

ВЕСТНИК АТОМПРОМА

№3 | апрель | 2026

Главная тема

Медицина высоких технологий

*Перспективные разработки
для здоровья и долголетия*

В номере

Радиоэкология 32

Атомная лингвистика 42

Горизонты науки 46



Уважаемые читатели!

Не будет преувеличением сказать, что здоровье — это та тема, которая касается каждого из нас. Современные технологии имеют важнейшее значение для продления жизни и, самое главное, для улучшения ее качества. Сегодня медицина дает шанс миллионам людей, предлагая новые методы диагностики и лечения различных заболеваний, прежде всего тех, которые вносят основной вклад в показатели смертности во всем мире, — сердечно-сосудистых, онкологических, нейродегенеративных, эндокринологических. «Росатом» активно работает в этом направлении, используя наработанные десятилетиями компетенции и мощную научную и производственную базу для дальнейшего развития сферы ядерной медицины, разрабатывая и создавая высокотехнологичное медицинское оборудование и изделия, ведя исследования в сфере бионжиниринга.

Материалы номера знакомят с передовыми достижениями и новыми научными разработками, которые позволяют продлить здоровые и активные годы жизни. Но мы не упускаем возможность напомнить, что каждому из нас необходимо уделять самое пристальное внимание собственному психологическому и физическому здоровью, и рассказываем, как нужно правильно справляться со стрессом, не допуская выгорания, и как можно встроить необходимую физическую активность в повседневный распорядок.

Также вы узнаете о том, как работают лингвисты, сопровождающие зарубежные проекты «Росатома», на какие темы дискутируют ученые на встречах в музее «АТОМ» и что думают квантовые физики о возможности безэнергетической передачи информации.

**ВЕСТНИК
АТОМПРОМА**

№3, апрель 2026 года

Информационно-
аналитическое
издание



Фото на обложке
Freepik

Главный редактор
Долгова Ю. В.
dolgova@strana-rosatom.ru

Выпускающий редактор
Еременко О. В.

Дизайн и верстка
Балдин В. В.

Корректор
Бомбенкова А. Н.

*Учредитель, издатель
и редакция*
Общество с ограниченной ответ-
ственностью «НВМ-пресс»

Адрес редакции
129110 Москва,
ул. Гиляровского, д. 57, с. 4

*Отдел распространения
и рекламы*
Сазонова Т. С.
sazonova@strana-rosatom.ru
+7 (495) 626-24-74

Журнал зарегистрирован в Федеральной
службе по надзору в сфере связи, инфор-
мационных технологий и массовых
коммуникаций

Свидетельство о регистрации СМИ
ПИ №ФС77-59582
от 10 октября 2014 года

Тираж 1980 экземпляров.
Цена свободная.
Дата выхода в свет: 30.04.2026

При перепечатке ссылка
на «Вестник Атомпрома» обяза-
тельна. Рукописи не рецензиру-
ются и не возвращаются

Суждения и выводы авторов
материалов, публикуемых
в «Вестнике Атомпрома», могут
не совпадать с точкой зрения
редакции

Журнал отпечатан:
ООО «АртФормат»
115477, г. Москва, ул. Зюзинская,
д. 6, стр. 2.
Тел.: +7 (968) 724-35-91
№ заказа: Аф-003/26.

Содержание

Главная тема	КОРОТКО	Атом в белом халате 4 <i>Направления деятельности госкорпорации «Росатом» в области развития технологий для медицины</i>	Радиоэкология Разумный предел 32 <i>Проектное направление «Прорыв»: реализация принципа ALARA</i>
	ЯДЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	Протокол надежды 6 <i>Как сейчас лечат онкологические заболевания и каковы успехи отечественной ядерной медицины</i>	Спорт «Атомная отрасль — одна из самых спортивных в стране» 34 <i>Как спорт и здоровый образ жизни объединяют атомщиков</i>
БИОИНЖИНИРИНГ		Клетки для биофабрики 10 <i>Ученые «Росатома» развивают технологии биофабрикации</i>	Исследование Предохранители от выгорания 38 <i>Как в атомной отрасли проводят профилактику стресса и выгорания сотрудников</i>
	ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ	Сила титана 16 <i>Единый интегратор «Росатома» по направлению «Металлургия» занимается изготовлением высокотехнологичных изделий медицинского назначения</i>	Международное сотрудничество Язык до реактора доведет 42 <i>Атомный диалог: как преодолеть языковой барьер</i>
ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ДОЛГОЛЕТИЯ		«Ядерная медицина сейчас предлагает варианты решения ранее неразрешимых задач» 22 <i>Современные технологии для продления жизни</i>	Горизонты науки Телепортация информации 46 <i>Возможна ли безэнергетическая передача информации?</i>
		«Цель — достичь активного долголетия» 25 <i>Врачи Национального медико-хирургического центра им. Н. И. Пирогова Минздрава России рассказали о том, как отсрочить старость</i>	Музей «АТОМ» До чего дошел прогресс: что обсуждают в музее «АТОМ»? 48 <i>«Атомные дискуссии» делают научное знание понятным и запоминающимся</i>
ПЕРСПЕКТИВЫ		Ядерный захват 29 <i>Как сибирские ученые превращают реактор в инструмент спасения жизней</i>	ИЦАЭ Чем болела Мона Лиза? 52 <i>Как медицинская наука учится говорить на языке, понятном пациенту</i>
			Книжная полка Когда корпорация становится империей 56 <i>Чему учит книга Уильяма Далримпла «Анархия. Неумолимое возвышение Ост-Индской компании»</i>

АТОМ В БЕЛОМ ХАЛАТЕ

Направления деятельности госкорпорации «Росатом» в области развития технологий для медицины

«Росатом» — партнер государства в деле увеличения продолжительности и повышения качества жизни населения страны. Предприятия госкорпорации развивают технологии в сфере здравоохранения, наращивая выпуск медицинского оборудования и радиофармпрепаратов и участвуя в создании импортонезависимой системы оказания медицинской помощи гражданам России при диагностике и лечении социально значимых заболеваний.

Развитие технологий ядерной медицины — одно из ключевых направлений деятельности «Росатома», нацеленное на повышение доступности жизненно важных медицинских технологий, оборудования и лекарств для пациентов в России и за ее пределами.

«Росатом» имеет одну из самых сильных в мире научно-технических баз и различные производственные мощности для получения практически любого изотопа в промышленных масштабах — от традиционных молибдена-99, технеция-99m, йода-131 до перспективных актиния-225, лютеция-177, радия-223.

На их основе для ядерной медицины производится радиофармацевтическая продукция, обеспечивающая диагностику и терапию для примерно 2,5 млн пациентов в год. Продукция «Росатома» используется в более чем 160 клиниках России и ЕАЭС, а также поставляется в более чем 50 стран мира, включая Латинскую Америку, Азию, Ближний Восток и Африку. Номенклатура поставляемой продукции насчитывает около 400 наименований.


За последние годы «Росатом» научился производить радиофармацевтические лекарственные препараты (РФЛП) на основе наработанных им изотопов самостоятельно и сосредоточился на развитии собственного производства в России. Это позволит минимизировать зависимость отечественной

медицины от импорта и обеспечить стабильное снабжение российских медицинских учреждений необходимыми препаратами. На производственных площадках — в Димитровграде, Санкт-Петербурге (Радиевый институт им. В. Г. Хлопина) и Обнинске (НИФХИ им. Л. Я. Карпова) — уже выпускается 12 жизненно важных радиофармпрепаратов и медицинских изделий. Например, 90% всех генераторов технеция-99m, которые используются в российских медицинских учреждениях для проведения диагностики онкологических заболеваний, производится на мощностях «Росатома» в НИФХИ им. Л. Я. Карпова.

На площадке НИФХИ им. Л. Я. Карпова строится завод по производству радиофармацевтической продукции. Первую очередь производства планируется запустить в конце 2026 года. Реализация проекта даст возможность повысить доступность высокотехнологичной ядерной медицины в России, существенно расширить область применения радиофармпрепаратов при диагностике и терапии, а также нарастить экспортный потенциал России в высокотехнологичной продукции. При проектировании завода «Росатом» ориентировался на реальные потребности страны в препаратах.

Еще одно направление — биоинжиниринг. В этом году на Форуме будущих технологий «Росатом» представил совместные с ФМБА России разработки в области выращивания тканей из универсальных клеток. Такие ткани не отторгаются организмом, и здесь открываются большие возможности для создания новых органов, это позволяет продлевать жизнь. Эта технология открывает новые перспективы для лечения различных заболеваний и развития регенеративной медицины.

Многолетняя экспертиза в ядерной медицине позволяет «Росатому» развивать еще одно приоритетное



направление — создание высокотехнологичных медицинских изделий и оборудования. Благодаря набранным компетенциям и наличию собственной сырьевой базы предприятия атомной отрасли создают имплантаты и другие изделия для травматологии и ортопедии. В российских клиниках используются произведенные в «Росатоме» комплексы «Брахииум» для терапии онкологических и других видов тяжелых заболеваний. Сотни дыхательных аппаратов «Тианокс», созданных атомщиками, помогают в лечении и восстановлении пациентам в гражданских и военных клиниках.

Сегодня «Росатом» создает по всей стране сеть центров радионуклидной терапии, которая обеспечит

широкую доступность высокотехнологичной медицинской помощи. В Москве возводится блок радионуклидной терапии с циклотроном для Центра сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева.

Новый корпус сооружается на территории действующего медицинского центра, его площадь составит 1400 м².

В здании разместится высокотехнологичное медицинское и производственное оборудование, в основе которого — циклотронный комплекс для наработки изотопов медицинского назначения, лаборатория синтеза радиофармацевтических лекарственных препаратов (РФЛП) для позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ-диагностики) и лаборатория контроля качества РФЛП. Также новые центры ядерной медицины возводятся в Уфе, Липецке, разрабатываются проекты таких центров для целого ряда регионов.

К компетенциям госкорпорации «Росатом» в области проектирования и строительства объектов инфраструктуры ядерной медицины проявляют активный интерес страны СНГ, Азии, Африки и Латинской Америки.

Текст: Наталия Фельдман

Фото: НМИЦ радиологии Минздрава России, РИА Новости

Протокол надежды

Как сейчас лечат онкологические заболевания и каковы успехи отечественной ядерной медицины

«Вы просто не дожили до своего рака» — давно известная фраза, говорящая о том, что онкологические заболевания принято относить к возраст-ассоциированным болезням. Но статистика последнего десятилетия свидетельствует о том, что количество заболевших моложе 50 лет растет. Какова природа патологического изменения развития клеток в организме, чем и как сейчас лечат опухоли и насколько продвинулась ядерная медицина в XXI веке, мы узнали в Медицинском радиологическом научном центре им. А. Ф. Цыба в Обнинске — филиале ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России.

¹ Полухина А. Сколько живут медузы: кому из них доступно биологическое бессмертие // Наука Mail. — [Электронный ресурс].

² Лыжко Н. А. Молекулярно-генетические механизмы инициации, промции и прогрессии опухолей. — [Электронный ресурс].

³ Кушлинский Н. Е., Немцова М. В. Молекулярные механизмы опухолевого роста. — [Электронный ресурс].

Обманчивое бессмертие: клетки-эгоисты

О долгой и продуктивной жизни, а порой и о бессмертии люди мечтают на протяжении многих столетий. И в природе есть живые организмы, не подверженные старению, например голый землекоп, и даже «вечные», в частности медуза *Turritopsis dohrnii*. Попадая в неблагоприятные условия, она запускает трансдифференцировку клеток и превращается в полип — свою «детскую» стадию, с которой начинается

ее жизненный цикл. А затем развитие запускается заново. Такие переходы медуза может совершать до десятка раз¹.

А как обстоит дело с человеком? Есть ли у нас механизмы, помогающие продлить жизнь? У каждой клетки существует собственный жизненный цикл, который завершается апоптозом — «запрограммированной клеточной смертью». Но у некоторых клеток этот процесс нарушается, и они продолжают развиваться. Казалось бы, вот оно — бессмертие на клеточном уровне. Но это, наряду с повышением миграционной способности, отсутствием репликативного старения, увеличением жизнеспособности, генетической нестабильности и ряда других характеристик, — признаки канцерогенеза² (патологического процесса, приводящего к возникновению и развитию раковых опухолей, которые в результате приводят к гибели организма). По сути, возникновение опухоли — это результат накопления мутаций в геноме клеток. Каждая следующая мутация увеличивает способность клеток к неконтрольному размножению, и организм перестает справляться с этим процессом. Кроме того, раковые клетки, взаимодействуя с нормально функционирующими «соседями», создают опухоль-ассоциированную строму³ и способны распространяться по всему организму, формируя метастазы, что осложняет лечение и провоцирует рецидивы. Таким образом, подобное «бессмертие», повышенная живучесть и воспроизводимость на клеточном уровне могут привести к фатальным последствиям.





«В ближайшие годы мы точно получим массу новых технологий лечения самых разных заболеваний»

К стандартному набору лечения онкологических заболеваний относят хирургическое лечение, лучевую терапию и лекарственную противоопухолевую терапию, которая включает в себя химиотерапию, гормонотерапию и таргетную терапию. О стратегиях и медицинских стандартах лечения рака в Медицинском радиологическом научном центре им. А. Ф. Цыба «Вестнику атомпрома» рассказал Валерий Крылов, директор Института ядерной медицины, заведующий отделением радионуклидной терапии, врач-радиолог, доктор медицинских наук.

Стратегия прежде всего

— Валерий Васильевич, какие признаки в изменении состояния и самочувствия человека свидетельствуют о том, что пришла пора обратиться к врачу? На что важно обратить внимание?

— Это важные вопросы, но ответ на них будет звучать так: для выявления самых начальных форм рака необходимо идти к врачу тогда, когда никаких симптомов еще нет и ничего не беспокоит.

Очень часто при возникновении онкологического заболевания самочувствие может не изменяться. Человек может сохранять работоспособность и при наличии опухоли. Один из моих знакомых — бывший профессиональный спортсмен — не просто нормально себя чувствовал, но и продолжал показывать высокие результаты на уровне любительского спорта. А оказалось, что он уже имел рак пищевода. Симптомом, с которым он обратился, — это было нарушение глотания, у него постоянно возникало ощущение, что он поперхнулся. А сколько мы знаем примеров бессимптомного течения рака предстательной железы! И нередко первыми клиническими симптомами становились боли в позвоночнике, потому что там уже появились метастазы. Да и других примеров можно привести немало.

Можно сказать больше: если опухоль причиняет человеку боль, то она достигла столь крупного размера, что момент успешного лечения, скорее всего, уже упущен.

Главное — профилактика и своевременное обследование. Мы знаем, что самое частое заболевание

у женщин — рак молочной железы, а у мужчин лидирует рак предстательной железы. Поэтому после 45 лет женщинам необходимо ежегодно делать маммографию и УЗИ, а мужчинам — сдавать анализ на простатический специфический антиген (ПСА). И если ПСА аномально повышен, то врач назначит дополнительные исследования. Другая важная проблема — опухоли легких, и своевременно их выявить поможет ежегодная флюорография. Состояние желудка проверяют с помощью гастроскопии, а толстый кишечник обследуют с помощью колоноскопии. Этот комплекс закрывает значительную часть потенциальных проблем, связанных с наиболее частыми онкологическими заболеваниями, и позволит выявить их на раннем этапе.

— С чего начинается лечение?

— Первый и самый важный момент — ни в коем случае не заниматься самолечением и уж тем более не применять бесконтрольно так называемые «народные средства». Даже профессиональные онкологи не лечат сами себя, а обращаются к коллегам. Врач выяснит у пациента, как он себя чувствует, затем на основе собранной информации назначит диагностику, и по ее результатам будет определено лечение. Сейчас разработаны детальные клинические рекомендации по лечению различных опухолевых заболеваний. Над ними работали экспертные группы, включающие профессионалов высшего уровня. Предлагаемые стандарты лечения подтвердили свою эффективность на больших группах пациентов.

— Онкология — это всегда операция или существуют и другие варианты?

— Конечно же, существуют и другие варианты. При некоторых видах опухолей хирургическое лечение вообще может и не применяться, к примеру при опухолях системы крови. А, например, при локализованных формах рака предстательной железы вместо оперативного вмешательства можно применить брахитерапию или лучевую терапию, и их результаты будут равнозначны хирургической операции.

В МРНЦ им. А. Ф. Цыба применяются практически все методы лечения онкологических заболеваний: хирургическое лечение, различные виды лучевой терапии (включая брахитерапию и радиоэмболизацию опухолей, протонную терапию), радионуклидная



терапия, фотодинамическая терапия и, конечно, очень широкий спектр методов лекарственной противоопухолевой терапии.

Ядерная аптека

— В составе МРНЦ им. А. Ф. Цыба функционирует Институт ядерной медицины, и одно из его структурных подразделений — ядерная аптека. Расскажите, что такое ядерная аптека и какие задачи она решает.

— Ядерная аптека (она, кстати, первая в России) — это по своей сути клиническая радиохимическая лаборатория, в ней изготавливают радиофармпрепараты, которые используются в нашей клинике для лечения различных заболеваний.

— Каков принцип работы ядерной аптеки?

— В ядерной аптеке из отдельных частей создается целое. Отдельно мы покупаем радионуклидные источники: лютеций-177 (^{177}Lu) в виде лютеция хлорида, актиний-225 (^{225}Ac) в виде нитрата или хлорида. Отдельно закупаются пептиды — транспортные молекулы, которые будут доставлять эти радионуклиды к опухоли. Это может быть пептид PSMA (простат-специфический мембранный антиген) для лечения метастатического рака предстательной железы или пептид DOTA-TATE для лечения больных с распространенными нейроэндокринными опухолями.

Сначала готовят транспортную молекулу, а затем присоединяют к ней радионуклид. Работы выполняются в специальных герметичных радиационно

защитных боксах по строго определенному техническому регламенту, детально прописанному для каждого радиофармпрепарата. Препараты готовят сразу для нескольких пациентов, поэтому внутри бокса весьма высокая радиоактивность. Обязательно выполняется процедура контроля качества. Нужно проверить, насколько крепко транспортная молекула соединилась с радиоактивным элементом. Если, например, радионуклид присоединился плохо, то транспортная молекула пойдет к опухоли без «груза», а радионуклид попадет совсем не туда, куда нужно. Это совершенно недопустимо, потому что в таком случае вместо опухоли удар придется по здоровым органам. Поэтому полученный препарат обязательно проверяют радиохимики. И когда они дадут добро, радиофармпрепарат можно вводить пациенту.

— Расскажите подробнее об Институте ядерной медицины, которым вы руководите.

— В состав института входят несколько подразделений. Первое — отделение радионуклидной диагностики. Название говорит само за себя. Здесь выполняются диагностические исследования с применением радиофармпрепаратов. Радионуклидная диагностика — это молекулярная визуализация. Мы можем видеть реальный живой метаболизм тканей и органов. Это крайне важно для постановки правильного диагноза, стадирования заболевания, динамической оценки результатов лечения.

Следующее — отделение радионуклидной терапии. Название тоже говорит само за себя. Здесь выполняются уже лечебные процедуры с применением терапевтических радиофармпрепаратов. Радионуклидная терапия — это адресная молекулярно-ориентированная доставка радиоактивных элементов прямо в опухолевые клетки. И не только в опухолевые. Например, при лечении тиреотоксикоза радиоактивным йодом мы уничтожаем не опухоль, а аномально работающие клетки щитовидной железы, продуцирующие токсическое количество тиреоидных гормонов, опасное для организма.

Третье — ядерная аптека, о которой мы уже говорили. Здесь мы готовим те радиофармпрепараты, которые не производятся промышленным образом. Это группа ультрасовременных высокоэффективных таргетных радиофармпрепаратов, изготавливаемых индивидуально под конкретных пациентов.

Четвертое подразделение — лаборатория экспериментальной ядерной медицины, где ведется разработка новых радиофармпрепаратов, проводится их доклиническое изучение. Именно из этой лаборатории новые препараты попадают потом в клиническое использование.

Невидимый доктор

— Чем радиоактивный изотоп отличается от радиофармпрепарата?

— Радиофармпрепарат (РФП), по новой терминологии «радиофармацевтический лекарственный препарат» (РФЛП), — это радиоактивный изотоп, соединенный с транспортной молекулой, благодаря которой РФЛП достигает опухоли.

— Всегда ли используются транспортные молекулы?

— Нет, не всегда. Радиоактивный йод, применяемый при радиойодтерапии (РЙТ), сам накапливается в щитовидной железе. Это, пожалуй, единственный пример в природе, когда конкретный химический элемент имеет такую сверхвысокую тропность к какому-то конкретному органу, как йод к клеткам щитовидной железы. Почему так происходит? Потому что функция щитовидной железы состоит в синтезе тиреоидных гормонов, а в их состав входит йод. И поэтому биологически в клетках щитовидной железы (тиреоцитах) есть специальное устройство (натрий-йодный симпортер), которое автоматически улавливает йод из плазмы крови и перемещает его внутрь тиреоцита. На этом построены и радиойодная диагностика, и радиойодная терапия. Радиойодтерапия построена на «обмане» большого тиреоцита. Мы обманываем симпортер, не способный отличить радиоактивный йод от обычного. Мы даем пациенту выпить радиоактивный йод, и симпортер отправляет его прямо в «большой тиреоцит». Поэтому для лечения тиреотоксикоза и рака щитовидной железы транспортные молекулы не нужны — работает природный механизм. При этом при тиреотоксикозе мы йод используем вместо операции, а при раке щитовидной железы радиоактивный йод используется всегда только после операции, когда удалена опухоль и нужно «добить» имеющиеся метастазы или одиночные опухолевые клетки, которые нельзя удалить хирургическим путем.

— Есть ли в истории развития отечественной онкологии XXI века знаковые даты?

— Думаю, что такой датой смело можно назвать 14 мая 2021 года. Это день нашей победы, в который в нашей клинике впервые была проведена радиолигандная ПСМА-терапия. Первая отечественная искусственно созданная радиотаргетная молекула — ^{177}Lu -DOTA-PSMA — была введена российскому пациенту для лечения метастатического кастрационно-резистентного рака предстательной железы.

До 2021 года складывалась парадоксальная ситуация. Россия давно является мировым лидером в производстве радионуклидов для различных областей применения. Лютеций-177, актиний-225 и многие другие радиоизотопы медицинского назначения производятся в нашей стране и поставляются во многие страны мира. А вот готовых к применению радиофармпрепаратов у нас долгие годы не было. Наши изотопы отправляли за рубеж, там из них делали РФЛП и лечили людей. И наши соотечественники вынуждены были уезжать лечиться за границу, тратя на это большие деньги, в то время как исходные

изотопы производились у нас. И в 2021 году нам наконец-то удалось эту ситуацию исправить. Сейчас уже многое стало наоборот. У нас это лечение теперь даже более доступно, чем за рубежом, и намного дешевле. А качество — одинаковое.

— Какие радиофармпрепараты производятся в Институте ядерной медицины и для лечения каких заболеваний они предназначены?

— Лютеций-177 PSMA, актиний-225 PSMA, лютеций-177 DOTA-TATE, микросферы альбумина 5–10 мкм, меченые рением-188, для внутрисуставных введений, микросферы альбумина 20–40 мкм с рением-188 для радиоэмболизации — лечения опухолей печени.

На стадии клинических исследований находятся два новых препарата с рением-188, которые лечат костные метастазы. Один называется «Фосфорен», другой — «Золерен». Про «Золерен» (рений-188 — золедроновая кислота) можно добавить, что это был первый в мире препарат, в котором в качестве транспортной молекулы был использован самый высокоэффективный терапевтический бисфосфонат, применяемый в лечении больных с костными метастазами, — золедроновая кислота. Таким образом, у нас получился уникальный радиофармпрепарат, в котором сочеталось терапевтическое действие химического и радионуклидного агентов. Первое в мире введение пациенту такого препарата мы выполнили в 2013 году.

Технологии будущего

— Какие новейшие методы планируются к применению в МРНЦ в ближайшее время?

— В ближайших планах у нас лютеций-177 FAPi, с помощью которого можно лечить больных с метастатическими опухолями, которым не подходит лечение с молекулами PSMA или DOTA-TATE. Это может быть рак желудка, легкого, колоректальный рак, опухоли яичников и другие первичные локализации.

В ближайших планах — тербий-169 PSMA, тербий-169 DOTA-TATE, тербий-169 FAPi. Это новый изотоп, очень перспективный.

— Какие открытия ждут нас в ядерной медицине и в лечении онкологических заболеваний в ближайшие 10 лет?

