
- онкооптимальный комплекс на базе циклотрона в Гатчине;
- комплекс для производства радиоизотопов и радиофармпрепаратов в Москве и Гатчине.

На ПИКе науки

8 февраля 2021 года — в День российской науки — в НИЦ «Курчатовский институт» — ПИЯФ в Гатчине осуществили второй этап энергетического пуска реактора ПИК. В церемонии запуска самого мощного в мире исследовательского реактора, генерирующего потоки нейтронов, принимал участие президент РФ Владимир Путин.

Уникальные свойства нейтронного излучения делают его универсальным методом для междисциплинарных исследований: в ядерной физике, биологии, материаловедении, медицине, изучении археологических артефактов и др.

Исследования, которые проводятся на установке, уже нашли широкое

применение во многих областях естествознания, однако наиболее динамично развивается их использование для исследований надатомных и высокомолекулярных структур в области биологии, биофизики и физики конденсированного состояния вещества.

«КИСИ-Курчатов»

«КИСИ-Курчатов» — единственный на постсоветском пространстве специализированный источник синхротронного излучения. Мегаустановка запущена в 1999 году, а в ближайшее время будет значительно усовершенствована. В рамках ФНТП запланирована глубокая модернизация синхротрона, которая существенно расширит его исследовательский потенциал.

Сегодня на «КИСИ-Курчатов» работают более 15 экспериментальных исследовательских станций разной направленности. Вместе с исследовательским нейтронным реактором ИР-8 «КИСИ-Курчатов» входит в Курчатовский комплекс синхротронно-нейтронных исследований (ККСНИ) — единственное в России и одно из нескольких мест в мире, где на одной площадке работают источники и синхротронного, и нейтронного излучения.

Пресс-служба НИЦ «Курчатовский институт»



Историческая материя

В Курчатовском НБИКС-комплексе работает Лаборатория естественно-научных методов в гуманитарных науках, которая занимается интересным междисциплинарным направлением — историческим материаловедением. Для изучения объектов культурного наследия используются естественно-научные методы, которыми исследуются прежде всего материал объектов.

— Именно в сочетании гуманитарных подходов с естественно-научными можно получить новую информацию об истории создания объекта, его бытования, о международном сотрудничестве и торговле в определённую эпоху или же выбрать оптимальные способы его реставрации. Это яркий пример конвергенции методов из совсем разных сфер, работающих на единую цель, — объясняет заместитель директора НИЦ «Курчатовский институт» Екатерина Яцишина, курирующая это направление. — Например, исследования интереснейшей биконической бусины XIV века из раскопок археологической экспедиции ИА РАН на городище Ростиславль Рязанский близ Коломны. Целым комплексом методов мы идентифицировали состав стекла, определили технологические особенности изготовления бусины. По составу материала она относится к древнерусской стекловаренной традиции, а по технике изготовления — её размер, форма и декору — соответствуют традициям Золотой Орды. В этом бусина уникальна.



Пресс-служба НИЦ «Курчатовский институт»

Живая батарейка

Учёные Курчатовского института занимаются созданием биоподобных источников энергии, которые могут стать одной из альтернатив ископаемым углеводородам. «Биоэнергетика, то есть получение энергии из биомассы, — это абсолютно практическое направление деятельности», — комментирует заместитель руководителя НБИКС-центра Раиф Васильев.

Одно из перспективных направлений — получение биотоплива из водорослей. Особый интерес представля-

Вдохнуть жизнь

В чём суть природоподобных технологий

Денис Гриценко

В НИЦ «Курчатовский институт» работает не имеющий аналогов в мире комплекс конвергентных НБИКС-природоподобных технологий. Он был образован президентом НИЦ Михаилом Ковальчуком в 2009 году: тогда аббревиатура выглядела как НБИК — нано-, био-, инфо- и когнитивные науки и технологии, позже присоединилась буква С: социогуманитарное направление исследований. В этом названии — симбиоз технологий, которые работают на единую цель — создание новой, природоподобной техносферы. Для этого сегодня в Курчатовском комплексе НБИКС-природоподобных технологий учёные ведут исследования и разработки, соединяя современные технологии с «конструкциями», образцами живой природы.

■ ПОДРАЖАЯ ПРИРОДЕ

В основе идеологии природоподобных технологий — понимание глобального тупика, в который сворачивает сегодня технологическое развитие (несмотря на все его впечатляющие успехи). Выход из него требует принципиально новых подходов в технологиях, прежде всего речь идёт о принципах производства и потребления энергии.

— Человечество за века создало для себя техносферу — рукотворную среду обитания. Она становится всё более сложной, всё более комфортной,

но и всё более энергоёмкой, — говорит Михаил Ковальчук. — Современная техносфера потребляет огромное количество ресурсов, причём их потребление постоянно растёт. Выход — создать принципиально новую технологическую базу, которая не будет таким агрессивным потребителем по отношению к окружающей среде. Нам надо стремиться к тому, чтобы органично встраивать современные технологии в ту экономическую цепочку ресурсооборота, который существует в природе миллионы лет, с её колоссальной эффективностью процессов.

Круг задач, которые решает НБИКС-комплекс, очень широк. Это хорошо понятно даже по названиям лабораторий: полимерных материалов, геномных и протеомных исследований, отдел биоэнергетики, нейрокогнитивных наук. Здесь занимаются современной микроэлектроникой, также соединяющей технологии живой и неживой природы. Например, работают с мемристорами — чипами, действующими по принципу нейронов.

— Природоподобные технологии основаны на изучении образцов, объектов и процессов живой природы, осмыслении их механизмов и затем воспроизводстве в виде технических решений, — поясняет заместитель директора НИЦ «Курчатовский институт» по научной работе Екатерина Яцишина. — И все направления, представленные в НБИКС-комплексе, — «инструменты» для работы на эту цель.

■ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД

В числе важных направлений работы НБИКС-комплекса также белковая кристаллография.

