

ВЕСТНИК АТОМПРОМА

№ 2 | март | 2024

Главная тема

Мир композитов

Как развиваются композитные технологии в мире и в России и какую роль в этом играет Росатом

В номере

Медицинские технологии	32
------------------------	----

Редкоземельные магниты	42
------------------------	----

Зарубежные проекты	47
--------------------	----



Уважаемые читатели!

Российский рынок композитных материалов и изделий из них пока значительно отстает по объемам от мировых лидеров, но отечественная композитная промышленность за последние годы существенно продвинулась вперед и в настоящее время показывает темпы роста 5–6% в год. Росатом развивает композитное направление как один из ключевых новых бизнесов. Материалы главной темы номера рассказывают о трендах и динамике мирового и российского рынка композитов, об успехах Композитного дивизиона Росатома в достижении технологического суверенитета и о главных задачах на будущее.

С темой технологической независимости перекликаются и другие материалы номера: читайте о передовых решениях Росатома в области медицины, которые призваны вывести российское здравоохранение на новый уровень, и о проекте госкорпорации по созданию в России производства редкоземельных магнитов, необходимых для высокотехнологичных отраслей.

Росатом осуществляет масштабную программу сооружения АЭС в России и за рубежом. В этом номере вы узнаете, как устроен быт и досуг российских атомщиков, которые работают на площадках строительства АЭС в Турции, Бангладеш и Египте.

ВЕСТНИК АТОМПРОМА № 2, март 2024 года Информационно-аналитическое издание Фото на обложке Композитный дивизион Росатома	Главный редактор Юлия Долгова dolgova@strana-rosatom.ru Выпускающий редактор Ольга Еременко Дизайн и верстка Анна Бабич, Валерий Балдин Корректор Алина Бомбенкова Учредитель, издатель и редакция Общество с ограниченной ответственностью «НВМ-пресс»	Адрес редакции 129110 Москва, ул. Гиляровского, д. 57, с. 4 Отдел распространения и рекламы Татьяна Сазонова sazonova@strana-rosatom.ru +7 (495) 626-24-74 Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций Свидетельство о регистрации СМИ ПИ №ФС77-59582 от 10 октября 2014 года	Тираж 1980 экземпляров. Цена свободная. Подписано в печать: 15.03.2024 При перепечатке ссылка на «Вестник Атомпрома» обязательна. Рукописи не рецензируются 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. Зюбинская, д. 6, стр. 2. Тел.: +7 (968) 724-35-91 № заказа: Аф-002/24.
---	--	---	---

	Содержание		
Главная тема	КОРОТКО	В будущее — с композитами 4 <i>Композитная отрасль России: вчера, сегодня, завтра</i>	Премия Играть и выигрывать 31 <i>Два цифровых продукта Росатома признаны лучшими проектами в области digital-коммуникаций в России</i>
	ПРЯМАЯ РЕЧЬ	«Наша цель — сделать Россию передовой страной в области композитных технологий» 6 <i>Александр Тюнин, генеральный директор Композитного дивизиона Росатома, — о том, какие задачи ставит перед собой и решает Композитный дивизион Росатома</i>	Медицина Доброго здоровья! 32 <i>Передовые технологии Росатома призваны вывести здравоохранение на новый уровень</i>
		«Важно сохранять культуру и вовлеченность сотрудников» 14 <i>Дмитрий Сакелариди, генеральный директор «Русатом Стекловолокно», — о прошлом, настоящем и будущем предприятия</i>	Медицина Точно в цель 36 <i>Как радионуклиды помогают диагностировать и лечить онкологические заболевания</i>
	ВЫСШАЯ ШКОЛА	Новая вузовская композиция 18 <i>РХТУ: опыт создания модели образования, которая формирует у студентов востребованные компетенции</i>	Технологический суверенитет Притяжение редкоземельных магнитов 42 <i>Росатом обеспечит технологический суверенитет России в цепочке поставок от редкоземельного сырья до готовых магнитов для ветроэнергетики и электродвижения</i>
РЕКЛАМА	Умная система ML Sense от Nord Clan на предприятии Росатома 22 <i>Как с помощью нейросетей и машинного зрения контролируют качество жгутов на заводе по производству углеродного волокна</i>	Зарубежные проекты Росатома Иностранные спутники 47 <i>Как живут и чем увлекаются российские атомщики, работающие на зарубежных площадках строительства АЭС</i>	
ХОЧУ ВСЕ ЗНАТЬ	Вселенная композитов 26 <i>Как производят и где используют композитные материалы</i>	ИЦАЭ Творческий композит 52 <i>Science Drama как синтез науки и искусства</i>	
		Особое мнение Каким будет мир в 2040 году 56 <i>Формула будущего глазами российского экспертного сообщества</i>	

В будущее — с композитами

Композитные материалы по многим параметрам превосходят традиционные — обладающие однородной структурой. Поэтому композиты широко применяются как в самых высокотехнологичных промышленных отраслях, так и в быту.

В 1980-х СССР входил в тройку лидеров мирового рынка по объему производства и потребления композитов, но в непростые 1990-е это преимущество было утеряно. Однако к настоящему времени проводимая системная работа позволила России ликвидировать технологическое отставание и достичь суверенитета по ключевым технологиям. В нашей стране сформирована единственная в СНГ и Восточной Европе полная технологическая цепочка по углепластикам, модернизированы или созданы производства стекло- и базальтового волокна, разработаны отечественные технологии по передовым материалам,

сформирована линейка готовых изделий для стратегических отраслей.

Композитный дивизион Росатома, крупнейший производитель композитных материалов в России, располагает масштабными мощностями — от производства сырья до готовых изделий. Дивизион включает в себя современный научно-исследовательский центр, промышленные производства ПАН-прекурсора, углеродного волокна, тканей, препрегов, стекловолокна, а также готовых изделий из композитных материалов. В дивизион входят 29 компаний, в том числе 16 производств в 15 регионах.

Главная тема номера рассказывает об основных трендах мирового рынка, отечественных достижениях и новых задачах в области производства композитных материалов и изделий из них.



Текст: Ирина Дорохова
Фото: Композитный дивизион Росатома

Александр Тюнин, генеральный директор Композитного дивизиона Росатома:

«Наша цель — сделать Россию передовой страной в области композитных технологий»



Производство композитов — один из самых интересных новых бизнесов Росатома. Композитный дивизион участвует в создании материалов для нового транспорта и чистой энергетики, экономичных строительных решений и спорта высших достижений. О том, какие задачи ставит перед собой и решает Композитный дивизион Росатома, какова динамика и ключевые тренды российского и мирового рынков, «Вестнику атомпрома» рассказал генеральный директор дивизиона Александр Тюнин.

Краткая композитная хроника

— Александр, расскажите, какой была история становления дивизиона.

— Начать надо с 1970-х годов. СССР серьезно развивал тематику композитных материалов и входил в тройку лидеров как по производству, так и по потреблению. Но многие годы углеродное волокно использовалось в основном в специальных применениях и для производства центрифуг для обогащения урана для обеспечения атомных электростанций топливом. После распада страны в предбанкротном состоянии оказались два композитных предприятия: челябинский Завод углеродных и композиционных материалов и балаковский «Аргон». Росатом взял их под свое крыло, сохранил компетенции, чтобы гарантированно обеспечивать собственные потребности и государственный заказ. А в 2016 году было принято решение сформировать самостоятельный дивизион и объединить эти два предприятия с третьим, вновь построенным и запущенным в 2015 году передовым заводом по производству углеволокна в Татарстане. На тот момент в России не было современного производства базового

сырья — ПАН-прекурсора, белой нити, которая обеспечивает 70% качества и половину себестоимости (это сырье покупалось в Китае).

За прошедшие семь лет мы создали единственную на территории России, стран СНГ и Восточной Европы полную производственную цепочку — от сырой нефти до крыла самолета MC-21, корпусов кораблей, ракет, автомобилей, топливных газовых баллонов, линейки строительных продуктов, спортивного инвентаря. Что важно, все технологии собственные! В период с 2018 по 2021 год, несмотря на серьезные пандемические ограничения, в чистом алабужском поле построили самый современный завод по ключевому сырью — ПАН-прекурсор, сырьем для которого, в свою очередь, выступает нитрилакриловая кислота, производная нефтепереработки, один из продуктов, получаемых при изготовлении пропилена. Из ПАНа там же, в Татарстане, и в балаковском «Аргоне» производим углеродное волокно широкой номенклатуры, которое идет как напрямую заказчикам, так и на наши собственные предприятия в Подмосковье, Москве и Балакове для производства тканей, лент и препрегов.

Препреги — основа для производства многих готовых изделий, в частности элементов механизации и хвостового оперения самолета MC-21. На углеродном волокне в мире практически никто не зарабатывает, вся экономика в следующих переделах — тканях, препрегах и готовых изделиях. Ровно поэтому наша стратегия на первом этапе обеспечила Россию полной цепочкой композитных материалов, а текущий этап предполагает активный выход в сегмент готовых композитных изделий в шести ключевых отраслях, драйверах мирового развития композитов — это авиация

Подробности

Преимущества полимерных композитов:

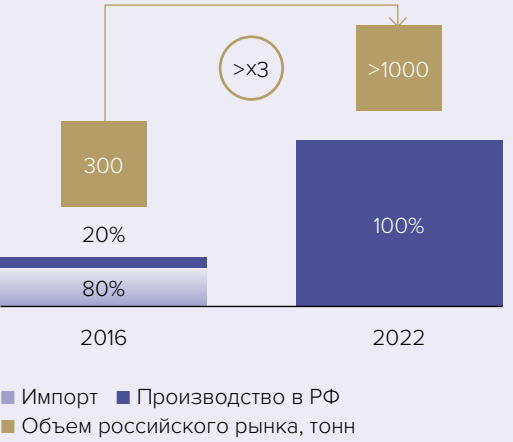
- легкость;
- прочность;
- стойкость к коррозии и агрессивному воздействию сред;
- технологичность (возможность получать заданные свойства в конкретной точке изделия);
- снижение углеродного следа.

и космос, ветроэнергетика, автопром, строительство, газомоторный транспорт и водород, спорт и здоровье.

В последние годы мы стали участниками ижевского «Реал-Шторма» — российского лидера по производству композитных топливных газовых баллонов; производителя профессиональных хоккейных клюшек «Заряд» в Татарстане; саровского «Русатом Пултрузия», а также предприятий по производству композитных шпунтов, лотков, мостовых конструкций, строительной химии. Кроме того, в конце 2022 года мы приобрели два американских актива во Владимирской и Тверской областях и стали лидерами не только по углеродному, но и по стекловолокну, материалам на его основе, теплоизоляции. В целом за последние два года в дивизионе появилось более десятка новых компаний, как в полной собственности, так

Российский рынок композитных материалов интенсивно растет

Рынок углеродного волокна в России



Ключевые успехи за 5 лет

- в 3 раза** вырос рынок российского углеволокна
- 100%** углекомпозитов — отечественные
- 100%** обеспечены углеволоконными материалами стратегические отрасли

и совместные предприятия (50/50). В этом году открываем инжиниринговое направление по разработке отечественного оборудования.

— В структуре дивизиона есть стекло- и углекомпозитные мощности. Базальтовое волокно не интересно?

— Базальтовое волокно используется в мирекратно меньше, чем углеродное и стекловолокно. В России есть производители базальтового волокна, они нашли свою нишу прежде всего в дорожном строительстве, но объем рынка пока невелик. К сожалению, распространения оно не получило, потому что технико-экономических преимуществ у угле- и стекловолокна пока больше. Перспективы дальнейшего развития у базальта есть, но пока такого динамичного развития, как у стекловолокна и углеродного волокна, не происходит. На российском рынке доля стекловолокна и изделий из него в деньгах составляет порядка 59%; углеродное волокно, углепластики и изделия из них — где-то 30%; остальные виды волокна и композитов на их основе — порядка 11%. Общий объем российского рынка — немногим более 100 млрд рублей.

— Кроме волокон, в композитах есть связующие. Какова стратегия компании в развитии этого направления?

— В части волокон мы обеспечили России технологический суверенитет. В области ткачества

и препрегирования и мы, и другие компании тоже создали необходимые мощности, и страна сегодня все свои потребности закрывает. При этом потребление серьезно растет каждый год, реализуются государственные программы по развитию ветроэнергетики, газомоторного транспорта, авиационной техники, беспилотных летательных аппаратов, что требует кратного масштабирования производства. Связующие мы и другие компании тоже разработали. А вот компонентная база для этих связующих, малотоннажная химия, сегодня на 90–95% импортная. Львиная доля оборудования тоже из-за рубежа. Правда, последние семь-восемь лет появляются новые компании, которые начинают делать отдельные виды оборудования. Но, во-первых, это пока еще первые шаги, а во-вторых, пока не так много этого оборудования. Поэтому, если говорить в логике импортозамещения, я бы так сказал: около 60% всех потребностей рынка (материалы) за последние семь-восемь лет мы заместили. Следующие этапы — компонентная химическая база и оборудование. Мы и ряд других игроков эту задачу будем решать.

Композитный драйв

— Расскажите, пожалуйста, подробнее, как и где применяются современные композиты.

— Во-первых, в возобновляемой энергетике. Лопастиветроустановок, солнечные панели — стопроцентный композит. Все больше композитов применяется в строительстве современных атомных электростанций. Вторая важная сфера — транспорт. За последние 20 лет доля композитов в самолетах Airbus и Boeing увеличилась с 10 до 50% и продолжает расти, повышая топливную эффективность на 20% и сокращая эксплуатационные затраты на жизненном цикле самолета на 30%. Наш новейший МС-21 уже на 30% углекомпозитный. Топливную эффективность и скоростные характеристики за счет снижения веса корпуса композиты обеспечивают и в современных электрокарах, скоростных поездах, в водном транспорте. Третья сфера — более экологичные, прочные и дешевые, чем металлические, баллоны для газомоторного транспорта. В перспективе эти баллоны можно будет использовать для водорода. Четвертая — строительство. С помощью композитов строятся дома, предприятия, мосты и дороги, укрепляются берега и прочее. Пятая — спорт и здоровье людей. Сейчас практически в каждой семье есть хоккейные клюшки, теннисные ракетки, сноуборды и лыжи, велосипеды, которые по большей части композитные.

— Насколько на композитном рынке совпадают центры производства и потребления?

— Исторически мировые лидеры композитного рынка — Япония, США и Западная Европа. Это страны и регионы, где композитная отрасль развивается быстрее всего. Если брать японцев, они всегда производили больше, чем потребляли сами. За последние 20–30 лет в сегменте композитов, особенно в углепластиках, они задавали многие тренды. В США внутренний рынок большой, но они много

Завод по производству углеродного волокна в Татарстане



поставляют и в другие страны. Западная Европа в большей степени себя обеспечивает. Китай сейчас активно развивает как собственное потребление, так и экспорт. Считаю, что Китай в перспективе ближайших пяти-семи лет точно будет входить в уверенные лидеры и по объемам производства, и по объемам потребления внутри страны, и по объему экспорта по всему миру. В целом потребление композитов с каждым годом уверенно растет.

— Каковы темпы роста?

— В мире в целом по композитам рост составляет 5–8% в год (различается по регионам), по углепластикам — 11%.

— А в России как обстоят дела?

— Что отрадно, наша российская отрасль хоть и невелика в абсолютных цифрах — мы занимаем порядка 1% мирового рынка, — но на те же 5–6% в год растет. А если брать отдельно углекомпозиты, где наш дивизион занимает лидирующие позиции, рынок России увеличен за последние шесть лет в 3,5 раза. На рынках металлов темпы роста существенно ниже. Композитная отрасль перспективна, и не случайно Росатом развивает это направление как один из ключевых новых бизнесов. У нас большое пространство для роста, потому что, если брать такой показатель, как количество композита на душу населения, мы пока серьезно отстаем. У нас используется порядка полукилограмма

композитов на человека в год, в мировых ведущих экономиках — 4–6 кг, в ряде стран до 8–10 кг доходит. Поэтому ближайшая наша задача — эту перспективную отрасль масштабировать в нашей стране, чем мы каждый год и занимаемся. Речь идет о рынке и материалов, и готовых изделий.

— Насколько потребители в России заинтересованы в использовании композитов?

— Авиастроители очень заинтересованы и являются драйверами развития рынка. Рывок произошел благодаря проектированию самолета МС-21. Его сразу планировали делать конкурентоспособным на мировом уровне. Конструкторы спроектировали уникальное по аэродинамическим характеристикам крыло полностью из углепластика, но американского, потому что на тот момент отечественного не было. В августе 2018 года американцы остановили поставки, и мы очень быстро, буквально за два года, прошли весь путь квалификации наших материалов и полностью импортозаместили американские в крыле, элементах механизации и хвостовом оперении.

— Каково положение дел для вас в российском самолетостроении на текущий момент?

— Дивизион — поставщик для серийных самолетов, поскольку МС-21 уже вышел в серию. За последние два года объем материалов, которые мы поставляем авиастроителям, удвоился. Кроме того, правительство

РФ утвердило программу развития авиационной техники, в ней, конечно, ставка сделана на масштабирование авиапарка на базе MC-21, TV-214. Так вот, только эти поставки с 2035 года полностью загрузят нашу площадку по производству углеволокна в Татарстане. Помимо этого, утверждена программа по развитию беспилотных летательных аппаратов, наши материалы активно применяются в вертолетной технике. Нужно масштабировать производственные мощности по всем материалам, что мы и собираемся делать.

— Какие еще отрасли в России наращивают потребление композитов?

— Судостроение. Во-первых, мы, начиная еще с 2017 года, поставляли углеродные ткани и стеклоткани на ведущие итальянские судоверфи для производства люксовых яхт и катеров, а также обеспечивали все программы Объединенной судостроительной корпорации по их композитному кораблестроению. Во-вторых, мы планируем создать верфь на Сахалине по выпуску композитных судов. Проект уже утвержден Росатомом и находится в финальной стадии получения льготного долгосрочного финансирования со стороны ВЭБ.РФ. Напомню, на Восточном экономическом форуме в 2022 году мы подписали с Министерством по развитию Дальнего Востока и Арктики, Корпорацией развития Дальнего Востока и Арктики и администрацией Сахалина соглашение о создании верфи в порту Корсаков, где предполагаем выпускать линейку полностью композитных рыболовных, пассажирских и грузовых малоразмерных судов.

Продолжая про драйверы. Программа ветроэнергетики, в которой активно участвует Росатом, стимулировала производство ветролопастей. Мы утвердили в Росатоме и приступили к реализации проекта по созданию собственных ветролопастей в Ульяновске. Раньше Ветроэнергетический дивизион Росатома покупал их за рубежом. Теперь у нас будут свои,

причем нами самими спроектированные лопасти. На 90% они будут состоять из стекловолокна, еще 10% — ребро жесткости из углеродного волокна. Первый комплект мы должны поставить Ветроэнергетическому дивизиону до конца этого года, затем будем активно поставлять лопасти в течение двух лет, до конца 2026 года. Наши инвестиции в создание производства лопастей вполне окупаются поставками на российский рынок. Кроме того, Ветроэнергетический дивизион активно работает над расширением своего присутствия за пределами России: коллеги прорабатывают ряд международных проектов.

— Вы еще упомянули программу по развитию газомоторного топлива для автотранспорта. Это касается производства композитных баллонов, так?