— Открытия однозначно будут. Сейчас во всем мире идет колоссальная работа по синтезу новых таргетных молекул. Если еще пару десятков лет назад их получали опытным путем, то сейчас активно применяется искусственный интеллект и моделирование на его основе, что резко увеличило скорость получения новых препаратов. Пока это лабораторные исследования, но в ближайшие годы мы точно получим массу новых молекул и новых технологий лечения самых разных заболеваний.

Текст: Ольга Ганжур
Фото: НИИТФА

Сотрудники лаборатории геномных технологий и тканевой инженерии НИИТФА, Ирина Захарова — слева

Клетки для биофабрики

Ученые «Росатома» развивают технологии биофабрикации



На последних двух Форумах будущих технологий биомедицинские технологии «Росатома» были в центре внимания. В прошлом году звездой мероприятия стал кролик по имени Заяц, которому успешно вживили сосуд, выращенный в биофабрикаторе. В этом году президенту РФ показали тканеинженерный сердечный клапан и конструкции для редактирования генома. Куда движется биофабрикация и когда ее разработки станут доступны широкому кругу пациентов, «Вестник атомпрома» спросил у Ирины Захаровой — кандидата биологических наук, начальника лаборатории геномных технологий и тканевой инженерии Научно-исследовательского института технической физики и автоматизации (НИИТФА).

— Расскажите немного о себе. Чему и где вы учились, чтобы сегодня заниматься биофабрикацией?

— Я — биолог, науку эту полюбила еще в школе, которую окончила с золотой медалью. Поступила в Новосибирский государственный университет, на факультет естественных наук. У нас была очень сильная подготовка не только по биологии, но и по физике, химии, математике. Будучи студенткой второго курса, я пришла работать в Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук (ИЦиГ СО РАН) — самый крупный генетический институт в нашей стране. Попала в лабораторию эпигенетики развития под руководством профессора Сурана Минасовича Закияна, который впоследствии стал научным руководителем моей кандидатской диссертации. Именно в ИЦиГ я начала работать с индуцированными плюрипотентными стволовыми клетками (ИПСК). Я реализовала несколько проектов, поддержанных Российским

научным фондом. В частности, по моделированию наследственного заболевания — семейной гиперхолестеринемии — на васкуляризованных гепатоорганоидах, созданных из ИПСК. Кроме того, в 2012 году мы начали большую работу с коллегами из Национального медицинского исследовательского центра им. академика Е. Н. Мешалкина, который специализируется на кардиоваскулярных заболеваниях. В этих работах мы с коллегами заложили фундаментальную основу для создания клеточных продуктов для регенеративной медицины. Сегодня эти разработки продолжаем уже в «Росатоме» и рассчитываем вскоре довести до практического использования.

— Что за чудесные плюрипотентные клетки?

— Плюрипотентные стволовые клетки человека существуют на стадии раннего эмбрионального развития, из них образуются все типы клеток развивающегося организма. Они называются эмбриональными стволовыми клетками, способны к неограниченному размножению и образованию клеток всех типов даже *in vitro*, то есть в чашке Петри в лабораторных условиях. Эти свойства делают их крайне перспективными для регенеративной медицины. Однако они есть только у эмбриона на ранней стадии, у взрослого человека эмбриональных стволовых клеток нет.

В 2012 году Нобелевская премия по физиологии и медицине была присуждена Джону Гёрдону и Синье Яманаке за открытие индуцированной плюрипотентности, то есть возможности «перепрограммировать» любые зрелые клетки в плюрипотентные стволовые. Оказалось, что клетки взрослого организма можно возвращать в эмбриональное состояние. Такие клетки получили название индуцированных плюрипотентных стволовых, или ИПСК. А затем, зная нужные молекулярные механизмы, можно дифференцировать ИПСК, то есть «превращать» неспециализированные стволовые клетки в нужные нам специализированные — сосудов, мозга, печени, костей... Открытие стало настоящим прорывом в регенеративной медицине: из ИПСК можно «вырастить» новые пациент-специфичные ткани и органы, исключив риск иммунного отторжения при трансплантации. Эти клетки можно применять для моделирования заболеваний, тестирования лекарств.

В том же 2012 году произошло еще одно значимое событие: Дженнифер Дудна и Эмманюэль Шарпантье предложили метод редактирования генов с помощью так называемых «генетических ножниц» CRISPR-Cas. В 2020 году их открытие было удостоено Нобелевской премии по химии. Эта революционная технология основана на адаптивном иммунитете бактерий, она позволяет исправлять мутации и вносить изменения в последовательности генов. Таким способом можно направленно редактировать гены плюрипотентных стволовых клеток.

— Вы применяли ИПСК для моделирования гиперхолестеринемии. Эта болезнь часто встречается?



— Довольно часто. Носителем заболевания является каждый трехсотый житель планеты. Больных тяжелой гомозиготной формой меньше — примерно один на миллион. Эти люди редко живут дольше 25 лет, большинство рано умирают от сердечно-сосудистых патологий. Гиперхолестеринемия вызывает мутации в генах рецепторов липопротеинов низкой плотности. На гепатоцитах — клетках печени — есть рецептор, который в норме должен акцептировать, то есть ловить, липопротеины низкой плотности, связываться с ними в крови и метаболизировать, перерабатывать их. Если этого не происходит, то липопротеины низкой плотности остаются в кровотоке и со временем откладываются на стенках сосудов в виде холестериновых бляшек, которые провоцируют инфаркты, инсульты и другие опасные для жизни состояния.

В своем исследовании я работала с клетками крови больных семейной гиперхолестеринемией, проходивших лечение в Национальном медицинском исследовательском центре кардиологии им. академика Е. И. Чазова. Из клеток крови получала ИПСК, далее дифференцировала в гепатоциты и эндотелиоциты — клетки печени и сосудов. В основном исследователи гиперхолестеринемии изучают клетки печени, но бляшки-то откладываются именно в сосудах. Я поставила перед собой задачу посмотреть, есть ли в эндотелиоцитах молекулярные признаки патологии. А затем с помощью гееномной технологии редактирования исправить мутацию в клетках.

— Получилось?

— Не до конца, исправилась только одна родительская копия мутантного гена. Работа продолжается в нашей лаборатории при поддержке Российского научного фонда совместно с коллегами из Томского

Что такое биофабрикация?

Технологии создания тканевых эквивалентов органов из живых клеток разрабатываются во всем мире с начала 2000-х годов. Самый распространенный метод — биопечать, послойное нанесение биочернил (клеток). Одним из первых практических применений биопринтинга стала печать кожи для лечения ожоговых ран. Основной недостаток биопечати в том, что в процессе формирования тканевого эквивалента клеткам не хватает питания: пока наращивается верхний слой, нижний может погибать. В «Росатоме» разработали метод биофабрикации. Управляя клеточным материалом в питательной среде при помощи физических полей, ученые формируют сфероиды — клеточные конгломераты диаметром 200–300 мкм, которые обладают способностью сливаться, создавая внеклеточный матрикс и единую структуру. Из них и «собирают» нужный эквивалент участка органа. Но сразу после формирования он не готов к пересадке — он должен «дозреть» и получить необходимые биомеханические свойства в биореакторе. При необходимости его скручивают, сообщают пульсацию или имитируют другие процессы, присущие живому организму. Сейчас в «Росатоме» умеют выращивать в биопринтере простые системы, исследования направлены на создание функциональных участков органов, например сердца, печени. Для использования их в трансплантологии также предстоит решить проблемы, связанные с васкуляризацией (формированием кровеносных сосудов) и интеграцией имплантируемых органов в организм.

НИИ медицинской генетики, НИИЦ кардиологии им. академика Е. И. Чазова, ИЦиГ СО РАН. Сегодня во всем мире пока есть только один одобренный препарат, основанный на геномном редактировании, — для лечения бета-талассемии и серповидноклеточной анемии. Кроме того, порядка 200 высокотехнологичных препаратов на основе ИПСК проходят доклинические и клинические исследования. В тестах принимают участие порядка 1500 пациентов в 17 странах мира. Геномное редактирование и клеточные препараты на основе ИПСК буквально на пороге широкого применения.

— Какие задачи стоят сегодня перед вашей лабораторией?

— Технологии биофабрикации уже сегодня позволяют нам создавать некоторые ткани и фрагменты органов из функциональных клеток пациентов. Но универсальным и уникальным источником для получения тканевых эквивалентов станут именно плюрипотентные стволовые клетки. Они обладают неограниченным регенеративным потенциалом. Их

можно замораживать, как все живые клетки. И в любой момент дифференцировать, то есть направлять в любые клетки организма. С прошлого года мы вовлечены в крупнейший проект: работаем в рамках Центра геномных исследований мирового уровня совместно с Федеральным научно-клиническим центром физико-химической медицины им. академика Ю. М. Лопухина над получением низкоиммуногенных ИПСК для создания универсальных донорских клеточных продуктов, которые подойдут широкому кругу пациентов и благодаря низкой иммуногенности не будут вызывать иммунный ответ.

Американская биотехнологическая компания Universal Cells, специализирующаяся на разработке универсальных донорских стволовых клеток, получает ИПСК, используя безопасные аденоассоциированные вирусные векторы для редактирования генома. Мы пошли другим путем. С помощью метода геномного редактирования CRISPR-Cas (его самой продвинутой безопасной версии праймированного редактирования) мы отключаем в клетках гены иммунного ответа и включаем гены иммунной толерантности.

В прошлом году мы получили клетки от условно здорового донора и создали генетические конструкции — кольцевые молекулы ДНК, которые, попадая в клетку, позволяют вносить изменения в геном, не встраиваясь в него. В этом году соединяем клетки и новые генетические конструкции. К концу года мы уже должны получить первую линию низкоиммуногенных индуцированных плюрипотентных стволовых клеток. А дальше — подтвердить их характеристики для применения в клинической практике.

— Приведите, пожалуйста, пример универсального клеточного продукта, который можно создать из таких клеток.

— У нас в разработке инновационная заплатка для ангиопластики — устранения дефектов сосудов, например, после удаления атеросклеротических бляшек. В России проводится порядка 20 000 операций по удалению атеросклеротических бляшек в год, и примерно четверть из них — с использованием таких заплат. Сейчас заплатки делают из синтетических или биологических (ткани животных) материалов. Но сосуд человека имеет очень сложную структуру. Он состоит из трех видов клеток: эндотелиальных, гладкомышечных и фибробластов. Каждый из клеточных слоев вырабатывает свой межклеточный матрикс, то есть функциональные молекулы, благодаря которым сосуд выполняет свои задачи. К сожалению, риски отторжения организмом искусственных заплат и повторной закупорки сосудов довольно велики. Возникает необходимость проводить повторную операцию. Мы предлагаем заселять заплатки эндотелиоцитами, полученными из ИПСК, чтобы повысить биосовместимость заплат. Задача клеточно-заселенных продуктов — привлечь собственные клетки реципиента и помочь им расположиться в правильной ориентации. Второй продукт, который

мы разрабатываем, — клеточно-заселенный трубчатый тканевый эквивалент сосуда.

— **Такой пересадили знаменитому кролику Зайцу?**

— Зайцу пересадили эквивалент на основе неуниверсальных клеток. Новая же разработка будет заселена универсальными эндотелиальными клетками, полученными из низкоиммуногенных ИПСК. Проект рассчитан до 2030 года включительно. К этому моменту мы должны закончить доклиническое исследование клеточно-заселенных заплат. Тканеинженерные клеточно-заселенные трубчатые эквиваленты сосудов должны в 2029 году выйти на доклиническое исследование. Кроме того, до 2030 года мы планируем официально зарегистрировать полимерные бесклеточные трубчатые тканевые эквиваленты, которые будут являться основой для клеточно-заселенных. В этот период мы также начнем эксперименты по созданию паразитовидной железы на основе ИПСК. У нас запланированы и космические эксперименты. Дело в том, что в условиях микрогравитации биофабрикация может быть эффективнее: клетки лучше вырабатывают межклеточный матрикс. Сейчас в научной среде обсуждаются мысли: а почему бы не наладить биофабрикацию тканевых эквивалентов на Международной космической станции или на планируемой Российской орбитальной станции?

— **Когда продукты из ИПСК станут доступны в российских клиниках?**

— Наши разработки пока еще не дошли до стадии клинических исследований — они тестируются не на людях, а в чашках Петри и на животных. В стране ведутся исследования ряда продуктов на основе ИПСК. В частности, в Федеральном научно-клиническом центре физико-химической медицины им. Ю. М. Лопухина тестируют продукты для лечения нейродегенеративных заболеваний и диабета. Клеточные продукты на основе ИПСК активно развиваются в мире. В России эту работу надо расширять. В перспективе ближайших 10 лет можно говорить о клиническом применении.

— **Расскажите о вашей команде.**

— В научно-производственном центре медицинских изделий и клеточных продуктов НИИТФА три лаборатории, я руковожу лабораторией геномных технологий и тканевой инженерии. Коллектив у нас молодой, средний возраст сотрудников — 33 года. Есть и опытные специалисты с большим заделом в геномных и клеточных технологиях. Значительная часть специалистов — биоинженеры, выпускники МИФИ, МИСиС, есть студентка РНИМУ им. Н. И. Пирогова. Но этого мало, коллективу нужно пополнение, мы работаем над этим. У нас есть совместная учебно-научная лаборатория в МИФИ, которой я по совместительству руковожу. Она дает возможность формировать у студентов комплексное биоинженерное видение на практике.

Форум будущих технологий: биоэкономика для человека

Форум будущих технологий (ФБТ) проводится с 2023 года в Центре международной торговли в Москве. Он стал флагманским событием, в рамках которого ведущие эксперты, ученые, представители бизнеса и органов государственной власти обсуждают передовые научные разработки и продуктивные решения на их основе. Традиционно в форуме принимает участие президент РФ Владимир Путин.

В этом году ФБТ прошел 25–26 февраля, главной темой стала биоэкономика для человека. Эксперты «Росатома» приняли активное участие в деловой программе, стенд госкорпорации был представлен на выставке новейших инновационных решений в сфере биоэкономики, которая прошла в рамках форума. На ФБТ традиционно работают две экспозиции: одна — для широкой общественности, другая — для президента, министров и глав корпораций. «Закрытую» часть представил Владимиру Путину генеральный директор «Росатома» Алексей Лихачев. В ней, в частности, были разработки для медицины: созданные в лаборатории конструкции для редактирования генома, тканеинженерный сердечный клапан, ядерные батарейки для кардиостимуляторов и др.

«Наши ученые научились создавать биологические конструкции, которые перепрограммируют стволовые клетки человека в универсальные и пригодные для выращивания тканей, которые подойдут любому пациенту и не вызовут иммунного отторжения, — рассказал Алексей Лихачев. — Мы начинаем выращивать в биопринтерах конструкции более сложные, чем эквивалент сосуда, который презентовали в прошлом году. Созданный нами сердечный клапан человека — это пока еще пассивная система, и наша следующая задача — перейти к системам функциональным».

Звездой прошлогоднего ФБТ стал кролик по кличке Заяц, которому вживили сосуд, выращенный в биофабрикаторе «Росатома». Алексей Лихачев сообщил Владимиру Путину, что Заяц «жив, здоров и нашел подругу сердца».





Дмитрий Чесноков

Генеральный директор Научно-исследовательского института технической физики и автоматизации (НИИТФА)

— На Форуме будущих технологий в этом году рассказывали о биофабриках нового класса — установках, которые не просто печатают, но и формируют клеточный материал в трехмерном пространстве. На каком этапе эта разработка сейчас?

— Сейчас установка находится в активной стадии доработки. Мы переходим от печати простых структур к созданию действительно сложных тканеинженерных конструкций. Параллельно развиваем информационные технологии, чтобы управлять процессом в реальном времени и автоматизировать его.

— Совместно с ФМБА России создаются низкоиммуногенные универсальные клетки для банка клеточных эквивалентов. Когда такой банк может стать реальностью для российских клиник?

— Точные сроки внедрения такого банка в клиническую практику пока не определены. Это обусловлено не только научно-технологическими вызовами, но и необходимостью формирования соответствующей нормативно-правовой базы, а также уровнем государственной поддержки. Требуется разработка специализированной нормативной базы для подобной продукции, обеспечение финансирования этапов масштабирования и межведомственное взаимодействие. При благоприятном сценарии возможность пилотного применения в отдельных медицинских учреждениях может быть достигнута в пределах трех — пяти лет.

— Тканевые структуры как модели для оценки радиофармпрепаратов — это уже рабочий инструмент или пока концепция? Есть ли клиники, готовые это применять?

— Тканевые структуры как модели для оценки радиофармпрепаратов уже давно являются полноценным рабочим инструментом. Такой подход позволяет оценивать распределение препарата в ткани, снижать потребность в экспериментах на животных и ускорять скрининг. Одним из направлений исследований являются системы «орган на чипе» — микрофлюидные устройства, позволяющие моделировать биологические процессы. Однако масштабное внедрение требует дополнительной валидации методов.

— Как в России регулируется направление биофабрикации? Что сейчас является главным барьером для выхода в клинику — наука, регуляторика или экономика?

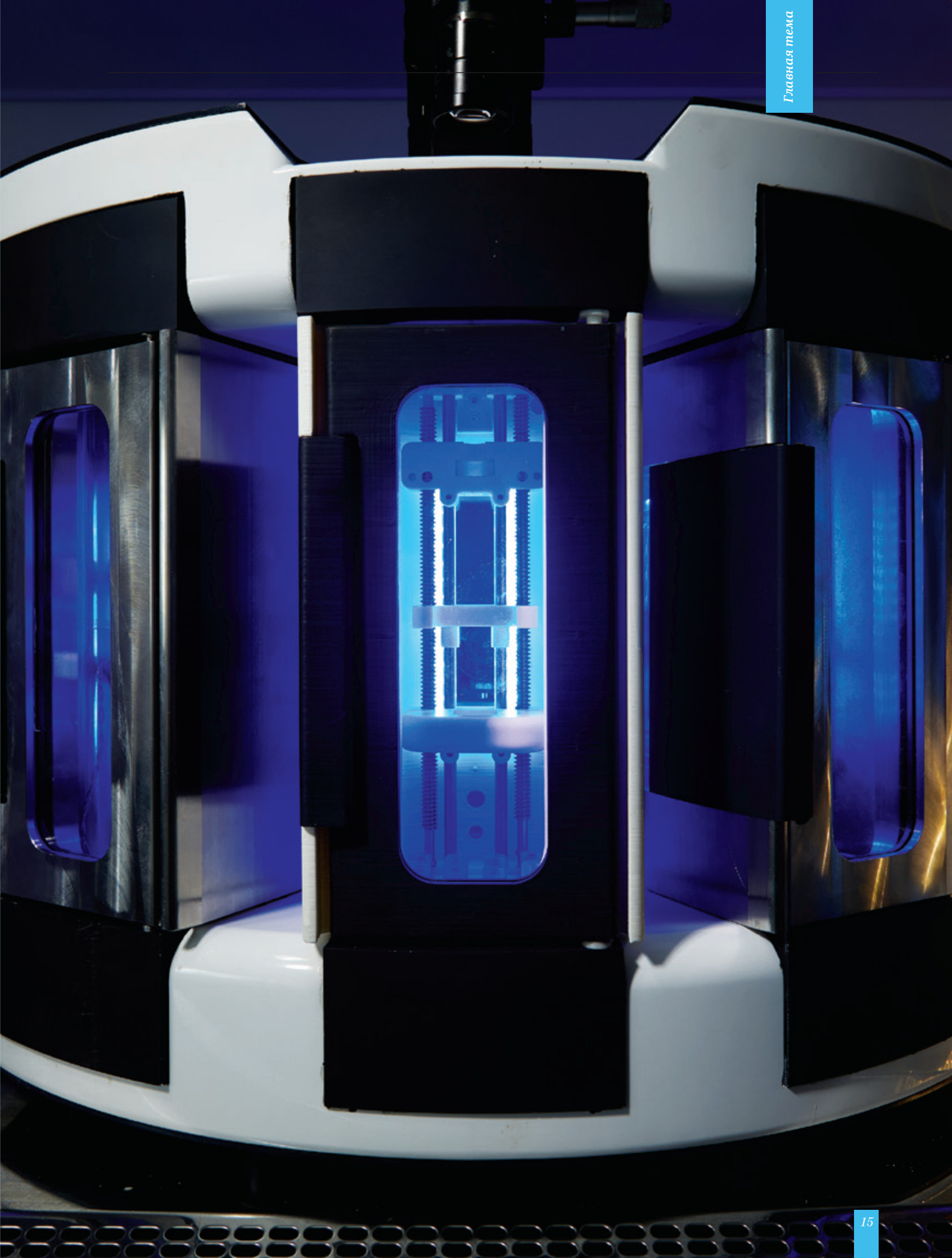
— На первый взгляд может показаться, что главные барьеры — наука и экономика, но это не так. Основная сложность заключается в длительном и многоступенчатом процессе доказательства безопасности и эффективности в условиях, когда специализированного законодательства для 3D-биопечати органов и тканей не существует. Действующие нормативные акты, регулирующие обращение медицинских изделий и лекарственных средств, не в полной мере учитывают специфику биопечатных продуктов. Отсутствуют утвержденные процедуры регистрации, эталонные стандарты качества, а также четкие требования к доклиническим и клиническим исследованиям таких продуктов. Это создает неопределенность для разработчиков и инвесторов. В настоящее время Минздрав России и Росздравнадзор ведут работу по адаптации существующих подходов, однако требуется синхронная модернизация как регуляторной базы, так и экономических механизмов, чтобы технология могла быть внедрена в клиническую практику.

— Как изменился запрос от российских клиник после 2022 года и как НИИТФА на него ответил?

— Клиники стали значительно активнее рассматривать отечественную технику, особенно в высокотехнологических направлениях, где ранее доминировали зарубежные поставщики. Запрос сместился в сторону гарантий сервисной поддержки, полной локализации и независимости от импортных комплектующих. НИИТФА ответил на этот вызов в том числе ускорением разработок в области биофабрикации, которые могут закрыть потребности, ранее не обеспеченные российскими решениями.

— Какую из новых технологий института вы считаете наиболее перспективной?

— Все направления, по которым мы работаем, являются важными и имеют большой потенциал. Каждое из них нацелено на решение конкретных задач в области радиационной медицины и биотехнологий. Среди них особый интерес представляет направление, связанное с созданием тканеинженерных конструкций, потенциал которых может выходить за рамки замещения поврежденных тканей и органов. Данные разработки могут открыть новые возможности для исследования радиофармацевтических препаратов и иных лекарственных средств на специализированных биологических моделях без проведения испытаний на животных, что позволяет расширить спектр исследований и повысить их прогностическую ценность.