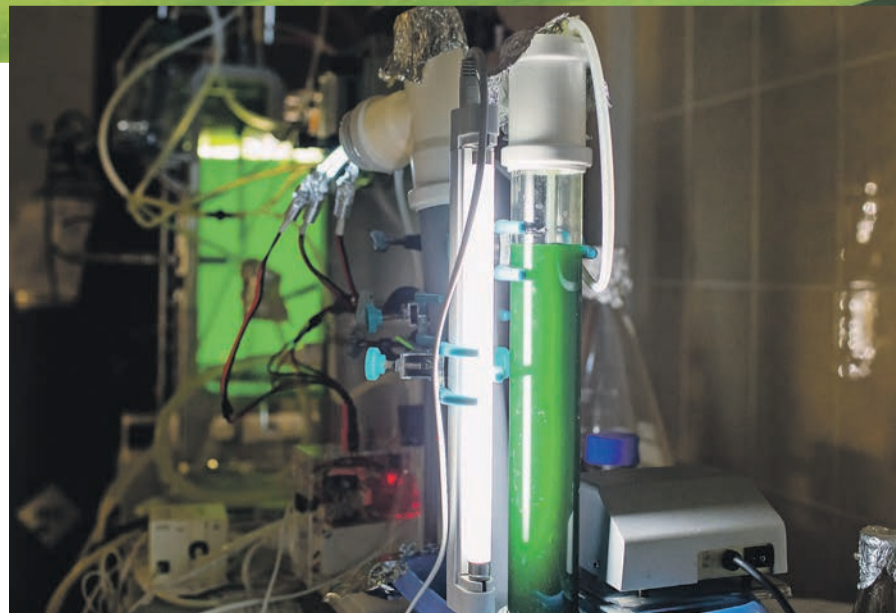
— Мы берём биологическую молекулу — белок растительного или животного происхождения и формируем из него искусственную структуру, кристалл. Благодаря этому мы можем увидеть структуру молекул на атомарном уровне. Это необходимо для того, чтобы детально изучить свойства молекулы и возможности воздействия на них, — объясняет первый заместитель директора НИЦ «Курчатовский институт» по науке Юлия Дьякова. — Например, при разработке вы воздействуете им именно на эти белковые молекулы. Сейчас развитие белковой кристаллографии имеет принципиальное значение для медицины, сельского хозяйства, промышленных биотехнологий.

Исследования в НБИКС-комплексе идут на уникальной исследовательской базе НИЦ «Курчатовский институт». В первую очередь это редчайший дуэт мегаустановок: специализированного источника синхротронного излучения «КИСИ-Курчатов» и нейтронного на базе реактора ИР-8. На обеих установках работает целый ряд станций для исследований в области материаловедения, нанобиотехнологий, медицины и даже изучения объектов культурного наследия.

— Расстояние между атомами вещества — порядка одного ангстрема. И что-



ПРИРОДОПОДОБНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОСНОВАНЫ НА ИЗУЧЕНИИ ОБРАЗЦОВ, ОБЪЕКТОВ И ПРОЦЕССОВ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ, ОСМЫСЛЕНИИ ИХ МЕХАНИЗМОВ И ЗАТЕМ ВОСПРОИЗВОДСТВЕ В ВИДЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ



Пресс-служба НИЦ «Курчатовский институт»

бы увидеть, как они расположены друг относительно друга, понять структуру вещества, нам нужна «линейка» такого масштаба, — рассказывает Юлия Дьякова. — Сегодня это либо источник синхротронного излучения, либо поток нейтронов. В НБИКС-комплексе также используется уникальный набор методов электронной микроскопии, что позволяет нам исследовать объекты на атомарном уровне.

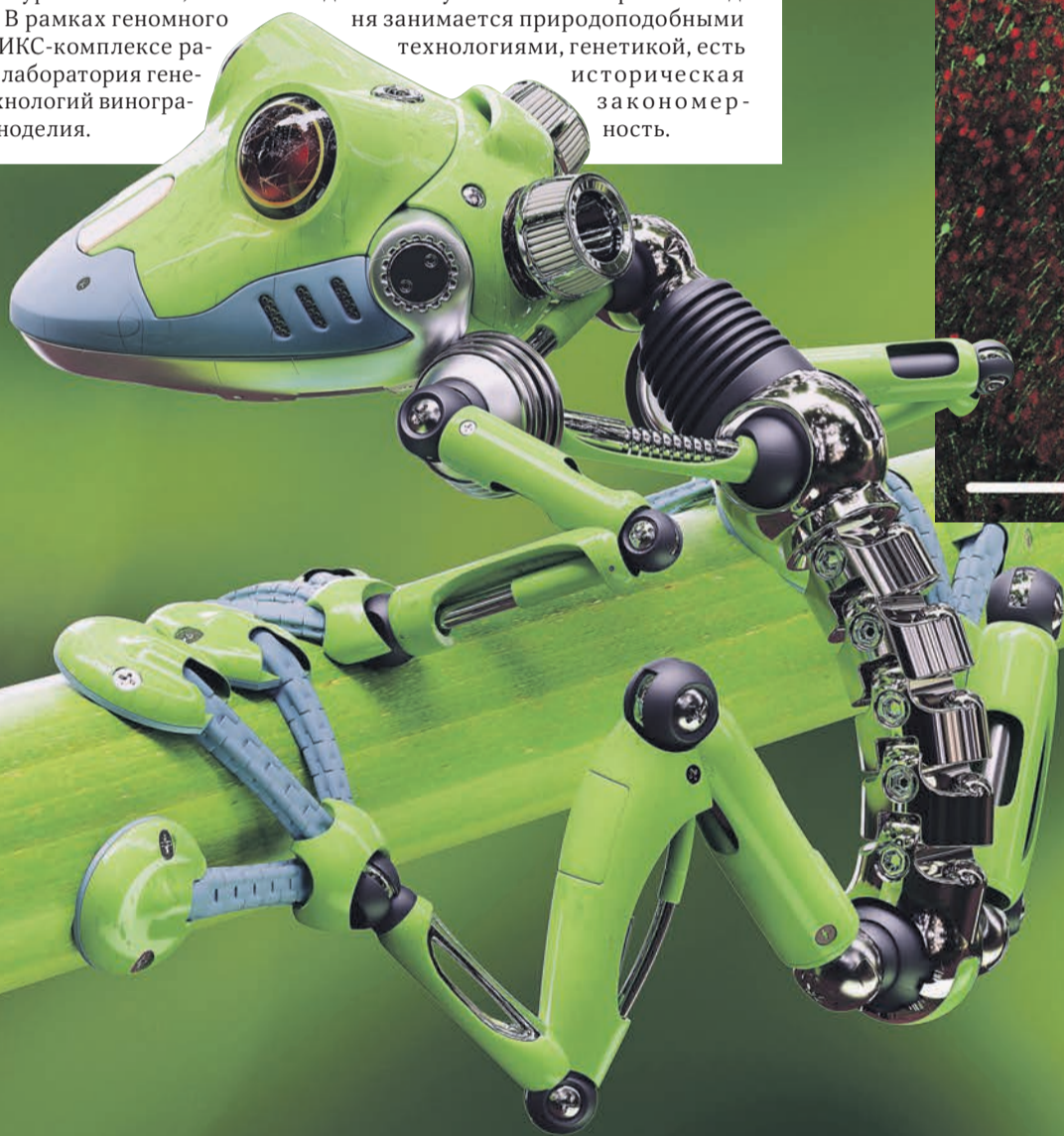
■ ЗАЛОГ БИОБЕЗОПАСНОСТИ

Ещё одно приоритетное направление в НБИКС — генетические технологии. Это важнейшая основа современной персонализированной медицины, сельского хозяйства, включая растениеводство, животноводство, аквакультуры. С помощью генетических методов можно целенаправленно и быстро создавать линии сельскохозяйственных культур с определёнными характеристиками, важными в определённом климате, с повышенной урожайностью, высокого качества. В рамках геномного центра в НБИКС-комплексе работает даже лаборатория генетических технологий виноградарства и виноделия.