— Да, дивизион сейчас лидирует на российском рынке композитных баллонов для сжатого газа для автобусов, грузовиков, систем транспортировки и хранения газа, мобильных заправок благодаря участию в капитале ижевской компании «Реал-Шторм». Всего за год с момента покупки мы удвоили масштаб бизнеса в России и вышли на белорусский рынок. В прошлом году первые полторы тысячи баллонов поставили Минскому автомобильному заводу — МАЗу. Следующий этап — завершение разработки баллонов для водорода, опытные образцы уже созданы и проходят испытания. Росатом позиционируется как производитель водорода в будущем, поэтому сейчас мы разрабатываем линейку емкостей, начиная от емкостей для автомобилей (грузовых, легковых) и вплоть до крупных морских газовозов, проводим НИОКР. Программа газомоторной техники, которую правительство несколько лет назад утвердило, — хороший пример господдержки. Я искренне считаю, что господдержка работает, когда она нацелена на формирование спроса. Видите, и ветроэнергетическая программа породила целый ряд новых производств в России, и газомоторная программа тоже дала серьезный толчок развитию производства композитных баллонов.

— Говоря про транспорт, нельзя не затронуть сегмент электромобилей.

— Конечно. Мы, естественно, тесно сотрудничаем с Топливным дивизионом Росатома в программе электромобильности, прорабатываем свою часть проекта по созданию электромобиля. Это все композитные элементы корпуса, потому что корпус надо делать максимально легким. Кроме того, в проработке собственная платформа электромобилей коммерческого класса. Но об этом подробнее расскажу в следующий раз, когда проект перейдет в инвестиционную фазу.

— Как развивается строительное направление?

— В России, как и во всем мире, строительные компании и вообще любые компании, улучшающие свою инфраструктуру, все больше и чаще используют композиты. Мы за последние три-четыре годакратно масштабировали и линейку продуктов, и размер бизнеса. Сегодня это одно из ключевых направлений, где мы

в том числе решаем внутриотраслевые задачи. В частности, поставляем шпунт для дивизиона «Экологические решения», который обеспечивает безопасную ликвидацию объектов накопленного вреда. Свежие примеры — ртутный цех бывшего «Усольехимпрома» в Усолье-Сибирском и полигон в Красном Бору. Более ранний — подземная линза нефтепродуктов на территории «Усольехимпрома». Это самые грязные объекты, которые по всему периметру огородили нашим композитным шпунтом. Погрузили шпунт более чем на 10 м в глубину, чтобы избежать попадания ртути, нефтепродуктов и других опасных веществ в грунтовые воды и Ангару.

Мы также поставляем композитные шпунты и лотки для берегоукрепления, проектируем цельные композитные пешеходные мосты: с РЖД есть целая программа, планируем строительство пилотных образцов. Построили несколько полимерных наплавных мостов через реки, береговых площадок для производственных, технологических и бытовых нужд. Мы абсолютный лидер в России на рынке систем внешнего армирования, которые применяются для модернизации и капитального ремонта зданий и сооружений с продлением срока службы на 10–30 лет с затратами на 20–30% ниже капитального ремонта из традиционных материалов. Использование внешнего армирования позволяет ремонтировать объекты, не прекращая их эксплуатацию. Это важно, например, для городов, разрезанных рекой на две части, в России таких много. Традиционная история: два-три месяца ремонтируется мост, по всему городу пробки, объезды, нервы и срывы. А применяя систему внешнего армирования, можно не ограничивать поток транспорта.

— Какова ситуация в спорте?

— Потребление композитов тоже растет. Наша первая ласточка — производство профессиональных хоккейных клюшек совместно с трехкратным чемпионом мира Данисом Зариповым. Следом за клюшками пошли мотокомпоненты, которые уже четвертый год едут в чемпионате мира по мотогонкам. Третья ласточка — профессиональный сапборд. Наши ведущие спортсмены его высоко оценили.

Инвестпланы и научные разработки на перспективу

— Если российский рынок растет по разным направлениям, то возникает вопрос, достаточно ли дивизиону существующих мощностей для соответствия растущему спросу?

— Хороший вопрос. Давайте приведу пример. Когда в 2016 году мы сформировали дивизион, наш завод в Татарстане не имел ни одного заказчика, а по мощности в 3,5 раза превосходил потребности российского рынка. Сегодня у нас дефицит мощностей, заказчики выстраиваются в очередь, потому что мы завод загрузили полностью. Это значит, что за прошедший период российский рынок углекомпозитов мы увеличили в эти самые 3,5 раза. Поэтому следующий этап

нашего развития — масштабироватькратно свои производственные мощности.

Планируем до конца I квартала этого года утвердить инвестиционный проект по строительству очередной линии по производству углеродного волокна. Что важно, предполагаем частично использовать для нее отечественное оборудование. Будем его создавать вместе с партнерами. Для этого мы создали инженеринговое направление и планируем разрабатывать оборудование не только для себя, но и для композитного рынка в целом. Завод по выпуску стекловолокна будем модернизировать и строить вторую очередь. Потребность в нем постоянно растет, а жить на дефицитном рынке материала — значит сдерживать развитие самого рынка и нашего бизнеса. В Челябинске развиваем производство высокомодульных углеродных волокон на основе углеродных волокон из отечественного ПАН-прекурсора.

Мы растем как органически, создавая новые мощности, так и через сделки слияния и поглощения. Но такие сделки — это не просто сложение финансовых показателей в отчетности. Новые активы мы продолжаем энергично развивать, масштабировать, создавать новые продукты, осваивать новые технологии. Бизнес же тоже можно масштабировать по-разному. Мы ставим задачу быть передовой, высокотехнологичной компанией, создавая новейшие продукты. За семь лет мы преодолели 20-летнее отставание, догнали ведущие мировые компании в сегменте углеродного волокна. И теперь наш научно-исследовательский центр разрабатывает технологии на опережение.

— Какие именно технологии разрабатывают в центре?

— Углеродные волокна с различными свойствами, среднемодульные и высокомодульные. В научно-исследовательском центре в 2023 году получили первые образцы прочностью 7 ГПа. Такое волокно выпускают в мире всего две японские компании. Поясню для сравнения: самое распространенное в мире волокно T700 имеет прочность 4,9 ГПа, его доля — около 80% рынка. Волокно T800 имеет прочность 5,5 ГПа, применяется там, где нужна повышенная прочность. А волокно прочностью 7 ГПа — это передовая научная разработка. Оно массово не потребляется и не производится, но в перспективе призвано еще больше облегчать конструкции. Это важно, например, для космоса, где вывод на орбиту каждого килограмма стоит очень больших денег. Кроме того, к современным изделиям предъявляются повышенные требования. Поэтому, когда появляются материалы, которые могут им соответствовать, появляется и спрос на такие материалы.

— Такое волокно, наверное, будет очень дорогим.

— Цена, естественно, высокая на первом этапе, пока объемы производства маленькие. Но, во-первых, рынок масштабируется: сейчас целый ряд стран

На фото

Один из этапов производства композитных баллонов на предприятии «Реал-Шторм»



инвестирует в создание новых мощностей. Во-вторых, одна из ключевых тенденций развития композитов — все более масштабное использование цифровых инструментов при разработке материалов и конструировании конечных изделий. Пока материалы разрабатываются в научно-исследовательских центрах с помощью исследований, проб и ошибок. Цифровое проектирование должно резко сократить сроки и себестоимость разработок. В-третьих, активно развивается рециклинг. Использование вторичного сырья вдвое дешевле первичного производства волокон и их производных, кроме того решает проблемы, связанные с экологической повесткой.

Все эти факторы, как кирпичики, складываются в поступательное снижение цены. Кроме того, во многих названных мной отраслях смотрят не только на цену материала, но и на финансовые параметры жизненного цикла изделия, и где-то этот фактор даже важнее. Ведь композит может работать до 100 лет и более, не требуя обслуживания, как металл, который, например, если взять морские и речные суда, надо красить, то есть ставить судно в док на срок до месяца. Экономическая выгода от композитов в целом ряде применений, которые мы обсчитывали, на жизненном цикле по сравнению с традиционными материалами доходит до 30%.

Кластер «Композиты без границ»

Для развития усилий ведущих игроков российского композитного рынка сформирован Межрегиональный промышленный кластер «Композиты без границ» — по инициативе Композитного дивизиона госкорпорации «Росатом», ответственного за развитие направления полимерных композиционных материалов (ПКМ). Кластер зарегистрирован в Реестре Минпромторга России в 2018 году. В кластер входят:

- 7 регионов;
- 7 инфраструктурных площадок;
- 9 вузов;
- 51 промышленная компания.

Ключевые задачи кластера:

- формирование экосреды и развитие кооперации;
- стимулирование спроса на композиты на российском рынке, содействие реализации их экспортного потенциала;
- обеспечение господдержки производителям композитов.

— **Вы упомянули про рециклинг. Что-то уже делаете в этом направлении?**

— В Челябинске мы построили первую линию по рубке остатков тканей после раскроя. Порубленная масса стала новым продуктом, мы его продаем для штамповки изделий. Это первый шаг на пути переработки и вовлечения отходов в производство. Пока нет ни одной компании, которая научилась бы полностью перерабатывать отслужившие свой срок композиты, но нужно в этом направлении активно двигаться вперед.

— **А «цифру» как развиваете?**

— Полноценное проектирование в «цифре» у нас пока только в планах. Наша задача — построить цифровые двойники технологических процессов предприятий, чтобы научиться получать требуемые параметры материала.

О господдержке

— **Вы уже говорили о господдержке. Какие меры, на ваш взгляд, будут стимулировать отрасль?**

— Мы и сами в определенном смысле — один из видов господдержки. Дивизион отвечает за выполнение дорожной карты «Технологии новых материалов и веществ» по направлению «Полимерные композиционные материалы», в 2018 году создали кластер «Композиты без границ», в него входит уже более 60 участников и 7 регионов. Мы помогаем выстраивать кооперационные цепочки, обеспечиваем тягу спроса по всей технологической цепочке и помогаем бизнесу получить меры господдержки.

— **Каким образом?**

— У компаний различается масштаб деятельности, бизнесмены далеко не о всех мерах поддержки знают и не всегда умеют их использовать, и мы им помогаем эти задачи решить.

В 2023 году в рамках исполнения дорожной карты, потратив четыре года, мы наконец добились утверждения правительством России комплексной научно-технической программы (КНТП). На нее выделено больше 7 млрд рублей, из которых половина — федеральное финансирование и половина — плечо бизнеса. Задачи комплексной научно-технической программы — импортозамещение малотоннажной химии и компонентов, разработка технологий рециклинга, развитие самых передовых технологий по проектированию и изготовлению конечных изделий. В рамках КНТП пять компаний получили прямое федеральное финансирование. Я считаю, принятие программы — очень важный шаг, потому что целый ряд компаний получили поддержку на формирование технологического задела. Создавать его — самое сложное для бизнеса, потому что нужны деньги длинные, не быстро окупаемые, и, конечно, без плеча государства формирование

технологического задела ни в одной отрасли, включая композиты, просто невозможно.

Уже названные мною неоднократно государственные программы по авиации, ветроэнергетике, газомоторному транспорту формируют серьезный спрос по всей производственной цепочке. Считаю такие меры поддержки гораздо более эффективными и полезными, чем прямое субсидирование отдельных инвестиционных проектов.

Человеческий взгляд

— **Как решаете вопросы с кадрами?**

— Во-первых, популяризируем композиты в целом для населения страны. Уже семь лет «из каждого утюга» стараемся про композиты рассказывать, из года в год осведомленность повышается, но над этим надо постоянно работать. Второй момент — профподготовка кадров. Мы ведем системную работу — от детишек младшего возраста до студентов и магистров. Например, мы выпустили мультфильм и детскую книжку «Фиксики» про композиты, чтобы малыши знали, где они применяются, что это за материалы, в чем их преимущество.

В сочинском «Сириусе» создали производственно-образовательный центр, где ребята сначала на компьютерах проектируют 3D-модели, а затем на оборудовании, которое мы за свой счет в этом центре поставили, делают готовые изделия — кораблики, квадрокоптеры или что-то еще. Более того, мы с «Сириусом» прорабатываем проект, чтобы дети не просто получали начальный опыт проектирования и изготовления, а творческая наша молодежь придумывала какие-то передовые изделия, о которых мы пока даже не задумываемся. Мы готовы эту историю поддерживать, чтобы открывать для себя новые ниши.

Системная работа идет с вузами, с РХТУ им. Д. И. Менделеева мы три года назад открыли магистратуру, сейчас у нас там уже порядка 80 магистров. Еще один проект — передовые инженерные школы, в них 150 ребят учатся по композитному направлению. Два инженеринговых образовательных центра мы сделали в Казани и в Ульяновске, это полноценные программы практического обучения студентов, центры полностью оснащены современным оборудованием. Фактически это мини-производства. Там получают полный набор компетенций не только студенты, но и сотрудники композитных компаний, поскольку квалифицированных специалистов на рынке не хватает. На Сахалине мы сразу озадачились вопросом: а откуда мы возьмем на верфь 400–500 человек, которые умели бы работать с композитами по заданным технологиям? Будем создавать инженеринговый образовательный центр, который на месте поможет выращивать специалистов и повышать их компетенцию.

Уже 10 лет проводим главный в стране тематический ежегодный форум «Композиты без границ», собирая на одной площадке всех игроков российского рынка,

«Наша стратегия на первом этапе обеспечила Россию полной цепочкой композитных материалов, а текущий этап предполагает активный выход в сегмент готовых композитных изделий в ключевых отраслях — драйверах мирового развития композитов».

зарубежных партнеров и экспертов, вузы и науку, молодежь. Обсуждаем ключевые тренды развития отрасли, достижения российских предприятий, задачи по обеспечению технологического суверенитета.

— **Может, есть смысл создать безлюдные производства?**

— Где возможно и выгодно, автоматизацию будем применять. Но та же значимая для России верфь является, например, для Китая мелкосерийным производством. Поэтому где-то автоматизация снизит затраты, а где-то будет необоснованно дорога. На новых заводах, которые мы строим и которые полностью покрывают все потребности страны, и так уже работают сотни человек, а не тысячи и не десятки тысяч. На той же линии по производству углеродного волокна весь процесс автоматизирован, операторы только контролируют его непрерывность и следят, чтобы параметры не отклонялись от проектных. В этом смысле мы высокотехнологичная компания. Но дело даже не в том, что мы решаем локальную бизнес-задачу в стране. Мы боремся с вызовами мирового масштаба. Поэтому молодежь и идет к нам с охотой.

— **Вы нацелены на мировой масштаб?**

— Ну конечно. Еще в 2016 году, когда я пришел на первую встречу с главой Росатома Алексеем Евгеньевичем Лихачевым, сказал ему, что наша цель — топ-5 мировых лидеров в области композитов к 2030 году. На что сразу получил встречный вопрос: а почему не топ-3? Круто работать в такой компании, решая задачи уровня мирового лидерства, какой является Росатом. У нас нет сегодня возможности, как в Китае, строить десятками различные линии больших мощностей, но есть большой запрос от ряда стран, которым нужны наши передовые технологии и с которыми вместе мы сможем выйти за пределы Российской Федерации. Поэтому наш следующий шаг — партнерства с международными и локальными игроками, которые нам обеспечат доступ к новым рынкам. Дорогу осилит идущий, наша цель — сделать Россию передовой в области композитных технологий и стать крупной международной компанией, объединив наши технологии с бизнесом на крупных внешних рынках. Над этим и работаем каждый день.

Текст: Алексей Комольцев
Фото: Композитный дивизион Росатома

Дмитрий Сакелариди, генеральный директор «Русатом Стекловолокно»:

«Важно сохранять культуру и вовлеченность сотрудников»



— Мне кажется, что читателям будет интересно узнать и историю предприятия. Производство стекловолокна было запущено в 1943 году, а стеклоткани начали производить в 1970-х. В 2004 году завод вошел в международную группу Saint-Gobain, а в 2007-м был приобретен американской компанией Owens Corning, которая является одним из глобальных отраслевых лидеров. У нас появилась современная производственная линия, включающая новую автоматизированную печь, что позволило нам закрепить лидерство в сегменте, производя до 40% российского стекловолокна, и в целом стать одной из самых эффективных площадок в составе группы, где показатель EBITDA составлял до 40%, но бывало, что достигал и 60%.

Наш приход в Росатом видится мне совершенно логичным: стекловолокно используется в качестве армирующего материала для композитов, наряду с углеродными, арамидными, базальтовыми волокнами, а в России производств, аналогичных нашему, нет. Мы производим уникальную продукцию по технологиям мирового уровня, соответствующую по качеству высочайшим требованиям.

В декабре 2022 года Композитный дивизион Росатома приобрел активы американской группы Owens Corning — подразделение в Беларуси и два предприятия в России, в том числе завод в городе Гусь-Хрустальный Владимирской области (неофициальной столице российской стекольной отрасли). На предприятии, получившем название «Русатом Стекловолокно», производят коррозионностойкое стекловолокно и стеклоткани различного назначения. О том, почему коллектив с 80-летней историей и передовой корпоративной культурой идеально дополняет «большой Росатом», «Вестнику атомпрома» рассказал генеральный директор предприятия Дмитрий Сакелариди.

— Дмитрий Николаевич, производство стекловолокна — новая область деятельности для Росатома. Познакомьте наших читателей с основными особенностями вашего предприятия.

В Гусь-Хрустальном на сегодняшний день мы выпускаем примерно 55 тыс. тонн стекловолокна во всех видах продукции с плотностью от 200 tex (это единица измерения, указывающая на вес 1 км нити). Особенность производства в том, что волокна в процессе производства не накапливаются в виде массы, а немедленно вытягиваются и наматываются на бобины подобно пряже: получается так называемый ровинг, один из видов нашей продукции. Следующий передел — это отрезки мерной длины, так называемые чопсы, тоже наша продукция. Наконец, ровинги могут быть сплетены в стеклоткань — это третий вид наших изделий.

— Были ли сложности при переходе предприятия на работу в новых условиях, в том числе связанные со сменой собственника?

— Кто скажет, что сложностей при переходе предприятия новому собственнику не бывает, будет лукавить. Но я уверен в коллективе завода и в надежности тыла, который в состоянии обеспечить Росатом. Перед нами стоит комплексная задача, но, во-первых, как я уже сказал, мы знаем свое дело, свой завод; во-вторых, за нами технологическая экспертиза Росатома;

в-третьих, в мире достаточно высокоразвитых государств, открытых к сотрудничеству с нами; и, наконец, в России быстрыми темпами налаживаются программы импортозамещения.

Одним из важнейших производственных активов нашего предприятия является печь (для расплава стекломассы). В 2022 году наступал срок ее холодного ремонта, но при обследовании мы убедились, что запас прочности ключевых элементов еще достаточный. В июне 2024 года мы проведем очередное обследование, и если увидим возможность продлить эксплуатационный период еще на год, то подготовимся к останову для холодного ремонта в 2026 году. Времени достаточно, мы уверены, что вместе с коллегами из Росатома успеем достойно подготовиться к решению этой важной задачи. Есть опыт, есть компетенции — все реализуемо.

Благодаря импорту определенных элементов из дружественных стран, мы смогли продолжить производство бушингов (фильберных питателей) — это важный изнашиваемый в процессе эксплуатации элемент, благодаря которому и получается волокно: через микроскопические отверстия расплав шихты выдавливается благодаря центробежной силе и превращается в волокна.

Если приводить примеры локализации, то песок, нужный нам, мы используем российский, так как соответствующий карьер находится недалеко от нашей площадки. Все компоненты шихты в настоящий момент отечественного происхождения. Решили и вопросы с упаковкой, перейдя на использование локальной продукции. Среди целей 2024 года — запуск новой автоматизированной системы управления производственными процессами, которую для нас создает российская компания.