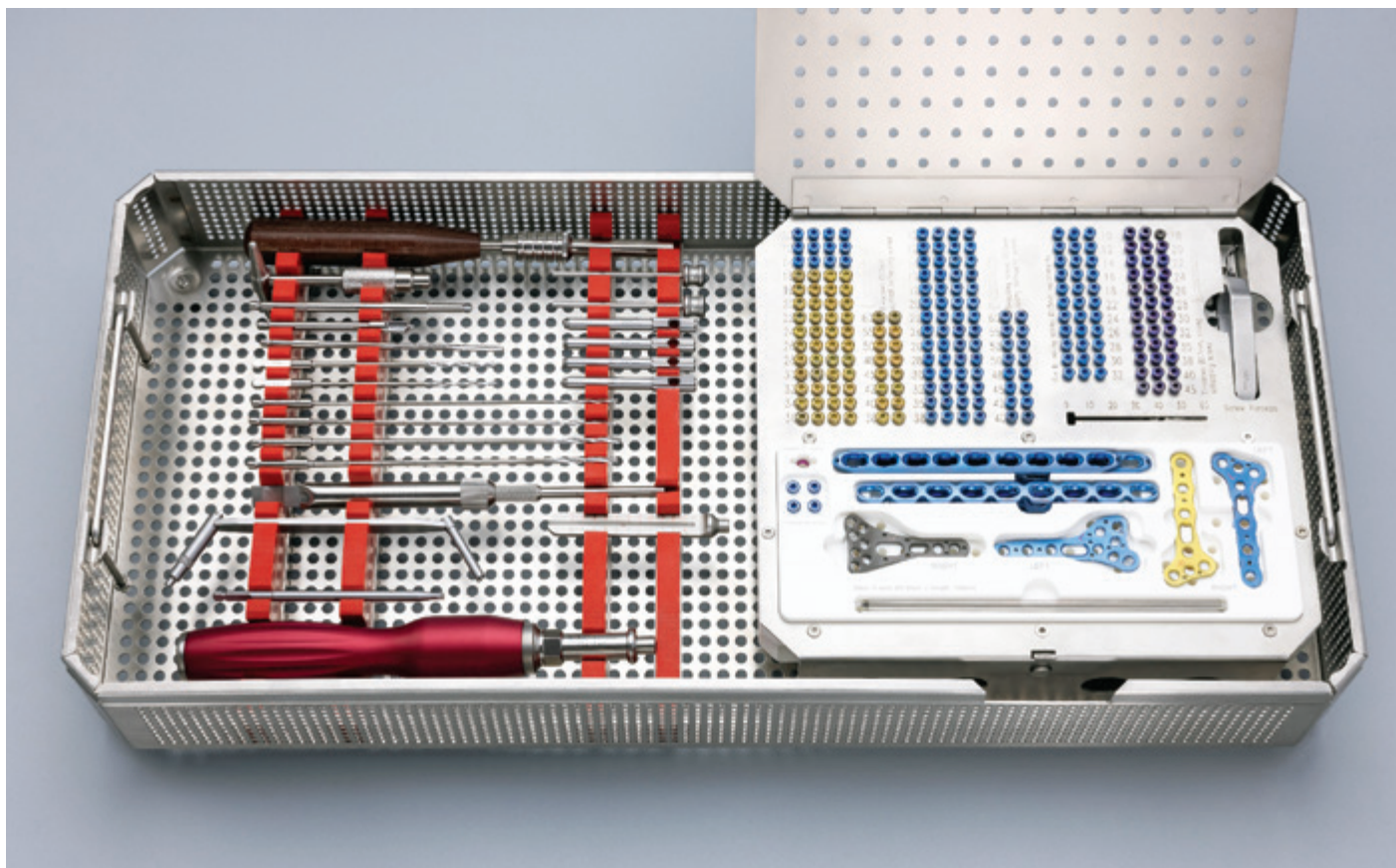


Текст: Евгений Рожков

Фото: «Росатом МеталлТех»

Сила титана

Единый интегратор «Росатома» по направлению «Металлургия» занимается изготовлением высокотехнологичных изделий медицинского назначения



Если говорить о здоровье и улучшении качества жизни людей, то атомная отрасль у многих по-прежнему ассоциируется прежде всего с ядерной медициной. Но «Росатом» не ограничивается только этим направлением. Благодаря наличию собственной сырьевой базы и компетенциям в работе с титаном ООО «Росатом МеталлТех», отраслевой интегратор по направлению «Металлургия», освоил производство медицинских имплантатов для остеосинтеза¹. При этом была локализована цепочка полного цикла,

от получения полуфабриката до готового изделия, как самих имплантатов, так и всей линейки хирургического инструмента для их установки. Проектированием, разработкой и производством таких медицинских изделий занимается дочерняя компания интегратора «Росатом Имплантат», которой в марте этого года исполнилось три года со дня основания. Кстати, сам «Росатом МеталлТех» тоже отметил в марте важную дату: компании исполнилось 15 лет.

¹ **Остеосинтез** — хирургический метод сращения кости, при котором врач соединяет и прочно фиксирует обломки при помощи металлического крепежа. Кость может фиксироваться как снаружи — специальными пластинами, так и внутри, когда в трубчатую кость вставляются штифты, соединяющие осколки.

Рынок имплантатов для остеосинтеза в России сегодня: текущая ситуация, пути развития, решение насущных проблем

Мы изучили текущую обстановку на рынке имплантатов для остеосинтеза и определили, почему развитие собственного отечественного производства изделий для травматологии и ортопедии — не просто вопрос импортозамещения, а насущная необходимость для сохранения качества медицинской помощи в стране.

Современная травматология основана на принципах АО Trauma. Слово Trauma (травма) в пояснениях не нуждается, а вот АО в этом названии означает не привычную для нас организационно-правовую форму функционирования компании (акционерное общество), а аббревиатуру, образованную от Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, что с немецкого языка переводится как «ассоциация по изучению внутреннего остеосинтеза» или «рабочая группа по вопросам остеосинтеза». АО Trauma — это международная организация, основанная в 1958 году в Швейцарии для стандартизации лечения переломов, старейшее в мире сообщество травматологов и ортопедов, занимающееся хирургическим лечением травм и заболеваний костно-мышечной системы.

Принципы АО Trauma — это определенные подходы к классификации переломов, диагностике, лечению, реабилитации и производству необходимых конструкций, они считаются мировым стандартом в травматологии и ортопедии. Имеющийся опыт основан на сотнях миллионов случаев лечения травм. Российские травматологи за прошедшие 35 лет также внесли немалый вклад в развитие этих принципов, и они полностью оправдали себя в нашей стране.

Но у медали есть и другая сторона. Начиная с 1990-х годов российские травматологи-ортопеды привыкли к «цивилизованным» (то есть качественным зарубежным) фиксаторам, инструментам, силовому оборудованию. Можно сказать, что отечественная травматология в полной мере освоила методы лечения и тактику лечения по принципам АО Trauma, но стала практически полностью зависима от импорта.

За последние два-три года российский рынок покинули некоторые видные производители и поставщики. Практикующие врачи-травматологи, мнение которых удалось получить «Вестнику атомпрома», говорят, что их уход и удорожание импортной продукции привели к дефициту имплантатов для накостного и внутрикостного остеосинтеза. Закупки клиник стали меньше привычного объема. Для государственных медицинских организаций основным критерием при закупках была и остается цена. Вместе с тем продолжает сохра-

няться зависимость от зарубежных производителей, но теперь это, к примеру, Китай и Индия.

Таким образом, самая главная проблема заключается в тенденциях замены на отечественном рынке дорогостоящих металлоконструкций известных лидеров-производителей на более дешевые, но не всегда качественные изделия. Соответственно, это связано и с сервисной поддержкой, точнее с ее отсутствием, и с ограничением сопровождения выполнения операций компаниями-поставщиками.

Качество имплантата, его покрытие, прочностные характеристики пластин и винтов, удобство и износостойкость установочного инструмента очень важны. По стандартам фиксатор может находиться в теле человека пожизненно. Но врачи отмечают, что при установке конструкций в редких случаях имеет место развитие металлоза — реакции окружающих тканей на металл с развитием воспаления, а также, например, возможны срывы шлицов фиксирующих винтов. Отсутствие сопровождения поставок имплантатов соответствующим инструментом или сопровождение инструментом неадекватного качества также имеют отрицательные последствия.

В текущей ситуации доля давно существующих отечественных брендов имплантатов возросла, однако это пока не покрывает дефицит фиксаторов и инструмента. Это может быть признаком того, что у производителей не хватает мощности производства, сырья и т. д.

Новые бренды, безусловно, появляются, врачи их видят на различных конференциях и симпозиумах, они уже поступают в медицинские учреждения. Можно отметить достаточно высокое качество имплантатов и инструмента, а также их соответствие международным стандартам и качеству.

Возможен ли полный переход на отечественные имплантаты и инструмент? По мнению врачей, такой переход возможен и к нему надо стремиться. Но это должна быть система, а не только производство и реализация. Эта система многогранная — производство, реализация, совершенствование изделий с учетом обратной связи и мнения врачей, а также обучение как молодых, так и опытных специалистов. Обязательно участие в различных научно-практических мероприятиях соответствующего профиля. Взаимодействие с компанией-поставщиком для клиники также очень важно. Поставщик должен сопровождать клинику, а не быть просто продавцом товара. Это подразумевает замену изделий, предоставление полной линейки размеров, обеспечение инструментом.



«В первую очередь — обеспечение потребностей российского рынка и помощь нашей медицине»

Генеральный директор ООО «Росатом МеталлТех» Андрей Андрианов рассказал «Вестнику атомпрома» о стратегических задачах и перспективах развития бизнес-направления «Медицинские материалы и технологии».

— Андрей Николаевич, почему «Росатом» решил зайти в операционную к травматологам? Как и когда появилось решение заниматься медицинскими имплантатами и инструментами?

— В 2022 году на фоне ухода с рынка зарубежных производителей медицинских имплантатов и участия предприятий госкорпорации «Росатом» в процессе импортозамещения в разных областях «Росатом МеталлТех» принял решение создать бизнес-направление «Медицинские материалы и технологии». Этому поспособствовало наличие необходимого сырья и накопленные годами компетенции в работе с титаном наших

коллег по Топливному дивизиону — АО «Чепецкий металлургический завод». Наш опыт работы на внутренних рынках позволил точно определить потребность и организовать производство и сбыт новой продукции.

В задачи бизнес-направления входят проектирование, разработка и производство имплантатов для накостного и внутрикостного остеосинтеза, а также изготовление необходимого для их установки и замены хирургического инструмента. Основной целью этой деятельности является повышение доступности качественных отечественных имплантатов и инструментов для проведения операций в медицинских учреждениях.

— Расскажите о перспективах развития этого направления. Планируете ли вы масштабирование, расширение номенклатуры, освоение новых видов продукции?

— В этом вопросе мы будем отталкиваться от фактической обстановки. Мы очень плотно взаимодействуем с медицинским сообществом и работаем в интересах отечественного рынка. Текущие производственные показатели и номенклатура запланированы исходя из имеющихся потребностей, соответственно, в случае изменения потребностей нами будут прорабатываться соответствующие шаги в наращивании производственных мощностей и расширении производственной номенклатуры.

— Планируется, что в 2027 году производство на московской площадке ООО «Росатом Имплантат» должно выйти на серийные объемы, порядка 140 тыс. изделий. Какую часть потребностей отечественного рынка сможет обеспечить этот объем? Почему площадка выбрана именно в Москве?

— При выходе производственной площадки на запланированные серийные объемы мы рассчитываем закрыть до 30% нужд отечественного рынка титановых имплантатов. Что касается местоположения, именно Москва является крупнейшим логистическим центром в нашей стране, откуда удобно организовывать транспортировку продукции.

— Расскажите подробнее о ваших изделиях. Каковы их основные преимущества?

Подробности

Бизнес-направление «Медицинские материалы и технологии» ООО «Росатом МеталлТех» в цифрах

60

видов медицинских изделий для травматологии и ортопедии на сегодняшний день

90%

степень локализации имплантатов для остеосинтеза

— Мы считаем одним из ключевых преимуществ достигнутой нами локализацию производства, которая составляет 90%. Во всем производственном цикле задействованы только отраслевые предприятия, мы контролируем весь процесс от начала и до конца, не зависим от нестабильности внешних рынков или действий сторонних контрагентов. И, конечно, нарабатываем компетенции и опыт на своем сырье. Если говорить о цене, то за счет плотной кооперации предприятий атомной отрасли нам действительно удалось добиться снижения производственных издержек. Что касается качества, то весь ассортимент нашей продукции проходит обязательную процедуру регистрации в Федеральной службе по надзору в сфере здравоохранения (Росздравнадзор), это подтверждает ее соответствие установленным требованиям и является обязательным условием для обращения на территории РФ.

— Рассматриваете ли вы вывод вашей продукции на рынки других стран?

— Конечно, нам интересно выйти и на международные рынки, но этот вопрос требует серьезнейшей проработки и подготовки, так как каждая страна выдвигает собственные требования в области регистрации и обращения медицинских изделий. В первую очередь — обеспечение потребностей российского рынка и помощь нашей медицине. После этого можно будет планировать шаги для международной работы.



— Предусмотрены ли компанией-производителем услуги по ремонту инструмента?

— Сервис по ремонту инструмента предусмотрен, так как это действительно важный фактор для лечебно-профилактических учреждений. Логистикой продукции и инструмента мы занимаемся сами — с доставкой непосредственно до операционной, обеспечивая надлежащие условия доставки и хранения.



«Мы считаем, что должны ориентироваться на потребности врачей»

Беседу мы продолжили с Семеном Слезовым, руководителем направления «Медицинские материалы и технологии» ООО «Росатом МеталлТех», который рассказал про специфику продукции и взаимодействие с медицинским сообществом.

— Семен Сергеевич, в различных публикациях встречаются понятия «имплант» и «имплантат». Это одно и то же?

— Само слово — английского происхождения, от корня *implant* — «вживлять». Изначально эти изделия назывались «имплантаты». В научной литературе

и в медицинском сообществе до сих пор используется слово «имплантат».

Но «имплантат» сложно выговаривать, поэтому слово упростили до «импланта». Правильным считаются оба варианта. Тем не менее я заметил, что имплантом называют, как правило, зубной имплант, а все, что внедряется в кости человека, принято называть имплантатом.

— Почему именно титан стал стандартом для производства имплантатов?

— Самое главное свойство металла для имплантата — он должен быть биосовместимым и не вызывать



отторжение организма. И, естественно, он также не должен быть токсичным для организма. Это резко сужает круг металлов, которые можно использовать в медицинской практике.

Титан как раз биосовместим, он не обладает магнитными свойствами, с ним можно спокойно делать МРТ и КТ. Он прочный и легкий. Плотность титановых сплавов, используемых для изготовления имплантируемых изделий, практически в два раза ниже, чем у нержавеющей стали.

Соответственно, сегодня из титана делают 70–80% имплантируемых изделий для травматологии. 30% — это альтернативные материалы: нержавеющая сталь, тантал.

Что касается эндопротезирования (замены суставов), то и тут титан отлично себя показывает как материал для остеоинтеграции — процесса приживления биосовместимого имплантата путем его прямого сращения с костной тканью, образующего прочное биологическое соединение.

— **Нужно ли извлекать имплантаты после того, как перелом зажил?**

— Имплантируемое изделие должно работать ровно до того момента, когда произошло полное сращение перелома. Затем проводится повторная операция, и имплантируемое изделие извлекается.

Но иногда от этого отказываются. Ведь это еще одна операция, повторный наркоз. После извлечения имплантата остаются отверстия в кости на месте креплений, и это значит, что нужен новый реабилитационный период для того, чтобы не было повторного перелома.

Если человек старше определенного возраста (обычно этот момент уточняется у специалистов)

и операционные вмешательства переносятся тяжелее, то имплантат, как правило, не извлекают, оценивая опасность наркоза, сложность реабилитационного периода. А если у человека в возрасте, условно, 25 лет перелом сросся идеально, организм крепкий, ему предложат удалить металл. Если возможность удалить посторонний элемент из организма есть и она оправдана, нужно удалять.

— **Доступны ли операции по имплантированию по ОМС? Где они проводятся?**

— Большинство операций как раз проводятся по ОМС, и делаются они на базе лечебно-профилактических учреждений. Они доступны практически в каждом регионе.

— **Как вы оцениваете уровень профессионализма в обращении с имплантатами у отечественных врачей?**

— Операции по остеосинтезу проводятся в России более 30 лет. Конечно, за это время травматологи набрали колоссальный опыт. А молодые специалисты учатся у них в операционных.

Хорошим тоном для производителя имплантатов считается проводить обучающие курсы. Мы тоже этим занимаемся. Конечно, мы не учим врачей оперировать. Мы показываем, как работают наши изделия, как подготовить их к операции и правильно установить в организм. В абсолютном большинстве случаев оперирующий травматолог обладает необходимыми знаниями. Поэтому курсы в основном рассчитаны на молодых специалистов.

— **Работаете ли вы с медицинским сообществом, получаете ли от него обратную связь? Например, дорабатываете ли геометрию пластин по запросам практикующих хирургов?**

— Мы считаем, что должны ориентироваться на потребности врачей. У нас большой конструкторско-технологический отдел, который обрабатывает запросы от докторов. Конструкторы периодически присутствуют на операциях, где видят, как идет процесс установки изделий и как можно усовершенствовать изделие как для еще большего удобства врача, так и для снижения инвазивности процесса установки.

Дополнительно мы проводим тест-драйвы для опытных хирургов. То есть мы отдаем свои изделия и макеты костей, куда они вставляют имплантаты. Получаются условия, близкие к реальным. После чего медики дают нам обратную связь: что им понравилось, что не понравилось. Например, остеопорозная кость внутри как пористая губка, и для установки винта на нее нужен немного другой способ фиксации. Или если кость проблемная, пораженная онкологией, то для имплантата понадобятся дополнительные способы фиксации.

Лет до ста — без старости

ВОЗ констатирует: продолжительность жизни людей во всем мире увеличивается. Это стало возможным благодаря улучшению здравоохранения, качества медицинской помощи, питания, а также использованию технологических инноваций. В каждой стране мира растет не только численность пожилых людей, но и их доля в составе населения. По прогнозам ВОЗ, в 2030 году люди в возрасте 60 лет и старше будут составлять одну шестую жителей планеты. К этому времени их численность увеличится до 1,4 млрд человек (против 1 млрд в 2020-м), а к 2050 году составит 2,1 млрд человек, или 22%, при этом 426 млн человек будут в возрасте 80 и более лет.

Увеличение продолжительности жизни открывает новые возможности не только для немолодых людей и членов их семей, но и для общества в целом. Дополнительные годы жизни позволяют людям продолжать карьеру или заниматься новыми видами деятельности. Однако масштабы этих возможностей и приносимой пользы во многом зависят от одного фактора — состояния здоровья. Долголетие рассматривается в позитивном ключе для самого человека, его семьи и общества, если дополнительные годы жизни не сопровождаются значительным снижением физических и умственных возможностей.

В России с 2025 года реализуется национальный проект «Продолжительная и активная жизнь». Его цель — увеличение ожидаемой продолжительности жизни до 78 лет к 2030 году и до 81 года к 2036 году, в том числе опережающий рост показателей ожидаемой продолжительности здоровой жизни. Главный внештатный гериатр Минздрава РФ, директор Российского геронтологического научно-клинического центра РНИМУ им. Н. И. Пирогова, член-корреспондент РАН Ольга Ткачева сообщила РИА Новости, что мужчина или женщина, достигшие сейчас 60-летнего возраста, проживут в среднем еще порядка 20 лет. «Самое главное, конечно, не то, сколько лет человек живет, а то, как он проживает эти годы. Важно сохранить функциональную независимость, социальную активность, когнитивное и эмоциональное благополучие. Поэтому сегодня не совсем верно говорить о продлении жизни, правильнее — о продлении периода активного долголетия», — подчеркнула Ольга Ткачева.

«Вестник атомпрома» узнал у практикующих врачей, какие технологии, в том числе в области ядерной медицины, вносят вклад в увеличение продолжительности активной и здоровой жизни и улучшение ее качества.

Текст: Наталия Еремина

Фото: Денис Лапшин / «Сноб», Научный дивизион «Росатома»

«Ядерная медицина сейчас предлагает варианты решения ранее неразрешимых задач»

Современные технологии для продления жизни



Современные технологии ядерной медицины позволяют без хирургического вмешательства избавить пациентов от сложных опухолей и существенно повысить качество жизни пациентов. Новейшие методы уже сегодня помогают вовремя диагностировать и лечить не только опухолевые, но и другие тяжелые заболевания, например нейродегенеративные поражения, такие как болезнь Альцгеймера. О том, как и какие технологии ядерной медицины будут широко применяться в будущем, «Вестнику атомпрома» рассказал главный врач Института ядерной медицины АО «Медицина» Андрей Мищенко.

— Какие имеющиеся на сегодняшний день технологии ядерной медицины могут служить продлению активной и здоровой жизни, улучшению ее качества?

— Непосредственно ядерная медицина не направлена на продление жизни. Но опосредованно она этому способствует. Ядерная медицина решает две главные задачи. Во-первых, это вовремя и достоверно диагностировать какой-то патологический процесс, который сократит продолжительность жизни и снизит активность человека. И, во-вторых, если этот процесс выявлен, то вмешаться в него и повлиять на него с помощью радионуклидных препаратов, чтобы излечить пациента от угрожающего его жизни и здоровью недуга.

Есть ситуации, когда существующие способы лечения уже не позволяют нам активно бороться с опухолевым ростом. В таких случаях радионуклидная терапия может оказать стабилизирующий эффект, зафиксировать рост опухоли и увеличить срок жизни пациента с минимальными проявлениями этого заболевания. Например, сегодня у нас имеются технологии радионуклидного лечения метастазов в кости при раке предстательной железы и других опухолях препаратами на основе радия, лютеция или актиния. А препараты на основе самария используются при других опухолях, в частности при опухолях молочной железы, метастазы при которых поражают в том числе кости. Костные метастазы, как правило, сопровождаются сильными, мучительными болями. Противоболевая терапия для таких пациентов необходима, поскольку сильные боли ухудшают качество жизни. Самарий как раз предназначен для того, чтобы лечить метастазы и, как следствие, справляться с болевыми ощущениями. В результате его применения пациенты, которые раньше приезжали на каталке или передвигались с палочкой, после введения самария буквально уже через несколько часов забывают про свои боли, а иногда даже про свои костыли. Лично на моих глазах такие разительные изменения происходили неоднократно.

Также ядерная медицина может помочь избежать операции и длительного приема различных медикаментов пациентам, у которых наблюдается повышенная функция щитовидной железы. Пациент с тиреотоксикозом (диффузным токсическим зобом) несколько дней проводит в изолированной специальной палате, радиоактивный йод распределяется и уничтожает чрезмерно активные клетки щитовидной железы, и потом пациент может забыть об этом заболевании. Радиоактивный йод также применяется при раке щитовидной железы, когда есть риск того, что опухолевые клетки распространились за пределы щитовидной железы, и мы после хирургического вмешательства применяем радиоактивный йод, чтобы найти и обезвредить даже отдельные скопления раковых клеток.

Все это, безусловно, продлевает жизнь пациентам. Это самые распространенные технологии, которые мы, врачи, применяем сейчас каждый день — и в Институте ядерной медицины, и в других центрах

федерального и даже регионального уровня. Такая возможность есть и в некоторых городских больницах в субъектах Федерации. Конечно, построить отделение радионуклидной диагностики и терапии и обеспечить его работоспособность не такая простая задача, поэтому не во всех регионах такие центры функционируют. С другой стороны, в регионах может и не быть сильной потребности в них, когда уже существуют мощные федеральные, межрегиональные центры ядерной медицины.

Например, наш Институт ядерной медицины является подразделением известной коммерческой клиники, но тем не менее подавляющее большинство пациентов у нас получают лечение в рамках государственных гарантий за счет программ ОМС.

— На сколько можно продлить жизнь пациента с помощью тех методов, о которых вы рассказали?

— Каждый случай индивидуален, и тут невозможно подобрать единый шаблон. Радионуклидная терапия чаще применяется тогда, когда мы подозреваем распространенный агрессивный опухолевый процесс с метастатическим поражением. Мы отвоевываем драгоценные несколько месяцев или лет жизни для каждого такого пациента. В случае поражения щитовидной железы мы выигрываем очень много. Если опухоль приобретает метастатическую форму, то она очень быстро прогрессирует, но после уничтожения радиоактивным йодом мелких метастатических очагов в большинстве случаев пациент с диагнозом «рак щитовидной железы» на всю жизнь застрахован от возобновления опухоли. Поэтому в этих случаях уже можно говорить и о спасенных десятках лет жизни наших пациентов. Все зависит от заболевания и состояния организма пациента, разброс достаточно индивидуален — от нескольких месяцев до полной ремиссии, когда пациент покидает этот мир не по причине бывшего у него когда-то опухолевого заболевания.

— Если говорить о будущем, то какие технологии ядерной медицины должны или могут стать прорывными?

— Будущее наступает уже сейчас. Технологии ядерной медицины быстро развиваются, и все передовые страны мира об этом говорят и на этом концентрируют большое внимание. На эти технологии выделяется серьезное грантовое финансирование. Россия является одним из лидеров ядерной медицины. И мы ожидаем, что у нас в ближайшие несколько лет будут появляться новые радиофармпрепараты, состоящие из соединения радионуклида и биологической молекулы, которая доносит этот радионуклид до цели.

Это может происходить либо с диагностической целью, чтобы увидеть онкологический или патологический процесс, либо с лечебной целью, когда к такой молекуле цепляется уже более мощный излучатель, и он разрушает и уничтожает патологическую клетку. На этом основан так называемый тераностический

подход в ядерной медицине. Образно говоря, принцип тераностики такой: мы лечим то, что видим, и то, как лечим, тоже видим. То есть увидели — лечим, а когда провели лечение, то контролируем его эффективность.

Ядерная медицина развивается одновременно по нескольким направлениям. Это поиск новых радионуклидов, тех, которые будут нам «подсвечивать» заболевание и лечить его. Сейчас делается упор на препараты, «раскидывающие» на небольшие расстояния свои лечебные и диагностические лучи. Например, при альфа-излучении энергия распространяется на несколько нанометров или микрометров и поглощается окружающими структурами. Это и есть будущее, которое, скорее всего, придет через несколько лет: может быть, на горизонте 10 лет придут на смену нынешним такие технологии, которые будут разрушать клетку не внешне, а изнутри, то есть излучатель будет проникать внутрь клетки и разрушать ДНК этой клетки. Сегодня уже определены перспективные радионуклиды, которые очень активно изучаются во многих странах, в том числе и в России. Это такие специфические микроизлучатели альфа-лучей или Ожэ-электронов, например астат, тербий, свинец, висмут, индий.