— Сегодня Курчатowski институт — головная научная организация Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий на 2019–2030 годы, а кроме того, на нашей базе создан геномный центр мирового уровня в области сельского хозяйства и промышленной микробиологии, — подчёркивает Екатерина Яцишина.

Очень важно для биобезопасности, что теперь результаты генетических исследований, полученных в Российской Федерации, будут храниться в единой национальной базе. Её созданием также занимаются в Курчатowski институте.

По словам Екатерины Яцишиной, ещё при И.В. Курчатове в институте начали изучать влияние радиации на биологические объекты. Игорь Курчатов и Анатолий Александров в середине 1950-х годов дали возможность опальным тогда генетикам продолжать свои исследования в стенах Курчатowski института. То есть в том, что некогда Институт атомной энергии сегодня занимается природоподобными технологиями, генетикой, есть историческая закономерность.



На добрую память

Учёные создают новые элементы памяти для компьютеров — мемристоры, которые с вычислительной точки зрения работают по тем же принципам, что и синапсы (связи между нейронами в нервной системе).

Каждое такое устройство может запоминать несколько битов информации. А обычных транзисторов для создания элемента памяти, сохраняющего всего лишь 1 бит, нужно минимум шесть. Есть у мемристоров и другие преимущества, благодаря которым их применение позволяет сделать вычислительные маши-

ны более компактными и значительно снизить их энергопотребление.

Специалисты Курчатowski института предложили элемент памяти, где кроме металлических электродов применяется полимер поли-пара-ксилилен. Он полностью биосовместим, поэтому может использоваться для производства имплантируемых устройств.

Кроме того, учёные нашли способ повышать эффективность обучения мемристорных нейросетей на основе поли-пара-ксилилена за счёт локального разогрева этого материала под дей-

ствием импульсов напряжения. Когда увеличивается температура, растёт подвижность атомов металла и процессы в мемристоре ускоряются (аналогичные изменения происходят и при работе мозга). Доработка позволит исследовать возможность обучения мемристорных нейросетей с применением биоподобных правил настройки синапсов головного мозга. Это очень важно, например, для работы чипов, которые используют в робототехнике или планируют в медицинских целях вживлять в мозг.

Разум и чувства

Сотрудникам Курчатowski института удалось создать прибор, сочетающий возможности магнитно-резонансного томографа и полиграфа. С его помощью учёные могут измерять активность мозга и параллельно с этим следить, как у испытуемого изменяются различные физиологические показатели.

Как пояснил сотрудник Ресурсного центра ядерно-физических методов исследований НИЦ «Курчатowski институт» Сергей Карташов, такое сочетание позволяет получать более полную и объективную информацию о состоянии мозга человека. Знание того, как именно он реагирует на те или иные раздражители, важно для изучения когнитивных и нейрофизиологических процессов.

Также новое устройство будет полезно для изучения нейрофизиологических процессов при психиатрических или нейродегенеративных заболеваниях, например при болезни Альцгеймера.

В то же время учёные Курчатowski НИКС-комплекса НИЦ «Курчатowski институт» разрабатывают лекарство от болезни Альцгеймера, которое сможет предотвращать развитие деменции. Основа препарата — эфиры достаточно распространённого в природе соединения атаксантина. Эксперименты показали, что атаксантин эффективно противодействует разрушению нервных клеток. По мнению экспертов, препараты на его основе смогут уберечь пациентов от развития различных нейродегенеративных заболеваний.



Пресс-служба НИЦ «Курчатовский институт»

Справка «Известий»

Одно из новых направлений работы Курчатовского института в генетике — виноградарство и виноделие.

— Мы специально выбрали эту сферу как наиболее яркий пример — как наука в конкретном сегменте сельского хозяйства позволяет в короткий срок совершить кардинальные изменения, выйти на новый, мировой уровень, — объясняет Михаил Ковальчук.

Так, исследователи из Лаборатории генетических технологий виноградарства и виноделия расшифровали геном 190 разновидностей российского винограда. Удивительно, что 82 из них оказались автохтонными (то есть не завезёнными, а местными). При этом учёным удалось найти несколько новых, то есть ранее не получавших научного описания сортов. Практическая ценность этой работы очевидна — эти сорта дают возможность для новой селекции. При этом автохтоны имеют огромное преимущество — за долгие века они стали устойчивы к природным условиям определённой местности.

Также в Курчатовском институте находится крупнейшая в мире и при этом постоянно пополняющаяся коллекция промышленных микроорганизмов — десятки тысяч штаммов бактерий, грибов и дрожжей. Учёные работают над её оцифровкой и создают так называемые генетические паспорта на каждый штамм.

При чем тут вино? А потому что его качество зависит в том числе и от дрожжей. Учёные стремятся подобрать варианты дрожжей, которые позволят виноделам добиваться наилучших результатов при работе с конкретным сортом винограда. Первая ласточка — вина из сорта Кокур белый, которые уже заслужили высокие оценки экспертов.

Генетический ход

Курчатовский институт на страже биобезопасности

Денис Гриценко

Генетические исследования — один из главных сегодняшних приоритетов Курчатовского института. И это вопрос не просто успехов в сельском хозяйстве, медицине и других сферах, где применяются разработки генетиков. По словам президента Национального исследовательского центра Михаила Ковальчука, перед Россией стоят актуальные вопросы обеспечения биологической безопасности и достижения технологического суверенитета в области генетики.

■ ИСТОРИЧЕСКАЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ

Для решения ключевых вопросов, связанных с развитием генетических технологий, в России в 2019 году запущена федеральная научно-техническая программа. Она включает исследования в области медицины, сельского хозяйства, промышленной микробиологии и обеспечения биобезопасности. Головной научной организацией программы стал Курчатовский институт.

Также в России созданы три геномных центра мирового уровня. Один из них образован на базе Курчатовского института, его специализация — сельское хозяйство и промышленная микробиология.

В том, что именно Курчатовский институт сегодня стал лидером российской генетики, есть историческая закономерность. В 1950-е годы, во время гонений на эту науку, генетика была сохранена в Курчатовском институте, где был создан радиобиологический отдел, из которого через 15 лет выросли два отдельных института — ГосНИИгенетика и Институт молекулярной биологии. Сегодня они вновь входят в состав Курчатовского института, вокруг которого собира-

ется потенциал отечественной генетической науки.

■ ГЕНОМНОЕ ХРАНИЛИЩЕ

Как отмечает первый заместитель директора НИЦ «КИ» по науке Юлия Дьякова, главный результат первых нескольких лет реализации федеральной программы — разработка Национальной базы генетической информации (НБГИ).

— Её создание обеспечит доступность генетической информации для российских учёных и гарантирует её безопасность её хранения, — сказала Юлия Дьякова. При этом НБГИ станет не просто хранилищем, а уникальным рабочим инструментом. В ней создаётся большой набор биоинформатических программ, которые позволят работать с данными для решения научных и практических задач.