Еще один важный аспект работы предприятия — все вопросы химии при производстве так называемых замасливателей (комбинации компонентов, которые наносятся на волокна для придания им нужных

свойств). Если говорить о проблемах с импортом, то у нас уже есть собственный опыт в вопросах смены поставщиков: например, 10 лет назад мы столкнулись с отказом контрагента поставлять нам каолин, но наладили закупку альтернативного источника сырья у российского производителя. Обеспечение химии замасливателей, которые и определяют свойства волокна, — самая сложная работа. Мы и здесь работаем с дружественными государствами и свои потребности закрываем. Импорт — это совершенно нормально, но не может не радовать, что в России ускоренными темпами формируется импортозамещающая программа по малотоннажной химии. Рассчитываем на результаты по интересующим нас направлениям к 2030 году.

Возвращаясь к тому, с чего начал, отмечу, что оптимизм внушает большая системная работа, которую ведет Росатом, в том числе и в импортозамещении химической продукции. Мы максимально настроены на взаимодействие и в рамках Композитного дивизиона, и по линии научно-исследовательских организаций. Уверен, что ноу-хау нашего предприятия могут оказаться полезны госкорпорации. У нас есть замечательные химики, мы готовы при необходимости поработать и над импортозамещением для других предприятий — ведь именно так и достигается синергия.

— Сложно ли было коллективу с производственной культурой, сформированной международным холдингом, влиться в Росатом?

— Росатом — это тоже международный холдинг, поэтому о большой разнице производственных культур говорить не приходится. Даже так: производственная культура всех успешных компаний одинакова. Разумеется, адаптироваться в ряде вопросов действительно потребовалось, и этот процесс продолжается. Однако здесь важно сделать уточнение: в конечном итоге дело в людях, главная ценность любого предприятия — это коллектив. На нашем заводе люди работают целыми династиями, они переживают за результат, гордятся тем, что делают важное дело для страны. Можно пытаться привносить любые ценности, но они должны ложиться на плодородную почву.

Конечно, когда ты руководишь эффективным предприятием, то тебя беспокоят любые перемены. Приход Росатома, глобальной высокотехнологичной компании, успокоил и меня, и коллектив — у госкорпорации имя, которому доверяют. Почему мне кажется, что мы хорошо совпадаем с Росатомом в части философии? Потому что мы, как и Росатом, всегда ставим во главу угла безопасность. Высокая вовлеченность коллектива, система менеджмента качества, производственные политики — все как в госкорпорации.

Однако есть определенные аспекты, на которые Росатому, с моей точки зрения, необходимо обратить внимание, и прежде всего в понимании того, что внедрять новые политики на успешно действующих предприятиях, которые ранее входили в состав международных холдингов, необходимо постепенно.

Цифра

~ 55 тыс. тонн

стекловолокна (во всех видах продукции) выпускает сегодня «Русатом Стекловолокно», что составляет от 40 до 50% российского рынка в этом сегменте

Мы всегда полагали, что являлись лидерами композитной отрасли, но, войдя в Композитный дивизион Росатома, увидели еще большие перспективы развития. Фронт работы определен: у нас большой потенциал для гармоничной интеграции, но, как и всегда и везде, чему-то еще только предстоит научиться друг у друга. Мы знаем, чего ожидают от нас, но у любой приобретаемой структуры тоже есть ожидания.

— В чем именно заключаются ваши ожидания?

— Как я уже отметил выше, мы можем многое дать Композитному дивизиону и Росатому в целом. Мы хотим внести свой вклад в расширение компетенций дивизиона, реализовать проекты такого масштаба, доступ к которым открывается только тогда, когда ты — часть огромной международной корпорации.

Чтобы эти ожидания стали реальностью, важна мотивация работников, как материальная, так и моральная, соотнесенная со сложившимися традициями. В силу уникальности производственной линии, ее специфики, нам необходимо сохранить коллектив специалистов. По многим позициям людей с нужными нам компетенциями мы не найдем, поскольку в России их попросту нет.

Но и этого мало: важно сохранять культуру, вовлеченность в процессы, чтобы сотрудники чувствовали свою причастность к общему делу, и делать так, чтобы каждый на своем рабочем месте понимал свою ценность. Мы должны успешно конкурировать с предприятиями стратегических отраслей российской экономики, а значит, мы должны индексировать зарплату, совершенствовать систему премирования, расширять соцпакет, улучшать условия труда и т. д.

Наше предприятие известно как хороший работодатель не только благодаря уровню оплаты труда. Много делается для развития социальной сферы: бесплатное качественное питание, транспорт, охрана труда, страхование. Обеспечиваем спецодеждой и СИЗ, создаем условия для эффективной работы — словом, делаем все, чтобы сотрудники чувствовали уважение к себе со стороны работодателя. Я вижу здесь еще одну очевидную точку соприкосновения с Росатомом. В госкорпорации выстроена работа с атомными городами, нам бы очень хотелось, чтобы она масштабировалась и на отдельные предприятия, которые тоже важны, но не являются градообразующими.

— Есть ли возможность подготовки молодых кадров для замены выбывающих по объективным причинам работников?

— Владимирский университет готовит для нас инженеров, в самом Гусь-Хрустальном есть стекольный колледж, в котором ведется подготовка по рабочим специальностям. Мы плотно работаем с ними, приглашаем ребят, которым остается год-два до окончания, на производственные практики. Из десятка — двух-трех наиболее перспективных стараемся привлечь

~ 40 тыс.

количество разных видов продукции, в которых используется стекловолокно в современном мире

к нам. Однако молодые кадры зачастую считают, что где-то (по их мнению) можно заработать легче и быстрее, чем на предприятии круглосуточного цикла.

Ответить на этот запрос — наша задача, и возможно, что нам сможет помочь опыт Росатома в привлечении молодежи на свои площадки, в корпоративных программах, мотивационных идеях. Уже сегодня мои коллеги на уровне Композитного дивизиона активно вовлечены в процессы мотивации кадров. Однако подчеркну, что набор и даже быстрое обучение молодежи нас не выручит и главное для нас сегодня — это сохранить доверительные отношения с квалифицированными опытными работниками.

— Пришлась ли коллективу по нраву методология Производственной системы «Росатом»?

— Да. Мы знакомы с идеями Производственной системы «Росатом» уже много лет, так как у нее достаточно зарубежных аналогов, один из которых (TPM) был внедрен и у нас. Как и многие, мы встретили предложение о внедрении программы TPM с удивлением: а зачем, все же работает? Тем не менее мы в итоге прошли этот процесс с хорошей консалтинговой поддержкой, по сложившейся методологии, с опытом преодоления сложностей и подводных камней. Был системно решен вопрос вовлечения персонала — от топ-менеджеров до каждого сотрудника. Вместе с руководством компании мы приезжали на очередной завод, где шли выявлять и исправлять недочеты. Я в составе европейской команды отработал так несколько дней на нескольких заводах, а потом такая же команда приехала работать и к нам. Вся эта методология, когда определяются и выполняются пилотные проекты, затем они масштабируются и постепенно желание делать работу лучше охватывает каждого, была нами тогда успешно пройдена, прижилась и продолжает действовать.

Одним словом, идеи Производственной системы «Росатом» нам прекрасно знакомы, и мы пришли в Росатом, уже разделяя эти идеи. Для нас это не корпоративный ритуал, а часть жизни. Надеюсь, и наш опыт помогает Росатому: мы летом посетили Завод углеродных и композитных материалов в Челябинске и, пройдя командой руководителей со многих площадок, тоже нашли там возможности для улучшения.

— Каков рынок сбыта для вашей продукции: это лишь кооперация в составе Композитного дивизиона или более широкое поле деятельности?

— Начиная с 2012 года мы работали с широким рынком: наше стекловолокно используется во множестве отраслей. Самый большой сегмент — ветроэнергетика. Объем российского рынка, конечно, пока не сопоставим с уровнем мировых лидеров. Тем не менее на новой площадке Росатома по выпуску лопастей ветрогенераторов в Ульяновске будет использоваться и наше стекловолокно. Мы вместе с Росатомом смотрим на глобальный рынок, где колоссальные объемы строительства ветроэлектростанций, — это тоже возможность роста.

Большой потенциал потребления изделий из стекловолокна имеет строительный сектор. В России уже сейчас популярна композитная арматура. Если в 2008 году мы продавали порядка 1 тыс. тонн, то за десятилетие рынок вырос до 35 тыс. тонн. В США композитную арматуру продвигали долго и последовательно в специализированные сегменты: строительство мостов, высотные сооружения и т. д. Мы преуспели благодаря другой стратегии. У нас по-прежнему в промышленном строительстве не очень знают о существовании этого материала и предпочитают металл. Но наша бизнес-модель взаимодействия с розницей для частного строительства, с продвижением через сети строительных магазинов, показала огромный потенциал.

Есть и ряд возможностей продвижения стекловолокна в составе материалов и комплексных решений Композитного дивизиона. Например, для авиационных композитов стекловолокно значимой роли не играет, в этом сегменте рынка необходимо углеволокно, но есть гибридные решения с сочетанием стекловолокна и углеволокна, что позволит удешевить продукцию, обеспечить новые свойства. В той же строительной индустрии тоже очень много комплементарных

решений: производя конструкционные материалы, в сочетании с продукцией предприятий по выпуску каменной ваты, мы могли бы предложить сэндвич-решения: объемы строительства объектов в Росатоме представляют интерес для сбыта. Большое направление, в значительной мере исторически формировавшее рынок стеклотканей, — судостроение, активность Росатома в возрождении судостроительной программы также перспективна для нас.

Мы видим, что рынок растет в целом на 3–5% в год. Уже сегодня Россия импортирует большие объемы стекловолокна различных типов из Китая, разным отраслям промышленности его не хватает. Когда вслед за растущим рынком нам потребуется масштабировать наше производство, и если при этом ценовая ситуация будет аналогична, то нужно будет рассматривать различные варианты: по максимуму использовать возможности нашей площадки в Гусь-Хрустальном (мы можем разместить несколько печей, территория и энергообеспеченность позволяют), а также рассмотреть привнесение технологии на уже существующие предприятия.

По моему мнению, развивать направление нужно, действительно обеспечивая технологическую независимость по всем необходимым позициям, — учитывать весь спектр мировых достижений, но при этом не зависеть от конъюнктуры, чтобы производить материал в достаточном количестве. Отмечу, что в дополнение к потенциалу того компетентного коллектива, что сложился на нашем предприятии в Гусь-Хрустальном, мы активно работаем с R&D-центром Композитного дивизиона Росатома, что позволяет нам ориентироваться во всех вопросах развития рынка композитов, решать собственные задачи и вносить свой вклад в развитие композитного направления Росатома.



Текст: Дмитрий Анохин
Фото: РХТУ, Композитный дивизион Росатома

Новая вузовская композиция

РХТУ: опыт создания модели образования, которая формирует у студентов востребованные компетенции



Композиты завоевывают мир. Высокопрочные каркасы зданий, сверхлегкие самолеты, гибкие дисплеи и передовые лекарства — все это композитные соединения, сочетающие в себе преимущества отдельных компонентов и даже усиливающие их. Позиционирующий себя глобальным технологическим лидером, Росатом уделяет значительное внимание подготовке кадров в этом важнейшем направлении современной химической науки и индустрии. Об особенностях обучения молодых композитчиков рассказывает Дмитрий Сахаров, ректор ведущего химического вуза страны — Российского химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева.

— Дмитрий Андреевич, почему именно композиты оказались в фокусе множества перспективных технологических задач, увязанных с последними достижениями науки? В чем основные преимущества этих веществ? Какие их свойства, на ваш взгляд, окажутся самыми востребованными в ближайшем будущем?

— У композитных материалов целый спектр преимуществ, который делает их практически незаменимыми во множестве промышленных решений сразу нескольких отраслей промышленности. Во-первых, они очень прочные и легкие. Такое сочетание идеально для авиа- и автопрома. Оно позволяет снизить вес конструкций, улучшить энергоэффективность и повысить безопасность. Кстати, эти качества уже сегодня находят применение также в строительстве и при производстве спортивных товаров. Во-вторых, композиты инертны, обладают высокой коррозионной стойкостью. Это делает их привлекательными в химической и нефтегазовой промышленности: их можно включать в химическое оборудование, трубопроводы и работающие в агрессивных средах емкости. Третье преимущество заключается в том, что композиты позволяют создавать в пространстве геометрически сложные формы и структуры, невозможные для изделий из традиционных материалов. Это важно как для современного дизайна (архитекторы могут реализовывать смелые инновационные идеи в построении сложных инженерных сооружений), так и в химии (можно смоделировать промышленную установку, благодаря своей форме повышающую скорость протекания реакции). Упомянул бы также прекрасные тепло- и звукоизоляционные свойства композитов, делающие их привлекательными для применения в строительстве и в различных энергетических системах.

Отдельный аспект — переработка изделий из композитов. Пока это очень трудно: такие полимеры возвращать в промышленный оборот люди не научились. Сейчас отслужившие свой срок композиты измельчают и захоранивают. Такое положение дел, конечно, предстоит изменить, поэтому в ближайшие годы внимание к научным исследованиям в этих вопросах будет только нарастать. Например, в РХТУ им. Д. И. Менделеева разработан прототип витримерного связующего, позволяющего в перспективе перерабатывать измельченный композит простым прессованием или удалять полимерную матрицу ее растворением с восстановлением исходного волокна.

Вообще, как мне кажется, основные перспективы в работе с композитами связаны с непрерывным развитием их самих по себе. Современные техники и методы производства (например, 3D-печать и нанотехнологии) позволяют совершенствовать композитные материалы, что, в свою очередь, открывает новые горизонты для их применения в самых разных областях — в энергетике, медицине, информационных технологиях. Поэтому применение композитов требует дальнейшего исследования и развития. А значит, требуются новые кадры. Сейчас мы видим, как в высшей школе открываются целые направления, связанные с композитами: университеты готовят специалистов по моделированию изделий; материаловедов, создающих материалы с заданными свойствами; исследователей и т. д.

— Сотрудничество вашего университета с Росатомом в области композитов включено в дорожную карту «Технологии новых материалов и веществ». Что на практике дает такое планирование, каков вес этого направления в общем соглашении РХТУ с Росатомом?

— Это документ госкорпорации, работы в соответствии с ним ведутся по поручению российского правительства. Их основная цель — создание инновационной экосистемы, обеспечивающей развитие технологий новых материалов и веществ и поддерживающей конкурентоспособность российской промышленности на международном уровне. Фактически это оперативно-тактический план, выстраивающий определенную последовательность задач и прописывающий сроки, в которые необходимо обеспечить выполнение тех или иных этапов для создания,

Профиль

Дмитрий Сахаров родился 20 мая 1983 года в Москве. После окончания в 2005 году МГУ им. М. В. Ломоносова обучался там же в аспирантуре, в 2009 году защитил диссертацию по теме «Влияние физических нагрузок на концентрацию ростовых факторов человека» на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Работал в научно-техническом центре «Биоген», Всероссийском НИИ физической культуры и спорта. С 2012 года возглавлял научно-технический центр «БиоКлиникум». С июля 2017 года — проректор по экономике и инновациям РХТУ им. Д. И. Менделеева. Избран ректором РХТУ в конце 2023 года.

к примеру, инновационного производства. Это живой документ, но объемы финансирования там все равно более-менее обрисованы, что позволяет всем участникам четче выстраивать собственные планы и формировать научные заделы.

Сегодня в рамках дорожной карты выполняется множество исследований: разработка новых материалов с оптимальными свойствами для различных отраслей промышленности, совершенствование технологий в производстве и обработке материалов, развитие экологически чистых и устойчивых материалов. РХТУ здесь тесно взаимодействует с Композитным дивизионом Росатома. Сейчас мы сосредоточены на нескольких задачах, связанных с производством современного углеволокна. Это, во-первых, разработка технологического процесса



На фото

Преимущества композитных материалов делают их практически незаменимыми во множестве промышленных решений нескольких отраслей промышленности

«Перспективным направлениям в современной химии надо обучать, сочетая традиции высшей школы с инновациями в образовании».

и оборудования для приготовления прядильного раствора полиакрилонитрила (ПАН) и сухо-мокрого формования ПАН-прекурсора. Во-вторых, разработка печи термостабилизации ПАН нового поколения. В-третьих, разработка и создание микрофлюидных проточных реакторов. Исследования по трем этим направлениям начинались нами в инициативном режиме, но по первым двум научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы уже финансируются Композитным дивизионом. Примыкает к ним еще один важнейший проект, также входящий в упомянутую дорожную карту. Для завода по производству ПАН-волокна в структуре Композитного дивизиона Росатома мы разрабатываем цифровой двойник. Это важно для отработки возможных механизмов и режимов работы предприятия, а также для внедрения какого-либо нового технологического процесса (чтобы не останавливать реальную производственную линию, а «проиграть» эту процедуру на ее цифровом двойнике).

— Выше вы упомянули о первостепенной важности подготовки кадров по этим направлениям. Если РХТУ столь сильно погружен в научно-исследовательский процесс по связанной с композитами тематике, вероятно, обучать студентов у вас тоже получается по-новому?

— По направлению подготовки «Химическая технология» на базе факультета нефтегазохимии и полимерных материалов у нас в 2020 году открылась магистерская программа «Современная технология полимеров, композитов и покрытий». Профильные дисциплины там читают как наши профессора (в основном с кафедр технологии переработки пластмасс и химической технологии пластических масс), так и внешние совместители (например, заместитель генерального директора — технический директор Композитного дивизиона Росатома Юрий Свистунов). Конкурс в прошлом году оказался высоким: на 21 место мы получили 86 заявлений. С целевиками сложнее: образовательная программа очень специфична. Предприятиям легче взять на работу готового дипломированного выпускника, чем отправлять на учебу молодого человека, который именно в композитах, быть может, и не «выстрелит». Тем не менее три целевика в этой магистратуре сейчас учатся. Есть и платные студенты — шестеро первокурсников, в том числе студент из Мьянмы (на втором курсе контрактных студентов нет, потому что в прошлом году контрольные цифры приема на бюджет были больше).

Но вы абсолютно правы: обучать студентов столь высокотехнологичным и наукоемким дисциплинам по старинке, ограничиваясь традиционными формами и методами профессиональной подготовки, нельзя. Поэтому в 2022 году в РХТУ открылась первая в нашем вузе передовая инженерная школа «Химический инжиниринг и машиностроение» (ПИШ «ХИМ»). Она создана на базе факультета нефтегазохимии и полимерных материалов и охватывает студентов всех уровней подготовки — и магистрантов, и аспирантов, и учащихся на бакалавриате, а с этого года еще и на возобновленном в рамках факультета специалитете. Задача передовой инженерной школы — подготовка специалистов с профилем компетенций, необходимых заказчику на конкретном производстве (например, химика-технолога со знанием автоматизированных систем управления технологическими процессами). Именно поэтому обучение в рамках ПИШ «ХИМ» очень тесно увязано с дорожной картой Росатома, о которой мы уже говорили, а якорным партнером школы стал Композитный дивизион. Кроме того, школа активно взаимодействует и с несколькими научно-исследовательскими институтами, входящими в структуру Росатома.

Кстати, четыре инициативные разработки, о которых мы говорили выше, осуществлены нашей передовой инженерной школой. И это отнюдь не все ее достижения, которыми можно гордиться уже сегодня. Мы рассматриваем возможность совместного развития направления аддитивного производства химического оборудования и технологий постобработки напечатанных деталей с передовой инженерной школой «Материаловедение, аддитивные и сквозные технологии» (ПИШ «МАСТ»), открытой в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСИС». Первым шагом в этой коллаборации стала программа обучения студентов РХТУ по SLM-технологии — методу селективного лазерного плавления. Уже разработано техническое задание на разработку исследовательского 3D-принтера SLM для отработки технологии изготовления микрореакторов и материалов из карбида кремния. Предположительно, такой принтер изготовит НПО «Центральный научно-исследовательский институт технологии машиностроения» (входит в Машиностроительный дивизион Росатома).