Еще одно направление — это разработки новых молекул более точного транспортера. Он цепляет радионуклид и должен его доставить к нужной цели. Мы говорим и о биологических молекулах, которые сцепляются непосредственно с радионуклидом, и о более крупных молекулярных контейнерах — нанотранспортерах, которые избирательно крепятся к рецепторам патологических клеток. Поиск таких «опухолевых» рецепторов, позволяющих отделить клетки опухоли от нормальных, является другой актуальнейшей задачей медицины.





Ядерная медицина — это не только онкология. Значимые успехи сейчас достигнуты в области диагностики и лечения нейродегенеративных заболеваний, например болезни Альцгеймера. Все население планеты сейчас очень быстро стареет, и возраст пациентов, которые приходят за помощью в медицинские учреждения, увеличивается год от года. Конечно, все чаще встает проблема возрастных изменений нервной ткани, когда метаболические нарушения у человека сказываются на функциональном состоянии и когнитивных способностях. Поэтому выявление ранних признаков этих нарушений, главным образом ухудшения капиллярного кровоснабжения, является сейчас важной задачей. И здесь ядерная медицина уже показала свои первые успехи, и, скорее всего, она будет играть главную роль в этом. Есть молекулы, которые накапливаются в организме и разрушают специальные белковые комплексы. Получены первые удачные эксперименты, позволяющие оценить степень активности этого процесса с помощью ядерных технологий. И если мы можем

увидеть этот патологический процесс, то следующий шаг, который мы делаем, — это воздействовать на него по тому самому принципу тераностики.

Другим медицинским специальностям ядерная медицина также сейчас предлагает варианты решения ранее неразрешимых задач. Так, еще одно направление применения ядерных технологий — это кардиология. Можно лечить аритмию с помощью лучевых технологий, выявляя в сердце источник патологического импульса внутри проводящих волокон сердца, чтобы потом туда подводить или внешнее излучение, или радионуклид, который будет накапливаться в сердце и разрушать этот очаг неправильного ритма.

В целом в ближайшие 10 лет в ядерной медицине будет наблюдаться существенный прогресс, ее возможности существенно вырастут и выйдут далеко за пределы лечения онкологических заболеваний.

— **Какие технологии ядерной медицины могут массово применяться в будущем, например в чек-апе здоровья в рамках ОМС в России?**

— Ядерная медицина в диагностике — это наиболее эффективный способ выявить функциональные изменения, если остальные диагностические методы не дали нужного эффекта. Ранее диагностика была направлена прежде всего на характеристику строения органа, его размеры, форму и другие параметры. Технологии ядерной медицины позволяют понять, какие поломки есть в органе на метаболическом уровне. Конечно же, через некоторое время мы найдем такие молекулы или такие метаболиты, которые будут выявлять заболевание, когда оно еще даже не сформировалось, поскольку сначала активизируется функция патологического накопления метаболитов, когда или накапливается патологическое биологически активное вещество, или повышается концентрация обычного метаболита (и только потом это приводит к разрушению клеток органа или к разрушению его строения).

Сегодня медицина, можно так сказать, «бьет по хвосту»: когда уже сформировались структурные нарушения органа, тогда мы и начинаем лечить эти изменения. Через некоторое время, и я уверен, что оно наступит быстро, в целом метаболический профиль человека будет подконтролен, и мы сможем периодически снимать функциональный портрет всего организма. Причем портрет этот будет разным, в зависимости от того, чем занимается человек: физическим трудом, или он спортсмен, или работник умственного труда. То есть те показатели, которые отражают норму для спортсмена или человека умственного труда, будут существенно отличаться. Мы сможем давать индивидуальные рекомендации по образу жизни, по питанию и по ежедневным физическим нагрузкам. Все это позволит сделать метаболический паспорт человека, давать сугубо персонализированные рекомендации, эффективность которых мы будем контролировать с помощью технологий ядерной медицины и лабораторной диагностики.

«Будущее наступает уже сейчас. Технологии ядерной медицины быстро развиваются, и Россия является одним из лидеров в этой области. В целом в ближайшие 10 лет в ядерной медицине будет наблюдаться существенный прогресс, ее возможности существенно вырастут и выйдут далеко за пределы лечения онкологических заболеваний».

Текст: Наталия Еремина

Фото: НМХЦ им. Н. И. Пирогова Минздрава России, Freepik

«Цель — достичь активного долголетия»

Врачи Национального медико-хирургического центра им. Н. И. Пирогова Минздрава России рассказали о том, как отсрочить старость

Единого мнения о том, существует ли предел жизни человека, в науке нет. Однако достоверно одно — важно качество жизни. О том, как медицина может способствовать активному долголетию и какова ответственность человека за свою жизнь, рассказали руководитель Клиники медицинской реабилитации НМХЦ им. Н. И. Пирогова Минздрава России, врач физической и реабилитационной медицины доктор медицинских наук Вадим Даминов и заведующий отделением челюстно-лицевой хирургии НМХЦ им. Н. И. Пирогова Минздрава России, врач — челюстно-лицевой хирург высшей категории, врач-онколог, профессор, главный внештатный специалист по челюстно-лицевой хирургии Центрального федерального округа Министерства здравоохранения Российской Федерации доктор медицинских наук Сергей Епифанов.

— В каком аспекте вы изучаете проблему увеличения продолжительности жизни?



Вадим Даминов: Мы в НМХЦ им. Н. И. Пирогова много лет занимаемся вопросами геронтологии — практически с момента, когда в 2000-х годах в Монако начали проводить конгрессы, посвященные антивозрастной медицине. В то время, когда активно развивались международные связи, ряд наших сотрудников во время командировок неоднократно имели возможность посетить офис NASA, где активно

финансируют исследования в области нейродегенеративных заболеваний, используя уникальные условия микрогравитации на МКС для изучения клеток мозга. В космосе другие условия, и человек получает совсем другой уровень физического и психологического стресса, соответственно, человеческий мозг стареет быстрее.

Сейчас в НМХЦ им. Н. И. Пирогова реализуется крупный частно-государственный проект по когнитивной реабилитации. Мы занимаемся диагностикой и восстановлением когнитивных нарушений у пациентов, применяя технологии виртуальной реальности. Реабилитацию проводят нейропсихологи, логопеды, неврологи и реабилитологи в рамках комплексного стационарного или амбулаторного лечения.

При этом в России сейчас развивается направление, которое заключается в том, что врачи пытаются продлить жизнь людей. Но это, скорее, антивозрастное направление, это не геронтология.

— С точки зрения продления активной и здоровой жизни каково соотношение личной ответственности человека, генетических факторов и возможностей медицины?

Вадим Даминов: Генетические факторы действительно влияют на человека. Генетика заложена, и сейчас, во многом благодаря последним научным достижениям, гораздо легче узнать информацию о человеке, однако полностью разложить человека по генам почти невозможно: это долго и дорого. Но можно изучить когнитивную составляющую и посмотреть, есть ли там мутации. Генетика может влиять на память, внимание, мышление, речь. Медицина, зная о предрасположенностях группы лиц, может в той или иной степени подготовиться, например, к пересадке какого-то органа в будущем. Медицина может запустить правильную работу генов и частично подавить неправильные.

Мы — не биохакеры, мы не можем повлиять на экспрессию генов. Однако на некоторые моменты в своей жизни мы можем повлиять — это наш образ жизни и привычки. Люди в значительной степени состоят из привычек и часто живут неосознанно, руководствуясь ими. Ключевая задача — сформировать правильные

привычки и жить дольше. Если привычки неправильные, а избыточное использование цифровых технологий способствует их формированию, то шанс не стареть ментально — ниже. На ускорение процессов старения также негативно влияет тот высокий уровень стресса, который сейчас наблюдается в мире. Кстати, женщины переносят хронический стресс лучше, чем мужчины.

— В чем конкретно проявляется негативное влияние цифровых технологий?

Вадим Даминов: Предыдущие поколения в детстве познавали мир через картинки или чтение книжек, то есть при этом были задействованы определенные зоны мозга. Сейчас видеоконтент напрямую передает информацию в затылочную долю мозга. В итоге отдельные участки мозга остаются недостимулируемыми, что влияет, в частности, на поведение и планирование. Это также приводит к тому, что нейроны не используются и отмирают.

Искусственный интеллект может полностью добить людей, если они не будут сами принимать решения, а будут сразу обращаться к бесконечным чатам и приложениям. Человечество через 10 лет может измениться, и не в лучшую сторону. Можно говорить о таком явлении, как цифровая деменция и проблемы с запоминанием. Люди уже сейчас испытывают трудности с концентрацией на решении конкретной задачи, не могут продолжить путь без навигатора, живут в состоянии быстрого течения времени, ничего не успевая.

— Поможет ли в таком случае запрет на использование детьми мобильного телефона?

Вадим Даминов: Если не купить ребенку смартфон, то возникнут проблемы с социализацией: в обществе

такой ребенок может стать изгоем. Необходимо работать системно. Возможно, следует принимать персонализированные решения. Например, протестировать отказ от смартфонов на небольшой группе подростков.

— Какую цель по долголетию стоит ставить в первую очередь?

Вадим Даминов: Иногда цифры говорят только о количестве прожитых лет, а не о старении. Поэтому наша цель — максимально увеличить количество прожитых лет с сохранением высокого качества жизни до самого последнего дня. То есть цель — не просто дожить до 200 лет и передвигаться подобно черепахе, а достичь активного долголетия. Если человек будет жить до 120 лет, при этом до 80 лет активно работать, то это достойная цель.

— Какие медицинские технологии могут реально служить продлению активной и здоровой жизни?

Вадим Даминов: Самые большие прорывы в медицине, по сути, уже произошли. Это открытие антибиотиков, применение антисептической терапии, возможность делать прививки, получать инсулин, снижение уровня детской смертности. Сейчас уже речь идет о том, как повлиять на качество этой жизни. Это, конечно, ранняя диагностика, раннее выявление заболеваний. Безусловно, продлению активной и здоровой жизни будут способствовать достижения в области трансплантологии. Также это персонализированная медицина, персонализированная фармакология. Ее суть будет заключаться в том, что пациент будет получать персонализированную таблетку, компенсирующую те проблемы и дефициты, которые действительно у человека есть.





Сергей Епифанов: Я, как хирург-онколог, который занимается реконструктивной хирургией, большим прорывом считаю использование индивидуальных медицинских изделий, напечатанных на 3D-принтере. На принтере печатают даже имплантаты для суставов. 3D-печать костных имплантатов позволяет заместить поврежденную кость. То есть уже в настоящее время мы можем изношенные суставы заменить индивидуализированными имплантатами, которые будут служить дольше, чем естественные суставы. Если у человека по какой-либо причине развился артроз, то медицина уже может ему помочь.

Сейчас медицина переходит на уровень редактирования генома. Дефектные участки генной структуры вырезают и вставляют корректные последовательно. Пока такая работа проводится преимущественно в рамках исследований, но в ближайшей перспективе она найдет свое применение. То есть сейчас мы открываем новый этап генной инженерии, когда наука может напрямую воздействовать на геном. Такой персонифицированный подход к медицине приведет к тому, что продолжительность жизни увеличится и ее качество улучшится.

Но во внедрении новых подходов в медицине во главу угла мы ставим безопасность. Она стоит у нас на первом месте. Любая технология, неважно, прорывная она или нет, прежде всего должна быть безопасной для человека. «Не навреди» — это основной принцип медицины еще со времен Гиппократов. Поэтому внедрение новых технологий идет медленно. Результаты изменений наше поколение, наверное, не сможет оценить полноценно, последствия становятся понятны только спустя продолжительный отрезок времени.

— **Сможет ли, по вашему мнению, внедрение технологий искусственного интеллекта помочь в увеличении продолжительности жизни? Если да, то каким образом?**

Вадим Даминов: В первую очередь нужно сохранять свой естественный интеллект. Искусственный интеллект (а точнее, алгоритмы машинного обучения) способен обрабатывать огромное количество данных. И в этом плане алгоритмы будут полезны для выработки решений в рамках развития персонифицированного подхода в медицине. Искусственный

интеллект позволит оценить огромное количество параметров и создать индивидуальную таблетку для каждого. Но большие языковые модели не всегда работают так, как хотелось бы. Мы получаем ответы на вопросы и даже ссылки на научные исследования, которых на самом деле нет. То есть это несуществующие ссылки. Поэтому информацию, полученную от алгоритмов, нужно перепроверять.

Сергей Епифанов: В целом вопрос о достоверности в связи с использованием ИИ встает во весь рост. Пациенты все чаще начнут лечиться напрямую, исключая врача из цепочки и получая информацию и диагнозы с помощью ИИ. В каких-то случаях это может быть позитивно, но ИИ — это самообучаемый черный ящик, который следует собственным алгоритмам. Говоря о безопасности, мы возвращаемся к вопросу: если что-то пойдет не так, то кто будет за это отвечать? Врач несет ответственность за свои диагнозы и решения, это все законодательно регламентировано, а при использовании искусственного интеллекта возникает большой пробел.

Но ИИ, безусловно, полезный инструмент. Он сможет помочь в преодолении возрастных изменений и увеличении продолжительности жизни, но в качестве инструмента вспомогательного. Например, в реконструктивной хирургии этот инструмент поможет грамотно построить на основании заданных параметров индивидуальные медицинские изделия. С его помощью можно оценить, в частности, насколько необходимы дополнительные затраты; алгоритмы могут скорректировать план лечения, проанализировав огромный массив данных, неподвластный обычному человеку.

— **Если говорить о нашей стране, то у людей, которым сейчас за 80, раннее детство пришлось на тяжелые военные или послевоенные годы; в советский период у них часто не было возможности питаться так, как это сейчас рекомендуют врачи, а в зрелом возрасте они прошли через стрессы кризисных 1990-х. Кажется, что такие условия жизни в корне противоречат современным представлениям о возможности долголетия. Чем это можно объяснить?**

Вадим Даминов: Это философский вопрос. С одной стороны, эти люди прошли через огромный стресс, с другой — мы достоверно не знаем, сколько их осталось в живых и сколько не пережило этот стресс. Скорее всего, статистически выживали самые сильные и адаптивные люди. Большую роль играли хорошие гены. Они не трансформировались под действием плохой (с экологической точки зрения) окружающей среды и плохого питания. Также не было такого количества цифровой информации, не было такой фокусировки на проблемах и их обсуждения. Я сам стараюсь избегать употребления слова «проблема», чтобы не фокусироваться на них. В любом случае мы не можем сравнивать людей того времени с более поздними поколениями: слишком разные факторы и условия жизни.

Вадим Даминов: «Иногда цифры говорят только о количестве прожитых лет, а не о старении. Поэтому наша цель — максимально увеличить количество прожитых лет с сохранением высокого качества жизни до самого последнего дня. То есть цель — не просто дожить до 200 лет, а достичь активного долголетия. Если человек будет жить до 120 лет, при этом до 80 лет активно работать, то это достойная цель».

— Часто пишут об «аномальном» долгожительстве представителей некоторых профессий, например дирижеров. Есть ли доказанная связь между выбором профессии и продолжительностью жизни? Кем лучше работать, чтобы прожить долго?

Вадим Даминов: Если говорить о дирижерах, то представители этой профессии могут сказать, что у них очень высокие шансы сохранить интеллектуальные способности в старости. В работе дирижера и в целом любого музыканта много упражнений, которые связывают мозг и движения. Например, за свою жизнь композитор и пианистка Александра Пахмутова написала сотни мелодий и песен, и партитуру она всегда писала только от руки. Таким образом, в ее случае постоянно была задействована мелкая моторика, активизировались различные участки мозга. Мелкая моторика напрямую влияет на когнитивные навыки.

Если брать спортсменов, например фигуристов, которые выполняют многооборотные прыжки, то, с одной стороны, они также делают много упражнений, но с другой — спорт высоких достижений не про здоровье: у них колоссальные нагрузки на опорно-двигательный аппарат и сердечно-сосудистую систему, происходит быстрый физический износ. К тому же это постоянные стрессы перед соревнованиями, а стрессы изнашивают организм и психику.

Сергей Епифанов: Если взять хирургов, то им приходится постоянно находиться в одной позиции в операционной — некоторые операции длятся по восемь-десять часов, и нельзя делать перерыв. Удалить новообразование, которое находится рядом с крупным сосудом, — это стресс. Хирург всегда находится в ожидании, что в любой момент может возникнуть жизнеугрожающее состояние у пациента и реагировать нужно будет очень быстро.

Вадим Даминов: Еще коротко отмечу одну из черт, которая выделяет долгожителей, — это адаптивность. Если взять разбивку не по профессиям, а по социальному статусу, то люди с более развитым интеллектом, возможно, оказываются более адаптивными.

— Что может и должен делать прямо сейчас каждый из нас, чтобы рассчитывать на здоровое и активное долголетие?

Вадим Даминов: Почти все научные открытия сводятся к простым истинам о том, что нужно вести правильный образ жизни. С точки зрения питания лучшей считается средиземноморская диета. Также нужно правильно работать и правильно отдыхать. Получается, что члены Политбюро ЦК КПСС именно так и жили. У них был полноценный отпуск, 28 дней, правильный распорядок работы. То есть если человек правильно и хорошо питается по расписанию, правильно работает и отдыхает, спит, ест и двигается, то он и проживет долго. Это то, что можно сделать для здорового и активного долголетия. Короткие отпуска на самом деле истощают человека. То же самое можно сказать и про многозадачность. Постоянные переключения с одной задачи на другую истощают человека.

— Как связаны психологические установки человека и здоровое долголетие? Действительно ли оптимисты, творческие люди и те, у кого высок общий интерес к жизни, остаются активными и живут дольше?

Вадим Даминов: Неправильно делить людей просто на оптимистов и пессимистов. Все зависит во многом от того, какой генетический портрет сложился у человека. Весь наш психологический портрет — это набор нейромедиаторов, у кого-то каких-то может быть мало, но он их компенсировал, у других может быть много генетических мутаций и их никак не компенсировать.

Сергей Епифанов: Во многом здоровое долголетие связано с экологией, местом проживания и генетикой. Например, долгожителей много в горах Кавказа. То есть если в регионе изначально много долгожителей, то понятно, что внешние факторы не смогут кардинально повлиять на продолжительность жизни. Таким людям будет проще дожить до 120 лет по сравнению с теми, кто изначально жил в среднем не до 100 лет, а до 60.

Вадим Даминов: Жить дольше можно, если формировать стереотипный ответ организма на стресс без повреждающего действия. В частности, это позволяет сделать наша методика с виртуальной реальностью в рамках реабилитации. У нас есть тренинг, когда мы размещаем на пациенте обычный кардиодатчик и погружаем пациента в стрессовую ситуацию, и программа автоматически помогает ему выйти из этого состояния. Пока это закрытая разработка. В целом тренировать стрессоустойчивость можно, но делать это нужно с научным подходом.

Текст: Евгений Рожков

Фото: ТПУ



Ядерный захват

Как сибирские ученые превращают реактор в инструмент спасения жизней

Нейтронзахватная терапия — один из самых перспективных методов ядерной медицины — выходит на новый этап. В то время как мировое сообщество сосредоточено на использовании бора, исследователей из Новосибирского государственного университета (НГУ) и Томского политехнического университета (ТПУ) объединила работа над альтернативными и более доступными технологиями, которые уже спасают жизни четвероногих пациентов и в будущем смогут помочь в лечении людей.

Бинарный метод

Нейтронзахватная терапия (НЗТ) — это метод адресного уничтожения раковых клеток, который сочетает в себе ядерную физику и фармацевтику. Его главная особенность — бинарность: ни облучение само по себе, ни введенный препарат не убивают клетки, пока не встретятся друг с другом. В основе

метода лежит способность определенных изотопов захватывать нейтроны. Пациенту вводят препарат с изотопом (бор-10 или гадолиний-157), который накапливается в опухоли. Опухоль облучают пучком низкоэнергетических («медленных») нейтронов. Когда нейтрон попадает в ядро изотопа внутри клетки, происходит мгновенная ядерная реакция. Выделяется энергия, которая разрывает ДНК раковой клетки, при этом не повреждая здоровые ткани вокруг, так как пробег частиц после взрыва крайне мал (всего несколько микрон — размер одной клетки).

В России технология НЗТ пока не применяется. Тем не менее оборудование для проведения нейтронзахватной терапии в России есть — его смонтировали в 2020 году на университетском исследовательском реакторе ТПУ, на нем можно получить для облучения поток нейтронов нужной характеристики. У нас в стране не производится препараты с изотопом бора, они дороги и сложны в производстве. Поэтому вместо бора томские ученые решили использовать препараты с изотопом гадолиния. Вместе с коллегами из лаборатории ядерной и инновационной медицины

Гадолиний — это мягкий, вязкий металл серебристо-белого цвета, который относится к группе редкоземельных элементов (лантаноидам). В Периодической таблице Менделеева он находится под номером 64. Главная его «суперспособность» — самое высокое среди всех элементов сечение захвата тепловых нейтронов. Это значит, что его ядра работают как невероятно мощные ловушки для частиц, что и делает его крайне интересным для ядерной медицины. В своих опытах и исследованиях медики и ученые используют соли гадолиния.

НГУ они получили грант Российского научного фонда на проведение доклинических испытаний нейтрон-захватной терапии в Томске.

В 2023 году начались испытания на животных. Исследователи сосредоточились на собаках и кошках с опухолями, которые обычно развиваются в сходные виды рака в тех же органах, что и у людей.

Четырехлапые пациенты

На этапе подбора испытуемых к проекту присоединился Сибирский научно-исследовательский центр медицины и биотехнологий («Сиббиотех»). Центр организует обследование животных, их транспортировку, а также сопровождение лучевой терапии. В лаборатории ядерной и инновационной медицины физического факультета НГУ установили мощный компьютерный томограф. Он делает

предварительный скрининг животных, направляемых ветеринарными клиниками.

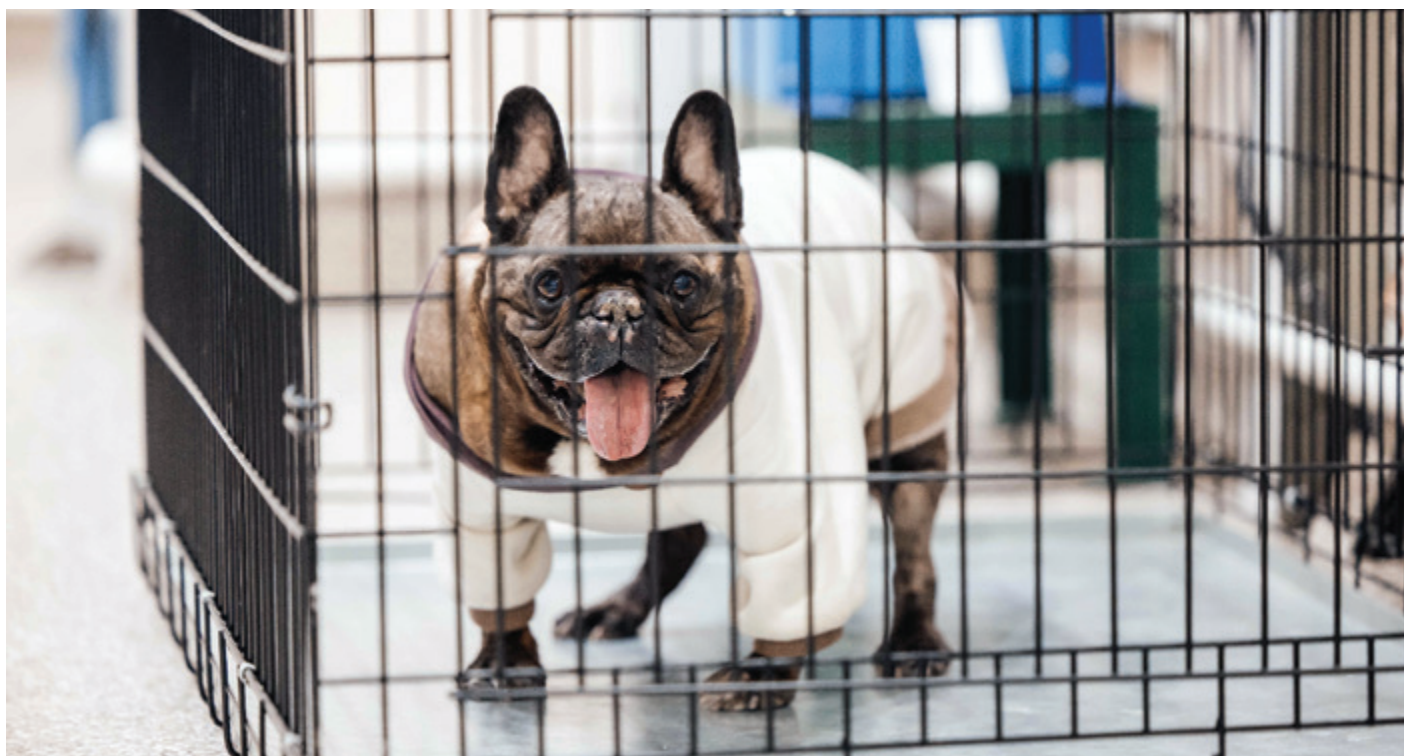
«У «Сиббиотеха» налажены контакты с несколькими ветеринарными клиниками, куда обращаются владельцы домашних питомцев, и волонтерскими центрами, занимающимися помощью бездомным животным. Они могут направлять нам кошек и собак для исследований и лечения. Благодаря этому даже у бездомных собак и кошек появился шанс получить помощь специалистов, которые занимаются изучением лечебных эффектов лучевой терапии», — рассказывает Владимир Каньгин, заведующий лабораторией ядерной и инновационной медицины НГУ.