Большая часть данных будет открыта для всех пользователей, но, разумеется, не вся. Например, к геномам сельскохозяйственных линий, представляющих коммерческую ценность, доступ ограничен.

■ УСКОРЕННЫЙ ОТБОР

Как именно может работать НБГИ, поясним на примере. Допустим, учёные хотят улучшить свойства какой-то культуры — создать сорт с повышенной урожайно-

стью, морозостойкостью или иммунитетом к патогенам.

— Чтобы вывести новый сорт классическими методами, селекционеру требуется около 15 лет. А генетика позволяет сократить этот срок в несколько раз, говорит руководитель Курчатовского геномного центра Максим Патрушев.

Для этого учёным понадобится информация о геномах всех разновидностей этой культуры (так называемый пангеном). Эти данные хранятся в НБГИ, на Курчатовском суперкомпьютере. Селекционеры сообщают, какой они сорт берут за основу и каких признаков хотели бы добиться. Генетики расшифровывают геном образца. Затем с помощью суперкомпьютера сопоставляют полученные данные с информацией НБГИ, анализируют — и на выходе получают селекционную стратегию: рекомендации, как именно нужно скрещивать данный сорт, чтобы прийти к нужному результату.

Другой пример направления, где будут крайне полезны генетические большие данные, — медицина. Например, сравнивая геномы людей с определённым заболеванием, можно найти особенности, ответственные именно за эту болезнь.

— Расшифровка генома уже стала технологией. Теперь главный вопрос — как использовать эту информацию? В национальной базе мы собираем вместе пока ещё разрозненные данные, объеди-

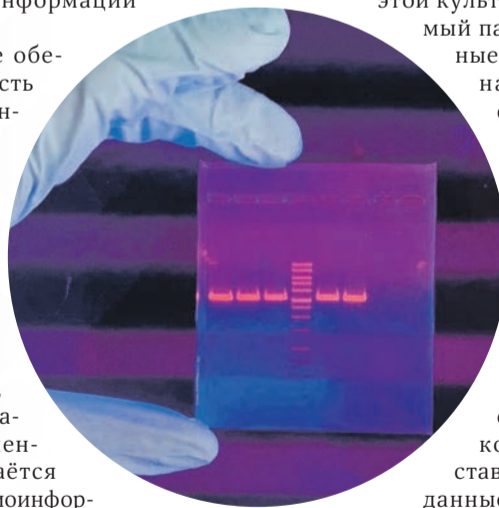
няем банки образцов, собранные разными организациями. Применяя современные технологии обработки информации, анализируя этот постоянно увеличивающийся массив, мы рассчитываем получить принципиально новые знания, шаг за шагом приблизиться к пониманию кода природы, — пояснила Юлия Дьякова.

■ ВЕК БИОТЕХНОЛОГИЙ

Стоит указать и на ещё одну важную возможность НБГИ — она может стать ключевым звеном системы экспертизы, необходимой для защиты биологической безопасности страны. Сегодня материалы «живого» происхождения (то есть полученные от растений, животных и микроорганизмов) имеют широчайшее применение. Но все ли они безопасны? Насколько реальное содержание продукта питания или лекарства соответствует заявленному?

— На каждый организм, который сегодня используется в промышленности, необходимо создать генетический паспорт, — говорит руководитель Курчатовского комплекса генетических исследований Александр Яненко. — А дальше проверяющий орган сможет взять образец, сравнить с нашей базой данных и определить — то ли это, что было проведено и признано безопасным.

XXI век часто называют веком биотехнологий. С ними связаны и небывалые раньше возможности, и серьёзные угрозы (например, возникновение новых вирусов). Помочь России выйти на новый уровень качества жизни и надёжно обеспечить её биологическую безопасность — вот главные задачи, которые стоят перед отечественной генетикой и которые решает Курчатовский институт.



Считать с мысли

В России создают микроэлектронику на новых принципах

Денис Гриценко

Учёные Курчатковского института ведут исследования по самым актуальным направлениям развития современной микроэлектроники. Они создают вычислительные машины, имитирующие устройство мозга, которые обладают высокой мощностью и при этом низким энергопотреблением. Развивают СВЧ-технологии, имеющие первостепенное значение для нужд военных и гражданских систем связи. Проектируют криокомпьютеры на основе сверхпроводящих материалов, которые будут работать при температуре ниже -263°C и при этом обладать небывалыми вычислительными возможностями.

■ МЕНЬШЕ И ЛУЧШЕ

Исследователи Курчатковского института развивают самые востребованные технологии в сфере микроэлектроники. В их числе — методы, позволяющие увеличить вычислительную мощность электронных устройств и в то же время снизить их энергопотребление.

— Сегодня микроэлектроника развивается в сторону низкого энергопотребления и увеличения мощности. Всем хочется, чтобы ваше устройство работало быстро и было компактным, чтобы умещаться в кармане. Происходящая сейчас цифровизация жизни требует огромного количества энергии. Если раньше в нашей сфере непрерывно шло уменьшение размеров элементов и увеличение их плотности на микросхеме, что увеличивало быстродействие, то теперь на первый план вышел вопрос энергопотребления, — рассказывает Максим Занавескин, начальник отдела прикладных нанотехнологий Курчатковского комплекса НБИКС-природоподобных технологий.

Решением могут стать процессоры, которые по своей архитектуре сильно отличаются от классических. В привычном чипе есть отдельный блок вычислений и блок памяти. Однако современные технологии пытаются копировать устройство мозга, где каждый нейрон одновременно и производит обработку сигнала, и выступает элементом памяти, и в то же время отвечает за обмен информацией с другими нейронами. Применение такого подхода снижает энергопотребление процессора минимум на три порядка.

■ ВЫРАСТИТЬ 5G

Важное направление деятельности Курчатковского института — СВЧ-электроника. Это все устройства, которые используют в своей работе электромагнитное излучение сверхвысокочастотного (СВЧ) диапазона. К этой категории принадлежат системы связи и радиолокации, радиоэлектронной борьбы, навигации, а также множество других технологий. Оборудование для такой техники уже давно на-

чились делать в наномасштабах. Сейчас специалисты института готовятся к запуску мелкосерийного производства СВЧ-кристаллов, которые используют в перечисленных выше типах устройств.

— Функциональные слои в многослойных структурах для СВЧ-систем измеряются в нанометрах. У нас есть технологическая установка, которая позволяет выращивать такие структуры для СВЧ-электроники. Разработка технологии полного цикла производства СВЧ-транзисторов и источников СВЧ-излучения на их основе — одна из тематик, которую мы развиваем в институте, — сказал Максим Занавескин.

Самое актуальное применение СВЧ-технологий — новые решения для систем разрабатываемого поколения мобильной связи 5G.

Вместе с уменьшением длин волн (то есть увеличением частот), применяемых в радиотехнике и мобильной связи, радиус действия базовых станций непрерывно сокращается. Поэтому, скорее всего, их эволюция будет связана с использованием не излучающих равномерно во всех направлениях станций, а активных фазированных решёток на базе СВЧ-элементов. Такие устройства способны не просто покрывать какую-то площадь вокруг себя, а целенаправленно связываться с каждым конкретным пользователем напрямую. В будущем это обеспечит гораздо более быструю передачу данных.