— Расскажите, пожалуйста, как практически организовано обучение в ПИШ «ХИМ».

— В основном школа объединяет студентов, поступивших к нам на три направления — химические технологии, машиностроение и ИТ. С кафедр факультета нефтегазохимии и полимерных материалов, где есть соответствующие группы, набирают студентов, доучивают их по отдельному плану и объединяют в команды, нацеленные на решение той или иной конкретной задачи. В каждую из них, как правило, входит младший научный сотрудник, двое-трое аспирантов, несколько магистрантов и несколько десятков обучающихся на бакалавриате. Работают они по проектному принципу: совместно занимаются

той или иной проблемой и защищают готовый проект коллективно. Разумеется, если говорить о деньгах, все это не бесплатно: студенты получают повышенную стипендию, исследовательская деятельность оплачивается заказчиками. Подобная командная работа — один из трендов современного вузовского образования, когда выпускника мы готовим не с одним лишь самоценным вузовским дипломом, а с определенным профилем остро востребованных компетенций.

— Нужны ли при таком подходе в университете вообще такие привычные структуры, как кафедры?

— Конечно. Вузовское образование по-хорошему консервативно, и кафедральные обучающие программы ликвидировать невозможно, да и не нужно. Во-первых, есть базовые дисциплины, которые обязаны усвоить все студенты-химики, безотнositельно, учатся они в передовой инженерной школе или нет. Во-вторых, на выпускающих кафедрах читаются разные курсы, каждый из которых может быть необходим не всем студентам ПИШ «ХИМ», а только некоторым (например, курс по переработке пластмасс и композитов). И получить соответствующие знания студенту нелегко, кроме как на организованном в рамках кафедрального процесса обучаемом курсе.

Но верно и другое. На трансформацию образовательного процесса в рамках одного нашего факультета

из дюжины ушло три года, и они не были простыми. Однако усердная работа в кооперации управленческого корпуса и профессорско-преподавательского состава позволила совместно выработать новую образовательную модель. Всем стало ясно, что действительно востребованные и современные компетенции могут быть сформированы лишь при совмещении традиционной фундаментальной и технической подготовки с масштабной практикой и проектной деятельностью с обязательным широким внедрением цифровых инструментов. Только обеспечение возможности для студентов работать над реальными исследовательскими и инженерными задачами и проектами прямо в процессе обучения может обеспечить сильную мотивацию студентов, привлечь таланты, наполнить интеллектуальную среду для развития самих студентов, университета и индустрии, включая создаваемые технологии и специалистов, участвующих в их создании.

— Сколько человек сейчас учится в ПИШ «ХИМ»?

— Несколько сотен. В позапрошлом году туда отобрали 22 студентов из магистратуры и 219 из бакалавриата, в прошлом — 90 и 237 соответственно. Планы приема на этот год — суммарно свыше 350 человек. Цифры большие, и это определенный вызов для нашего университета. Но по-другому нельзя: производства, отрасль, вся страна ждут от нас новых высококвалифицированных кадров.

На фото

Обучение в ПИШ «ХИМ» строится по проектному принципу: команда совместно занимается той или иной проблемой и защищает готовый проект коллективно



Умная система ML Sense от Nord Clan на предприятии Росатома

Как с помощью нейросетей и машинного зрения контролируют качество жгутов на заводе по производству углеродного волокна



Команда компании Nord Clan реализовала проект для крупнейшего в России производителя углеродного волокна. Завод, входящий в состав Композитного дивизиона госкорпорации «Росатом», — в десятке мировых лидеров: мощность его производства составляет порядка 1400 тонн углеродного волокна в год. Для поддержания высокого уровня качества продукции производитель принял решение автоматизировать процесс контроля качества с помощью новых технологий. Специалисты Nord Clan рассказывают о внедрении платформы ML Sense для контроля дефектов углеволокна на основе технологий машинного зрения и нейросетей.

Контроль качества на производстве

Углеродное волокно — материал, состоящий из тонких нитей диаметром от 6 до 8 мкм, образованных преимущественно атомами углерода. Композитный дивизион Росатома поставляет волокно в качестве

сырья для производства композитных крыльев самолетов, ракетных двигателей, лопастей ветрогенераторов, а также хоккейных клюшек, велосипедов, карбоновых деталей для кузовов дорогих спорткаров и мотоциклов, лодок и т. д.

«Идея автоматизированного определения наличия дефектов на волокне с помощью машинного зрения появилась давно. Мы понимали, что для операторов выявление дефектов — это большая нагрузка, и, чтобы в том числе устранить влияние человеческого фактора, а также повысить качество производимой продукции, решили довериться более острому зрению — машинному. Мы идем в ногу со временем и используем инновационные решения для поставленных задач», — объясняет инженер-технолог производства углеродного волокна Алина Бутусова.

Обычно углеродное волокно получают при помощи термической обработки химических или природных органических волокон. В результате образуются межатомные связи, приближающиеся к кристаллической структуре графита, что придает волокну (по направлению вдоль) невероятную прочность.

В процессе производства на углеродных нитях могут появляться различные дефекты: обрыв, узел, ворс (пучок), отклонение толщины жгута и полотна на 1 мм и более, посторонние включения (капли смолы — аппрета, мусор и т. п.). И если для декоративного применения качество волокна не так важно, то для производства углеродной ткани дефектные нити не подойдут.

Дефекты на производстве контролировались операторами ОТК, которые смотрели на десятки жгутов на линии шириной 3 м и устранили дефект, который замечали. Рассмотреть все дефекты при таком объеме человеческому глазу достаточно сложно. Образно говоря, это как наблюдать за стадом одинаковых зебр, которые весь день быстро скачут перед глазами — скорость линии до 12 метров в минуту.

Чтобы упростить работу и автоматизировать процесс, было решено использовать машинное зрение, а компания Nord Clan, имеющая опыт реализации подобных проектов по контролю качества, выступила подрядчиком. Наш продукт ML Sense подошел под все требования: система способна распознавать дефекты от 0,1 мм и обеспечивает высокую точность детекции (97–100%).

Оценка масштабов и сложности задачи

На старте проекта мы выехали на производство, чтобы определить точки контроля, на которые будем устанавливать оборудование. Важно было оценить факторы, которые влияют на работу системы ML Sense, — уровень освещения, наличие пыли, вибраций.

Мы ориентировались и на особенности производственного процесса, чтобы установленное оборудование не мешало сотрудникам производства выполнять свои задачи и одновременно было защищено от случайного повреждения.

«Ожидания от применения новой системы высоки. Мы ставили коллегам из Nord Clan сложную задачу: добиться точности выявления дефектов не менее 97%, ведь мы понимаем важность ответственных изделий, для производства которых используется наше углеродное волокно. Мы дорожим своей репутацией, и коллеги из Nord Clan проявили высокую заинтересованность и нацеленность на результат: они, как профессионалы своего дела, легко улавливали наши пожелания и воплощали их в жизнь», — отмечает инженер-технолог производства углеродного волокна Алина Бутусова.

Наше решение должно детектировать дефекты на финальной стадии производства и вовремя оповещать ответственных сотрудников, чтобы они успели принять меры — устранить дефектный участок волокна и продолжить процесс намотки.

Подбор оборудования

Для каждого проекта на основе машинного зрения наши специалисты подбирают необходимый набор

оборудования. Например, если для выявления дефекта на листе металла достаточно камеры стандартного разрешения, то с поиском дефектов на тончайших нитях волокна она не справится. Из-за санкций нам пришлось отказаться от немецких камер Basler и найти аналог достойного качества — Hikrobot (Китай).

Была вероятность, что при замене камеры придется перечислять нейросеть, так как алгоритм ML Sense обучен на определенном типе оборудования и чувствителен к правильному расположению камеры и освещения. Для дополнительных тестов системы мы запросили у завода бобины углеродного волокна и воспроизвели весь процесс проверки качества волокна в собственной лаборатории. Испытания показали тот же уровень точности распознавания — до 98%, и мы были готовы к следующему этапу работ.

Второй важный фактор для выявления дефектов с помощью машинного зрения — освещение. Для точного распознавания нейросеть должна получать четкие снимки высокой контрастности, в нашем случае это черные нити на ярком белом фоне. Для решения этой задачи мы подобрали светильник по индивидуальным параметрам: нестандартной длины и со светодиодами высокой интенсивности, которые расположены плотно друг к другу.

Параллельно с процессом подбора оборудования наши инженеры моделировали виртуальную 3D-сцену в SolidWorks на основе замеров оборудования с производства. Рассчитали оптимальное расстояние для установки камер и светильника, подготовили чертежи мачты для крепления оборудования, по которым изготовили конструкцию.

Создание алгоритма

Для проекта использована предобученная система с машинным зрением ML Sense, которая способна определять дефекты различного типа на производстве. В ее основе сверхточная нейросеть, каждый элемент (слой) которой отвечает за распознавание разных параметров: формы, размера, цвета и др. Для определения дефектов волокна мы добавили новые слои нейросети, которые обучили распознавать типичные дефекты нитей.

Для обучения нейронной сети мы установили на заводе камеры и обеспечили сбор данных, а после отобрали кадры, на которых были видны дефекты волокна. Сбор проходил около месяца, но так как на производстве дефект — не такое частое явление, а для обучения нейросети требуются тысячи изображений, то дополнительные данные мы сгенерировали 3D-моделированием, а также сделали фото дефектов волокна в собственной лаборатории.

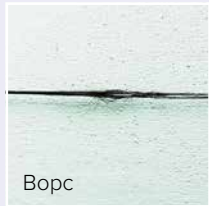
Разнообразие материалов обеспечили процессом аугментации данных. В результате мы имеем датасет из 10 000 фотографий, где каждый вид дефектов размечен и классифицирован для обучения нейросети: это узел, это ворс и т. д.



Обрыв



Узел



Ворс



Толщина

На фото

Примеры типичных дефектов углеродных жгутов, распознаваемых системой ML Sense

Как теперь работает обученный алгоритм? Линейная камера направлена на нити волокна и делает фото в заданной точке шириной 1 пиксель. Таких кадров камера делает 40 000 штук в секунду — рабочая частота кадров камеры синхронизирована со скоростью конвейера, чтобы получать данные такими, как они есть в реальности, а не вытянутые фотографии из-за движущегося конвейера. Затем, для дальнейшего анализа нейросетью, эти кадры собираются в полноценное изображение по «строчкам» шириной 1 пиксель, примерно как линии при игре в тетрис. Полученный кадр нейросеть сравнивает с имеющимися в ее памяти данными и определяет, есть ли на изображении дефект.

Разработка системы оповещения

Особенностью производства углеродного волокна является то, что полотно жгутов распределяется и наматывается на бобины на разных приемных местах, расположенных на разных отрезках производственной линии. Чтобы оператор производственной линии мог быстро понять, на какие места приемной машины движется дефект, и сразу направиться в зону дефекта, мы придумали систему оповещения, которая включает три важных решения.

- 1. Световые индикаторы зон приемной машины (красный, желтый и зеленый) должны показывать, в какую зону намотки попадает готовый жгут и как быстро нужно принять меры по устранению дефекта.
- 2. Голосовое оповещение дублирует данные о дефекте. Это помогает ускорить получение оператором информации, когда он находится вдалеке от своего киоска с АРМ (автоматизированным рабочим местом) оператора. Уведомления записаны мужским и женским голосом — отдельно для каждого этажа, так оператор понимает, в какую зону ему подойти.
- 3. Каждому дефекту присвоили свой класс (числовой код от 1 до 9), чтобы оператор быстро понимал, насколько дефект критичен.

«Новая система оповещения очень удобна в эксплуатации. Теперь оператору не требуется непрерывно отслеживать полотно жгутов, он может заниматься съемом бобин с волокном, учетом готовой продукции и другими сопутствующими работами, не боясь пропустить дефект на волокне. Ведь система машинного зрения вовремя просигнализирует и привлечет его внимание», — рассказывает инженер-технолог производства углеродного волокна Алина Бутусова.

Запуск системы контроля качества волокна ML Sense

После тщательной подготовки и тестирования в нашей лаборатории система была готова к монтажу на объекте. Но на реальный производственный объект нельзя просто приехать для установки оборудования. Для допуска к производству работ создается пакет исходно-разрешительной документации, включая исполнительные схемы, допуски, ведомости, сметы, удостоверения и все прочее, что требовали регламенты ФЗ и ГОСТ. Наконец мы доставили, собрали и установили мачты с камерами на трех постах контроля качества завода. Блок с освещением был интегрирован в производственные конструкции так, чтобы не мешать производственному процессу и не изменять его.

Рядом с мачтой установлено автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора системы ML Sense — это киоск с защитой IP65. Такая защита нужна, из-за того что углеродное волокно — токопроводящий материал, так же как и пыль, которая образуется в процессе производства. Установленная на приемной машине светосигнальная колонна загорается, когда в эту зону намотки катушек движется дефект.

«При обнаружении дефекта система машинного зрения подает сигнал, и в зависимости от вида дефекта аппаратчик линии может либо устранить дефект, либо вовремя снять бобину с дефектным волокном. В обучение пользователей работе с системой были

Светосигнальная колонна на линии приемочной машины



вовлечены как операторы линии и контролеры ОТК — непосредственные участники процесса, так и технологи, инженеры КИПиА, ИТР службы главного инженера. Именно благодаря совместному интересу и участию всех служб, работа шла эффективно и плодотворно. Некоторые решения по улучшению системы принимались на ходу во время обучения, и коллеги из Nord Clap сразу же их подхватывали», — рассказывает инженер-технолог производства углеродного волокна Алина Бутусова.

Алгоритмы системы ML Sense обрабатывают большой массив данных, моделируя из полученных кадров полноценное изображение и выявляя признаки дефектов на полученном фото. Для подобных высоконагруженных задач был установлен отдельный сервер. Однако в первое время выходил из строя стабилизатор напряжения, через который подключались серверы для работы системы. Это происходило из-за токопроводящей способности углеродного волокна и его пыли. Изначально серверы были установлены в отдельной комнате, но в ней часто открывалась дверь, и на оборудование попадало много пыли с производства. Серверы переместили в более защищенное помещение на территории завода, и проблема с перебоями напряжения была решена.

После первых запусков системы мы обнаружили вибрацию на нитях от намоточных машин. Камера фиксировала причудливые узоры, которые нейросеть детектировала как аномалии. Чтобы система игнорировала подобные события, добавили в систему дополнительный алгоритм из библиотеки системы ML Sense. Решение заработало в штатном режиме и было введено в эксплуатацию.

Нужно отметить, что технологи предприятия активно взаимодействовали с нами на каждом этапе внедрения системы. Руководители завода лично присутствовали на рабочих встречах по согласованию точек контроля дефектов и мест установки постов с АРМ оператора. Именно такая заинтересованность и вовлеченность в процесс внедрения новых технологий позволяет нам максимально эффективно использовать возможности решения ML Sense на пользу производству.

Обнаруженные дефекты отображаются в интерфейсе установленной системы: на временной шкале отмечены все события возникновения дефекта. По каждому событию можно просмотреть подробный отчет, где указано, в какой цветовой зоне находится жгут, на каких нитях обнаружен дефект и какой именно. Система контроля дефектов интегрирована с MES-системой завода.

«От внедрения системы машинного зрения мы ожидаем и экономический эффект в том числе. Каким он будет, покажет время. Но самый главный эффект, который мы ожидаем получить, — это высокая уверенность в качестве нашей продукции», — подчеркивает инженер-технолог производства углеродного волокна Алина Бутусова.

Справка о компании



Компания Nord Clap создает уникальное программное обеспечение и решения для промышленности, медицины, финансового сектора и корпоративных стартапов. Специализируется на решениях на основе искусственного интеллекта. Внедряет импортозамещающие технологии на крупных предприятиях по всей России.

ML Sense — система контроля дефектов на основе машинного зрения и нейросетей. Входит в реестр отечественного ПО. Успешно внедрена на предприятиях Росатома, АО «Павлик», ПАО «ФосАгро», АО «ЕвроХим».

KitBot — интеллектуальная HR-система, которая автоматизирует процессы отдела кадров на всех этапах жизненного цикла сотрудника. Внедрена на Nissan, TuTu.ru, «Триколор», «Петрович» и др.

Среди услуг Nord Clap — разработка ПО на заказ, разработка мобильных приложений, услуги по созданию MVP и тестированию ПО, интеграция информационных систем. Также предоставляем выделенные команды разработки.

Свяжитесь с нами, чтобы обсудить вашу задачу и получить консультацию по проекту:



nordclan.com
8 (499) 112-39-39
welcome@nordclan.com

Интерфейс системы ML Sense показывает на экране киоска АРМ, что в красной зоне полотна обнаружен критический дефект в виде узла



Текст: Сергей Петровский
Фото: wikipedia.org

Вселенная композитов

Как производят и где используют композитные материалы

Применение композитов во многих отраслях промышленности растет с каждым годом. Их использование — важное условие не только улучшения существующих производственных технологий, но и реализации климатической повестки, появления более энергоэффективных видов транспорта, а также освоения космического пространства.

Композитный ликбез

Композиционные (композитные) материалы, или композиты, состоят как минимум из двух несмешивающихся компонентов, обладающих разными физическими или химическими свойствами. При

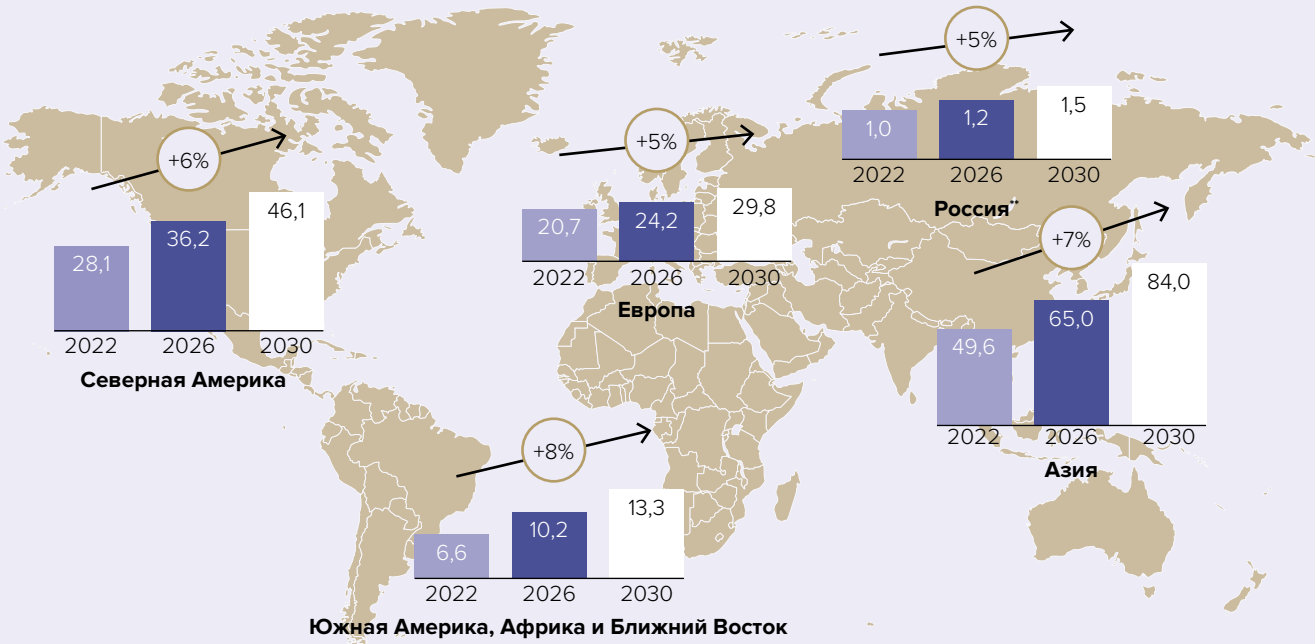
объединении в микро- или макроскопические комбинации эти компоненты работают синергетически, образуя новый материал с характеристиками и свойствами, отличными от свойств исходных составляющих. Этимология слова восходит к латинскому compositum («составное», «составленное»).