Новые группы четвероногих пациентов формируются регулярно: к ученым обращаются не только жители Новосибирска и области, но и владельцы животных из Москвы и Санкт-Петербурга.

«В Томске мы модернизируем бокс биологической защиты с целью повышения удобства работы ветеринаров. Это позволит не только сократить время подготовки животных к облучению при сохранении безопасной радиационной обстановки, но и заложить базу для проведения клинических исследований в перспективе», — объясняет Михаил Аникин, начальник отдела сопровождения экспериментальных работ исследовательского ядерного реактора ТПУ.

Пошли на поправку

К марту 2026 года терапию на реакторе прошли более 200 животных с опухолями разной локализации. В большинстве случаев наблюдается улучшение



состояния животных, несмотря на III и IV стадии рака.

«Использование гадолиния обоснованно, но не столько как альтернативы бору, хотя в условиях его дефицита и высокой стоимости этот аспект важен, а как вещества, позволяющего решать целый ряд терапевтических задач, недоступных при использовании соединений бора. Это, в частности, касается случаев обширного метастазирования, множественного поражения лимфоузлов опухолевыми клетками, системных опухолевых процессов», — отмечает Михаил Аникин.

Некоторым животным, которым ранее предлагали эвтаназию, удалось сохранить жизнь и улучшить состояние. Многие продемонстрировали значительное улучшение состояния: уменьшение болевого синдрома, повышение качества жизни, а в большинстве случаев — уменьшение или стабилизацию размеров опухоли.

Томографический атлас

Первые положительные результаты терапии, как правило, фиксируются через 1,5–2 месяца после процедуры. Тогда же животные проходят повторное КТ-обследование. Данные, полученные по итогам терапии, используют в Новосибирском государственном университете для создания Томографического атласа животных.

«Есть сложности с изучением динамики состояния четвероногих пациентов после проведения курса НЗТ. Томографы, на которых можно обследовать крупных животных, в большом дефиците. Помимо нашего, у нас в области такой есть только в одной ветклинике. Это довольно дорогая услуга, поэтому, если с животным после лечения все хорошо, его хозяева неохотно ею пользуются. А это сильно замедляло испытания, которые должны проходить в строгом соответствии с принятыми протоколами», — рассказывает Владимир Каныгин.

Предполагается, что масштабная база изображений, полученных в ходе КТ-обследований животных — здоровых и с онкологическими заболеваниями, — станет основой для обучения искусственного интеллекта методам диагностики рака по томографическим данным.

Люди на очереди

Когда НЗТ на основе гадолиния станет доступна людям? Что отделяет исследователей от запуска клинических испытаний с участием людей? Вероятно, эти вопросы заботят читателей больше всего.

«Для того чтобы внедрить нейтронзахватную терапию в клиническую практику, необходимо провести большой объем бюрократической работы. Это занимает много времени. Мы стараемся планомерно двигаться к этой цели, но о конкретных сроках сейчас

лидеры в использовании технологии бор-нейтронзахватной терапии (БНЗТ) — японцы. Главный технологический прорыв Японии заключается в отказе от реакторов в пользу компактных ускорителей. Это позволило размещать установки БНЗТ непосредственно в городских онкологических центрах, сделав процедуру доступной для потокового лечения. В 2020 году Япония стала первой страной, официально сертифицировавшей БНЗТ и включившей ее в систему государственного медицинского страхования. На данный момент японские врачи успешно лечат таким способом неоперабельные опухоли головы и шеи, а также проводят передовые исследования по терапии глиобластом и меланом. Зачастую для разрушения опухоли достаточно всего одного сеанса облучения. Общая стоимость одного курса (обычно это 1–2 сеанса) для иностранца составляет в среднем от \$35000 до \$55000.

Российский проект БНЗТ в НИИЦ онкологии им. Н. Н. Блохина к началу 2026 года вышел на финишную прямую: установка от ИЯФ Сибирского отделения РАН уже смонтирована и проходит финальную настройку терапевтического пучка. Ключевое отличие от японского подхода кроется в самой физике процесса: если японцы используют циклотроны, то российские ученые создали ускоритель-тандем с вакуумной изоляцией. Эта технология позволяет генерировать более «чистый» поток нейтронов с минимальным содержанием сопутствующего вредного излучения, что теоретически делает процедуру безопаснее для здоровых тканей пациента. Кроме того, российская установка значительно компактнее и дешевле в производстве, что в будущем упростит ее масштабирование по всей стране. По словам главного научного сотрудника ИЯФ СО РАН Сергея Таскаева, для начального этапа исследований борфенилаланин уже закуплен в расчете на 70 пациентов. В течение 2026 года в центре им. Блохина должна пройти официальная приемка комплекса контролирующими органами для получения разрешения на клинические испытания.

говорить трудно. Пока сложно указать проблемы, с которыми мы можем столкнуться при начале клинических испытаний с участием конкретных пациентов, поэтому описать все процедуры, которые будут выполнять конкретные специалисты, в настоящий момент не представляется возможным», — объясняет Михаил Аникин.

Тем не менее исследования и лечение братьев наших меньших вносят большой вклад в развитие медицины и науки в целом. «Изучение заболеваний животных помогает не только улучшать их здоровье и качество жизни, но и находить новые подходы к лечению онкологических заболеваний у людей, что в конечном итоге является нашей целью», — резюмирует Владимир Каныгин.



Текст: Виктор Иванов,
главный радиоэколог ПН «Прорыв»,
член-корреспондент РАН
Фото: СХК

Разумный предел

Проектное направление «Прорыв»: реализация принципа ALARA

Принцип ALARA (As Low As Reasonably Achievable) был сформулирован Международной комиссией по радиационной защите (МКРЗ) в 1954 году и известен как принцип оптимизации, соблюдение которого, наряду с принципами обоснования и нормирования, является одним из основных факторов обеспечения радиационной безопасности. При этом следует подчеркнуть, что польза для населения от радиационной защиты должна превышать ущерб, связанный с радиационным воздействием. А это означает необходимость оценки экономического ущерба от облучения населения.

В основе принципа ALARA лежат две важные предпосылки:

- отсутствие порога для стохастических радиационных канцерогенных эффектов;
- ограниченность финансовых ресурсов для обеспечения радиационной защиты.

Оптимизация радиационной защиты заключается в достижении компромисса между снижением доз облучения и стоимостью защитных мероприятий. В соответствии с принципом ALARA риск должен быть оставлен в том случае, когда затраты, связанные с его дальнейшим снижением, будут крайне непропорциональны полученной выгоде.

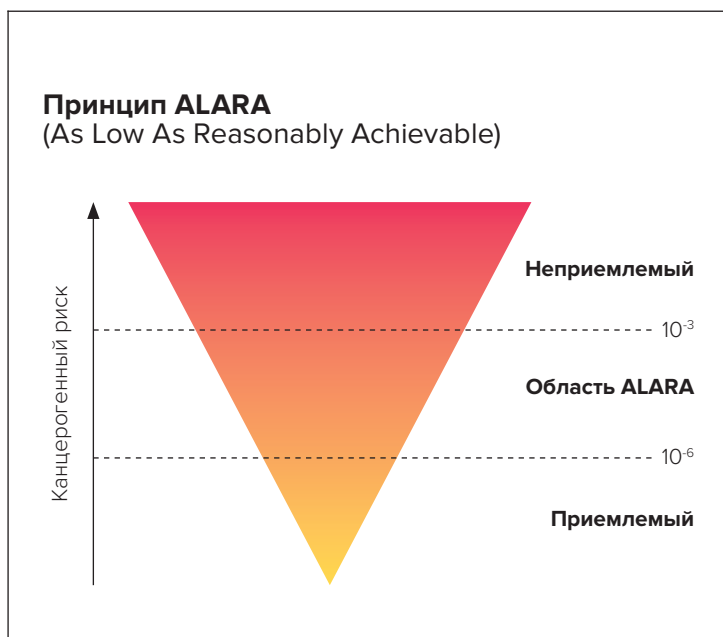
После атомной бомбардировки в 1945 году городов Хиросимы и Нагасаки японское правительство в 1954-м создало регистр хibaкyся (лиц, переживших атомную бомбардировку) численностью 92 тыс. человек. Наблюдение за состоянием здоровья хibaкyся, прежде всего связанное с изучением частоты онкозаболеваемости, продолжается до настоящего времени. Затраты превысили \$10 млрд.

Одним из главных выводов японского регистра является отсутствие доказательства радиационно обусловленных канцерогенных эффектов в диапазоне доз облучения 0–100 мЗв. Поэтому МКРЗ в своей Публикации 146 подчеркнула, что лучевые нагрузки на население не должны превышать 100 мЗв (или рисковое значение индукции рака 10^{-3}).

Учитывая вышеизложенное, наибольшим интересом применения принципа ALARA является рисковый диапазон от 10^{-6} (пренебрежимо малый уровень) до 10^{-3} .

Важно отметить, что технология денежного эквивалента потери 1 чел.-года жизни после радиационного воздействия уже была введена в действующих в стране Нормах радиационной безопасности (НРБ-99/2009). Действительно, в пункте 2.2 НРБ-99/2009 указано, что «для обоснования расходов на радиационную защиту при реализации принципа оптимизации принимается, что облучение в коллективной эффективной дозе в 1 чел.-Зв переводит к потенциальному ущербу, равному потере примерно 1 чел.-года жизни населения. Величина денежного эквивалента потери 1 чел.-года жизни устанавливается отдельными документами федерального уровня в размере не менее 1 годового душевого национального дохода».

Вместе с тем за прошедшие 50 лет оценка зависимости «доза — эффект» претерпела серьезные



В Северске в составе опытно-демонстрационного энергокомплекса поколения IV строится реактор БРЕСТ-ОД-300, являющийся прототипом БР-1200. Промышленный энергокомплекс в составе двухблочной АЭС с РУ БР-1200 планируется построить также в Северске

изменения. В 1975 году Научный комитет Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации (НКДАР ООН) ввел понятие «ожидаемая эффективная доза» (ОЭД). Технология ОЭД базировалась на данных регистра Хиросимы — Нагасаки только за первые 20 лет его функционирования. Более полная модель «доза — эффект» была опубликована МКРЗ, где была введена оценка пожизненного обусловленного риска (LAR) по всем облученным органам. В 2022 году МКРЗ издала Публикацию 152 с оценкой величины радиологического ущерба. При этом были введены новые оценки по некоторым ключевым эпидемиологическим параметрам зависимости «доза — эффект» (время латентного периода).

Рассмотрим современную технологию оценки коэффициентов экономических потерь (α , руб/мЗв):

$$\alpha (\text{стоимость}) = \frac{\text{ВРП}}{\text{число занятых}} \times \text{DALY} \times \frac{\text{число занятых}}{\text{численность населения}}$$

где ВРП — 912 449 млн рублей (валовой региональный продукт Томской обл.); число занятых — 507 100 человек; число занятых на численность населения — 0,581; DALY — потери лет жизни с поправкой на нетрудоспособность.

В приведенной формуле принципиальное значение имеет оценка величины DALY, отражающей потери лет жизни после радиационного воздействия с учетом поправок на эффекты нетрудоспособности. По формуле производится расчет конкретной зависимости DALY для разных возрастных групп на основе принципиальных моделей МКРЗ из Публикаций 103 и 152.

В настоящее время получены оценки коэффициентов экономических потерь (α , руб/мЗв) для населения Северска по основным потенциально опасным радионуклидам при эксплуатации реактора БР-1200. Максимальные значения коэффициентов экономических потерь, как и следовало ожидать, получены для когорты детского населения. В частности, величина α составляет 7469 руб/мЗв для радионуклида ^{137}Cs . Интересно отметить, что в 2024 году были опубликованы значения коэффициентов экономических потерь для населения ряда зарубежных стран. Получено хорошее согласие национальных и международных оценок.

Рассмотрим пример применения технологии ALARA. Получены значения LAR (пожизненного обусловленного риска) для РАО БРЕСТ-1200 и ОЯТ ВВЭР-1000. В первом случае за счет эффекта радиологической эквивалентности достигается выравнивание онко-токсичности РАО и природного уранового сырья. Во втором случае при отсутствии реализации эффекта трансмутации актинидов канцерогенный эффект ОЯТ ВВЭР-1000 в течение 10 тыс. лет наблюдения значимо превосходит аналогичный показатель для природного уранового сырья. При этом на основе принципа ALARA следует считать обоснованными избыточные затраты на уровне 56 млрд рублей для



потенциального снижения канцерогенных эффектов ОЯТ ВВЭР-1000 за период 2000 лет после захоронения.

Как известно, для обеспечения радиационной безопасности при нормальной эксплуатации АЭС необходимо руководствоваться следующими основными принципами:

- не превышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников излучения — принцип нормирования;
- запрещение всех видов деятельности по использованию источников излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает возможного вреда, причиненного дополнительным облучением, — принцип обоснования;
- поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника излучения — принцип оптимизации (ALARA).

Реализация современной технологии принципа ALARA в Проектном направлении «Прорыв» гарантирует выполнение современных требований радиационной защиты при потенциальном использовании для ядерно-энергетического комплекса СХК реактора БР-1200.

«Атомная отрасль — одна из самых спортивных в стране»

Как спорт и здоровый образ жизни объединяют атомщиков



«Атом-спорт» — организация с 66-летней историей, которая объединяет спортивную жизнь атомной отрасли. Десятки соревнований в год, 16 видов спорта на корпоративной спартакиаде и пять лет подряд первое место на Всероссийском фестивале ГТО среди трудовых коллективов. О том, как «Росатом» удерживает спортивное лидерство, почему атомные города до сих пор дают стране чемпионов и как решается проблема спортивной инфраструктуры, рассказывает руководитель «Атом-спорта» Светлана Петрачина.

От отцов до внуков

— Светлана Юрьевна, с чего начинался «Атом-спорт»? И что организация представляет собой сегодня?

— Первое название организации — Центральный совет физкультуры и спорта (ЦС ФиС) при Центральном совете союза спортивных обществ и организаций СССР. Учредительная конференция ЦС ФиС состоялась 25 ноября 1959 года в Москве, в Доме культуры Института атомной энергии. К этому времени 19% атомщиков занимались спортом, а отрасль располагала 33 стадионами, 27 футбольными полями, 23 лыжными базами, 27 спортзалами, 16 стрелковыми тирами, 6 яхт-клубами и 6 бассейнами.

Как видите, атомная отрасль исторически очень спортивная. Отцы-основатели активно играли в теннис, в атомных городах в советское время выросли олимпийские чемпионы и чемпионы мира, работали

сильные спортивные школы, и все это было неразрывно связано с отраслью.

Сегодня акцент сместился в сторону корпоративного и массового спорта. Мы не ставим задачу вырастить из каждого сотрудника мастера спорта. Цель другая — вовлечь как можно больше людей в регулярную физическую активность. Время диктует новые форматы, особенно для молодежи. Если старшее поколение с детства привыкло к физкультуре и ГТО, то молодых увлечь сложнее. Поэтому мы добавляем киберспортивные турниры, диджитал-соревнования, онлайн-форматы.

— Сколько человек работает в «Атом-спорте»? И как вообще выстроено взаимодействие с предприятиями по всему «Росатому»: в каждом ли есть свой человек, отвечающий за спорт?

— Нас всего шесть человек. Плюс главный бухгалтер. Организация небольшая, но на местах у нас есть серьезная опора. На каждом предприятии отрасли, как правило, есть первичная профсоюзная организация — в ее уставе прописано ведение физкультурно-спортивной деятельности. Там работают инструкторы и ответственные за спортивное направление. В новых дивизионах, где профсоюзных первичек еще нет, ответственные за спорт закреплены в службах управления персоналом.

Мы знаем, к кому обратиться на любом предприятии, они знают, к кому обращаться у нас. Работаем через общую почту, сайт, чаты, VK, MAX. Внутри команды «Атом-спорта» каждый ведет свое направление: кто-то отвечает за «Атомиаду», кто-то — за ГТО, кто-то плотнее работает со студентами. Для крупных проектов привлекаем специалистов по нужным направлениям на договоры, сотрудничаем со всероссийскими федерациями.

Географическая специфика

— Есть ли у атомщиков свои, «фирменные» виды спорта? Зависит ли это от дивизиона или региона?

— Единого «любимого» вида спорта у отрасли нет. Самые популярные — легкая атлетика, плавание, футбол, баскетбол, волейбол. Но региональная специфика, конечно, есть. Урал и Сибирь традиционно сильны в лыжных гонках, легкой атлетике. Также очень хороши в этом направлении сотрудники

ядерного центра из Сарова и Ленинградской АЭС, они показывают очень хорошие результаты. Работники Кольской АЭС — безусловные лидеры в сноуборде и горных лыжах, ведь там прямо в черте города расположен горнолыжный комплекс «Салма», это огромное преимущество.

Можно выделить и лидеров в конкретных дисциплинах. В мини-футболе сильнейшие спортсмены — в Железнодорожном, Сарове, организациях Москвы, также на Белоярской и Ленинградской атомных станциях отличные футбольные команды. Ребята участвуют не только во внутриотраслевых, но и во всероссийских турнирах, готовятся целенаправленно. В хоккее выделяются сотрудники Топливного и Электроэнергетического дивизионов.

— Как развивается спортивная инфраструктура в атомных городах? Понятно, что «Атом-спорт» объекты не строит, но вы наблюдаете ситуацию изнутри. Есть ли поводы для оптимизма, есть ли сложности?

— «Росэнергоатом» — лидер в сфере создания спортивных объектов для городов. Концерн заключает соглашения с регионами, строит объекты совместно с правительством субъектов. Лучший пример — Нововоронеж, где есть легкоатлетический манеж, стадион, бассейн, большой ледовый дворец, баскетбольные площадки в городе. Недавно открылся новый физкультурно-оздоровительный комплекс. Разумеется, здесь удобнее тренироваться и проводить мероприятия.

Но есть и острые проблемы. В Лесном бассейн, где начинал олимпийский чемпион по плаванию Александр Попов, находится в аварийном состоянии. Ему нужен капитальный ремонт. Сейчас ведутся переговоры о строительстве нового физкультурно-оздоровительного комплекса с 50-метровым

бассейном, но найти финансирование в нынешних условиях непросто.

В Заречном Свердловской области проектно-сметная документация на строительство физкультурно-оздоровительного комплекса с ледовой ареной проходит госэкспертизу. На Белоярской АЭС есть отличный 50-метровый бассейн, но нет ледового дворца — хоккеисты до сих пор тренируются на открытой площадке.

Отдельная история — уличная инфраструктура для спорта. В Озерске, Снежинске и других закрытых городах не хватает площадок для занятий ГТО, воркаута, тренировок на свежем воздухе. Нередко есть одна спортплощадка возле городского стадиона, но не многие пойдут туда через весь город. Мы

Количество занимающихся спортом в отрасли





мониторим ситуацию, взаимодействуем с Минспортом, помогаем предприятиям войти в госпрограммы по реконструкции и строительству объектов.

Пятилетка побед

— Расскажите, какие соревнования проводит «Атом-спорт» для атомщиков.

— Главное соревнование, конечно, «Атомиада» — спартакиада отрасли, которая проводится ежегодно по 16 видам спорта, два раза в год, зимой и летом. Нынешний зимний этап «Атомиады» прошел в Полярных Звездах. На соревнования приезжают атомщики

со всей России и зарубежных строек, прошедшие внутридивизиональный отбор.

«Гонка дивизионов» — второй по масштабу проект после «Атомиады», в нем участвуют больше 20 тыс. атомщиков ежегодно. Задача проекта — вовлечь в здоровый образ жизни тех, кто спортом никогда особо не занимался, но кому это хоть немного интересно. Ключевым шагом в этом проекте стал запуск мобильного приложения «Атом-Спорт». Это полноценная экосистема, заточенная именно под людей, далеких от большого спорта. Внутри — личный кабинет, куда ты заносишь свои активности и получаешь за них «заряды», своеобразную внутреннюю валюту. На накопленные заряды можно получить призы и скидки партнеров в «Магазине наград». Помимо тренировок — чаты, контент по правильному питанию и ЗОЖ, челленджи — личные и командные, мастер-классы. К участию в челленджах мы привлекаем жителей атомных городов и студентов наших профильных вузов. Финал каждого сезона — очный «Атомслет», где лучшие команды встречаются уже вживую и борются за победу своего дивизиона.

Еще один крупный турнир в нашей линейке — Кубок по баскетболу 3×3, одному из самых популярных среди молодежи форматов игры. Это динамичный и очень зрелищный вид спорта. Турнир стартовал в 2021 году в Электроэнергетическом дивизионе госкорпорации, а уже в 2022-м мы распространили его на всю отрасль.

— Какими достижениями «Атом-спорта» за годы вашего руководства вы особенно гордитесь?

«Мы не ставим задачу вырастить из каждого сотрудника мастера спорта. Цель другая — вовлечь как можно больше людей в регулярную физическую активность. Время диктует новые форматы, особенно для молодежи, ее увлечь сложнее. Поэтому мы добавляем киберспортивные турниры, диджитал-соревнования, онлайн-форматы».

— Главная гордость — победы на Всероссийском фестивале ГТО среди трудовых коллективов. В нем участвуют около 50 регионов и крупнейшие корпорации страны: «Роснефть», «Газпром», «Россети», крупные металлургические компании. Пять лет подряд сборная «Росатома» занимает на соревнованиях первое место. Это очень показательный результат: он говорит о том, что корпоративная спортивная культура в отрасли действительно работает и развивается. Для меня это важнее любых отдельных побед.

— «Атом-спорт» работает со странами, где госкорпорация ведет атомные стройки?

— На зарубежных проектах стройка сейчас в активной фазе, поэтому организовывать там полноценные спортивные мероприятия сложно. Но мы активно приглашаем коллег на крупные события в России — на «Атомиаду», соревнования по баскетболу, футбольные турниры, фестиваль ГТО. Причем участвуют не только российские специалисты, работающие за рубежом, — к нам приезжают и сами иностранцы, которые вливаются в нашу спортивную атомную семью.

Онлайн-форматы тоже хорошо работают. Через приложение «Атом-Спорт» в «Гонке дивизионов» участвуют коллеги из Турции, Египта, Бангладеш, Венгрии. Это приятно: значит, спорт объединяет людей по-настоящему, вне зависимости от расстояний.

Ежедневно и по чуть-чуть

— Какое место спорт занимает в вашей жизни?

— Синхронное плавание принесло мне титул чемпионки мира 2001 года и звание заслуженного мастера спорта. Спортивную карьеру я завершила в 20 лет, но с бассейном не расстаюсь, захожу туда

по выходным. Спорт сопровождает меня с раннего детства, в нашей семье он был нормой жизни: мама занималась художественной гимнастикой, папа играл в баскетбол. Спорт формирует человека: через тренировки приходят ответственность, умение держать себя в руках, внутренняя стойкость. Именно поэтому мы с мужем с самого начала привели детей в секции. Дочь пошла по моему пути — она мастер спорта по синхронному плаванию. Сын выбрал футбол. Станет ли это делом его жизни? Посмотрим.

— Дайте совет, как начать заниматься спортом и поддерживать физическую активность, если много работаешь и кажется, что ни на что не хватает времени.