— Человечество достигло просто фантастических результатов в уменьшении размеров микроэлектроники. Здесь мы близки к пределу, поэтому дальнейшее развитие будет связано с изменением архитектуры или переходом на принципиально новые материалы, — комментирует Максим Занавескин.

■ Справка «Известий»

В феврале этого года правительство РФ приняло решение о расширении состава НИЦ «Курчатowski институт». К центру присоединятся семь институтов:

- Институт высокомолекулярных соединений;
- Институт проблем проектирования в микроэлектронике;
- Институт сверхвысокочастотной полупроводниковой электроники им. В.Г. Мокерова;
- Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова;
- Научно-исследовательский институт системных исследований;
- Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника»;
- Физико-технологический институт им. К.А. Валиева.

Цель — объединение усилий научных коллективов в создании и внедрении передовых отечественных технологий в области микроэлектроники и новых материалов.

Основной исследовательской площадкой для учёных станет синхротронный рентгеновский источник ТНК «Зеленоград», который входит в состав Курчатковского института.

Однако сегодня применение новых материалов стало больше вопросом производственных технологий, чем научной проблемой. По мнению учёных, преимущественное использование кремния будет продолжаться ещё долго, так как в эту область были сделаны очень большие инвестиции. Новые материалы будут чаще находить применение в специализированных нишах. Например, в области СВЧ-устройств сейчас происходит переход на нитрид — соединения азота с металлами и другими элементами, которое позволяет получить более высокую удельную мощность, чем кремний.

■ РАСШИРЕНИЕ СО ЗНАНИЕМ

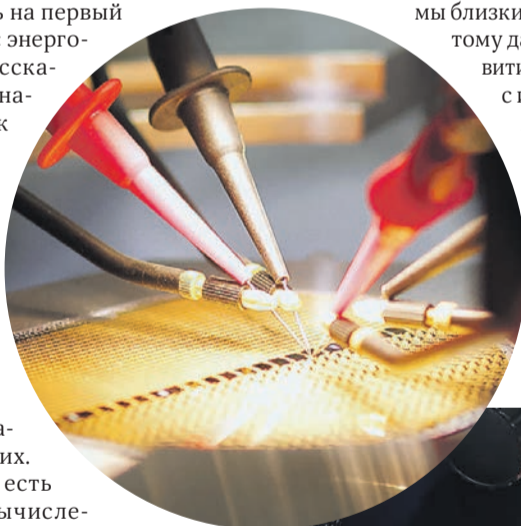
Специалисты Курчатковского института также работают над созданием компьютеров, которые вместо привычных в индустрии полупроводников используют сверхпроводящие материалы. За счёт них можно избавиться от множества ограничений, которые заложены в классических вычислительных машинах.

Например, используемые сверхпроводящие металлы не столь критичны, как кремний, к качеству и кристалличности подложки, на которой создаются вычис-

лительные элементы — транзисторы. Соответственно, на базе сверхпроводников можно создавать истинно многослойные интегральные схемы, собирая из них компактные суперкомпьютеры. При этом использование сверхпроводящих материалов позволяет снизить энергопотребление на 3–4 порядка.

Однако со сверхпроводниками нужно работать при очень низких температурах — около 10 Кельвинов (-263°C). Но современные суперкомпьютеры выделяют такое огромное количество тепла, что для их работы требуется специальное оборудование для водяного и газового охлаждения вычислительных систем очень больших размеров. Поэтому более компактный криокомпьютер, работающий при сверхнизкой температуре за счёт использования относительно небольшого криогенного блока охлаждения, может оказаться удобнее.

Создание такой установки позволит производить сложнейшие расчёты в области генетики и биологии, анализировать взаимосвязи в сложных живых системах, больших данных — причём делать эти вычисления непосредственно в месте их востребованности, включая мобильные объекты, транспорт или удалённые научные станции.



Пресс-служба НИЦ «Курчатowski институт»



Павел Волков | «Известия»

Материальное будущее

В РФ создают уникальные стали, композиты и полимеры

Мария Недюк

Разработки Курчатовского института — это не только технические решения, но и материалы, необходимые для их воплощения. Здесь создают стали для флота и авиации, композиты для микроэлектроники, биосовместимые полимеры для медицины и многое другое. «Известия» рассказывают о некоторых проектах ведущего материаловедческого центра страны.

■ ЗАЩИТА ДЛЯ ЛЕДОКОЛА

Особые стали и технологии для морской техники, работающей в арктических условиях. Новый сплав для проектируемого реактора на быстрых нейтронах БР-1200. Композиты для отечественных систем радиосвязи и радионавигации на высоких частотах. Всё это — разработки НИЦ «Курчатовский институт» — ЦНИИ «КМ «Прометей».

Стратегический принцип работы института — обеспечение полной цепочки: создание новых материалов, разработка технологии их промышленного производства, авторский надзор за её соблюдением, сопровождение изделий в ходе эксплуатации.

Среди приоритетов работы института — обеспечение северного судоходства. Например, при эксплуатации ледоколов возникает существенная проблема — износ корпуса в носовой части, на которую непрерывно воздействует лёд. Чтобы обеспечить сохранность покрытий, предотвращающих прямой контакт металла с морской водой, судно нужно ежегодно ставить на один-два месяца в сухой док. Альтернатива — использование новой азотсодержащей стали в сочетании с системой электрохимической катодной защиты. Эти и другие решения были разработаны в «Прометее» и успешно применяются, в том числе на самом мощном в мире атомном ледоколе «50 лет Победы», где была использована плакированная сталь.

Ещё пример: «Хаска-10» — крупнейшее в мире скоростное грузовое судно на воздушной подушке. При его создании использовались разработки «Прометей» в области высокопрочных алюминиевых сплавов.

Ещё одно важнейшее направление — металлы для реакторных установок. Например, кремнистая хромоникелевая сталь, которая должна стать основным конструкционным материалом для проектируемого реактора на быстрых нейтронах БР-1200 (он рассматривается как один из основных элементов технологии замкнутого топливного цикла). А из созданного в институте сплава ЧС57 изготовлен корпус высокотемпературного газоохладителя реактора космического назначения.

Но НИЦ «Курчатовский институт» — «Прометей» — это не только металлы. Сегодня он возглавляет работы по созданию высокопрочных стеклопластиков и других композитных материалов для судостроения. В том числе и для изготовления крупногабаритных конструкций (например, обшивки корпуса современного тральщика длиной 70 м). К композитным системам относятся и разработанные в «Прометее» лакокрасочные покрытия для защиты морской техники от коррозии и обрастания различными микроорганизмами.