Большинство композитов являются синтетическими материалами, но они встречаются и в природе. Например, композит представляет собой древесина, состоящая из длинных волокон целлюлозы, которые скреплены лигнином. Даже костная ткань — это композит из неорганической составляющей (преимущественно солей кальция), обеспечивающей прочность, и органической (в основном белка коллагена), отвечающей за эластичность.

Мировой рынок композитов стабильно растет на 5–8% в год (в денежном выражении)

2022

\$105 млрд* / 12,7 млн тонн / 5–8% CAGR`2022–2030



*По данным Jes; стоимость материалов в готовых изделиях. **По данным «Инфомайна». Источники: Композитный дивизион Росатома



и технологических свойств, что открывает практически неограниченный спектр возможностей применения таких изделий.

Знак качества

Композиты обладают исключительным соотношением прочности и веса, превосходя по этому показателю сталь и алюминий. Эта способность делает их незаменимыми в тех отраслях, где снижение веса без ущерба для структурной целостности имеет решающее значение.

Если говорить об автомобильной отрасли, то, например, средний новый автомобиль, выезжающий на дороги США, сегодня весит почти на полтонны больше, чем в 1980 году: за это время увеличились физические размеры, мощность двигателей, количество электроники. В особой степени это касается электромобилей, которые за счет веса аккумуляторов гораздо тяжелее своих бензиновых собратьев. Снижение веса дает множество преимуществ. Более легкий автомобиль требует меньше энергии для движения, поэтому он экономит топливо. Его управляемость улучшается, в том числе сокращается тормозной путь. Уменьшенный вес означает меньшую нагрузку на подвеску и колеса, благодаря меньшему износу деталей затраты на техническое обслуживание и ремонт также снижаются. Вот почему количество композитных деталей увеличивается не только в спортивных болидах, но и в автомобилях массового сегмента. Если же говорить об авиоперевозках, а тем более о космической отрасли, где затраты на вывоз груза на орбиту составляют, по разным оценкам, 5000–10 000 долларов за килограмм, то очевидно, насколько снижение веса выгодно в экономическом отношении.

При этом композиты обладают исключительной долговечностью и устойчивостью, способностью противостоять самым суровым условиям окружающей среды, включая значительные перепады температуры, а также коррозии и химическим воздействиям (в том числе концентрированных кислот и щелочей), что делает срок их службы значительно более долгим, чем у традиционных материалов. Разрабатываются и уже применяются «умные» композиты, которые реагируют требуемым образом, чаще всего изменением формы или электромагнитных характеристик, на изменение параметров окружающей среды (температура, освещение, кислотность) без необходимости дистанционного управления.

Композитные материалы могут выдерживать длительные нагрузки или повторяющиеся циклы нагрузок без значительного ухудшения качества. Это свойство делает их очень востребованными

На фото

Воздушный шар — рекордсмен по продолжительности полета без посадок (почти 20 дней). Для обеспечения необходимой прочности и одновременного снижения веса его гондola была изготовлена из кевлара и углеродного волокна

в тех областях применения, где важна стабильная и долговечная производительность. Композиты часто обладают повышенными характеристиками безопасности, особенно в тех случаях, когда ударопрочность, износостойкость и повышенная термостойкость (то есть пожаробезопасность) имеют решающее значение. Композиты являются прекрасными электро-изоляционными материалами при использовании как переменного, так и постоянного тока.

Таким образом композитные материалы демонстрируют впечатляющие специфические технические свойства, которые могут быть адаптированы к самым разнообразным и строгим требованиям современной промышленности. Их эволюция продолжается и предполагает дальнейшее расширение возможностей применения.

Мировой рынок композиционных материалов динамично развивается. К ключевым тенденциям, формирующим его емкость и структуру, можно отнести рост спроса со стороны инновационных сфер экономики; дальнейшее улучшение технологических и экологических характеристик материалов матриц и наполнителей; внедрение новых производственных процессов; расширение цифровых методов при разработке новых материалов.

Прочнее, экономичнее, безопаснее, экологичнее

Сообщения о новых разработках в области композитных материалов появляются регулярно и часто звучат довольно футуристично. Вот лишь некоторые из последних новостей о разных направлениях развития композитных технологий.

Автомобили смогут летать. Исследователи из Центра композитных материалов (CCM) Делавэрского университета в США разработали самый прочный в мире композит с короткими волокнами, который можно штамповать как листовой металл, создавая изделия сложной формы менее чем за одну минуту, причем с использованием уже существующего производственного оборудования. Предполагается, что новый материал TuFF (Tailored Universal Feedstock for Forming) будет иметь характеристики, эквивалентные лучшим композитам с непрерывным волокном, которые используются, например, в аэрокосмической отрасли, но будет значительно дешевле: его можно производить недорого и экологически безопасно в том числе из переработанных композитных изделий или отходов углеродного волокна. По словам авторов разработки, TuFF представляет собой сдвиг парадигмы в дизайне композитов, способных заменить металлы в автомобильной, аэрокосмической, инфраструктурной, электронной промышленности. Кроме того, многие распространенные продукты, от бытовой техники до корпусов смартфонов, сейчас изготавливаются из штампованного листового металла, производители видят возможность применения TuFF и в этих направлениях. Учитывая более низкий вес деталей из TuFF по сравнению с металлическими, разработчики

предлагают заглянуть в будущее. По словам Джека Гиллеспы, директора CCM, новый материал может способствовать появлению летающих автомобилей, предлагая «аэрокосмические характеристики по автомобильным ценам».

Трение — не проблема? Трибология — наука, занимающаяся изучением трения и износа узлов машин и механизмов. Трение обходится человечеству очень дорого: большинство любого рода машин выходит из строя по причине износа деталей. Поэтому поиск способов уменьшения трения является важным направлением исследований, в том числе растет интерес к использованию композитных материалов, специально разработанных для оптимизации трибологических свойств. Ученые из индийского Исследовательского института перспективных материалов и процессов в Бхопале сообщают о полимерном композите (полиуретан с памятью формы SMPU в качестве полимерной матрицы и материалы на основе карбида титана в качестве наполнителей), который демонстрирует низкое трение, уменьшенный износ и даже способность к самовосстановлению повреждений. Когда к участку SMPU применяется внешнее повреждающее воздействие (например, тепловое), полимерные цепи быстро диффундируют, «заживляя» повреждения. Ученые заключают: «Результаты показывают, что с помощью данных композитов можно свести к минимуму не только трение и износ, но и частую замену компонентов скольжения, что имеет решающее значение для экономичных и экологически устойчивых технологий».

Мониторить с умом. Исследователи создали новый композитный материал, который действует как датчик для обнаружения напряжений и повреждений без использования внешнего источника энергии. Новый «умный» композит, разработанный командой из японского Университета Тохоку и британских Честерского и Астонского университетов, сочетает в себе полимер, армированный углеродным волокном, и эпоксидную смолу, наполненную наночастицами ниобата натрия и калия. Вместе эти материалы обладают улучшенными механическими свойствами и пьезоэлектрическими характеристиками, а также способностью преобразовывать механическую энергию изгибающих напряжений в электрические сигналы, которые можно использовать в качестве датчика для обнаружения структурных повреждений. Мониторинг электрических сигналов, генерируемых композитом, может дать возможность отслеживать состояние конструкции в режиме реального времени. Композит можно интегрировать в конструкционные элементы зданий, мостов и другой инфраструктуры, чтобы обеспечить их своевременный ремонт или усиление, а также раннее предупреждение о необходимости ремонта. «Углепластик также имеет решающее значение в аэрокосмической и автомобильной промышленности, — объясняет Фумио Нарита из Университета Тохоку, возглавлявший исследование, — поэтому стратегия сочетания бесвинцовых пьезоэлектрических композитов с углепластиком может обеспечить раннее обнаружение структурных

повреждений в кузовах автотранспорта, фюзеляжах самолетов, конструкциях космических аппаратов».

Взгляд изнутри. Волоконно-оптические датчики активно используются во всем мире для определения деформаций на поверхности конструкций, например при мониторинге состояния зданий и мостов. Ученые Пермского национального исследовательского политехнического университета для контроля дефектообразования предлагают внедрять такие датчики внутрь полимерной композиционной конструкции. Такой способ позволит предсказывать возможное разрушение детали в процессе ее создания, контролируя весь процесс изготовления изделия и отслеживая малейшие внутренние нарушения. Исследователи предложили регистрировать технологические деформации в материале с помощью внедренных в его структуру датчиков на основе волоконных брэгговских решеток. Они находятся в сердцевине оптоволокна и отражают световой сигнал, длина волны которого смещается вместе с изменением температуры, напряжения или деформации. Измерение этой зависимости позволит регистрировать нарушения внутри объекта. С применением такой технологии контроль дефектов в композитных изделиях на стадии производства будет проще и эффективнее.

В согласии с природой. Одна из важнейших проблем, которую решают разработчики композитов, — экологическая (большинство используемых сегодня композитных материалов неорганические, они не подлежат биологическому разложению и сложно утилизируются). Так, британские исследователи из Национального центра композитов изучают возможности производства экологически чистых биокомпозитов на основе лигнина в качестве матрицы и шерсти и льна в качестве наполнителя. Лигнин — сложный природный полимер, который содержится в клетках растений. Он часто оказывается побочным продуктом процесса производства бумаги, имеющим ограниченное коммерческое применение. По мнению исследователей, лигнин — стопроцентно возобновляемый продукт

биологического происхождения — представляет собой многообещающую возможность применения в разнообразных композитных продуктах, от спортивного оборудования до стройматериалов. А команда McLaren «Формулы-1» в сотрудничестве со швейцарской компанией Vcomr уже изготовила первую деталь гоночного автомобиля из возобновляемых природных материалов. Разработчикам удалось оптимизировать механические свойства льняных волокон за счет структуры ткани и создать сиденье с необходимой прочностью и жесткостью, но с выбросом CO₂ в процессе производства на 75% ниже по сравнению с аналогом из углеродного волокна. В конце срока службы сиденья его можно измельчить и использовать для изготовления нового основного материала или подвергнуть термической переработке без остаточных отходов, а не отправлять на свалку.

С алмазной чистотой. Парацетамол признан одним из наиболее загрязняющих окружающую среду фармацевтических препаратов, поэтому существует необходимость очистки бытовых и больничных сточных вод от его присутствия. Эту задачу можно решить методом электрокаталитического окисления и разложения парацетамола на безвредные для окружающей среды соединения. Российские ученые из ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН» и Сибирского федерального университета синтезировали новый композит, состоящий из частиц синтетического алмаза, покрытых никелевой оболочкой (размер частиц алмаза — от 120 до 130 нм, толщина никелевого покрытия — от 2 до 30 нм). Исследователи изучили поведение частиц в реакциях электрокаталитического окисления метанола и парацетамола. Выяснилось, что алмазно-никелевый композит проявляет значительную электрокаталитическую активность, которая позволяет провести более полное разложение парацетамола до углекислого газа и воды, чем было возможно ранее. Это позволит использовать такие частицы как для очистки сточных вод, так и в качестве анодных электрокатализаторов метанольных топливных элементов.



На фото

Сегодня в болидах «Формулы-1» используется около 50 видов композитных материалов



ПОДПИШИТЕСЬ НА ТЕЛЕГРАМ-КАНАЛ отраслевой программы признания «Человек года Росатома»

Присоединяйтесь,
чтобы не пропустить:

- ключевые этапы программы признания
- результаты заседаний конкурсных комиссий в организациях и дивизионах атомной отрасли
- анонсы мероприятий торжественной церемонии награждения в Нижнем Новгороде
- вебинары и мастер-классы по заполнению заявок, секреты самопрезентации на защитах и другую полезную информацию



— Приглашаю вас присоединиться к каналу, чтобы быть в курсе всех новостей из первых рук!

Быкова Маргарита Вячеславовна,
руководитель проекта
«Человек года Росатома»,
госкорпорация «Росатом»



ЧЕЛОВЕК ГОДА РОСАТОМ 2023

Премия

Текст: «Вестник атомпрома»
Фото: Росатом

Играть и выигрывать

Два цифровых продукта Росатома признаны лучшими проектами в области digital-коммуникаций в России

20 февраля 2024 года состоялась церемония награждения ежегодной премии Digital Communications AWARDS 2024 Ассоциации директоров по коммуникациям и корпоративным медиа России (АКМР). На ней было объявлено, что веб-игра экономического симулятора Росатома «Арктика» стала победителем в номинации «Digital-медиа & инструменты/корпоративная digital-игра», а в номинации «Digital-проекты и стратегии/КСО-коммуникации» был отмечен «Эко-квест Росатома».

Браузерная игра «Арктика» была создана с целью повышения привлекательности бренда работодателя госкорпорации «Росатом» для молодежной аудитории — сотрудников и соискателей. В игре приняли участие более 11 тыс. пользователей, из них 74% — в первые 10 дней после выхода бизнес-симулятора. Жюри премии отметило нестандартную подачу смыслов, яркую графику и харизматичных digital-персонажей, представляющих новые бизнесы Росатома. Проект стал частью коммуникационной стратегии и в том числе способствовал привлечению молодых специалистов на вакансии новых бизнесов Росатома.

«Эко-квест Росатома» был разработан в формате интерактивного теста, в котором игрокам предлагается помочь персонажам в лице Миши Атомова, Нерпы и Песца в привычной домашней среде сформировать максимум полезных экопривычек за отведенное время. Игра, рассчитанная на возраст шесть и более лет, была создана с целью приобщения молодежи к экоповестке. Квест набрал более 500 тыс. просмотров, из которых более 40 тыс. — среди целевой аудитории соискателей.

«Цифровые кадровые продукты — это эффективные инструменты продвижения бренда работодателя для привлечения талантливой молодежи на новые направления бизнеса и проекты, не имеющие аналогов не только в России, но и в мире. Важно говорить с молодыми специалистами на одном языке, показывать социальную ответственность бизнеса и давать возможность внести свой вклад в решение глобальных проблем, в том числе в экоповестку», — поделилась на публичной защите руководитель проекта проектного офиса по внутренним коммуникациям и корпоративной социальной ответственности госкорпорации «Росатом» Маргарита Быкова.

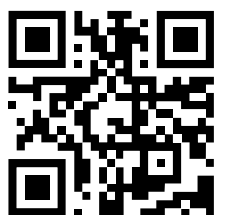


Подробности

Премия Digital Communications AWARDS присуждается уже более 10 лет (с 2013 года) с целью пропаганды наиболее значимых достижений в области digital-коммуникаций России и продвижения бизнесовых продуктов с помощью новых коммуникационных технологий и инструментов. В этом году в конкурсе приняли участие 42 компании. На открытой презентации проектов и очном голосовании членов экспертного совета было представлено более 120 проектов. В экспертный совет вошли 65 представителей — лауреатов прошлого года и экспертов в области digital-коммуникаций.



«Эко-квест
Росатома»



Браузерная игра
«Арктика»

Текст: «Вестник атомпрома»
Фото: фотобанк «Росконгресс», РАН,
3D Bioprinting Solutions, «Медицина молодая»

Доброго здоровья!

Передовые технологии Росатома призваны вывести здравоохранение на новый уровень

Развитие современных технологий для здравоохранения, разработка нового оборудования и препаратов, повышение доступности к самым передовым видам медицинской помощи — значимые факторы для увеличения продолжительности жизни и повышения ее качества. Росатом и его предприятия принимают активное участие в этой работе. Сегодня деятельность Росатома в сфере здравоохранения включает

в себя несколько направлений, в том числе производство изотопной продукции и радиофармпрепаратов, производство высокотехнологичного медоборудования, решения для обработки медизделий ионизирующим излучением. В рубрике «Медицина» рассказываем о медицинских технологиях, необходимых миллионам пациентов, и о роли Росатома в их создании и развитии.

Прямая речь



Алексей Лихачев

Генеральный директор госкорпорации «Росатом»:

— Предприятия Росатома ведут сегодня разработки в интересах здравоохранения в таких областях, как аддитивные технологии, радиофармацевтика и квантовые вычисления. Все исследования, которыми мы занимаемся в этом направлении, нацелены на существенное расширение возможностей врачей в оказании помощи пациентам. Так, в области аддитивных технологий мы уже создаем импланты из искусственных биоподобных материалов и начинаем выращивать органы человека из собственных клеток пациента. В сфере ядерной медицины разрабатываем инновационные радиофармпрепараты и в ближайшее время наладим производство всего спектра радиофармпрепаратов, которые используются в мировой медицинской практике. С этой целью строим в Обнинске Калужской области крупнейший в Европе завод по производству радиофармацевтической продукции. Уже сегодня работаем над практическим применением квантовых вычислений в медицине будущего, в частности для обнаружения заболеваний на самых ранних стадиях. Наши разработки призваны вывести здравоохранение на абсолютно новый уровень и достичь совершенно другого качества жизни людей.

На Форуме будущих технологий, состоявшемся в Москве в феврале 2024 года, президент России Владимир Путин познакомился с новейшими разработками Росатома в сфере здравоохранения. Главе государства продемонстрировали медицинские достижения атомной промышленности: оборудование, которое позволяет вырастить новые сосуды, биоимпланты, новые возможности радиофармацевтики и квантовых вычислений.

На стенде Росатома президенту России Владимиру Путину были представлены аддитивные технологии, которые чрезвычайно эффективны в ситуациях, когда при лечении пациента невозможно обойтись без использования искусственных и биологических материалов. В частности, продемонстрирован макет магнитоакустического биопринтера, который применяется для выращивания трубчатых тканей под действием физических полей, а также биореактор, где сосуд «учится» правильно работать. Этот прибор позволяет решить задачу по выращиванию функциональных кровеносных сосудов малого диаметра из биологического материала пациента. Выращенный из собственных клеток пациента кровеносный сосуд не будет отторгаться организмом, он будет развиваться и расти. Это особенно важно в детской трансплантологии.

В настоящее время ученые Росатома вырастили эквивалент кровеносного сосуда длиной 2 см. До конца года в планах — получить эквиваленты длиной до 10 см. Опыт создания отдельных сосудов позволит перейти к следующему шагу — сложным разветвленным системам, то есть выращиванию целых органов, таких как щитовидная железа, почка, печень и другие.

Среди других уникальных разработок, которые представили президенту Владимиру Путину на форуме, — импланты биоподобного строения со специальным покрытием, эквивалентным костной ткани, что повышает совместимость с тканями пациента. Ученые Росатома первыми в стране получили регистрационные удостоверения на разработанное специальное программное обеспечение, которое позволяет создавать импланты уникальной формы в соответствии с данными КТ и МРТ пациента, и готовые изделия. Использование цифровых технологий сокращает срок получения готового импланта с 60 до 7 дней и позволяет ускорить восстановление пациентов в 2–3 раза.

Кроме того, президенту Российской Федерации были представлены инновационные разработки и решения в области ядерной медицины. В частности, ему доложили о ходе строительства Росатомом крупнейшего в Европе завода по производству радиофармпрепаратов по стандартам GMP. Параллельно со строительством завода ученые Росатома разрабатывают радиофармпрепараты, которые будут выпускаться госкорпорацией.