— Люди нередко воспринимают физическую активность как сложный проект: нужен зал, форма, тренер, свободный вечер. В итоге все откладывается на потом. А ведь для поддержания организма в форме нужно значительно меньше. Я придерживаюсь одного принципа: лучше немного, но каждый день. 10–15 минут простой активности — быстрая прогулка, несколько приседаний, легкая разминка для спины — приносят больше пользы, чем одно изматывающее занятие в зале раз в неделю. Даже короткий комплекс упражнений по утрам отлично работает. Главное — не количество минут, а сама привычка двигаться.

Тем, кому сложно себя мотивировать, очень помогает соревновательный элемент. Еще раз напомню, что в рамках проекта «Гонка дивизионов» работает наше мобильное приложение. Оно позволяет фиксировать шаги и тренировки, участвовать в командных соревнованиях и видеть свой личный вклад в общий результат. Когда за тебя болеет команда — двигаться хочется куда больше.

«Атомиада-2026»

14 марта в Мурманской области завершился первый этап зимней «Атомиады-2026». Соревнования собрали представителей атомной отрасли со всей страны: в спортивном событии приняли участие представители 16 дивизионов — более 240 спортсменов из 54 организаций атомной отрасли. Самым молодым участником соревнований стал сноубордист Дамил Шумилов (21 год), сотрудник Чепецкого механического завода. Самой возрастной участницей — лыжница Нина Кузенкова (67 лет), сотрудница Сибирского химического комбината. Спортсмены состязались в четырех дисциплинах: горные лыжи, лыжные гонки, полиатлон и сноуборд.

Второй этап «Атомиады-2026» прошел в конце марта в деревне Большой Суходол Нижегородской области на спортивной базе. Здесь атомщики соревновались в баскетболе, волейболе, дартсе, хоккее с шайбой и шахматах.



Предохранители от выгорания

Как в атомной отрасли проводят профилактику стресса и выгорания сотрудников

В 2024 году масштабное исследование охватило 37 000 сотрудников «Росатома», чтобы выяснить: что на самом деле заставляет атомщиков выгорать? Оказалось, что уровень стресса напрямую связан не только с продуктивностью, но и с воспринимаемой безопасностью. О том, как излишняя бюрократия провоцирует ошибки, почему нужно обращать внимание на микро-травмы и как программа «Атомная подзарядка» помогает атомщикам сохранять ресурс, рассказывают психологи Корпоративной Академии «Росатома» — директор по развитию корпоративной культуры Иван Полищук и менеджер центра развития культуры безопасности Елизавета Иванова.

Бюрократия и стресс

— Чем профессиональное выгорание в атомной отрасли отличается от выгорания, скажем, в сфере ИТ или в медицине? Есть ли специфический «атомный» стрессор?

Елизавета Иванова: В организационной психологии классическим фактором стресса, который приводит к выгоранию, является коммуникация. И поэтому очень многие профессии, связанные с общением с людьми, в большей степени подвержены стрессу и выгоранию.

В 2024 году мы провели масштабное исследование, в рамках которого выявили основные источники стресса и причины выгорания. Мы учли факторы стресса как со стороны организации, так и личные, потому что нельзя исключать общий фон. В 2024 году социально-экономическая и политическая обстановка воздействовала на людей сильнее, чем любые организационные факторы.

Если мы говорим про профессиональные факторы стресса атомщиков, то здесь работники выделяют излишнюю бюрократию. Это самый сильный и часто встречающийся фактор стресса — процессы, которые удлиняют согласование, дублируют друг друга. Помимо этого, в топ-5 факторов стресса входят сжатые сроки, постоянные изменения (особенно это касается импортозамещения — смена программ для работы, изменение процедур закупок), а также недостаток ресурсов для достижения результатов и нехватка персонала.

Иван Полищук: Благодаря исследованию мы увидели, что в целом по отрасли достаточно низкие показатели стресса, особенно в тех дивизионах, где преобладает стабильная и регулярная производственная деятельность. В дивизионах, где преобладает проектная деятельность, уровень стресса выше, и сотрудники как раз отмечают его связь с указанными выше факторами.

— Расскажите, пожалуйста, чуть подробнее про это исследование. Сколько человек было опрошено, из каких дивизионов?

Елизавета Иванова: Впервые отраслевое исследование трудового благополучия мы провели в 2022 году совместно с Технической академией «Росатома», в нем приняли участие почти 30 000 атомщиков. В 2024 году охват увеличился: участвовали 20 дивизионов, 37 000 работников отрасли — рабочие, инженеры, руководители. Такая периодичность — раз в два года — позволила нам сравнить результаты: внутридивизиональные и общеотраслевые, по разным категориям сотрудников.

Словарь

Стресс — это состояние физического и психического напряжения, возникающее у человека в процессе деятельности в наиболее трудных условиях как в повседневной жизни, так и при особых обстоятельствах.

Такое состояние вызывает мышечное напряжение, учащенное сердцебиение и тревогу. Стресс бывает острым (краткосрочным) и хроническим (долгосрочным).

Выгорание — это состояние хронического физического и психического истощения, возникающее из-за затяжного стресса (часто профессионального), характеризующееся апатией, цинизмом и потерей мотивации. Не проходит после кратковременного отдыха и требует комплексного восстановления.



**Иван
Полищук**

Директор по развитию корпоративной культуры Корпоративной Академии «Росатома»



**Елизавета
Иванова**

Менеджер центра развития культуры безопасности Корпоративной Академии «Росатома»

В рамках исследования у нас есть отдельное направление, неразрывно связанное со спецификой отрасли, — это направление поведенческой безопасности. Мы также установили, что стресс и выгорание напрямую влияют на воспринимаемую безопасность (ощущение защищенности, отношение к собственной и коллективной безопасности, требованиям и правилам): чем выше стресс и выгорание, тем ниже воспринимаемая безопасность.

Исследование стало базой для отраслевой программы «Атомная подзарядка», направленной на профилактику стресса и выгорания. Также для каждого дивизиона мы делаем заключение по психологическому состоянию сотрудников и даем рекомендации по профилактике стресса и выгорания.

— **Что изменилось в госкорпорации с 2022 года?**

Елизавета Иванова: Снизились на 1% уровень стресса и на 2% уровень выгорания. Кажется, что это маленькие цифры, но на самом деле за этими процентами тысячи человек!

Иван Полищук: Хочу сделать важную ремарку. Стресс в жизни должен быть. Если бы у человека не было стресса и состояния, когда его ресурсы оптимально мобилизованы, мы бы не достигали своих ежедневных результатов. Но вместе с тем, когда это воздействие сильное и долгое, то внутренних ресурсов и привычных техник, чтобы справляться, уже не хватает. Это может приводить к выгоранию и в дальнейшем к негативным проявлениям на уровне физического здоровья.

Факторы риска

— **Опишите сотрудника, который может нести риски для работы предприятия и для работы коллег. На что стоит обратить внимание руководителю или коллегам?**

Елизавета Иванова: Есть четкая взаимосвязь между состоянием работника и тем, насколько безопасно он работает. Как мы говорили ранее, исследование показало устойчивые корреляции между состоянием и уровнем воспринимаемой безопасности сотрудников.

Как может выглядеть небезопасное поведение у самого сотрудника и когда сотрудник становится таким фактором риска для окружающих? В привязке к его состоянию это проявляется как усталость, снижение объема памяти, ухудшение концентрации, невозможность сфокусироваться вообще или фокусироваться на деле долго. Это низкая

заинтересованность, потеря смысла работы и желание завершить свою работу как можно быстрее, чтобы освободиться и пойти домой.

Иван Полищук: Если говорить про физиологические признаки, это низкая точность движений. В крайних степенях переутомления наблюдается даже рассинхронизация моторной деятельности. Например, сотрудник постоянно роняет инструмент, которым он работает. И, конечно же, большое количество микротравм. Чем больше микротравм, тем больше вероятность получения серьезной травмы — это было показано и доказано концепцией Генриха — Бёрда.

— **У офисного сотрудника микротравм может вообще не быть. Как у него определить начинающееся выгорание?**

Иван Полищук: Сотрудник теряет мотивацию к деятельности, регулярно сдвигает дедлайны. Работает без энтузиазма, не задает никаких вопросов по задачам, не вступает в коммуникацию с другими коллегами. Как будто замыкается в своем мире. Не общается, не вступает ни в какие внутренние сообщества, в клубы и объединения сотрудников по интересам. Стоит также обратить внимание, с какой скоростью человек двигается и говорит. Снижение скорости движений может свидетельствовать о выгорании.

Заряженные люди

— **Программа «Атомная подзарядка» работает с 2022 года, расскажите о ней. Как к ней присоединиться?**

Елизавета Иванова: Программа работает для профилактики и снижения уровня стресса и профессионального выгорания работников отрасли. Она включает в себя разные инструменты психологической помощи. Например, каждый год мы проводим неделю «Атомной подзарядки», куда в качестве спикеров приглашаем руководителей отрасли. В прямом эфире они рассказывают о том, с какими сложностями сталкиваются, как переживают стресс, что им помогает с ним справиться. Проводим отраслевые вебинары на популярные и важные темы. В прошлом году мы говорили, например, про антихрупкость. Это умение находить внутренние опоры и смыслы, чтобы справляться со стрессом. Записи прошедших мероприятий мы размещаем на отраслевых платформах, чтобы у всех сотрудников была возможность с ними ознакомиться.

Также у нас есть информационные ресурсы, работающие постоянно в течение года. Это бот «Зарядная станция», доступный с любого личного устройства.

В нем можно провести самодиагностику состояния и прочесть рекомендации по профилактике стресса. Также полезные материалы по профилактике стресса и выгорания мы выкладываем на платформе «РЕКОРД mobile» и в группу программы «Атомная подзарядка» в сети «Росатом LIFE».

При поддержке Технической академии «Росатома» мы проводим очные мероприятия в организациях отрасли — локальные дни «Атомной подзарядки». Что они из себя представляют? На предприятия отрасли, у которых есть запрос на проведение таких дней и готовность руководителей, приезжают эксперты-психологи со специализированным оборудованием. Они проводят дополнительную диагностику состояния, обучающие мероприятия, тренинги, персональные и групповые консультации, чтобы снизить накопленный уровень стресса или высокий уровень выгорания у работников.

— Многие не верят в психологическую помощь. Особенно мужчины старшего поколения: мол, деды и без этого справлялись. Сталкиваетесь ли вы с такой проблемой?

Иван Полищук: Тут есть две крайности. Первая связана с тем, что за последние 10 лет произошла сильная психологизация российского общества. В нашу речь вошли многие термины из психологии: «в потоке», «в ресурсе» и другие. Появились люди, которые постоянно говорят, что они «не в ресурсном состоянии», ищут у себя психологические проблемы. С другой стороны, есть мужчины за 50, которые говорят: «Какой стресс? В бане попарился — и никакого стресса». Но и тех и других примерно по 5%,

а остальные 90% вполне рационально относятся к своему психическому здоровью.

Но надо сказать, что наша целевая аудитория с точки зрения просветительской работы — это люди, работающие в офисе, и те, кто занят в проектной деятельности. У рабочих и специалистов уровень трудового благополучия в целом на 10% выше, чем, например, у руководителей. У тех, кто трудится на заводе, преимущественно регулярная деятельность, а сотрудников в проектной деятельности больше и чаще затрагивают различные изменения и факторы, которые могут являться источниками сильного стресса. Мы уделяем им особое внимание, стараясь помочь и дать инструменты для профилактики, работая совместно со службами управления персоналом на местах.

В поисках смысла

— Давайте поговорим про ключевые смыслы и про высокую миссию. Помогает ли она вообще бороться с выгоранием?

Иван Полищук: Давно доказано, что понимание смысла работы — это главный предохранитель от выгорания и от стресса. Тебе может быть тяжело на работе, но когда ты видишь конечный смысл, для чего ты это делаешь, бюрократия кажется не такой страшной, проблемы отступают. С этой точки зрения стоит обратиться к опыту наших отцов-основателей. Когда Курчатова спросили: «Зачем вы делаете атомное оружие?», в контексте 1945 года, когда оттремела страшная война, он ответил, что мы хотим сделать такой щит, чтобы на нас никто никогда не смог бы напасть. Вот ради этого он и работал с другими учеными.



Смысл, как правило, помогает человеку гораздо шире смотреть на ту деятельность, которой он занимается, дает возможности находить обходные пути достижения цели. Формирование смысла зависит от руководителя. Смысл всегда можно сформулировать. К примеру, мы в Бангладеш не просто строим АЭС, мы помогаем стране благодаря мощному и надежному источнику энергии получить новый импульс для социально-экономического развития. Нужно по каждому направлению формировать цель. И задача руководителя — найти этот смысл, правильно его кристаллизировать, собрать команду под эту задачу и поддерживать внутреннее горение.

— **Отличаются ли источники стресса у ветеранов отрасли и у молодых специалистов, которые только приходят на предприятия?**

Елизавета Иванова: Источники стресса точно не отличаются, мы проверили это в исследовании. Они для всех одинаковые, и уровень стресса для молодежи и работников с большим стажем одинаков, но молодежь, сталкиваясь со стрессом, может действовать по-разному. Мы смотрели две категории: молодежь, которая только пришла в отрасль, то есть люди от 18 до 25 лет, и молодежь постарше — от 26 до 35 лет. Первые в части переживания стресса не отличаются от тех, кто старше, но в меньшей степени подвержены профессиональному выгоранию. Молодежь 26–35 лет чаще переживает выгорание, но меньше сталкивается с сильным стрессом.

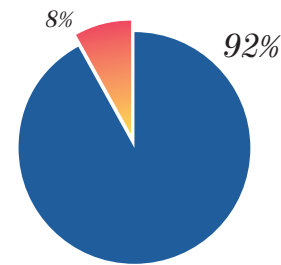
Молодежь 18–25 лет при столкновении со стрессом идет по двум траекториям. В первом случае они могут уволиться, говоря, что при таких факторах стресса они не хотят работать. Во втором случае сотрудники, наоборот, мобилизуют все свои ресурсы и остаются в отрасли, преодолевая все препятствия и факторы стресса, с которыми сталкиваются.

Допустим, они мобилизовались, но зачастую не уделяют внимания своему состоянию и, как мы говорили в начале нашей беседы, игнорируют все сигналы, которые им посылает организм, о том, что они переживают уже избыточный уровень стресса. Так люди этой категории переходят в зону высокого уровня выгорания — их хронический стресс переходит в выгорание. Если же они несут ответственность за свое состояние и профилактуют те негативные состояния, которые могут возникнуть даже при воздействии всех факторов стресса, то они не переходят в зону выгорания, и этот стресс остается у них на приемлемом уровне. А как мы помним, приемлемый уровень стресса, наоборот, мобилизует организм и работает во благо.

— **Можем ли мы говорить о том, что выгорание сотрудников имеет конкретную цену для отрасли?**

Елизавета Иванова: Есть исследование компании Gallup на эту тему. Согласно ему, стресс сотрудников обходится мировой экономике ежегодно более чем в 8 трлн долларов.

Данные исследования 2024 года



■ в зоне трудового благополучия
 ■ испытывают высокий стресс и выгорание

Выгоранию наиболее подвержены:

- работники в возрасте 29–32 лет, 35–40 лет;
- со стажем работы в отрасли 1–5 лет и около 10 лет;
- мужчины — линейные руководители и специалисты, женщины — руководители.

Иван Полищук: Во сколько конкретно обходится стресс нашей отрасли, мы в исследовании не измеряли. Но сейчас мы в процессе создания методологии для измерения этого показателя.

Сон, спорт и миссия

— **Как сбросить стресс и избежать выгорания?**

Иван Полищук: Начну издалека. У древнего человека стресс возникал в тот момент, когда он сталкивался с опасностями окружающего мира. Например, его атакует медведь. В этот момент кровь отливает от внутренних органов и приливает в плечевой пояс, к грудной клетке. Сейчас человек уже никуда не бежит, не борется с медведем, а просто сидит на совещании. Из-за того что стресс не выходит из человека, у него, например, зажимает и заклинивает спину. И поэтому очень важно, чтобы были возможности давать выход одновременно и психологической, и физической энергии.

Что важно для профилактики стресса и выгорания? Первое — заниматься спортом. Второе — сон в нужном вам объеме. Третье — дыхание и свежий воздух. Дыхательные упражнения помогают сместить фокус с фактора стресса на текущее состояние и помочь внутренним системам перестроиться, улучшить кровообращение, расслабить мышечную систему. Если говорить о психологических аспектах — это общение помимо работы, сообщества, хобби. И обязательно новые впечатления, нужно менять картинку вокруг себя. У кого-то это рыбалка, у кого-то — охота, у кого-то — работа на даче, встречи с друзьями или культурные мероприятия. Нужна жизнь вне работы. Психологически это, как правило, очень переключает. Ну а со стороны работодателя, подчеркну еще раз, должны быть сформулированы высокие, но понятные смыслы для предлагаемой сотруднику работы.

Текст: Евгений Рожков

Фото: Техническая академия «Росатома», АСЭ



Язык до реактора доведет

Атомный диалог: как преодолеть языковой барьер



Оксана Филатова

Директор лингвистического центра Технической академии «Росатома»

Лингвистический центр Технической академии «Росатома» — организация, чьи специалисты в Обнинске, Нововоронеже и Санкт-Петербурге обеспечивают лингвистическое сопровождение подготовки персонала атомных станций по всему миру. Директор центра Оксана Филатова рассказала «Вестнику атомпрома» о том, по каким критериям идет отбор сотрудников, почему ее коллеги не боятся искусственного интеллекта и зачем «блондинке-гуманитарии» знать устройство ядерного реактора наизусть.

Золотой стандарт

— Оксана Леонидовна, Техническую академию принято воспринимать как центр подготовки инженерных кадров. Расскажите, какое место в ее структуре занимает лингвистический центр.

— Техническая академия действительно занимается подготовкой инженеров, но не только российских.

У нас очень много зарубежных проектов, и мы готовим персонал атомных станций по всему миру. А для того чтобы подготовить этих специалистов, нужна организационно-распорядительная и эксплуатационная документация, учебно-методические материалы на иностранном языке, нужны переводчики — на время теоретического обучения, для практического обучения на тренажерах, для сопровождения проведения стажировок непосредственно на станции. Именно поэтому лингвистический центр играет в подготовке инженеров очень важную роль.

Отдельная история — русский язык как иностранный, что сейчас пользуется большим спросом. Например, обучение персонала АЭС в Турции в свое время велось на русском языке. Наши преподаватели обучали специалистов именно языку отрасли — техническому русскому, — когда турецкие инженеры были еще студентами Обнинского института атомной энергетики МИФИ.

— Расскажите, как формировался единый лингвистический центр.

— До сентября 2021 года в каждом филиале Технической академии был свой отдел переводчиков. Они работали хорошо, но каждый имел свою специфику. Когда начался большой проект — АЭС «Руппур» в Бангладеш, — все наши переводы должны были быть унифицированы и отличаться высоким качеством. Перевод одного и того же термина в разных материалах не должен быть выполнен по-разному. Слушатель не должен видеть перед собой презентацию, переведенную одним специалистом, а раздаточный материал — от другого специалиста. Расхождение в терминах и ключевых моментах недопустимо в учебном процессе.

Кроме задачи унификации перевода, была выявлена проблема с распределением нагрузки. В Нововоронеже в разгар проекта не хватало переводчиков, а в Обнинске или Санкт-Петербурге в то же время у части команды мог быть простой. Если бы это был единый центр, переводчика можно было бы просто командировать в его пределы.

В сентябре 2021 года приказ о создании центра был подписан. Проблемы разрозненности переводческих подразделений были решены. Ротация, командировки, единый глоссарий — центр заработал как один организм.

Дальше — больше. Проекты росли, переводчиков не хватало. Нас выделили в центр финансовой ответственности со своим бюджетом. Теперь мы планируем, сколько специалистов нам нужно под каждый проект, составляем графики загрузки. А 18 октября 2024 года в соответствии с решением заседания Операционного комитета госкорпорации «Росатом» лингвистический центр был внесен в перечень специальных товаров, работ и услуг для нужд атомной отрасли. Для нашего центра это стало показателем того, что в нас поверили и подтвердили высокое качество нашей работы.

— Сколько человек сегодня работают в центре и как он устроен территориально?

— Головной офис лингвистического центра находится в Обнинске. В городе у нас два отдела: отдел лингвистического сопровождения проектов и отдел технического перевода. Плюс группа планирования и координации лингвистического сопровождения, которая ведет все делопроизводство и договорную работу. Большие отделы лингвистического сопровождения есть в филиалах — в Нововоронеже и Санкт-Петербурге.

Штатный персонал — более 80 человек. Это переводчики, а если точнее, то специалисты по лингвистическому сопровождению международной деятельности, потому что их работа гораздо шире, чем просто перевод. Также преподаватели английского языка со знанием специфики атомной отрасли и преподаватели русского как иностранного. Плюс руководители и административный персонал.

Кроме того, у нас есть несколько договоров с переводческими компаниями — как для письменного,

Техническая академия «Росатома» — единый отраслевой центр подготовки и повышения квалификации персонала атомной промышленности с почти 60-летним стажем. Штаб-квартира расположена в Обнинске, филиалы — в Москве, Санкт-Петербурге, Нововоронеже и Сосновом Бору. Организация занимается профессиональной переподготовкой руководителей и специалистов атомной энергетики и промышленности, аттестацией персонала, оказывает научно-методическую поддержку организациям госкорпорации. Техническая академия сотрудничает с МАГАТЭ и готовит иностранных специалистов в области ядерной инфраструктуры и эксплуатации АЭС, а с 2010 года является членом Европейской сети ядерного образования (ENEN). В 2025 году в Технической академии обучили более 23 000 отраслевых слушателей, в том числе 2014 специалистов строящихся атомных станций в Бангладеш, Турции, Египте, Венгрии.

так и для устного перевода. Это необходимо, так как объем заказов у нас очень большой, и когда несколько срочных заданий приходят одновременно, без помощи контрагентов не обойтись.

С русского на атомный

— В чем принципиальная специфика работы лингвиста именно в атомной отрасли? Это ведь не просто перевод документации?

— Совершенно верно, это гораздо больше. Например, переводчик в туристической сфере должен хорошо знать язык плюс небольшой пласт специальной лексики. В атомной отрасли все иначе. Переводчик должен достичь высокого уровня владения английским и при этом в совершенстве знать техническую часть — работу атомной станции. Всю — от первого бетона до вывода АЭС из эксплуатации. Сначала на русском языке, а потом еще и на английском. При этом у каждого проекта есть свои особенности в терминологии, в названиях должностей, свои глоссарии. Эти особенности прописаны в договоре с каждым инозаказчиком.

Представьте себе: молодая девушка-лингвист, блондинка с душой гуманитария, вдруг должна разобраться в устройстве реактора ВВЭР, знать, как работает главный циркуляционный насос, системы безопасности и многое другое, и все это уметь моментально переводить в прямом эфире, стоя рядом с инструктором перед аудиторией взрослых специалистов, которые пришли на переподготовку и прекрасно знают свой предмет. Сами понимаете, она должна быть максимально точна и убедительна. Переводчик атомной отрасли — это действительно штучный специалист, который ценится везде: и в МАГАТЭ, и в национальных регуляторах атомной отрасли.

— Как выглядит отбор новых сотрудников? На что вы обращаете внимание в первую очередь?

— Прежде всего на уровень владения английским языком. Знать язык и быть переводчиком — это две разные вещи, но без хорошего знания языка говорить не о чем. Второе — готовность кандидата ездить в командировки. Наши переводчики очень мобильны, работают и на российских атомных станциях, и за рубежом. Это не офисная должность с фиксированным графиком.

Если человека устраивают условия, мы приглашаем его на тестирование. Проверяем письменный перевод: как строятся предложения, какая лексика, насколько точна передача смысла. Проверяем устный перевод, и здесь особое внимание уделяется умению удерживать в памяти длинные высказывания. Переводчик обязан запоминать целые смысловые блоки, а не отдельные слова. У опытных коллег, которые проводят тестирование, уже после первой встречи есть понимание, получится ли из человека переводчик или нет. После отбора — от одного до трех месяцев длится адаптационный период. Кто-то проявляет себя через месяц, а кому-то нужно больше времени, чтобы стать специалистом отрасли. Но мы понимаем: чтобы подготовить хорошего переводчика, необходимо время, наставники, практика. Иного пути нет.

— Кстати, кого у вас больше — мужчин или женщин?

— Бытует мнение, что это не женская профессия. Практика показывает, что это не так: бывает, приходят молодые, здоровые, сильные парни... и ломаются. Потому что объем материала, который нужно выучить и удерживать в голове, высокая концентрация, усидчивость, ночные смены на станции — все это действительно тяжело. А вот те самые блондинки-гуманитарии держатся и работают превосходно. Скажу так: у нас успешно работают и парни, и девушки.