■ КОГДА ВЫРАСТАЮТ КРЫЛЬЯ

Высокие технологии в авиации: разработка и производство полимерных композиционных материалов, лёгких и жаропрочных сплавов нового поколения, полный цикл аддитивного производства, разработка и внедрение уникальных методов неразрушающего контроля, в том числе с применением синхротронного и нейтронного излучения, — всем этим занимаются в НИЦ «Курчатовский институт» — ВИАМ (Всероссийский институт авиационных материалов).

Специалисты института ещё с 1930-х начали изучать и создавать материалы для авиации. За эти годы накоплен огромный опыт.

Из последних разработок — новое поколение сплавов для наиболее нагруженных деталей газотурбинных двигателей: лопаток турбин, дисков, валов, деталей камеры сгорания. Угле-, стекло- и органо-пластики, разработанные в институте, применяются при изготовлении деталей планера, элементов механизации



и хвостового оперения самолётов, деталей мотогондолы двигателей, лопатей несущих и рулевых винтов вертолётов.

Уникальные возможности Курчатовского комплекса синхротронно-нейтронных исследований (в частности, исследования на нейтронном источнике ИР-8) позволяют выявлять дефекты, которые не обнаруживаются традиционными методами неразрушающего контроля.

В НИЦ «Курчатовский институт» — ВИАМ впервые в России создан замкнутый цикл аддитивного производства, включающий в себя получение металлопорошковых композиций, деталей из металлических и неметаллических материалов. При этом скорость создания изделий сокращается в разы, а коэффициент использования материала достигает 98%.

Разработки НИЦ «Курчатовский институт» — ВИАМ востребованы не только в авиации, но и в энергетике, строительстве, ракетно-космической технике, атомном машиностроении, медицине и других сферах.

■ ЖИВАЯ ТКАНЬ

Учёные Курчатовского комплекса НБИКС-природоподобных технологий разрабатывают для медицины новые полимерные материалы, основанные на природных белках и полисахаридах, например коллагене или хитозане. Основное преимущество этих материалов — биосовместимость (то есть они хорошо взаимодействуют с тканями человека).

Пример разработки — уникальный бинт, особенно эффективный в случае обширных ожогов. Его получают методом электроформования: на полимерный раствор воздействуют высоким напряжением, в результате растворитель испаряет-

ся, а сухие волокна осаждаются на электрод. Так образуется нетканый волоконистый материал. Он не мокнет, не прирастает к ране, а кроме того, в его состав можно прямо на стадии изготовления добавить лекарственный препарат, обеспечив нуж- ный лечебный эффект.

Аналогичным образом на основе полимерного каркаса можно создавать искусственные участки ткани из собственных стволовых клеток пациента. В перспективе с помощью разработанной технологии 3D-биопринтинга можно будет печатать «заплатки» на те или иные ткани, например на сердечную. Таким образом можно получить имплант улучшенной приживаемости, который сначала выполняет свою функцию, потом начинает прорастать собственными клетками организма и становится его частью. В будущем учёные рассчитывают научиться прямо в лаборатории выращивать целые органы или их части, идентичные природным.

Или ещё одна разработка для медицины — так называемая искусственная паутина. Интерес к паутине у учёных возник давно. Этот материал уникален по сочетанию прочности и лёгкости, а ещё — полностью биосовместим с человеческим организмом и обладает регенеративными свойствами, то есть способствует восстановлению тканей. В Курчатовском институте смогли создать аналог паутины с помощью дрожжевых грибов. Им пересаживают синтезированные и особым образом отредактированные гены, отвечающие за выработку белков, подобных тем, что пауки используют для «строительства». А позднее специалисты НМИЦ трансплантологии и искусственных органов усовершенствовали разработку: смешали искусственную паутину с шёлком тутового шелкопряда. Полученный материал оказался значительно проще и дешевле в производстве и при этом сохраняет регенеративные свойства.



Служебные ИЗОТОПЫ

Как учёные Курчатовского института развивают ядерную медицину

Юлия Тимофеева

С помощью ядерных технологий можно диагностировать серьёзные заболевания на ранних стадиях, спрогнозировать их развитие и помочь в выборе наиболее подходящего метода лечения с воздействием на определённый орган. Благодаря исследованиям и разработкам Курчатовского института такое высокотехнологичное лечение станет доступнее для пациентов не только с онкологическими, но и с сердечно-сосудистыми и другими заболеваниями.

■ ВТОРОЕ РОЖДЕНИЕ

В рамках атомного проекта в 1960–1970-е годы в СССР активно развивались технологии ядерной медицины. Однако в 1990-е в связи с общим кризисом во всех сферах произошёл разрыв между высоким уровнем российской атомной науки и недостаточной востребованностью и применением её наработок в здравоохранении.

В 2008 году президент и директор Курчатовского института Евгений Велихов и Михаил Ковальчук предложили руководству страны проект возрождения отечественной ядерной медицины. В 2015-м была утверждена дорожная карта по развитию центров ядерной медицины. Благодаря этому направлению, связанные с применением в медицине ядерно-физических методов, получили второе рождение.

■ НАСТОЯЩЕЕ И СКОРОЕ БУДУЩЕЕ

Сегодня на базе НИЦ «Курчатовский институт» проводятся медицинские обследования на основе передовых технологий ядерной медицины: в первую очередь речь о ранней диагностике онкологических и кардиологических заболеваний.

Работают специалисты института и над развитием методов адронной лучевой терапии, которые позволяют направленно воздействовать на ткани опухоли, минимально затрагивая здоровые. Это, в частности, методы протонной и ионной лучевой терапии. Однако основное на сегодняшний день направление — создание радиофармпрепаратов.

На базе НИЦ «Курчатовский институт» работает Центр развития ядерной медицины. Он имеет сертификат GMP (международный стандарт контроля качества), что даёт возможность производить собственные радиофармацевтические лекарственные препараты. Сегодня Курчатовский институт реализует полную производственную цепочку: от разработки радиофармпрепаратов до их внедрения в медицинскую практику.

— У нас работает уникальный комплекс ядерно-физических установок:

три реактора и ряд ускорителей. Это позволяет нам нарабатывать наиболее актуальные радионуклиды, применяя облучение различными частицами: нейтронами, протонами, альфа-частицами, дейтронами и т.д., — рассказывает Кристина Сергунова, руководитель Научно-образовательного медицинского центра ядерной медицины.

В частности, производимые на базе центра радионуклиды и радиофармацевтические лекарственные препараты на основе фтора-18 используются для лечения пациентов в медицинских организациях Москвы и Московской области.

Кроме того, по словам Кристины Сергуновой, сейчас важна задача разработки радиофармацевтических лекарственных препаратов нового поколения, в том числе тераностических, и их быстрого внедрения в клиническую практику. Для этого на базе Курчатовского института создан Центр доклинических и клинических испытаний.

■ СПАСИТЕЛЬНАЯ ПАРА

Развивает институт и совершенно новый медицинский подход — тераностiku. Он объединяет диагностику и терапию.