Игорь Решетов

Директор Института кластерной онкологии им. проф. Л. Л. Левшина ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), заведующий кафедрой онкологии, радиотерапии и реконструктивной хирургии Института клинической медицины им. Н. В. Склифосовского, доктор медицинских наук, профессор, академик РАН

Росатом в сотрудничестве с научными и экономическими центрами нашей страны выполнил очень важную работу: в течение пяти лет сформировано с нуля аддитивное производство, основанное на отечественных технологиях и направленное на восстановительные процедуры опорных костей скелета человека. Эта работа увенчалась получением трех регистрационных удостоверений, приблизившим это аддитивное производство к внедрению в медицину.

Росатом является корпорацией международного уровня и задачи перед собой ставит соответствующие — не импортозамещение, а создание технологий опережающего развития. Мы совместно разработали новый продукт — индивидуальные персональные импланты. В ходе проекта были разработаны индивидуальные покрытия, улучшающие связи с дружественными организму клетками, что позволяет ускорить сроки регенерации в сложных условиях.

Далее родилась идея «оживить» этот имплантат. Пути решения могут быть разными. Сейчас ведутся совместные с Росатомом разработки по созданию

биофабрикации. Помимо того, что мы получаем уникальный имплант, требующийся для конкретного пациента, мы еще заселяем собственные клетки пациента в специальные ячейки в импланте и тем самым нивелируем первичный контакт организма с инородной структурой. То есть заселяя имплант клетками пациента, мы снижаем риски отторжения на первом этапе контакта.

Далее мы можем использовать более сложные технологии по восстановлению тканевых конструкций. Клетка — это нежная субстанция, не терпящая применения усилий, иначе это приводит к ее повреждению и гибели. Поэтому соответствующая сортировка происходит в магнитных полях. Этот метод является наиболее щадящим для выделения клеток нужной популяции.

Следующая амбициозная задача — когда мы сможем имплантат подключить к системе кровообращения, а это уже основа конструкта, получаемого из объединения живой и неживой природы, имеющего высокоперсонифицированные характеристики. Есть третий компонент (это так называемые векторы регенерации),

применение которого ускоряет вживление имплантата, устраняет неправильные эволюции клеток и способствует прорастанию нервов, без которых имплантированная ткань никогда не сможет заместить живую.

Сегодня мы имеем большое количество примеров чрезвычайной полезности подобных имплантов, даже не оживленных, в рамках обеспечения здоровья участников СВО. Регулярно происходят различные техногенные катастрофы, землетрясения, катастрофы, связанные с изменением климата, поэтому количество людей, которым после оказания экстренной хирургической помощи потребуются такие сложные восстановительные операции, велико.

Есть еще одна категория пациентов, у которой такие технологии очень востребованы. Мы реализуем нацпроект, в рамках которого пожилым людям, у которых стерлись суставные поверхности, мы помогаем восстанавливать суставы при помощи наших «живых» имплантов. Также благодаря нашей методике мы можем исправлять врожденные патологии у детей, которым требуется восстановление анатомии и функциональности.



Федор Сенатов

Директор Института биомедицинской инженерии НИТУ «МИСИС»

Важно разделять терминологически медицинскую 3D-печать и биопечать. Биопечать происходит непосредственно клетками или тканевыми сфероидами. Россия в области биопечати находится в числе мировых лидеров: в 2015 году российская компания 3D Bioprinting Solutions напечатала первый в мире функциональный орган — щитовидную железу, а в 2018-м провела первую магнитную биопечать на борту МКС. В 2023 году МИСИС,

3D Bioprinting Solutions и Главный военный клинический госпиталь им. академика Н. Н. Бурденко провели первую в мире биопечать сразу на пациенте (биопечать in situ).

В сотрудничестве с Росатомом («Наука и инновации», ТРИНИТИ) мы развиваем направление магнитоакустической биофабрикации как одной из важнейших технологий будущего.

А развитие технологий «послезавтрашнего дня» невозможно без подготовки кадров. В рамках передовой инженерной школы «Материаловедение, аддитивные и сквозные технологии» (ПИШ «МАСТ») в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСИС» совместно с партнерами с 2023 года ведем подготовку биомедицинских инженеров, способных разрабатывать новые устройства для биопечати и биофабрикации.



Юсеф Хесуани

Соучредитель, управляющий партнер 3D Bioprinting Solutions

Технология биопечати в России находится на достаточно продвинутом уровне. К примеру, в декабре прошлого года была проведена первая в мире операция по так называемой in situ биопечати — это технология печати прямо на теле пациента в условиях операционной. Эта операция была проведена в военном госпитале им. Н. Н. Бурденко, она является важным шагом в развитии технологии биопринтинга как в России, так и в мире. Технология может сегодня успешно применяться не только для задач военно-полевой

медицины, но и в гражданской медицине в тех случаях, когда требуется замещение дефектов мягких тканей, в частности для лечения пролежней, что является на сегодня достаточно актуальной проблемой.

С госкорпорацией «Росатом» ведутся разработки в области даже не столько импортозамещающих, сколько в области импортоопережающих технологий, к примеру разработка так называемых бескафолдных (или бескаркасных) технологий, в частности магнитной

и акустической систем биофабрикации. При данном подходе управление клеточным материалом происходит за счет различного рода волн, и клетки образуют тканеинженерные конструкты без дополнительных химических поддержек. Это новое направление в области создания тканеинженерных конструкций, требующее как специального оборудования и инфраструктурных решений, так и подготовки высококвалифицированных кадров, которых мы также готовим в рамках совместной деятельности.



Владислав Парфенов

Руководитель направления лаборатории аддитивных технологий и биоинжиниринга Троицкого института инновационных и термоядерных исследований (ГНЦ РФ ТРИНИТИ)

Технология бесконтактного формирования живых тканей из клеток пациентов, основанная на использовании физических полей, уникальна. Она не требует использования дополнительных материалов, таких как поддержки или скаффолды, что обеспечивает высокую биосовместимость и свойства, сравнимые с аутологичной тканью.

Интересной особенностью этого метода является мгновенное формирование клеточных структур, что способствует обеспечению жизнеспособности клеток. Основные исследования в этой области были проведены на орбитальной пилотируемой станции «Мир» в рамках эксперимента «Кулоновский кристалл». В результате удалось создать кластеры из неорганического материала в условиях магнитной ловушки.

С 2018 года исследования уже с использованием клеточного материала проводятся на борту российского сегмента Международной космической станции в рамках эксперимента «Магнитный биопринтер». В настоящее время отработка биопечати в условиях микрогравитации позволила

перейти к ее технологической реализации на Земле с использованием мощных магнитов.

Одной из перспектив этого подхода является возможность перехода от биофабрикации отдельных функциональных

органоидов к созданию полноценных органов путем формирования кровеносного сосудистого дерева. Это открывает новые возможности в области регенеративной медицины и может значительно улучшить качество жизни пациентов, нуждающихся в трансплантации органов.



Текст: Наталья Еремина
Фото: НМИЦ эндокринологии, EJNMMI Physics

Точно в цель

Как радионуклиды помогают диагностировать и лечить онкологические заболевания



— Марина Сергеевна, как вы заинтересовались ядерной медициной, как пришли работать в НМИЦ эндокринологии?

— Клинический опыт в эндокринологии я начала получать с 2003 года, обучаясь специальности сначала как ординатор, в дальнейшем как аспирант Института клинической эндокринологии нашего Центра (под руководством члена-корреспондента РАН, профессора Екатерины Анатольевны Трошиной и профессора Натальи Юрьевны Свириденко). Как теперь понимаю, совершенно не случайно тема нашей научной работы была связана с течением патологии глаз у пациентов с токсическим зобом на фоне проведения терапии радиоактивным йодом. В 2015 году президент НМИЦ эндокринологии академик Иван Иванович Дедов открыл инновационное подразделение ядерной медицины, и мне посчастливилось, получив дополнительные знания в области радиологии, принимать активное участие в работе отделения радионуклидной терапии в составе Института онкоэндокринологии. Радиационная эндокринология — это четко выстроенная коммуникация мультидисциплинарной команды врачей различных специальностей, включая медицинских физиков и радиохимиков. Сопоставление параметров течения болезни, методов топической диагностики, изучения фармакогенетики, РФЛП, учет сопутствующей коморбидной патологии позволяет провести лечение максимально эффективно и безопасно.

— Помогите неспециалистам сориентироваться в профессиональной терминологии. В чем отличие радионуклидной терапии от других методов, в которых применяется ионизирующее излучение, например лучевой терапии, брахитерапии? Что такое тераностика?

— Лучевая терапия — это обобщающий раздел медицинской радиологии, представляет собой методологию лечения, основанную на применении различных источников ионизирующего излучения для достижения целевого радиобиологического эффекта на патологическом очаге в организме. Радионуклидная терапия объединяет методы лучевой терапии, когда человеку вводят открытый источник ионизирующего излучения. Также отдельно существуют методы дистанционной и аппликационной лучевой терапии, когда опухоль облучают извне источником ионизирующего излучения либо прикладывают закрытые радиационные источники непосредственно к ней.

К ядерной медицине относятся радионуклидная терапия и тераностика, выделяемая сегодня как

На фото внизу

Артур Робертс (слева) и Соул Герц (справа) проводят бионетические исследования радиойода на кроликах. Результаты этих исследований были опубликованы в 1938 году

отдельная технология. Суть методов ядерной медицины заключается в способности радиохимических соединений накапливаться в тканях организма человека. Уникальность именно радионуклидного метода в том, что его воздействие минимально распространяется на здоровую ткань, действует точно. При радионуклидной терапии используются только открытые радионуклидные источники в виде радиофармацевтических лекарственных препаратов. То есть пациент принимает эти препараты внутрь и потом некоторое время находится в стационаре. Пациент временно становится источником излучения, что требует обеспечения радиационной безопасности окружающих. В нашей стране, кстати, очень строгие нормы контроля радиационной безопасности, нигде в мире так качественно за этим не следят. В этой связи количество процедур, при которых мы можем вводить радиофармпрепараты амбулаторно, весьма ограниченное. А при той же брахитерапии пациент получает капсулированный источник и может сразу уходить домой, так как не выделяет ничего в окружающую среду.

Тераностика — это термин, принятый во всем мире. Она объединяет два процесса, само понятие происходит от слов «терапия» и «диагностика». Тераностика позволяет комплексно решать терапевтические и диагностические проблемы путем создания тераностических препаратов, область применения которых все время расширяется.

— Как ядерная медицина и радиационная эндокринология развивались в нашей стране?

— Основоположником применения йода-131 при лечении диффузного токсического зоба (ДТЗ) в СССР была заслуженный терапевт Вера Георгиевна Спесивцева (с 1950 по 1954 г.). Под ее началом были открыты радиоизотопные лаборатории, и команда ученых впервые в СССР пролечила более 500 пациентов с тяжелыми формами тиреотоксикоза. Применять открытые источники ионизирующего излучения при радиохирургическом лечении начали в специализированном отделении на базе Института медицинской радиологии АМН СССР (сейчас — Медицинский радиологический научный центр им. А. Ф. Цыба в Обнинске). В 1963 году советский эндокринолог и гистолог Анатолий Анатольевич Войткевич начал исследовать строение нейроэндокринной системы человека и описал механизмы нейроэндокринной дезинтеграции при лучевой болезни. Под его руководством впоследствии ученые стали изучать влияние внешних и внутренних источников ионизирующего излучения (йод-125, йод-131, стронций-90, полоний-210) на нейроэндокринную систему при острой и хронической лучевой болезни. Примечательно, что президент нашего Центра Иван Иванович Дедов вместе с Анатолием Анатольевичем Войткевичем еще в 1960–1970-х годах занимался изучением воздействия внутренних и внешних источников излучения на органы эндокринной системы человека.

В целом же можно сказать, что фундаментальные исследования, проведенные в ядерной физике в начале

Как и когда радионуклиды начали применяться в медицине

История ядерной медицины началась именно с применения радиоактивного йода в эндокринологии. В 1936 году этим направлением заинтересовался американский врач Соул Герц. На тот момент уже была проведена колоссальная работа в области физиологии, физики, химии и техники для выдвижения гипотез применимости открытых источников в медицине и создания искусственных медицинских изотопов. Вместе с коллегами Соул Герц изучал физиологию и патофизиологию щитовидной железы и искал инновационные методы лечения. В те времена применяли только методы, связанные с хирургическим вмешательством, и из-за высокого процента осложнений искали новые — неинвазивные, но эффективные.

Первым изотопом, который стали использовать, был йод-128 с периодом полураспада 25 минут. Его тестировали на животных. На примере йода-128 ученые смогли понять, как изотоп накапливается в ткани щитовидной железы и как он выводится. Из-за короткого периода полураспада йод-128 оказался непригодным для клинического применения. В 1938 году на циклотроне, созданном американским физиком Эрнестом Лоуренсом в Беркли, был синтезирован йод-131, испускающий гамма- и бета-лучи. Он уже имел период полураспада восемь дней. Данный изотоп и стал применяться в медицинских целях. Первая в мире радиотерапия состоялась 31 марта 1941 года, когда Соул Герц впервые применил йод-131 для лечения тиреотоксикоза, и это лечение оказалось успешным. Этот день сейчас отмечается как Всемирный день тераностики имени Соула Герца.



XX века, положили начало принципиально новому направлению в нашей стране — ядерной медицине.

— **Что изменилось сейчас по сравнению с начальным периодом становления ядерной медицины?**

— Изменилось многое. Врач сегодня обладает различными методами топической диагностики пациента. Это УЗИ, МРТ, КТ. Мы можем совмещать топические методы лучевой диагностики с методами функциональной диагностики (сцинтиграфии), однофотонной эмиссионной компьютерной томографией (ОФЭКТ). В сочетании с гибридными методами молекулярной визуализации это позволяет междисциплинарной команде врачей, в которую входят эндокринолог, онколог, радиолог и медицинский физик, составить очень эффективную терапевтическую стратегию. Врачи учитывают все сопутствующие заболевания пациента, коморбидные состояния. Допустим, у пациента может быть диабет или офтальмопатия на фоне проблем с щитовидной железой. У таких пациентов часто много разных нарушений. Щитовидная железа — хотя и небольшой по размерам орган, но имеющий огромное значение для человека и влияющий на все системы функционирования организма. Сейчас назначается именно та дозировка, которая будет и эффективной, и безопасной, и с большой вероятностью позволит с первого раза вылечить пациента от основного заболевания, а дальше он может лечить сопутствующие заболевания. Основной постулат лечения в мире — давать настолько мало лекарств для достижения эффекта лечения, насколько это возможно (ALARA, As Low As Reasonably Achievable). Не было раньше и такого спектра используемых радионуклидов.

— **Позволяет ли персонифицированный подход к лечению пациентов снизить процент повторных обращений?**

— Действительно, мы стремимся к тому, чтобы пациент пришел к нам всего один раз и получил

наилучший эффект в его конкретном случае. Однако есть процент пациентов, около 5–15%, которым требуется повторный курс. Например, по диффузному токсическому зобу это 7%. Воздействие радиофармпрепаратов на организм индивидуально, но мы изучаем накопление радиофармпрепарата, разрабатываем прогностические модели, ведем статистику. Это позволяет оценить тот эффект, который будет у человека с определенными клиническими параметрами.

У нас есть свои очень хорошие наработки, которые позволяют определить распределение изотопа у пациента. Мы создали фантом эндокринной системы человека, благодаря ему появилась возможность по-новому взглянуть на лечение заболеваний щитовидной железы методом радионуклидной терапии. Это манекен, который создан нами совместно с компанией НТЦ «РАДЭК» и Первым Московским государственным медицинским университетом им. И. М. Сеченова. Он применяется для калибровки томографического оборудования, радиологического, при сцинтиграфии. На манекене в определенном срезе показана щитовидка и все органы человека: это и желудок, и мочевой пузырь, и надпочечники, и гипофиз. Допустим, врач назначает пациенту радиофармпрепарат с активностью 500 МБк, но непонятно, как эта дозировка будет визуализироваться на томографе у пациента с конкретным объемом щитовидной железы. Откалибровав на манекене, мы можем вывести коэффициент, который медицинский физик уже применяет для расчета характеристик фармакокинетики, то есть распределения препарата у пациента. Это позволяет нам точно назначить дозировку.

Также мы запатентовали специальный медицинский дозиметр. Пациент получает маленькую диагностическую трейсерную активность радиофармпрепарата, которая в 50–100 раз меньше терапевтической активности и не оказывает терапевтического эффекта, и ходит с медицинским дозиметром, похожим на Apple Watch. Это можно сравнить с холтером — прибором, который пациенты носят для суточного мониторинга ЭКГ. Наш дозиметр регистрирует интенсивность излучения от щитовидной железы в динамике и делает возможным амбулаторное измерение фармакокинетики. Пациент находится с этим прибором в домашних условиях несколько дней, нет необходимости ему приезжать в медицинское учреждение, тратить свое время. Все это наши инновации — воплощенные в приборах, оборудовании и методах идеи.

— **Какие заболевания лечат в НМИЦ эндокринологии? Наблюдаете ли рост количества пациентов?**

— Мы лечим абсолютно все нарушения эндокринной системы, коморбидные состояния, в том числе нарушения щитовидной железы, сопровождающиеся гиперфункцией, а также онкологию щитовидной железы у детей и взрослых. Это тиреотоксикоз, второй этап лечения для пациентов, прооперированных по поводу дифференцированного рака щитовидной железы. Также мы занимаемся кастрационно-резистентным раком предстательной железы. Обычно

Процесс приготовления препарата на основе йода-131 в радиационно-защитном двухсекционном боксе для лечения заболеваний щитовидной железы. Персоналу обеспечен высокий уровень радиационной безопасности, работы проводятся при помощи дистанльных манипуляторов



это пациенты, которые прошли уже несколько этапов лечения. Допустим, они прошли операцию, химиотерапию и, к сожалению, не имеют других лечебных опций. Таргетная терапия (радий-223), применяемая при костных метастазах рака предстательной железы, продлевает жизнь этой группе пациентов. В рамках научного сотрудничества рассматриваем возможности развития радиационной эндокринологии в применении гибридных методов визуализации, поиске опухолевых маркеров и проведении радиолигандной терапии лютецием-177 при нейроэндокринных опухолях у взрослых и детей.

Что касается роста заболеваемости, то, действительно, мы его видим. Мы работаем с 2015 года и отмечаем увеличение потока онкологической патологии щитовидной железы у детей и подростков. Если взять цифры в целом по России, то, например, по диффузному токсическому зобу у детей и подростков сейчас около 100 тыс. случаев в год — это около 5% от всех случаев патологии щитовидной железы. Соотношение потока токсического зоба и рака щитовидной железы у взрослых примерно одинаково и составляет более 1500 пациентов в год. В частности, рост есть по онкологическим заболеваниям щитовидной железы у детей.

Но рост заболеваемости может наблюдаться и в связи с тем, что совершенствуются топические методы диагностики, кратность проведения этих исследований увеличилась, что фиксируется в рамках ежегодных медосмотров. Поэтому, действительно ли вырос процент заболевших, это очень тонкий, дискуссионный вопрос. Динамическое наблюдение после проведения радиойодтерапии крайне важно, а алгоритм для каждого пациента индивидуален,

с учетом всех параметров течения болезни. Приведу пример из моего общения с пациентами. Информации в онлайн-пространстве крайне много, это в основном мифы. Необоснованные страхи в отношении применения радиоактивных веществ как метода лечения присутствуют практически у каждого нашего пациента и, безусловно, у родителей маленьких пациентов. Беседа и обсуждение всех рисков, плюсов и минусов радионуклидной терапии, времени наступления эффекта лечения, разговор о влиянии на другие системы и органы — все это входит в перечень задач мультидисциплинарной команды врачей нашего подразделения. Всем пациентам проводится инструктаж до и после лечения по ограничениям и правилам поведения в домашних условиях.