— «Росатом» расширяет портфель зарубежных проектов. Меняется ли в связи с этим языковая карта центра?

— Английский остается нашим основным рабочим языком, на нем ведется обучение по большинству проектов. Но у каждого нашего переводчика есть второй язык, и мы ведем их реестр. Точечные запросы на другие языки — арабский, турецкий, французский — к нам уже поступают, и не только от отраслевых организаций.

Что касается перспективы, мы ее отслеживаем. Например, по проекту «Эль-Дабаа» в Египте для нас принципиально важны специалисты, у которых хорошее знание арабского языка, при этом, естественно, английский должен быть не ниже уровня B2. Уже сейчас, объезжая вузы, я интересуюсь, есть ли студенты-арабисты с хорошим английским. Это именно те люди, которые нам будут нужны.

— Вы активно работаете со студентами. Как выстроена эта система?

— Несколько лет назад к нам начали поступать единичные запросы от студентов-лингвистов с просьбой пройти практику. Мы не отказывали. Но когда запросы стали массовыми и разноплановыми, мы взяли инициативу в свои руки. Вместе с сотрудниками блока директора по персоналу мы начали ездить по вузам — Тула, Калуга, Нижний Новгород, Тверь, Орел. Проводили встречи, видеоконференции. В перспективе — посетить вузы Курска, Брянска, Севастополя, Мурманска, где, кстати, готовят очень хороших переводчиков. Со всеми вузами, которые мы уже посетили, подписаны соглашения о практике.

Студенты приезжают к нам по графику — на две недели очного присутствия в Технической академии. Остальное время — дистанционно: сдача переводов, отчеты. Очная часть практики может пройти в Обнинске, Нововоронеже или Петербурге — каждый выбирает сам, исходя из того, где удобнее жить. Мы сразу предупреждаем, что будет трудно. Перед приездом — выучите минимальный необходимый глоссарий, разберитесь в принципах работы атомной станции. Здесь вас задействуют по-настоящему: письменный перевод, устный перевод, присутствие на занятиях, тестирование. Несмотря на такую высокую нагрузку, мы получаем от практикантов отзывы с благодарностью. Лучших студентов мы рассматриваем как потенциальных сотрудников, причем не только для себя, но и для других организаций отрасли.

ИИ не пугает

— В конце марта вы провели отраслевую конференцию по техническому переводу. Какие вопросы обсуждали на мероприятии?

— Эта конференция раньше была детищем ЧУ «Цифрум», корпоративного центра цифровых компетенций «Росатома». После того как наш центр вырос и стал узнаваемым, эстафету передали нам. Теперь это наше ежегодное мероприятие. Мы обменивались опытом с организациями, которые занимаются техническим переводом в атомной сфере, обсуждали проблемные вопросы, российские и зарубежные практики, использование ИИ в переводе. Отдельный блок — взаимодействие со студентами и работа с кадровым резервом. Были доклады и круглые столы, обсуждение современных технологий перевода.

— Не пугает ли вас перспектива того, что ИИ вытеснит переводчиков? Такие опасения сейчас звучат повсеместно.

— Этот вопрос мне задают регулярно — и внутри Технической академии, и журналисты на мероприятиях. Отвечу коротко: нет, не пугает. Мы следим за развитием технологий, тестируем все, что предлагают разработчики. И видим, что искусственный интеллект вполне успешно справляется с переводом в туризме,

в бытовой сфере, в типовых ситуациях. Но атомная отрасль — это принципиально другое. У каждого проекта, подчеркну еще раз, — свой глоссарий, своя терминология, своя логика. Кроме того, есть живое обучение на станции, где инструктор может объяснять принцип работы, например, электрического оборудования, используя профессионализмы в своей речи, и переводчик должен не только мгновенно переключиться между стилями речи, но и обеспечить точность, от которой зависит безопасность труда. Это невозможно делегировать машине. Кроме того, в силу соблюдения норм безопасности, не всегда есть возможность использовать гаджеты с подключением к интернету, поэтому переводчик в атомной отрасли незаменим.

У каждого нашего переводчика есть тетрадь, куда он записывает курьезные случаи машинного перевода: иногда смешные, иногда пугающие. К нам порой приносят такие документы, и мы видим достаточно грубые смысловые ошибки. В атомной отрасли цена некачественного перевода — это цена человеческой жизни. Искусственный интеллект как вспомогательный инструмент — возможно. Полная замена человека — исключено.

От преподавателя до управленца

— Оксана Леонидовна, расскажите, как вы оказались в «Росатоме».

— Я начинала как учитель. Окончила Мурманский государственный педагогический институт. Затем работала в филиале Петрозаводского университета. Потом переехала с семьей в Обнинск, где устроилась во Франко-Российский институт делового

администрирования. Потом работала в Московском государственном университете управления, в Обнинском институте атомной энергетики, филиале МИФИ. Там я прошла путь от преподавателя до заведующей кафедрой лингвистической подготовки, потом — международный отдел, потом стала деканом подготовительного факультета. Подготовительный факультет — это обучение только иностранных студентов, среди которых много будущих атомщиков. Так я вошла в семью «Росатома». Участвовала в отборе первых студентов из Бангладеш — летала с коллегами в Дакку. В 2019 году меня пригласили в Техническую академию — создавать лингвистический центр.

Кроме этого, я всегда стремлюсь к саморазвитию. Защитила кандидатскую диссертацию — я кандидат филологических наук по двум специальностям. Сейчас участвую в работе диссертационных советов, принимаю экзамены у аспирантов. Я — счастливый человек, потому что всю жизнь занимаюсь тем, что мне нравится. Лингвистический центр — детище мое и моей команды, в которое я вкладываю все силы.

— Каким вы видите свое детище через 5–10 лет?

— Направлений много, и спрос идет со всех сторон: обучение английскому языку (и здесь я очень хочу выйти за пределы «Росатома», предлагать наши курсы другим корпорациям), русскому как иностранному, переводы всех форматов и, пожалуй, одно из очень интересных и востребованных направлений — подбор лингвистических кадров для других компаний и госкорпораций. Мы уже работаем со студентами в таком масштабе, что можем готовить переводчиков не только для себя.

На фото

АЭС «Руппур» в Бангладеш. У каждого атомного проекта — своя терминология и логика, поэтому для лингвистического сопровождения этих проектов нужны настоящие профессионалы



Текст: Ирина Дорохова

Фото: Nano Banana AI / газета «Страна Росатом»

Телепортация информации

Возможна ли безэнергетическая передача информации?

Год назад мы задали трем ученым один и тот же вопрос: можно ли считать информацию формой энергии. Позже в одной из дискуссий на эту тему прозвучало: нет, нельзя, потому что можно передавать информацию

без передачи энергии — в запутанных квантовых системах. Мы еще раз обратились к квантовым физикам, чтобы узнать, что они думают о такой безэнергетической передаче информации.



Станислав Страупе

Доцент кафедры квантовой электроники физического факультета МГУ:

— Если говорить о передаче информации с помощью запутанных кубитов, то обойтись совсем без передачи энергии нельзя. Допустим, у нас есть запутанная пара, и сделав измерение здесь, мы хотим передать информацию на другую сторону. Для этого нам нужно итог измерений сообщить. Запутанность — это только корреляция. Исключительно с ее помощью вы не можете передавать осмысленную информацию, надо выполнить дополнительные трюки. Да, изменение состояния при измерении мгновенное, и в каком-то смысле передача квантового состояния при телепортации мгновенна. Но мы не можем передавать информацию быстрее скорости света. Если я что-то сделал здесь, то на Луне мгновенно ничего не узнают. Должно пройти время, как минимум достаточное для того, чтобы свет долетел отсюда до Луны. Это фундаментальный принцип отсутствия дальнего действия в физике, который никто не отменял.

Как это соотносится друг с другом: при той же телепортации обязательно надо передать исход измерений на ту сторону, чтобы произошла телепортация. Это можно назвать передачей информации: мы передаем два классических бита информации и при этом передаем целый кубит квантовой информации, который на самом деле представляет собой два комплексных числа. Тут важно то, что, с одной стороны, мы не перемещаем кубит физически, но, с другой стороны, необходимые два бита информации мы передаем на каком-то носителе. Это может быть фотон или что-то иное, что перелетит из точки А в точку Б. Так обеспечивается соблюдение принципа причинности и принципа дальнего действия даже в системах, где есть квантовая запутанность.

Без энергии передавать информацию нельзя, но экономить энергию можно. Когда вы передаете не кубит, а два обычных бита — это экономия ресурса. Есть протокол сверхплотного кодирования, когда можно физически передать один кубит, а информации при этом передать два бита.



Алексей Семихатов

Доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией теории фундаментальных взаимодействий, ФИАН им. П. Н. Лебедева:

— Квантовая запутанность работает как корреляция. После измерения на одном кванте мы не видим потока энергии и вообще чего бы то ни было на втором. А раз нет потока энергии, нет и передачи информации, потому что любая информация, с моей точки зрения, имеет носитель. И если вы хотите ее передать, то надо сделать так, чтобы получающая система могла на нее отреагировать. А это значит, что должно быть какое-то воздействие. И оно должно быть физическое. Пока мы говорим, сколько байт в чем-то, информация носит абстрактный характер. Но как только мы опускаемся до молекулярного, атомного, то есть квантового, уровня, то каждая информационная единица имеет вполне конкретный физический носитель. А раз так, то никакого обмена, ни информационного, ни энергетического, между запутанными квантами-партнерами не происходит. Запутанность — свойство корреляции.

Пусть два электрона запутаны по спинам. Это значит, что они находятся в состоянии, где никакого значения спина ни у одного из них нет. Очень важно, что это не мы не знаем, какой у них спин, а его вообще нет. За различие между двумя случаями отвечают неравенства Белла — точнее, их нарушение, подтвержденное экспериментально. Когда вы проводите измерение одного электрона, происходит редукция волновой функции, и она отражается на состоянии второго

электрона. Два ученых измеряют спины этих запутанных электронов много раз каждый у себя и устанавливают корреляцию, невозможную при любой «тайной раздате» значений спинов в момент создания запутанной пары. Корреляция есть, но энергия не передается. И такая корреляция — не способ устроить сверхсветовую сигнализацию (в полном соответствии с теоремой запрета — No-signaling theorem). Квантовая реальность тут ловко прячется за индетерминизмом в измерениях: когда я измеряю спин, я не знаю, выпадет у меня спин вверх или спин вниз, и у меня нет никакой власти на это повлиять. Да, спин второго из запутанных квантов коррелирован с тем результатом, который выпал при измерении на первом. Но никакого информационного содержания хозяину второго кванта мгновенно передать я не в состоянии. Пожалуй, можно сказать, что кванты сами в своей реальности разговаривают друг с другом быстрее скорости света, но нам они этого не позволяют. Впрочем, все это лишь словесная интерпретация. Я просто могу предсказать результат, который вы получите у себя. Но чтобы сравнить предсказания, то есть обменяться информацией, нам надо встретиться, то есть потратить энергию (да и время). При всем том, если бы мы захотели эмулировать квантовую запутанность классическими средствами, бесквантово, нам пришлось бы передавать сигнал быстрее света.

Если же рассуждать о том, что квантовые процессоры могли бы быть энергоэффективнее обычных, то я бы предположил, что это могло бы произойти за счет того, что в квантовых системах мы управляем отдельными квантами и у нас в идеале (сейчас это не так) не должна рассеиваться энергия на что-то постороннее.

До чего дошел прогресс: что обсуждают в музее «АТОМ»?

«Атомные дискуссии» делают научное знание понятным и запоминающимся



На фото

Сергей Дмитриев
и Елена Мироненко

Можно ли считать Землю уникальной, а жизнь на нашей планете — единственной во Вселенной? Чем нейросети отличаются от человеческого мозга, если они обучаются на данных, сгенерированных людьми? Вытеснят ли квантовые компьютеры классические и какие задачи ставятся перед суперкомпьютерами? Сможет ли человек жить до 120 лет, не теряя активности и когнитивных способностей? Все эти темы уже успели раскрыть в рамках нового проекта музея «АТОМ» — «Атомных дискуссий», первого полноценного цифрового медиапродукта площадки.

Разговоры о важном

«Одних только слов о том, что мы музей будущего, музей науки и технологий, недостаточно для того, чтобы им стать. Важны конкретные действия, и проект «Атомные дискуссии» — возможность обсудить

с известными учеными и признанными в своей области специалистами актуальные научные тренды, прорывные технологии, развенчать научные мифы и приблизиться к пониманию того, как устроен наш мир и какие перспективы у человека будущего», — рассказывает модератор проекта, генеральный директор музея «АТОМ», культуролог Елена Мироненко.

«Встречи организуются в гибридном формате: к нам приходят зрители, и они оказываются на настоящей съемочной площадке. Как и на любых съемках, не обходится без технических пауз, но они, как оказалось, совершенно не мешают сидящим в зале: для них это возможность обсудить друг с другом тему, о которой говорят эксперты. Мы приглашаем в качестве спикеров ведущих ученых, которые проверяют на прочность границу известного и неизвестного в актуальных областях науки и технологий. Я хочу обратить внимание, что смещение этой границы дает отличное (и, кстати, нескучное!) представление о прогрессе науки», — поясняет модератор «Атомных дискуссий», научный куратор

музея «АТОМ» доктор физико-математических наук Алексей Семихатов.

Среди приглашенных участников — авторы научно-популярных книг и научных статей, доктора наук, члены-корреспонденты РАН и молодые ученые. Съемки проводятся в «Атомариуме» — пожалуй, самой футуристически оформленной площадке музея.

Почему мы до сих пор живы?

Какие условия привели к тому, что в течение 4 млрд лет Земля остается пригодной для существования и развития жизни, скажем, в отличие от Венеры и Марса? Об этом на премьерной встрече «Атомных дискуссий» рассказал Михаил Никитин, биолог, автор научно-популярных книг и научных статей, старший научный сотрудник лаборатории геносистематики растений Научно-исследовательского института физико-химической биологии им. А. Н. Белозерского МГУ.

Одна из причин — удачный космический адрес. «Солнце находится между рукавами Ориона и Стрельца, в области с малой плотностью звезд, а Солнечная система вращается вокруг центра Галактики по так называемой коротационной орбите. Зона коротации — это область в спиральной галактике, которая вращается со скоростью ее рукавов. Эти два фактора защитили нас от возможных вспышек сверхновых, которые «стерилизуют» окружающее их пространство на расстоянии до 5 световых лет жестким излучением», — объяснил Михаил Никитин.

Среди прочих факторов, позволивших сохранить жизнь на планете, — наличие естественного спутника. Гравитация Луны стабилизирует наклон оси Земли относительно плоскости земной орбиты, что обуславливает наличие климатических зон и смены времен года. Кроме того, Луна влияет на прибрежные организмы, вызывая морские приливы, служит навигационным «маяком» для ночных летающих животных и насекомых и даже регулирует размножение кораллов (обычно этот процесс происходит на первый-четвертый день после полнолуния).

От негативного воздействия космического излучения Землю защищают плотная атмосфера и магнитное поле, а преодолеть замкнутый круг ледниковых периодов и превращение планеты в Землю-«снежок» помогают вулканы. Землянам повезло и с оптимальным соотношением воды и суши — 70 и 30% соответственно. «Если бы суши на Земле было больше, то было бы больше пустынь — испарения имеющейся воды не хватало бы для достаточного количества дождей над всей поверхностью. Если бы вовсе не было суши, морским экосистемам было бы неоткуда получать необходимые всем организмам фосфор и другие микроэлементы, и планета-океан с большой вероятностью оказалась бы безжизненной», — прокомментировал Михаил Никитин.

Из «Атомных дискуссий»

— И немного о пользе парникового эффекта. Присутствие углекислого газа и водяного пара в атмосфере помогает нам не замерзнуть на этой планете!

До чего дошел прогресс?

Тему сходств и различий искусственного интеллекта и человеческого мозга затронули на второй встрече «Атомных дискуссий».

Когнитивный психолог, декан факультета психологии ИОН РАНХиГС доктор психологических наук Владимир Спиридонов объяснил, как его коллеги понимают интеллект и его границы: «Ну, во-первых, говорят о том, что интеллект — это общая способность. Он лежит в основании многих наших достижений, но при этом является латентным, скрытым — глазом его не видно, но за последние 100 лет психологи довольно неплохо научились его измерять. Что еще важно? Интеллект до некоторой степени можно развивать. Когда вы рождаетесь на этот свет, кое-что про ваш интеллект можно сказать по вашему раннему поведению, но ваша дальнейшая судьба связана не только с множеством внешних влияний и внутренних переживаний, но еще и с тем, что развитие вашего мышления ограничено некоторыми пределами. Сказать, что оно развивается безгранично, я не могу».

Илья Макаров, PhD, ведущий научный сотрудник Института искусственного интеллекта AIRI, подчеркнул: «Искусственный интеллект на данный момент развивается не в парадигме автоматизации и замены



Отсканируйте QR-код, чтобы посмотреть первый выпуск «Атомных дискуссий»

На фото

Илья Макаров, Владимир Спиридонов, Алексей Семихатов, Елена Мироненко



человека, а как хороший помощник. Человек в связке с искусственным интеллектом сейчас работает лучше, чем просто человек». При этом не стоит забывать, что искусственный интеллект — это не самостоятельная личность, а имитация, построенная на большом массиве данных, созданных и подобранных людьми.

В чем специфика искусственного интеллекта? Эксперты отметили, что он обучается на данных, которые сгенерировал человек, а затем подстраивается таким образом, чтобы человеку было с ним комфортно. Поэтому, с одной стороны, нейросеть может выступить в роли идеального собеседника и друга, а с другой — это всего лишь отражение заложенных в ней алгоритмов. Есть у него, по мнению спикеров, и право на ошибку и «галлюцинации» — ведь и человеческое мышление не идеально. Люди тоже ошибаются, путаются, фантазируют — таковы особенности нормального функционирования нашего мозга.



Отсканируйте QR-код, чтобы посмотреть второй выпуск «Атомных дискуссий»

Из «Атомных дискуссий»

— ChatGPT сейчас вполне успешно может заменить философа, достаточно написать для него правильный промпт.
— Но давайте посмотрим, что будет с людьми, которые общаются с электронными аватарами, заменяющими умерших близких, через пять лет. И мы увидим, боюсь, большие и тяжелые нарушения психического здоровья.



Отсканируйте QR-код, чтобы посмотреть третий выпуск «Атомных дискуссий»

Кто кого? Суперкомпьютер vs квантовый компьютер

Революция в вычислениях, создание индивидуальных лекарств, разработка новых материалов и каналы передачи данных, защищенные от любого взлома, — все это сейчас среди надежд, возлагаемых на квантовые технологии. Одновременно активно — и ежедневно — работают суперкомпьютеры, решающие сложные задачи прогнозирования и моделирования. Как обстоит дело с созданием квантовых компьютеров в России, какие задачи уже сейчас решают суперкомпьютеры и вытеснит ли одна технология другую, на третьей встрече «Атомных дискуссий» обсудили с модераторами и зрителями Илья Семериков, кандидат физико-математических наук, руководитель научной группы «Масштабируемые

ионные квантовые вычисления» Российского квантового центра (РКЦ), научный сотрудник Физического института им. П. Н. Лебедева РАН (ФИАН), и Михаил Якобовский, доктор физико-математических наук, профессор, директор ИПМ им. М. В. Келдыша РАН, член-корреспондент РАН.

Михаил Якобовский отметил, что на данный момент 99% задач, связанных с большими массивами данных, быстрее и эффективнее решают суперкомпьютеры, мощность которых измеряется в петафлопах. Они уже могут анализировать геном, создавать климатические симуляции, прогнозировать погоду, делать расчеты для ракетно-ядерного щита, разрабатывать адресно ориентированные лекарства и обрабатывать другие масштабные данные, а квантовые компьютеры — пока нишевый, экспериментальный продукт.

Илья Семериков согласился с этой мыслью, но добавил, что в перспективе те вычисления, которые у суперкомпьютеров займут годы, квантовый компьютер сделает в течение нескольких часов, поскольку его производительность в сложных задачах развивается экспоненциально. Квантовые алгоритмы будут незаменимыми в симуляции процессов внутри реактора, разработке новых материалов, создании цифровых двойников АЭС. «Каждая квантовая операция очень медленная в сравнении с суперкомпьютерами. Но для некоторого класса алгоритмов квантовый компьютер позволяет вместо большого числа шагов обойтись малыми затратами. Квантовый компьютер решает только очень узкий класс задач там, где он действительно силен. И поэтому функция квантового компьютера — это не общее вычисление, а исполнение определенного набора алгоритмов. И, конечно, главная задача в разработке квантового компьютера — снижение количества ошибок, которые нарастают с увеличением количества кубитов, их коррекция», — пояснил Илья Семериков.

Михаил Якобовский уверен, что будущее за гибридными системами — за встраиванием квантовых ускорителей в суперкомпьютерные кластеры.

Из «Атомных дискуссий»

— Квантовый компьютер умеет играть в шахматы?
— Нет, он даже в «Шапаева» не умеет!

Как продлить жизнь?

Новый сезон «Атомных дискуссий» стартовал с темы продолжительности жизни. О том, можно ли прожить

до 120 лет и при этом сохранить активность и ясный ум, рассказали биолог Сергей Дмитриев и медик Ольга Ткачева.

Кандидат биологических наук, заведующий отделом взаимодействия вирусов с клеткой и лабораторией системной биологии старения НИИ физико-химической биологии им. А. Н. Белозерского МГУ Сергей Дмитриев объяснил старение как накопление повреждений на разных уровнях. На молекулярном уровне на состояние организма влияют мутации ДНК, окислительный стресс, укорочение теломер. На клеточном уровне начинается истощение стволовых клеток и дерегуляция иммунитета, на уровне тканей происходит хроническое воспаление, а на уровне всего организма старение проявляется через общую слабость и возраст-ассоциированные заболевания. Ученый не является сторонником гипотезы о существовании «программы старения». Он считает, что старость — это результат стохастического накопления ошибок и повреждений на всех уровнях организма.

«Но одновременно с этим стоит учитывать, что уже эволюционно заложена определенная генетическая программа, которая адаптирует наше тело в соответствии с возрастными особенностями. Мы знаем, что нет генов старения, но есть масса генов, которые определяют вероятность наступления возраст-ассоциированных заболеваний. На наш взгляд, одними из главных причин старения являются те, которые связаны с геномом и его прочтением. Здесь не только укорочение теломер, но и накопление генетических ошибок, а также эпигенетические изменения. Важно, что все это, по сути, управляемые процессы, и ученые знают, что и как влияет на их развитие», — считает Ольга Ткачева, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор Российского геронтологического научно-клинического центра, главный гериатр Минздрава РФ, президент Общероссийской общественной организации «Российская ассоциация геронтологов и гериатров».

Обсуждая способы достижения активного долголетия, спикеры сошлись на том, что большую роль в этом процессе играют профилактика заболеваний и ЗОЖ, поскольку до 80% характера и скорости старения определяет стиль жизни. Важен отказ от вредных привычек, физическая и умственная нагрузка, пищевой баланс (ограничение количества калорий в сочетании с необходимым количеством витаминов) и социальная активность. «Из экспериментов на животных известно, что простое ежедневное сокращение потребления калорий на 20–50% оказывает положительный эффект на продолжительность жизни», — рассказала Ольга Ткачева.

В будущем доживать примерно до 120 лет и оставаться продуктивными людям помогут персонализированная и регенеративная медицина, победа над конкретными возраст-ассоциированными заболеваниями и омоложение на клеточном уровне. На уровне

клинических испытаний уже проведены успешные эксперименты по клеточному омоложению, но пока еще нельзя говорить о том, что эта методика будет внедрена в ближайшее время.

Определенные успехи в регенеративной медицине уже достигнуты. Так, ученые «Росатома» вырастили в биофабрикаторе фрагмент искусственного сосуда, оживили его кролику, и операция прошла успешно.

В финале «Атомных дискуссий» эксперты разобрали мифы, связанные с долголетием.

«Биохакинг — чрезмерное увлечение процессами замедления старения. Человек хочет жить вечно, оставаясь вечно молодым, и для этого он производит множество различных измерений состояния организма — до 100 параметров ежедневно, пользуется не подтвержденными наукой методами и утверждает, что это работает. Но любой эксперимент должен быть воспроизводим, а в биохакинге этого нет, его приверженцы опираются на личный опыт», — пояснила Ольга Ткачева.