Тераностика подразумевает, что молекула фармпрепарата снабжается специальными радиоактивными изотопами, которые в одном случае используются для диагностики, а в другом — для лечения. «Одна и та же молекула может не только накапливаться в повреждённой ткани организма, но и прицельно уничтожать опухолевые клетки», — пояснил руководитель отделения молекулярной и радиационной биофизики НИЦ «Курчатовский институт» — ПИЯФ Андрей Коневега. Тераностика только начинает внедряться в клиническую практику, масштабное распространение она может получить в ближайшие годы, отметил завлабораторией радионуклидов и радиофармпрепаратов Курчатовского комплекса НБИКС-пт Рамиз Алиев.

— Тераностика — это эффективный путь для лечения многих заболеваний, в том числе онкологических. Тераностический препарат способен сначала диагностировать мишень, выявить её местонахождение, а затем поразить её. И сегодня уже есть препараты, которые могут быть использованы как тераностические.

Для того чтобы добиться полной аналогии между диагностическим и терапевтическим препаратами, применяют так называемые изотопные пары, рассказала Кристина Сергунова. По её словам, сегодня один из наиболее перспективных радионуклидов для тераностики — тербий. В частности, сейчас Курчатовский институт по гранту Минобрнауки участвует в разработке на основе изотопов тербия отечественного инновационного тераностического препарата. Работы планируют завершить до конца этого года.

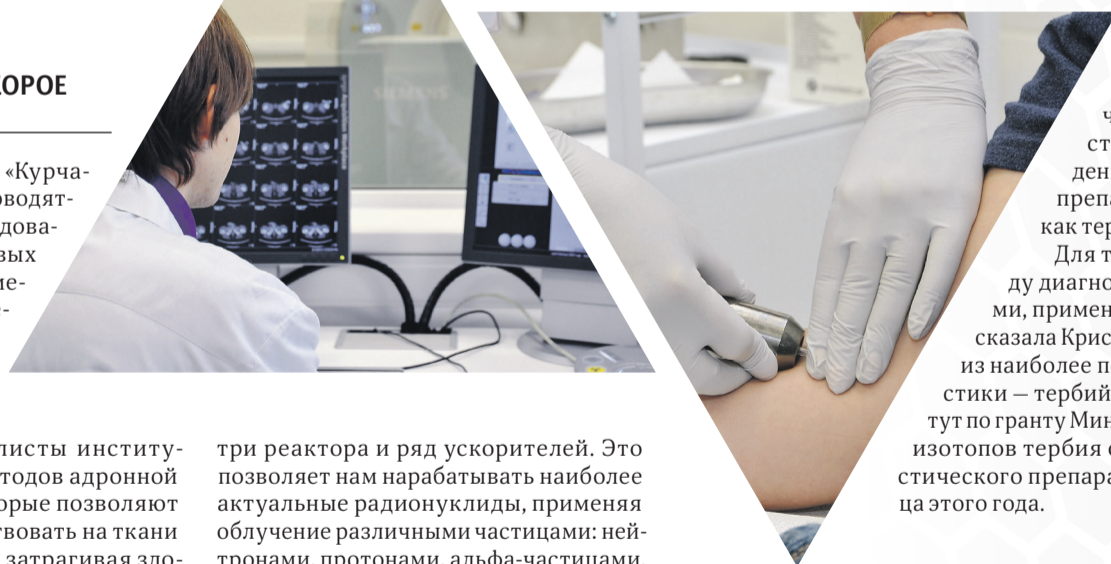
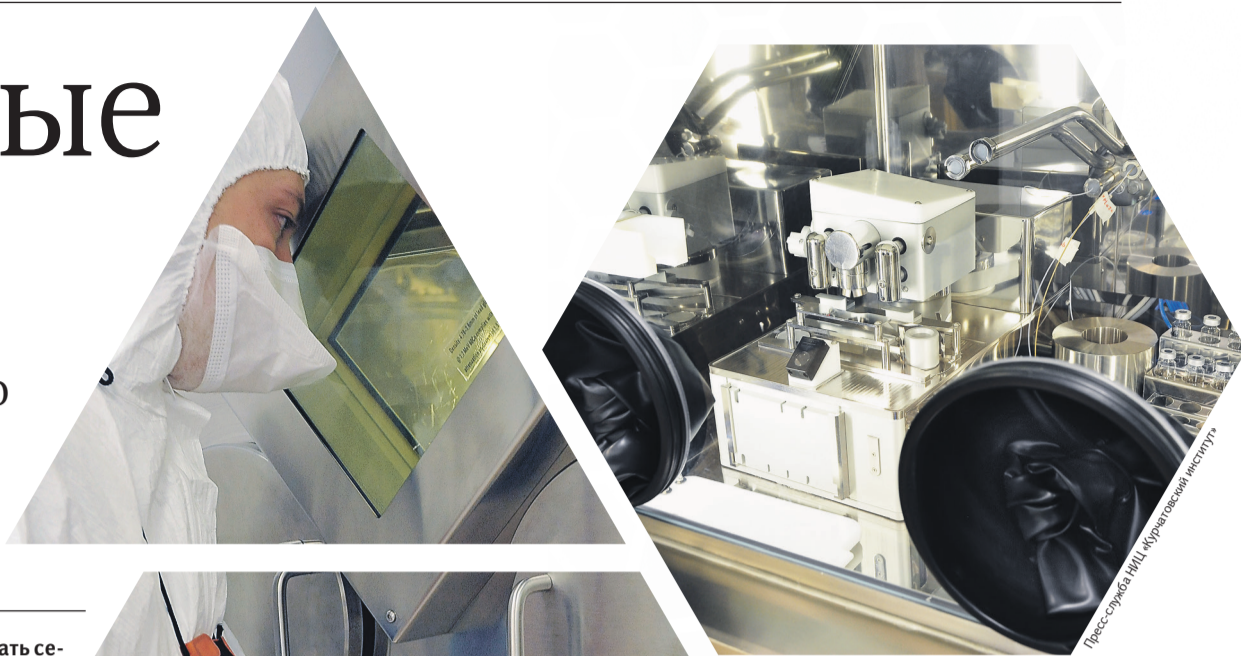
■ НОВЫЕ ЦЕНТРЫ И РАЗРАБОТКИ

Исследования и разработки, связанные с применением ядерных технологий в медицине, станут одним из приоритетных направлений работы НИЦ «Курчатовский институт» на 2023–2027 годы. Это следует из программы деятельности центра, которую в феврале нынешнего года утвердило правительство.

Наиболее масштабные проекты — создание пяти новых медицинских комплексов на базе отечественного оборудования: четырёх центров адронной лучевой терапии и одного радиохимического комплекса для наработки широкого спектра радионуклидов для лечения сердечно-сосудистых, онкологических, неврологиче-

ских, онкоофтальмологических и других заболеваний.

Так, на базе НИЦ «Курчатовский институт» — ПИЯФ в Гатчине будет создан центр протонной лучевой терапии для лечения онкоофтальмологических заболеваний. В Москве откроют комплекс протонной лучевой терапии с системой поворота пучка вокруг пациента. А на площадке в г. Протвино появится первый в России комплекс ионной лучевой терапии (на базе действующего ускорителя У-70), а также клинический центр лечения пучком ионов углерода (этот метод может применяться для борьбы с опухолями, устойчивыми к другим методам).