— **В чем особенность пациентов, которые приходят к вам?**

— Основной наш поток — это коморбидные пациенты разных возрастных групп, то есть пациенты с несколькими хроническими эндокринологическими заболеваниями и их осложнениями, нуждающиеся в многопрофильном подходе в лечении. Зачастую пациенты уже получали разные линии терапии и наблюдались в лечебных учреждениях. Это в том числе люди с тяжелыми сердечно-сосудистыми заболеваниями, которым противопоказан хирургический метод лечения. Терапия радиоактивным йодом не инвазивная, и она практически не имеет противопоказаний. Наш метод безопасен в этой ситуации. Наше лечение имеет только одно противопоказание — это период беременности и кормления. Международные клинические рекомендации позволяют планировать беременность через полгода после проведения радионуклидной терапии.

Гамма-камера ОФЭКТ/КТ в отделении радионуклидной диагностики





— **Насколько российский подход соответствует общемировой практике? Например, в прошлом году Минздрав РФ разрешил применять йод-131 при лечении рака у детей — это в русле мировых тенденций?**

— Полностью соответствует. Мы постоянно участвуем в международных конгрессах ядерной медицины и понимаем, что главный тренд и вектор развития — это назначение индивидуальных дозировок, безопасное лечение, и мы полностью его поддерживаем. Единственное, что нам пока недоступно, так это применение специализированных таргетных химиопрепаратов в случае утраты накопления йода клетками щитовидной железы, которые позволяют заблокировать сигналы мутации клеток и вернуть способность клеток метаболизировать йод.

Большинство мировых клинических рекомендаций содержат раздел, посвященный радиойодтерапии детей. В нем оценены всевозможные риски облучения. Детский возраст, безусловно, требует особого внимания, так как наблюдается нестандартный ответ на классические протоколы радиойодтерапии. Нами была выделена группа пациентов детского возраста, которым не рекомендуется проведение радиойодтерапии, и группа, которой требуется снижение дозировки радиофармпрепарата.

— **Какие радиофармпрепараты для диагностики и терапии вы применяете, кто их производит? Как изменится ситуация, когда заработает завод по производству РФП в Обнинске?**

— За весь период существования нашего подразделения нам довелось использовать радиофармпрепараты как отечественного, так и зарубежного производства. К ним относятся натрия йодид, ¹³¹I; радия хлорид, ²²³Ra; натрия йодид, ¹²³I; МИБГ, ¹²³I и РФЛП на основе генераторов технеция-99m. Качество всех препаратов соответствует отечественным и международным стандартам (фармакопей).

Кстати, изначально у нас была некоторая предвзятость, что импортные препараты лучше. И мы проводили независимый контроль качества, проверяли химическую чистоту препаратов, исследовали побочные эффекты у пациентов. И никаких отличий мы не нашли, отечественные препараты не хуже импортных. Сейчас на рынке только отечественные поставщики.

Я считаю, что на данный момент потребность в радиофармпрепаратах в России удовлетворяется не в полной мере. Производители часто предлагают так называемые «предшественники», то есть химические соединения, которые еще не являются готовыми радиофармпрепаратами. Это снижает повсеместное применение новых радиофармпрепаратов в России. То есть в чем проблема? Все хотят получать готовую формулу препарата, ведь чтобы его синтезировать на базе медицинского лечебного учреждения, нужно специальное техническое оснащение, специальное помещение, специальная лицензия на производство, требуется очень много документов и разрешений. В штате лечебного учреждения должен быть радиохимик. Вообще большое количество людей должно быть задействовано в том, чтобы оценить безопасность и радиохимическую чистоту препарата. Такие препараты нельзя просто взять и принять, это не аспирин. С запуском завода в Обнинске, надеюсь, врачам будут предлагаться готовые лекарственные формы, так как подразделения медучреждений в подавляющем большинстве не располагают соответствующими лицензиями на их изготовление.

— **Появились ли в последнее время новые радиофармпрепараты на основе йода?**

— На рынке новых форм не появилось. Однако можно похвалить отечественного производителя, который в 2020 году зарегистрировал фармсубстанцию высокой концентрации йода-131. Эксплуатация этой фармсубстанции снижает нагрузку на персонал, поскольку экономит время на изготовлении препарата. Давно планируют регистрацию МИБГ, ¹³¹I для лечения нейроэндокринных опухолей.

— **Насколько безопасна практика применения РФП для медперсонала, для родственников пациентов?**

— Согласно нормам радиационной безопасности, принятым в России, пациенты не имеют права покинуть палату нашего Центра, пока их радиационный фон не будет менее 20 мкЗв/ч. При таком радиационном фоне пациент становится безопасным для окружающих. Наши пациенты получают выписку с определенными рекомендациями, как вести себя дома и в целом при контакте с окружающей средой. В памятках прописан подробный алгоритм ограничительных мер. Основная рекомендация — это держать расстояние. После выписки наши пациенты могут общаться, они не должны находиться в изоляции. Но если человек работает с детьми, например

в детском саду, то мы даем ему рекомендацию две-три недели близко с ними не контактировать.

А что касается медицинского персонала, то, конечно, у нас есть так называемая «горячая зона», куда есть доступ только для определенных работников. Пациенты находятся в палатах со специальной вентиляцией, и весь выходящий воздух фильтруется с помощью специализированных угольных фильтров. Все палаты оборудованы специальными санузлами и канализацией. У нас ведется контроль индивидуальных доз облучения каждого медицинского работника. Эти данные мы постоянно загружаем для учета контролирующими органами.

— **Ожидаете ли вы в ближайшее время новых открытий, прорывов в сфере радионуклидной диагностики и терапии и с чем они могут быть связаны?**

— На сегодняшний день радионуклидная терапия — это перспективнейшее направление лечения онкологии. Это лечение не только щитовидной железы, но и молочной, поджелудочной железы, нейроэндокринных образований. В целом к любому органу можно подобрать свой радионуклид и линкер, который обеспечит адресную доставку. Отсутствие учета возраста, клинико-лабораторных и топических параметров визуализации, фармакокинетики РФЛП и коморбидности является не безупречным с точки зрения радиационной безопасности и риска развития радиационных осложнений. Поэтому безоговорочно требуется пересмотр подхода в связи с расширением научных знаний в области персонализированной радиационной эндокринологии.

Инновационные разработки нашего Центра успешно применяются при проведении радионуклидной диагностики и терапии тиреотоксикоза и дифференцированного рака щитовидной железы (ДРЩЖ). К ним относится, в частности, прогнозирование и мониторинг эффективности и безопасности лечения пациента как на стационарном этапе, так и в динамике после лечения. Тераностика адаптирует медицинскую практику под конкретного пациента, оптимизируя терапевтический план, улучшая долгосрочный прогноз и снижая дозозависимую токсичность. Мультиомная радионуклидная визуализация необходима для разработки комплексного подхода к лечению пациентов с ДРЩЖ и гетерогенными метастатическими поражениями, теряющими способность поглощать йод-131.

Что касается НМИЦ эндокринологии Минздрава России, то мы очень надеемся, что в ближайшее время сможем помогать пациентам с нейроэндокринными патологиями. В перспективе одобрение радиофармацевтического лекарственного препарата на основе лютеция-177 ¹⁷⁷Lu-DOTA-TATE, направленного на соматостатиновые рецепторы 2-го типа (SSTR2) в нейроэндокринных опухолях (НЭО), значительно расширит возможности применения таргетной радионуклидной терапии в нашем Центре.

Справка

Ядерная медицина — быстро развивающаяся отрасль отечественного здравоохранения. Ее технологии помогают максимально эффективно и безопасно диагностировать и лечить ряд онкологических, кардиологических, неврологических и иных заболеваний. Госкорпорация «Росатом» является флагманом развития ядерной медицины в России. Крупнейший проект Росатома в сфере здравоохранения — строительство в Обнинске Калужской области завода по производству радиофармпрепаратов — признан стратегически важным для обеспечения лекарственной безопасности страны и получил поддержку государства в рамках специального инвестиционного контракта в 2023 году.

Сегодня Росатом уже выпускает 11 РФП для диагностики, лечения и тераностики онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний. Радиоизотопная продукция Росатома позволяет проводить в России порядка одного миллиона диагностических и терапевтических процедур ежегодно. Росатом сумел провести импортозамещение отдельных видов изотопной продукции в максимально короткие сроки. Удалось заместить генераторы технеция-99m французского и польского производителей, а также натрия йодид, ¹³¹I венгерского производителя.

После старта работы завода Росатома в Обнинске в 2025 году линейка препаратов будет существенно расширена. Планируется, что 21 технологическая линия завода будет выпускать до 25 наименований готовой продукции. Объект будет реализован в соответствии с международными стандартами GMP (надлежащая производственная практика).

На базе завода будет производиться широкая номенклатура радиофармпрепаратов и активных фармацевтических субстанций, включая наиболее востребованные продукты на основе изотопов йод-131, самарий-153, молибден-99. Также завод представит перспективные активные радиофармацевтические субстанции и радиофармацевтические лекарственные препараты на основе лютеция-177, актиния-225, радия-223 и других изотопов.

Радиофармпрепараты Росатома будут использоваться специалистами в области ядерной медицины для лечения пациентов, у которых диагностированы нейроэндокринные опухоли, миелоидные заболевания, рак предстательной железы, почек, костных тканей, слюнных желез, опухоли головного мозга, солидные опухоли, нейробластома, рак легких, яичников, мочевого пузыря, молочной железы, кожи, печени, поджелудочной железы, кишечника, щитовидной железы, неходжкинские лимфомы и многие другие нозологии.

Централизация максимально полного спектра услуг в едином контуре Росатома сократит издержки на каждом этапе производства, что позволит сделать радиофармпрепараты доступными для жителей нашей страны. Размещение производства в Обнинске обеспечивает оперативность поставок радиофармпрепаратов в медицинские учреждения по всей России и миру.

Технологический суверенитет		На фото
	Текст: Ирина Дорохова Фото: Ветроэнергетический дивизион Росатома, «АТОМ», Топливный дивизион Росатома	Медвеженская ВЭС Росатома, Ставропольский край

Притяжение редкоземельных магнитов

Росатом обеспечит технологический суверенитет России в цепочке поставок от редкоземельного сырья до готовых магнитов для ветроэнергетики и электродвижения

«Русатом МеталлТех» (компания-интегратор Топливного дивизиона госкорпорации «Росатом» по направлению «Металлургия») реализует проект по созданию в России производства редкоземельных магнитов, которые нужны для высокотехнологичных производств, прежде всего электромобилей и ветрогенераторов. После его запуска Россия обеспечит потребности в магнитах и укрепит свои позиции на мировом рынке, где сейчас доминирует Китай.

Росатом создает полную технологическую цепочку от редкоземельных металлов (РЗМ) до готовых изделий: развивает производство электромобилей, строит ветровые электростанции, выпускает РЗМ-содержащую руду, инициировал создание первого в России производства индивидуальных РЗМ. И, наконец, приступает к восстановлению российского производства постоянных редкоземельных магнитов.

Будущее предприятие

«Русатом МеталлТех» проводит инженерные изыскания и начал разрабатывать проектную документацию, необходимую для начала строительных работ. В этом году должны быть приняты ключевые финансовые и технологические решения, чтобы успеть построить новое предприятие в запланированные сроки. Первая очередь мощностью 1000 тонн в год должна быть запущена в 2028 году в Глазове на площадке промышленного парка недалеко от Чепецкого металлургического завода (входит в Топливную компанию Росатома «ТВЭЛ»). Этот объем практически полностью удовлетворит потребности российского рынка.

Для обеспечения потребностей рынка в будущем «Русатом МеталлТех» намерен построить вторую очередь завода, и проектная мощность предприятия увеличится до 3000 тонн в год. «Высокотехнологичное производство постоянных редкоземельных магнитов на отечественном сырье позволит практически полностью удовлетворить потребности ключевых отраслей промышленности России в данной

продукции»,— уверен генеральный директор «Русатом МеталлТех» Андрей Андрианов.

При реализации проекта по производству магнитов «Русатом МеталлТех» планирует использовать различные инструменты господдержки. «Мы увидели, что большую часть бюджета проекта можно покрыть этими инструментами»,— отмечает Андрей Андрианов. Так, в соответствии с постановлением правительства № 1704 («Об утверждении Правил определения новых инвестиционных проектов, в целях реализации которых средства бюджета субъекта Российской Федерации, высвобождаемые в результате снижения объема погашения задолженности субъекта Российской Федерации перед Российской Федерацией по бюджетным кредитам, подлежат направлению на осуществление субъектом Российской Федерации бюджетных инвестиций в объекты инфраструктуры») можно построить здание завода за счет бюджетных средств Удмуртской Республики. Другое постановление правительства обнуляет ввозные таможенные пошлины. Участие в программе «Приоритетные проекты» дает льготное финансирование (под 1%) на покупку оборудования. Кроме того, вхождение в ТОР «Глазов» обеспечит предприятию снижение налоговых ставок.

Задача-минимум предприятия — обеспечить внутреннее потребление России на рыночных условиях. Но команда «Русатом МеталлТех» нацелена на большее. «Мы со своим заводом намерены работать не только на российский рынок, но и на международный. Сегодня там одни правила, завтра они

Основные этапы производства постоянных редкоземельных магнитов



1. Производство металлических индивидуальных РЗМ



2. Выплавка магнитного сплава (стрип-кастинг)



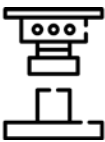
3. Измельчение



4. Прессование



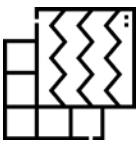
5. Высокотемпературное спекание



6. Прессование



7. Механическая обработка (резка, шлифовка)



8. Покрытие защитным слоем



9. Намагничивание



На фото

Российский предсерийный электромобиль «АТОМ»

могут поменяться. Поэтому, если мы сможем добыть конкурентоспособное сырье и найти технологические режимы, обеспечивающие нужную экономику и качество, должна получиться конкурентоспособная себестоимость продукта»,— отмечает Андрей Андрианов.

Рынок редкоземельных магнитов в России

Более 95% потребности рынка РФ в редкоземельных магнитах обеспечиваются поставками из Китая. Объем поставок с 2020 года, по данным исследовательской группы «Инфомайн», колеблется около цифры в 1 тыс. тонн в год.

В компании «Русатом МеталлТех» прогнозируют рост спроса на редкоземельные магниты в ветроэнергетике, электротранспорте и в других направлениях (нефтяное, газовое, энергетическое и химическое машиностроение). Так, если в 2022 году было введено 230 МВт ВЭС, то за 12 лет, до 2035 года, установленные мощности ветростанций вырастут на 4,5 ГВт. Таким образом, среднегодовой прирост в этот период увеличится более чем в полтора раза, составив 375 МВт. Но это в среднем. По данным Ветроэнергетического дивизиона Росатома, в 2024–2029 годах должны быть введены в эксплуатацию около 3 ГВт ветроэнергетических мощностей, тогда как в 2030–2035 годах — лишь 1,7 ГВт.

Использование российских магнитов способствует получению льгот для отечественных производителей ветроустановок, так как дает 10 баллов к уровню локализации (от них зависит получение льгот). Это много: в 2025–2030 годах необходимо получать 87 баллов, в 2031–2035 годах — 102 балла.

В сегменте электромобилей прогнозируется рост потребления. Так, если в 2023 году было выпущено 7,4 тыс. электромобилей, то план

на 2035 год — 506 тыс. «С нашей точки зрения, электромобильность — один из ключевых вытягивающих компонентов спроса на постоянные магниты, потому что большинство современных электроприводов требуют постоянных редкоземельных магнитов»,— отмечает директор по стратегическому развитию бизнеса «ТВЭЛ» Павел Азгальдов.

Таким образом, важнейшим фактором спроса на редкоземельные магниты в России будет успешность электротранспортных проектов, а также энергетическая политика российского правительства — перспективы и условия создания новых ветровых мощностей.

Рынок редкоземельных магнитов в мире

В структуре мирового потребления РЗМ, по данным Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA) на 2022 год, на редкоземельные магниты приходится 29%. Наибольшие доли потребления таких магнитов — в сегментах бытовой электроники, электротранспорта (автомобили, самолкаты и проч.), ветроэнергетики.

По данным Минэнерго США, опубликованным в отчете Rare Earth Permanent Magnets в феврале 2022 года, Китай абсолютно доминирует на рынке производства редкоземельных магнитов с долей 92%. На втором месте с долей 7% Япония, доля прочих производителей из США, Вьетнама, Германии, Словении и Финляндии менее 1%.

По данным исследовательской группы «Инфомайн», в структуре китайского экспорта редкоземельных продуктов в 2021–2023 годах магниты стали лидерами продаж. С 2003 до 2021 года, за исключением 2010 и 2011 годов, Китай продавал преимущественно соединения РЗМ (продукты более низкого передела). Объем производства редкоземельных магнитов в Китае «Инфомайн» оценивает в 300 тыс. тонн в год.

По данным Ветроэнергетического дивизиона Росатома, в мировой ветроэнергетике в середине 2010-х годов с долей около 70% преобладала редукторная технология ветрогенераторов, в ней постоянные редкоземельные магниты не нужны. На долю безредукторной технологии прямого привода, где использование редкоземельных магнитов составляет 0,7–1,3 тонны на мегаватт установленной мощности, приходилось в то же время немногим более 20%. Однако в последние годы начала активно развиваться гибридная технология, где потребление редкоземельных магнитов не превышает 0,1 тонны на мегаватт. Она в настоящее время быстро наращивает долю рынка за счет обоих «традиционных» сегментов. На конец 2023 года в сегменте ветроэнергетики доля редукторной технологии составляла около 59%, технологии прямого привода — примерно 19%, гибридной — около 22%. Как отметил глава Ветроэнергетического дивизиона Росатома Григорий Назаров, в ближайшие несколько лет тенденция сохранится.

Таким образом, динамика спроса в сегменте редкоземельных магнитов будет зависеть от сочетания двух факторов: наращивания объемов выпуска изделий, где используются редкоземельные магниты, с одной стороны, и стремления снизить объем их использования без потери свойств — с другой. На это нацелены многие научные исследования, в том числе в России.

Магнитная наука

Одно из направлений научных исследований в сфере редкоземельных магнитов — замещение дефицитных РЗМ «тяжелой» (иттриевой) группы на более дешевые и доступные «легкие» — цериевой группы. В России такие разработки выполняют Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН, Ведущий НИИ химической технологии (ВНИИХТ) и Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности («Гиредмет»). В 2021–2023 годах ученые разработали технологию и изготовили опытные образцы постоянных редкоземельных магнитов, себестоимости которых на 20% ниже обычных, благодаря замене дорогих неодима и празеодима на более дешевые лантан и церий. Магнитные свойства полученных магнитов не уступают марке магнитов N42H, которые сейчас применяются в российских ветроустановках.

Уральский федеральный университет (УрФУ) и «Гиредмет» ведут разработку технологических решений для производства постоянных магнитов сложной формы с использованием 3D-печати. Она дает новые возможности не только благодаря недорогому изготовлению магнитов сложных форм, но и благодаря возможности создавать градиент магнитных свойств. Трехмерная печать пригодится для сложных магнитных систем, датчиков магнитного поля, роторов, двигателей и проч.

ВНИИХТ и УрФУ разработали технологию переработки магнитных отходов для извлечения ценных РЗМ и создали для нее опытный участок. Технология позволяет извлекать не менее 90% РЗМ. Ученые также выполнили предварительное ТЭО предприятия по промышленной переработке постоянных магнитов (мощностью до 600 тонн отходов в год). Отметим, что в Евросоюзе, где не добывают редкоземельные металлы, и поэтому они считаются критически важными сырьевыми материалами с наивысшим риском в цепочке поставок, планируют получать к 2030 году не менее 15% РЗМ из вторичного сырья.