«Я считаю, что в биохакинге плохо то, что он подразумевает наличие определенной программы, которую «взламывают» биохакаеры. Но не существует ни одной мутации, которая бы сделала человека бессмертным. А если заботиться о своем здоровье, то однозначно можно прожить дольше», — прокомментировал Сергей Дмитриев.

Из «Атомных дискуссий»

— Иммунная система наряду с нервной — главный «спонсор» старения.

— Даже у возрастных родителей ребенок всегда рождается с «обнуленным» возрастом, то есть омоложение в природе существует!

Все выпуски «Атомных дискуссий» можно посмотреть на официальных интернет-ресурсах музея «АТОМ» (VK, Rutube, MAX), а еще можно попасть на сами дискуссии в качестве зрителя. В 2026 году темами обсуждений станут биотехнологии, освоение космоса, использование атомных технологий в разных сферах, новые материалы, источники энергии на Земле и за ее пределами, взаимодействие человека и искусственного интеллекта.



Отсканируйте QR-код, чтобы посмотреть четвертый выпуск «Атомных дискуссий»

Чем болела Мона Лиза?

Как медицинская наука учится говорить на языке, понятном пациенту



Серьезных разговоров о медицине, врачах, болезнях мы в массе своей избегаем. Поведение это абсолютно иррациональное, но по-человечески очень понятное. Поэтому наследникам Гиппократу зачастую самим приходится «идти в народ». О том, как и почему это происходит, — в новом материале о работе ИЦАЭ.

Красота в глазах смотрящего?

Врач Екатерина Мишина — автор одной из самых необычных лекций в практике ИЦАЭ: в своем выступлении она попробовала изучить картины известных художников с медицинской точки зрения.

«У меня три основные сферы деятельности. Я работаю доцентом на кафедре гистологии, эмбриологии и цитологии Курского государственного медицинского университета. Там же заведу лабораторией морфологии и клеточных технологий, где мы совместно с хирургами создаем биоинженерные конструкции для регенеративной медицины. Ну и, наконец, являюсь практикующим врачом-патологоанатомом», — рассказывает Екатерина Мишина.

В популяризации науки Екатерина не считает себя новичком. «В принципе, я постоянно общаюсь с молодежью. Это мои студенты и молодые ученые. И в этом смысле я постоянно занимаюсь популяризацией. Особенно это важно, когда речь идет о создании биоинженерных конструкций для персонализированной медицины. Это новое, очень перспективное и, как часто случается в таких ситуациях, пока не слишком широко известное направление. Про него постоянно приходится рассказывать не только молодежи или обычным людям, но и уже практикующим врачам», — говорит она.

Перспективы персонализированной медицины и правда завораживают. Из клеток организма пациента выращиваются новые ткани и фрагменты органов, идеально подходящие именно ему. «Это буквально будущее регенеративной медицины, когда нам не нужно ждать донорского органа. Все, что нам нужно, вырастим сами. Правда, сегодня нам еще очень далеко до того, чтобы воспроизвести сердце пациента или его почку. Но что мы уже хорошо умеем, так это воспроизводить, например, ткани, замещающие повреждения на месте обширных ран», — рассказывает Екатерина Мишина.

Но посмотреть на известные картины под специфическим углом, по признанию самой Екатерины Мишиной, ее подтолкнула другая ее «ипостась» — патолого-анатомическая. «Наверное, у всех есть профессиональная деформация. Ты каждый день на секционном столе видишь то, что еще недавно было живым человеком, и ставишь диагноз. Трудно отделаться от привычки делать это всегда и везде, в том числе рассматривая произведения искусства, — рассказывает она. — Толчком к такому необычному прочтению полотен известных живописцев стала



**Екатерина
Мишина**



**Дарья
Цыганова**



**Андрей
Байтингер**

беседа с моим коллегой, тоже патологоанатомом. Он специализируется на раке молочной железы, и на одной из картин известного художника мы увидели выраженные изменения, характерные для этого заболевания».

«Я начала копаться в этой теме, — продолжает свой рассказ Екатерина Мишина. — Например, Джоконда: ее взгляд не сфокусирован, проще говоря, она страдала косоглазием. Узелок на коже между левым веком и носом говорит о том, что Лиза Герардини (именно эта знатная флорентийка, предположительно, изображена на полотне Леонардо да Винчи) страдала от избытка холестерина в крови — свидетельство неправильного питания. Ее правая рука не опирается на левую, она просто безжизненно покоится на ней. Это происходит либо по причине судороги, либо потому, что она короче другой».

Еще один великий итальянский живописец — Сандро Боттичелли — почти на всех своих полотнах изображал одну женщину — Симонетту Веспуччи, первую красавицу Флоренции. Современники считали ее красоту божественным даром, воплощением совершенного замысла. «Для врачей же внешний вид Венеры с картины Боттичелли говорит, скорее, о проблемах со здоровьем. Бледное лицо, припухшие глаза, деформация пальцев ног — типичные симптомы начинающегося туберкулезного артрита, от которого красавица и умерла в разгар эпидемии туберкулеза в возрасте 22 лет», — объясняет Екатерина Мишина.

Еще одним идеалом красоты долгое время считалась героиня картины «Неизвестная» Ивана Крамского. Однако то, что завораживает зрителей, — чувственная красота, блеск и надменный прищур слегка припухших глаз, — настораживает врачей. «Скорее всего, Неизвестная страдала гипертиреозом — повышенной активностью щитовидной железы. При этом заболевании глаза приобретают особый «влажный» блеск, появляется пучеглазость. Кстати, именно гипертиреозом можно объяснить то, что Неизвестная одета слишком легко для зимы: заболевание сопровождается повышенной потливостью», — полагает Екатерина Мишина.

Во всем этом, по ее убеждению, нет ничего удивительного: две-три сотни лет назад большинство болезней не умели не только лечить, но и толком диагностировать. Поэтому явные клинические проявления самых разных заболеваний — от проблем с поджелудочной железой до чахотки — легко найти практически на любой картине классических мастеров.

Равнодушных на лекции, посвященной «медицинским диагнозам на холстах», не было. Молодежь искренне веселилась, присутствующие в зале доктора

спорили с диагнозами и выдвигали новые. При этом Екатерина полагает, что такие выступления — это не просто способ развлечь публику, но и отличная возможность поговорить о достижениях современной диагностики. Ведь сегодня большинство заболеваний, даже тяжелых, поддаются лечению, если их вовремя «отловить».

Что за «фиксика» — медицинские физики?

Дарья Цыганова работает в Воронежском областном научно-клиническом онкологическом центре. Официально ее должность звучит так: «эксперт-физик по контролю за источниками ионизирующих и неионизирующих излучений».

«Если коротко, то я — медицинский физик, — поясняет Дарья. — Я воспитана дедушкой-профессором, специалистом в области ядерной физики, поэтому вариантов, куда пойти учиться, у меня не было: разумеется, физический факультет. Но именно ядерной физикой мне заниматься не хотелось. Я искала для себя что-то более «женское». Услышала про медицинскую физику, походила по клиникам и поняла: это — мое».



«Одна проблема: никто не знает, что за «фиксики» такие эти медицинские физики. Хотя первому в истории сеансу лучевой терапии в этом году исполнилось ровно 130 лет. 29 января 1896 года американский физик Эмиль Груббе провел первый сеанс облучения неоперабельного рака груди своей жены. Хотя спасти жизнь пациентки не удалось, полученные в результате данные подтвердили терапевтический эффект», — рассказывает Дарья Цыганова.

Минуло почти полтора столетия, а статус медицинских работников медицинские физики в России получили только три года назад. «Нас в стране уже больше 1000. И все равно до сих пор часто приходится объяснять, чем же мы занимаемся. Доходит до смешного: даже в клинике, где под нас отведен целый этаж, не каждый сотрудник знает, кто мы такие, — сетует Дарья Цыганова. — Хотя именно медфизы вместе с лечащим врачом сопровождают пациента от разметки и подготовки к лучевой терапии до укладки на аппарат и последней фазы лечения. Приходится объяснять, благодаря кому работают все эти аппараты. С этого стартовала моя просветительская карьера».

Началось все с периодических рассказов о своей работе в социальных сетях. Потом появились лекции для студентов-медиков, экскурсии по центру. «Благо сейчас у нас большой современный корпус, где можно все аппараты посмотреть, потрогать и понять, как это вообще работает. А потом как-то меня позвала Наталья Вальтер из воронежского ИЦАЭ — выступить сначала на шоу «Наука в мемах», а потом и с лекцией про «медицинские ужастики», — рассказывает Дарья.

С ними, по ее словам, приходится встречаться чаще, чем хотелось бы. Например, объяснять, что рубашку, в которой проводят сеанс лучевой терапии, потом не сжигают. Потому что она не радиоактивна. «Очень много пациентов переживают, что после лучевой терапии нельзя контактировать с близкими — по той же причине (из-за радиофобии). Опять же, в сознании большинства людей хирургия — это что-то сложное и болезненное, занимающее много времени. Но у нас человек просто лежит на столе, аппарат жужжит, а процедура занимает от силы 10 минут. Не раз приходилось слышать, что мы забыли включить аппарат в розетку, а то и вовсе фотоны подворовываем», — смеется Дарья.

Впрочем, по ее собственному признанию, смешно это только на первый взгляд. «Я недавно ездила в отделение детской онкологии. И там как-то по-особенному отчетливо видно, насколько важен настрой. Детки, они же очень сильно реагируют на то, как себя чувствуют родители. Так вот, одни взрослые приходят в растрепанных чувствах, а другие — с настроением на лечение и, даже когда тяжело, виду не показывают: общаются с другими детьми, подбадривают. Так в этом случае и диагностика проходит качественнее, и лечение идет лучше», — утверждает Дарья Цыганова.

Общая причина страха — неосведомленность пациентов. Люди гонят от себя тяжелые мысли и не слишком готовы разбираться в медицинских премудростях самостоятельно. Но неизвестность пугает их еще больше. И в этой ситуации хочется довериться соседке, у которой подруга подруги уже, оказывается, была в подобной ситуации.

Вероятно, поэтому Дарья Цыганова задумалась о том, чтобы использовать свой просветительский опыт уже в работе. «Сейчас я пытаюсь договориться, чтобы мы сделали какую-то серию лекций именно для пациентов, не для студентов. Рассказать простым языком об особенностях и возможностях лучевой терапии, ее последствиях, снять самые распространенные страхи и, может быть, укрепить в ком-то надежду», — говорит она.

С чего начинается здравница?

Андрей Байтингер — кандидат медицинских наук, пластический хирург, работающий в НИИ микрохирургии в городе Томске. Его специализация — хирургия периферических нервов. «Моя работа — помощь пациентам, которые частично или полностью парализованы в результате травм, операций, аварий, ДТП, ожогов и т.д., — рассказывает он. — Периферические нервы — это все «провода», которые отходят от центрального «компьютера» — главного нервного столба. Моя задача — восстанавливать эти связи и таким образом возвращать движение, чувствительность и ощущение контакта с миром для наших пациентов».

Чтобы вернуть ощущение контакта, но уже между врачами и пациентами, Андрей Байтингер занимается просветительством. «Хирургия вообще стала очень контактной сферой. Мне приходится рассказывать, что хирургия в XXI веке совсем не похожа на себя 50-летней давности. Для начала она крайне технологична, мы не просто общаемся, а очень тесно взаимодействуем с представителями мира физики, химии, фармацевтики и даже материаловедения», — объясняет он.

«Даже визуальный образ нашей профессии сильно поменялся, — продолжает Андрей. — Есть такое абсолютно не научное и даже антинаучное понятие — «синдром белого халата». Термина такого нет, а феномен есть: многие пациенты действительно немножко входят в ступор, когда встречаются с таким стереотипным доктором в белом халате, в строгой одежде. Так вот, сейчас даже индустрия, связанная с внешним видом врачей, предлагает веселые костюмы, шапочки медицинские с разными котиками, собачками. Я часто консультирую детей и их родителей просто в футболке, чтобы у них формировалось более доверительное отношение к врачу».

Он вспоминает один эпизод из времен студенчества. «Театр начинается с вешалки, а больница? Больница начинается с вывески, на которой большими буквами написано слово, однокоренное с «боль». Когда я еще учился в университете, шло переименование милиции в полицию. И тогда наш факультетский



профессор хирургии предлагал что-то подобное сделать и в нашей сфере: переименовать все больницы в здравницы. Это даже на уровне слова гораздо понятнее пациентам: люди приходят в это учреждение за здоровьем, а не за тем, чтобы получать боль».

Просветительская карьера Андрея Байтингера началась, когда его попросили выступить перед школьниками 10–11-х классов в рамках классного часа по профориентации: «Я тогда впервые столкнулся со всеми предрассудками относительно моей профессии. И вот с тех пор я решил, что надо выходить за пределы нашего медицинского сообщества, рассказывать в более простом, обывательском формате потенциальным пациентам, насколько сложна и важна наша медицинская работа. Чтобы пациенты, приходя к нам на прием, понимали: мы тоже люди, мы не всемогущие. Какие-то вещи мы умеем, а что-то медицина еще не научилась решать. Но на планете ни один нормальный врач не ставит своей целью навредить пациенту».

Чуть позже произошло знакомство Андрея с томским ИЦАЭ, и его позвали принять участие в ток-шоу «Язык Эйнштейна», во время которого ученые и специалисты из разных сфер обсуждают последние научные новости.

«Если концептуально, я стараюсь выдерживать свои выступления в духе: «А знаете ли вы, какие крутые

штуки мы научились делать?» Например, есть такое заболевание — боковой амиотрофический склероз. Именно от него страдал Стивен Хокинг. Это дегенеративное заболевание: у пациента начинают отмирать клетки нервной системы, что приводит к параличу. И вот до недавнего времени оно считалось практически неизлечимым. Но сейчас появился генно-инженерный препарат, который помогает настраивать работу генома таким образом, чтобы клетки спинного мозга успевали обновляться быстрее, чем погибать. Сейчас уже проходят клинические испытания, и два пациента демонстрируют очень неплохие результаты», — рассказывает Андрей Байтингер.

Возможно, однажды слово «больница» действительно перестанет ассоциироваться с болью. По крайней мере, опыт героев этого материала, пусть и маленькими шажками, приближает нас к партнерской медицине. Здесь врач снимает «броню» профессионализма и говорит на равных с пациентом, а пациент, в свою очередь, перестает быть пассивным объектом и становится союзником. ИЦАЭ же в этом процессе выступает пусть и со вспомогательной, но очень важной функцией, являясь площадкой, где наука учится говорить на человеческом языке.



Текст: Федор Буйновский,
обозреватель «Вестника атомпрома»

Когда корпорация становится империей

Чему учит книга Уильяма Далримпла «Анархия. Неумолимое возвышение Ост-Индской компании»



Одним из первых индийских слов, закрепившихся в английском языке, стало **loot** — грабёж. Именно с этого наблюдения британский историк Уильям Далримпл начинает свою книгу «Анархия», и оно задает тон всему повествованию. Это история о том, как частная торговая компания со штатом в 35 клерков за полвека подчинила себе целый субконтинент. Не Британская империя завоевала Индию — это сделала акционерная корпорация, существовавшая ради прибыли своих инвесторов.

От купцов к завоевателям

В 1599 году в Лондоне собрались купцы, каперы (частные лица, использовавшие с разрешения верховной власти воюющего государства вооруженное судно с целью захвата торговых кораблей неприятеля) и искатели приключений — просить королеву Елизавету об учреждении Ост-Индской компании (ОИК) для торговли с Востоком. В ту эпоху империя Великих Моголов была одним из богатейших государств мира: 100 млн подданных, четверть мировой продукции. Император Акбар называл европейцев «сборищем дикарей». Однако за полтора столетия все изменилось. К 1803 году частная армия ОИК насчитывала 200 тыс. солдат — вдвое больше британской регулярной армии — и контролировала большую часть субконтинента.

Плесси и право грабежа

Поворотный момент — битва при Плесси 1757 года. Далримпл показывает, что «победу» обеспечили подкуп и предательство не меньше, чем оружие. Содержимое бенгальской казны погрузили на 100 лодок и переправили по Гангу в штаб-квартиру Ост-Индской компании. Роберт Клайв, глава ОИК, стал богатейшим человеком Европы. В 1765 году император Шах Алам передал компании право сбора налогов в Бенгалии, Бихаре и Ориссе. Могольский хронист заметил: дело, требовавшее долгих переговоров, было решено быстрее, чем продажа осла. 250 клерков стали правителями богатейших провинций.

Голод как цена «эффективности»

Корпоративное правление обернулось катастрофой для населения. Сборщики налогов компании практиковали «трясение дерева пагоды» — по сути, налоговый террор. Великий бенгальский голод 1770 года стал кульминацией: засуха наложила на непомерные налоги, цены на рис выросли в 10 раз, крестьяне продавали детей. «Дороги и поля были

усеяны умирающими», — писал очевидец. Компания не снизила налоговых требований: доходы акционеров оставались приоритетом, а богатство Бенгалии оседало в английских поместьях.

Слишком велика, чтобы рухнуть

Уильям Далримпл проводит прямую параллель с финансовым кризисом 2008 года. В 1772 году ост-индский пузырь лопнул: грабежи и голод сократили доходы, 30 банков обрушились по всей Европе. Компания с долгами в 1,5 млн фунтов обратилась к государству за спасением. Эдмунд Берк, британский государственный деятель и философ, предупредил, что ОИК, «как жернов, увлечет правительство в бездонную пропасть». Но корпорация оказалась слишком большой, чтобы дать ей упасть. В 1773 году состоялся один из первых мегабэйлаутов в истории. (Понятие «бэйлаут» (от англ. bailout — «спасение») означает финансовую политику, направленную на выкуп государством у финансовых учреждений так называемых токсичных активов (невозвратных кредитных обязательств) с целью недопущения массового банкротства и коллапса финансовой системы. Понятие вошло в широкий обиход в период разработки планов по преодолению последствий финансового кризиса 2008–2010 годов.) Приватизация прибылей и национализация убытков — не изобретение нашего века.

Суд, который проиграло общество

В 1788 году Эдмунд Берк инициировал импичмент генерал-губернатора Уоррена Гастингса, обвинив его в «изнасиловании Индии». Заседание в Вестминстерском зале стало главным политическим зрелищем эпохи. Но импичмент провалился: почти четверть парламентариев владели акциями ОИК. Компания изобрела корпоративное лоббирование еще в 1693 году, ежегодно оплачивая лояльность ключевых политиков. «Государственно-частное партнерство» XVIII века работало — но в интересах акционеров, а не общества.

Корпорации сегодня: масштаб, сопоставимый с государствами

То, что во времена Ост-Индской компании казалось исторической аномалией, в XXI веке стало нормой. Рыночная капитализация крупнейших технологических корпораций превышает 3 трлн долларов — это больше ВВП большинства стран мира. Годовая выручка таких гигантов, как Walmart или Amazon, сопоставима с бюджетами целых государств. По данным рейтинга Forbes Global 2000, совокупная прибыль 10 крупнейших мировых корпораций исчисляется сотнями миллиардов долларов, а их решения — от внедрения искусственного интеллекта до перестройки логистических цепочек — затрагивают жизни миллиардов людей.

Исследователи отмечают, что транснациональные корпорации приобретают политическое влияние,

Уильям Далримпл (родился в 1965 году) — шотландский историк и писатель, по отцовской линии родственник Вирджинии Вульф. Автор бестселлеров, его книги отмечены многими наградами и переведены на более чем 40 языков. Почетный доктор нескольких университетов. В 2023 году стал командором ордена Британской империи. Сфера интересов Далримпла охватывает историю и культуру Индии, Пакистана, Афганистана, Ближнего Востока, а также буддизм, индуизм, джайнизм и древневосточное христианство.

порой превосходящее власть правительств. Крупнейшие корпоративные центры мира — Пекин, Нью-Йорк, Лондон, Токио — концентрируют управленческие функции глобальной экономики. При этом западные страны пошли по рыночно ориентированному пути развития корпораций, а восточные — по государственно ориентированному, где крупные компании, такие как саудовская Saudi Aramco или китайская State Grid, остаются инструментами национальной стратегии.

Именно эта модель, при которой корпорация служит государственным интересам, а не подменяет их, становится все более востребованной в условиях геополитической нестабильности и технологической гонки. История ОИК, описанная Далримплом, показывает, к чему приводит альтернатива.

Корпорация и государство: главный урок

Далримпл завершает книгу мыслью о том, что корпорации «вытеснили политиков в качестве новых олигархов». История ОИК — предупреждение: когда частная компания выходит из-под контроля государства и подчиняет его институты своим интересам, последствия оказываются разрушительными для целых народов.

Этот урок важен и в обратной перспективе. Государственные корпорации, созданные для решения стратегических задач — в энергетике, обороне, технологиях, — несут особую ответственность. Их миссия противоположна миссии ОИК: они призваны служить интересам государства и общества, быть инструментом национального развития, а не подменять собой государственные приоритеты. Строительство атомных станций, развитие технологий, обеспечение энергетической безопасности — все это имеет смысл лишь тогда, когда корпорация остается подотчетной стране и ее гражданам.

Книга Далримпла напоминает: граница между корпоративной эффективностью и корпоративным хищничеством тонка. Гарант того, что она не будет пересечена, — осознание простой истины: государственная корпорация существует для государства, а не государство для корпорации.

Фотофакт

На фото

Фото: Евгений Ворошилов /
газета «Страна Росатом»

Металлурги «Росатома» начали изготовление новейшего реактора ВВЭР-ТОИ для третьего энергоблока Курской АЭС-2



Атомная мозаика

до **100** лет

позволят увеличить расчетный срок эксплуатации энергоблоков АЭС технические решения, реализованные при создании РУ ВВЭР-ТОИ. На заводе «АЭМ-Спецсталь» дан старт изготовлению новейшего реактора ВВЭР-ТОИ для третьего энергоблока Курской АЭС-2: на одном из крупнейших в Европе автоматизированном кузнечном комплексе металлурги начали ковку 235-тонного слитка из специальной стали. В общей сложности для изготовления заготовок корпуса ВВЭР-ТОИ будут отлиты несколько слитков суммарным весом более 2150 тонн.

«В конструкции ВВЭР-ТОИ четыре сварных шва вместо шести, поэтому и металлургические заготовки имеют свои особенности: некоторые из них больше по размеру тех, которые мы традиционно делаем для реакторов семейства ВВЭР. Этот ВВЭР-ТОИ уже третий для российских атомщиков, это означает, что наши компетенции и богатый опыт позволили в короткие сроки перейти от изготовления головного образца к серийному производству», — отметил руководитель завода «АЭМ-Спецсталь» Сергей Кузнецов.

>1,4 млн м³

отвального грунта вывезено в общей сложности с начала работ на площадке сооружения энергоблока №5 Белоярской АЭС. Старт этому значимому этапу подготовки площадки к началу основного периода сооружения энергоблока был дан в июле 2025 года генеральным директором госкорпорации «Росатом» Алексеем Лихачевым. Расчищенная от грунта территория примерно сопоставима с площадью 11 футбольных полей. Особенностью при выполнении земляных работ стала разработка скальных отложений, оставшихся после строительства предыдущих энергоблоков. Вес некоторых монолитных валунов превышал 20 тонн.

«Работы подготовительного периода завершатся к осени 2026 года, — отметил директор по строительству энергоблока №5 Белоярской АЭС — директор Белоярского филиала АО «АСЭ» Дмитрий Приймак. — Параллельно планируем начать сооружение строительномонтажной базы и обеспечить готовность к проведению буровзрывных работ. Старт работ по укладке бетона в основание фундаментной плиты здания реактора БН-1200М запланирован на 2027 год».

77 тонн

масса одной гидроемкости системы пассивного залива активной зоны (СПЗАЗ). В реакторном здании блока №2 АЭС «Аккую» (Турция) завершен монтаж крупногабаритного оборудования первого контура: на штатное место установлено восемь емкостей СПЗАЗ. Во время эксплуатации энергоблока каждая емкость будет заполнена раствором борной кислоты. В случае, если давление в первом контуре реакторной установки опускается ниже определенных значений, раствор автоматически подается в активную зону, обеспечивая охлаждение реактора.

«Емкости системы пассивного залива активной зоны — последние крупногабаритные элементы первого контура реакторной установки, которые устанавливаются по технологии Open Top. На последующем этапе сооружения второго энергоблока мы выполним монтаж шестого яруса и купольной части внутренней защитной оболочки. СПЗАЗ относится к многочисленным системам защиты АЭС, которые в комплексе минимизируют вероятность возникновения нештатных ситуаций даже при отсутствии электроснабжения», — отметил генеральный директор АО «Аккую Нуклеар» Сергей Буцких.