Прессслужба НИЦ «Курчатовский институт»

Задел кадров

Как студенты становятся сотрудниками Курчатовского института

Юлия Тимофеева

Институт nano-, био-, информационных, когнитивных и социогуманитарных наук и технологий (ИНБИКСТ) МФТИ непосредственно связан с Курчатовским институтом. Его студенты с первых курсов имеют доступ в научные лаборатории, а с третьего года обучения полноценно участвуют в научных исследованиях. В результате примерно половина выпускников ИНБИКСТ выбирают Курчатовский институт для продолжения научной карьеры. Впрочем, эрудированные специалисты, которые разбираются в междисциплинарных исследованиях, востребованы в любом научном центре.

■ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД

ИНБИКСТ — преемник факультета nano-, био-, информационных и когнитивных технологий, созданного в 2009 году Михаилом Ковальчуком (его первым деканом) совместно с руководством МФТИ.

Главная особенность ИНБИКСТ, заложенная М. Ковальчуком, — конвергентное образование: не просто углублённый курс традиционных предметов, но акцент на их взаимосвязи в современной науке, междисциплинарная подготовка. Например, в программе магистратуры — такие специальные курсы, как физика наносистем, молекулярная электроника, белковая инженерия.

— Междисциплинарные исследования — довольно сложная вещь, — рассказал «Известиям» директор ИНБИКСТ, заместитель руководителя Курчатовского комплекса НБИКС-природоподобных технологий Тимофей Григорьев. — Поэтому в самом начале студенты изучают физику и математику, а дальше мы постепенно учим их взаимодействию с другими науками. Им преподают не только профессора Физтеха, но и специалисты биофака МГУ и учёные Курчатовского института.

Студенты участвуют в проектах по созданию и изучению биотопливных элементов, исследуют когнитивные функции мозга, помогают разрабатывать нейропроцессоры, занимаются групповой робототехникой. И в процессе такой практики понимают, почему так важна междисциплинарность: найти решение можно, только совмещая разные науки.

— У нас нет просто учебных задач — наши ребята решают кусочек большой современной научной задачи, — подчёркивает Тимофей Григорьев. — А кругозор и знания разных наук помогают быстро переключаться, находить нестандартные решения.

■ НАУЧНАЯ СРЕДА

Система Физтеха предполагает раннее вовлечение студентов в реальные проекты. В случае ИНБИКСТ погружение студентов в деятельность Курчатовского института начинается уже с первого курса: занятия проходят и в корпусах МФТИ, и на площадках центра. А с третьего курса — полноценная работа в лабораториях.



Алексей Майшев | Известия

— Наши студенты сразу проникаются научной жизнью, — отметил Тимофей Григорьев. — Сначала они регулярно ходят на экскурсии в лаборатории, знакомятся со своими будущими научными руководителями, посещают семинары, узнают, чем можно в институте заниматься. К третьему курсу человек уже осваивается, выбирает своё

направление и включается в научную работу.

Наиболее талантливых ребят принимают на работу уже со студенческой скамьи. Например, в магистратуре возможен очно-заочный или заочный формат обучения — тогда студент может проводить в лаборатории уже полный рабочий день.

Дизайнеры будущего

Несколько лет назад мы видели результаты опросов, посвящённых причинам, по которым учёные уезжают за границу. Оказалось, для многих определяющим было отсутствие понимания конкретных прикладных задач, которые они могут решать в российской науке.

Сегодня ситуация принципиально изменилась. Запрос на работу молодых учёных огромный, задачи поставлены и закреплены национальной Стратегией научно-технологического развития. А наш Курчатовский институт играет одну из ведущих ролей в её реализации: мы являемся головной научной организацией по целому ряду ключевых направлений.

Думаю, это и привлекает молодёжь в Курчатовский институт: молодые учёные понимают, что имеют дело с проектами, которые определяют развитие страны и сохранение технологического суверенитета. По сути, они становятся дизайнерами будущего: своим личным интеллектуальным вкладом при стремительном развитии технологий определяют научный прогресс.

На протяжении долгого времени Курчатовский институт выстраивал системное сотрудничество с вузами, чтобы насытить наши ключевые направления молодыми кадрами. Сейчас у нас есть базовые факультеты и кафедры в ведущих российских вузах — МФТИ, МИФИ, МГУ, СПбГУ и Санкт-Петербургском политехническом университете. Каждый из них стал нашей кузницей кадров: на старших курсах студенты приходят к нам на практику — и большинство из них остаются.

Решён и «материальный» вопрос: все федеральные научно-технические программы имеют своё адресное финансирование. Поэтому молодые курчатовцы знают, что востребованы в науке, что профессия исследователя престижна и что в нашем центре они обеспечены необходимыми ресурсами — это касается и зарплат, и оборудования.

Например, на сегодняшний день в Курчатовском комплексе синхротронно-нейтронных исследований работают 150 человек. И 85 из них — это учёные в возрасте до 40 лет.

■ НАУЧИТЬСЯ И ОСТАТЬСЯ

Примерно половина выпускников ИНБИКСТ МФТИ продолжают свою научную карьеру в Курчатовском институте. По словам Тимофея Григорьева, сейчас в институте сложно назвать подразделение, где бы не было выпускников ИНБИКСТ.

— Ребята становятся в институте своими: ведь к выпуску они, по сути, уже шесть лет наши сотрудники, — отметил он. — Например, лаборатория электронной микроскопии почти полностью состоит из выпускников ИНБИКСТ. Но вообще это эрудированные, востребованные специалисты: многие разъезжаются по России в различные научные центры.

Младший научный сотрудник лаборатории полимерных материалов Курчатовского комплекса НБИКС-пт Кристина Антипова вспоминает, что переход от учёбы к работе происходил очень плавно: «Переходя с курса на курс, проводишь в лаборатории всё больше времени. А в аспирантуре уже можно полноценно работать». Свою лабораторию Кристина выбрала ещё во время учёбы в бакалавриате.

Остался в выбранном направлении и инженер Ресурсного центра зондовой и электронной микроскопии Курчатовского института Евгений Пичкур.

— Мне повезло оказаться во время учёбы в достаточно молодой лаборатории, — рассказал он. — Я занимался материаловедением, последние лет семь занимаюсь структурной биологией, в частности криогенной электронной микроскопией. Это уникальный метод, который реализован в России только в Курчатовском институте.

Выпускники ИНБИКСТ преподают и в «Курчатовской школе» в Москве, и в других школах. То есть постоянно происходит и передача знаний, полученных в ИНБИКСТ, и привлечение новых студентов. А их в МФТИ ищут по всей стране.

Никита Марченков

И.о. руководителя Комплекса синхротронно-нейтронных исследований НИЦ «Курчатовский институт»