Еще одна задача, которую решают ученые, — повышение рабочей температуры магнитов (той, которую они могут выдержать, не размагничиваясь). Постоянные редкоземельные магниты размагничиваются при 120 °С, повторно их намагнитить и использовать уже невозможно. Особенно эта проблема актуальна для электромобилей, где компоненты нагреваются во время движения. Чтобы избежать перегрева магнитов, устанавливают системы охлаждения, а это дополнительные затраты. Поэтому чем выше рабочая температура магнитов, тем лучше.

Подробности

Магнитный СПИК

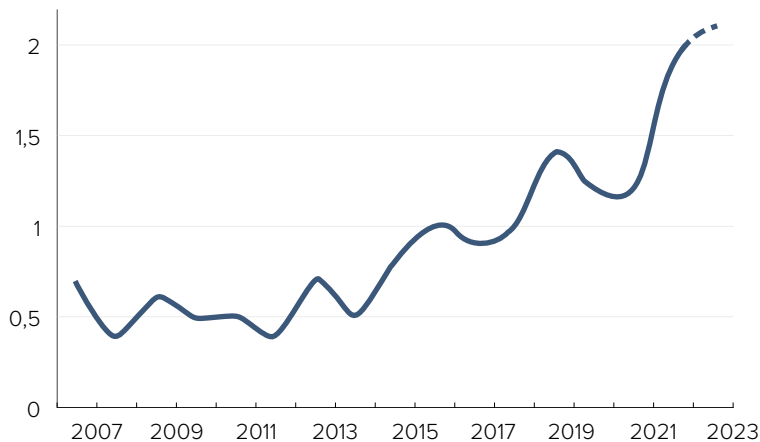
14 февраля 2024 года в рамках Международной выставки-форума «Россия» Минпромторг с одной стороны и «Русатом МеталлТех» и «Элемаш Магнит» (оба предприятия входят в Топливную компанию Росатома «ТВЭЛ») с другой подписали специальный инвестиционный контракт (СПИК) о создании производства постоянных редкоземельных магнитов. В соответствии с государственными требованиями к продукции, ко времени ввода нового предприятия будет поэтапно обеспечена полная локализация производства. СПИК будет действовать до момента запуска производства, это даст возможность закрыть потребности в поставках магнитной продукции для новых ветроэлектростанций, проектов в области электродвижения и прочих отраслей промышленности.

Специальный инвестиционный контракт — это инструмент государственной политики, направленный на стимулирование инвестиций в промышленное производство в России. В рамках СПИК инвестор заключает соглашение с государством, в котором фиксируются обязательства компании реализовать инвестиционный проект, а также обязательства государства обеспечить стабильность условий ведения бизнеса и предоставить меры господдержки. Заключение СПИК является основанием для получения статуса «Сделано в России» (необходимого, в частности, для выполнения условий по поставкам постоянных магнитов для новой ветрогенерации).

«Новый завод гарантирует импортозамещение поставок постоянных магнитов — важнейших составляющих для таких отраслей, как ветроэнергетика и электротранспорт, а также даст импульс развитию добычных и перерабатывающих проектов в сфере редких и редкоземельных металлов. Это обеспечит постоянный спрос на ряд ключевых редкоземельных элементов»,— отметил вице-премьер — глава Минпромторга России Денис Мантуров.



Динамика потребления РЗМ в России, тыс. тонн в пересчете на оксиды



Источник: исследовательская группа «Инфомайн»

Однако, как отметил исполнительный директор компании «АмперМагнит» и профессор физического факультета МГУ Александр Тишин, цена магнитов с тербием, которые выдерживают 240 °С, вдвое выше бестербиевых (выдерживающих 120 °С). По мнению Александра Тишина, рост производства высокотемпературных магнитов будет тормозиться из-за высокой цены тербия. Но, возможно, его предсказание не сбудется из-за динамики цен. По данным «Инфомайна», за год (с ноября 2022-го по ноябрь 2023-го) цена на тербий упала на 40%. Это самое значительное падение цен на РЗМ за исключением лантана, цена на который также понизилась на 40%.

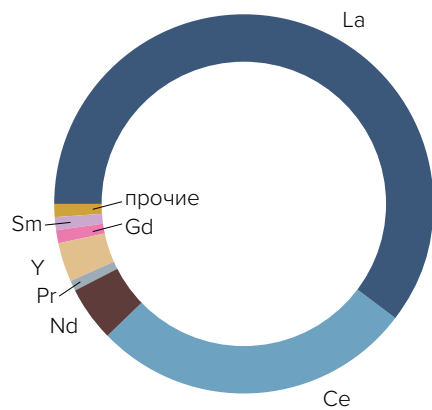
Снизить себестоимость магнитов с тербием, по мнению Александра Тишина, можно, уменьшив использование тербия до 1%. Таким образом, по его оценкам, в перспективе объем потребления тербия электромобильной отраслью может составить порядка 1 тыс. тонн.

Сырьевая база

В России пока нет производства индивидуальных соединений и металлов РЗМ. Разделительный комплекс на базе лопаритового концентрата с Ловозерского ГОКа будет создан на Соликамском магниевом заводе (оба предприятия входят в Горнорудный дивизион Росатома), где выпускают коллективные концентраты РЗМ. Предполагается, что разделительный комплекс будет запущен в 2026 году. Общий объем производства — 2,5 тыс. тонн карбонатов церия, лантана, неодима и празеодима в год. Из них 18% (450 тонн) будет приходиться на оксиды неодима и празеодима, это около 370 тонн металлов.

Кроме того, Горнорудный дивизион вместе с «Уралхимом» участвует в проекте «Фосфогипс». Из отходов предприятия «Воскресенские минеральные удобрения» (входит в «Уралхим») Соликамский магниевый завод планирует извлекать 4 тыс. тонн индивидуальных оксидов РЗМ. Из них около 20% (800 тонн

Структура потребления РЗМ по металлам в России



в оксидах, 700 тонн в металле) приходится на неодим и празеодим. Планируется, что это производство будет запущено в 2027 году. Также запланирован выпуск тербия и диспрозия.

В долгосрочной перспективе рассматривается разработка якутского месторождения Томтор. Пока предполагается, что руда с Томтора будет перерабатываться до металлов на Краснокаменском гидрометаллургическом комбинате. Предположительный годовой объем производства — 2,5 тыс. тонн коллективного концентрата и 3,5 тыс. тонн оксидов неодима и празеодима. Сроки запуска проекта пока не называются.

Поскольку в 1 тыс. тонн неодим-железо-борных магнитов — около 450–500 тонн неодима и бора, разделительных мощностей, работающих на лопаритовом и фосфогипсовом сырье, будет более чем достаточно, чтобы полностью покрыть потребности России в РЗМ для магнитов.

«Масштаб инвестиций в разделительные производства как минимум соизмерим с масштабами инвестиций в создание автомобильных заводов. Так что будут автомобили — будет и собственное производство редких земель», — уверен гендиректор СМЗ Руслан Димухамедов.

В случае успеха проекты Росатома в сегменте переработки и использования РЗМ сложатся в полную технологическую цепочку от минерального сырья до конечных высокотехнологичных изделий. Новые производства будут способствовать созданию технологической независимости России в интенсивно развивающихся сегментах ветроэнергетики и электродвижения, а также экономическому и технологическому развитию заводов, росту знаний и компетенций и улучшению жизни в городах и регионах размещения предприятий.

Текст: Евгений Рожков
Фото: АО «Аккую Нуклеар», АО «АСЭ»

АЭС «Аккую» — флагманский проект Росатома за рубежом

Иностранные спутники

Как живут и чем увлекаются российские атомщики, работающие на зарубежных площадках строительства АЭС



Росатом строит АЭС по всему миру. На крупнейшие стройки едут тысячи российских атомщиков со всей страны. Где-то для них созданы небольшие строительные поселки, где-то целые многоэтажные кварталы. Как устроен быт жителей пристанционных городков, зачем турецкие бизнесмены учатся делать творог для атомщиков, почему непопулярны бангладешские бары — про это и многое другое «Вестнику атомпрома» рассказали российские специалисты, работающие на стройплощадках атомных электростанций «Аккую», «Руппур» и «Эль-Дабаа».

АЭС «Аккую»

Площадка строительства АЭС расположена на юге Турции, на побережье Средиземного моря, в провинции Мерсин. Если россияне — монтажники,

сварщики, электромонтажники — прибывают сюда на несколько месяцев для выполнения определенного вида работ, то они, как правило, живут в общежитиях недалеко от площадки строительства либо на самой площадке и, конечно, приезжают без семей. Инженеры, те, кто контролирует ход строительства, и будущий эксплуатационный персонал обычно переезжают с семьями. Атомщики получают от работодателя релокационный пакет, в который входит компенсация аренды жилья. Сумма при этом зависит от количества детей в семье: если ребенок один, сумма выше базовой компенсации на 30%, если два и более — на 50%. Компания помогает с подбором риелтора, предоставляя контакты надежных русскоязычных специалистов.

«Сотрудники, которые, как и я, решили поселиться в Ташуджу — ближайшем к площадке строительства АЭС крупном поселке, — живут в типовых четырех-пятиэтажных домах, возраст жилья обычно не превышает пяти лет. Квартиры сдаются с мебелью и всеми



На фото

Российские специалисты, работающие на проекте АЭС «Аккую», часто посещают исторические, архитектурные и природные достопримечательности, которыми богата Турция

необходимыми вещами. Единственный минус — отсутствие центрального отопления, большая часть домов отапливается кондиционерами, но прохладно здесь только в три зимних месяца, и сейчас идет газификация региона. Компания удовлетворяет все необходимые потребности сотрудников: это оплата аренды жилья, коммунальных услуг, детских садов и школ, частная и государственная медицинские страховки, перелеты к месту постоянного проживания и прочие льготы», — рассказывает Николай Зверев, эксперт производственно-технического отдела управления капитального строительства АЭС «Аккую».

Для детей сотрудников проекта работают детские сады и школа, ребята обучаются по российским образовательным программам. В 10–11-х классах идет обучение по универсальному профилю с углубленным изучением математики и английского языка. В начальной школе в каждой параллели есть математические классы.

И приятный бонус ко всему этому, конечно же, Средиземное море, да и сама Турция в целом: исторические места, в том числе вошедшие в число семи чудес света античного времени, многочисленные архитектурные памятники, курорты и завораживающая природа.

Часть сотрудников снимают жилье в поселке Силифке, расположенном примерно в 50 км от площадки АЭС «Аккую». Это районный центр, и в новых кварталах тут более распространена многоэтажная застройка. Для тех, кто хочет жить поближе к морю, есть возможность поселиться в квартале Кум Махаллеси

в Ташуджу — это поселок с малоэтажной застройкой прямо на берегу моря. «Нам важнее более развитая инфраструктура, поэтому мы с семьей решили снимать квартиру в Силифке. Жилье просторное, удобное, с мебелью и всем необходимым. Отопление за счет угольной котельной в самом доме, это не самый экологичный способ, и надеюсь, наша станция поможет решить эту проблему», — рассказывает Владимир Свадковский, главный специалист отдела тепломонтажных работ АЭС «Аккую». — В самом городе есть крупные супермаркеты, рынок, стадион, на котором играет местная футбольная команда. Есть магазины с одеждой, бытовой техникой, посудой. Если хочется большего разнообразия, за час можно добраться до центра провинции — города Мерсин».

Из всех мест, где сегодня Росатом строит зарубежные АЭС, провинция Мерсин, наверное, самое живописное место — море, горы, исторические и природные достопримечательности. «В свободное время здесь всегда есть чем заняться, очень распространен пеший туризм, походы, альпинизм. Конечно, есть рыбалка. Снасти, правда, немного отличаются от наших, ведь местные предпочитают рыбачить с катеров, выходя в открытое море. Клубов и кружков по интересам очень много — футбол, волейбол, хайкинг, бокс, йога. Для тех, кто ищет, проблем с активным и полезным отдыхом не возникает», — продолжает Николай Зверев.

Спектр коммерческих услуг, доступных атомщикам, большой. Если местные предприниматели помогают с базовым набором — электрика, мелкий ремонт, парикмахерские, уборка, починка одежды и обуви, то наши соотечественники занимают ниши, которых нет на рынке или которые в Турции не очень развиты. Это в первую очередь маникюр и косметические процедуры. Для тех, кто скучает по русской кухне, есть сервисы по приготовлению домашней еды. Кроме того, в связи с наплывом специалистов из России здесь большой спрос на русскоязычных нянь, педагогов, спортивных инструкторов.

Дефицита привычных продуктов тоже нет. «У нас в Ташуджу три русских магазина. Цены, конечно, выше, чем на местные продукты, но, если очень хочется колбасы или другой русской еды, можно себе позволить», — рассказывает Николай Зверев. Кстати, турецкие магазины быстро адаптируются к вкусам россиян: на прилавках обычных супермаркетов уже можно найти ржаной хлеб, пряники, сушки, селедку, гречку. «Из того, чего не хватает, — это сметана и творог. Местные производители пытаются сделать что-то похожее, но пока достойных аналогов нет. Зато мы привыкли к вкуснейшему турецкому йогурту», — говорит Владимир Свадковский.

В Турции отмечают, что строительство АЭС оказывает огромное влияние на экономику региона. Строятся новые дороги, тоннели, появилось много спортивных объектов, магазинов, ресторанов. Местный бизнес процветает, ведь на проект приехало большое количество платежеспособных специалистов.

После окончания строительства АЭС атомщики останутся эксплуатировать объект. Поэтому россиянам не обойтись без собственного атомграда на берегу Средиземного моря. Весной 2023 года компания «Аккую Нуклеар» подписала контракт с турецкой строительной компанией на строительство жилого городка из многоквартирных домов. Планируется, что в нем будут жить более 6000 человек в 2700 квартирах. Место для строительства города атомщиков выбрано недалеко от морского побережья, между Силифке и Ташуджу. В проекте запланированы детский сад на 450 детей, школы на 1000 учащихся, магазины, рестораны и кафе, медпункт и аптеки, отель. Площадь жилого городка составит более 700 тыс. м². Завершить строительство планируют в конце 2025 года.

АЭС «Руппур»

В полчасе езды от первой АЭС в Бангладеш создали поселок Грин Сити, состоящий из 19 многоэтажек, еще несколько строятся. Территория находится за ограждением, после 22:00 здесь действует ограничение на вход и выход. Атомщики до Грин Сити добираются на автобусах и микроавтобусах, а вот пользоваться привычным для бангладешцев тук-туком запрещено — это небезопасно.

«В домах Грин Сити европейская нумерация этажей: первый этаж считается нулевым (или ground floor). На этажах по шесть квартир. В этих квартирах по три отдельные комнаты, каждая для одного человека, кухня, общая комната отдыха с диванами и телевизором.

В квартирах все есть для жизни, но нет ванны, только душ, что немного непривычно», — рассказывает Каролина Кайзер, специалист группы по реализации социальных проектов АО «АСЭ».

В одном из домов Грин Сити живут бенгалцы, сотрудники и семьи сотрудников ВАЕС (Комиссии по атомной энергии Бангладеш). Поблизости есть еще поселок Бангла Кутир, там дома коттеджного типа и одноэтажные hostels, с отдельными комнатами или квартирами. Проживание везде бесплатное, за коммунальные услуги платить тоже не нужно. Семейных селят по две семьи в одну трехкомнатную квартиру. Если супруги с детьми, то в одну квартиру заселяется одна семья.

Впрочем, с семьями редко кто приезжает на работу. Супруга или супругу специалиста ждут на стройке, если для них найдется должность, соответствующая их образованию и опыту работы. Но сотрудники, которые особо важны и ценны для строительства АЭС, могут привезти семью при условии согласования специальной комиссией по социальным вопросам.

В Грин Сити очень популярен спорт. Для спортсменов несколько раз в год проводятся спартакиады по 17 видам спорта и дисциплинам (армрестлингу, беговым дисциплинам, футболу, баскетболу, бадминтону, бильярду, дартсу и др.). Занимаются атомщики и на уличной спортивной площадке с тренажерами, она не пустует с утра до вечера. Есть спортивные залы с тренажерами и беговыми дорожками в помещениях.

На фото

Поселок атомщиков Грин Сити расположен в полчасе езды от площадки строительства АЭС «Руппур»



В жилом городке работает детский сектор. Дети здесь находятся с 7:00 до 19:00. Школьники обучаются в малых группах (8–9 человек) в классах с 1-го по 9-й. Обучение проводит московская школа дистанционного образования МШСО (Международная школа смешанного обучения). На занятиях ученики пользуются планшетами и ноутбуками. Так же сдают контрольные, домашние задания выкладывают в личный кабинет. Специалисты сектора присматривают за детьми, отвечают за безопасность и соблюдение режима.

В детском секторе работают и бесплатные кружки для взрослых. Здесь можно поучиться актерскому мастерству, вокалу, рисованию. Есть английский разговорный клуб. Сами жители организовали кружок по бачате и читательский клуб. В клубе обсуждают и кино — недавно, например, смотрели фильм «Оппенгеймер» режиссера Кристофера Нолана. В нынешнем году киноманам выделили помещение, и теперь они собираются в конференц-зале одного из домов по субботам.

Местная библиотека работает два дня в неделю по два часа. «Наш книжный фонд насчитывает 1684 экземпляра. Книги к нам поступают чартерными рейсами. Также книги приносят наши постоянные читатели и просто неравнодушные жители Грин Сити. Самые популярные жанры у атомщиков — это детектив, фантастика и классика. Самые

популярные авторы — Кинг, Пелевин, Ремарк, Кристи и Чейз. Планируем расширить фонд как минимум до 3000 книг», — рассказывает Данил Никитков, главный специалист группы по реализации социальных проектов на станции.

Что касается туристических поездок, поблизости от Грин Сити не так много мест для путешествий. «Но есть экскурсии, которые проводят местные «тур-операторы». Собирают небольшие автобусы и возят людей по знаковым и интересным местам: мечеть с 201 куполом, археологические музеи, древняя столица страны Сонаргаон, комплекс Такхана, буддийская вихара (обитель) в Пахарпуре. Также иногда бывают поездки в Кокс-базар, там хорошие виды на Бенгальский залив, и Силхет, где чайные плантации. Впрочем, собраться и поехать просто так нельзя — любую такую поездку атомщикам нужно согласовать со службой безопасности», — объясняет Каролина Кайзер.

Рынок местных услуг, которые развивают атомщики и их супруги в свободное от работы время, небольшой. В основном это сфера красоты для женщин. Айгерим Жамалидинова делает жителям Грин Сити маникюр «как в России». Сама она россиянка, училась с мужем-бенгальцем в одном университете. Он вернулся на родину строить АЭС, здесь они и поженились. Клиенток Айгерим принимает у себя дома в Грин Сити. «В день принимаю по одному человеку, по выходным по три человека за день. Чаще всего клиентки делают нюд, любителей яркого покрытия на ногтях не много. Технику и материалы для маникюра привезла сама из России. Некоторые мои девочки сами предлагают привезти что-то необходимое из России», — рассказывает Айгерим.

В местных супермаркетах есть привычный набор продуктов, пусть и с местным колоритом. «Но, конечно, мы немного скучаем по нашему традиционному набору — колбасным изделиям, свинине, шоколаду, салу, бородинскому хлебу, йогуртам, селедке, соленьям, семечкам...» — говорит Каролина Кайзер.

АЭС «Эль-Дабая»

Первую атомную станцию в Египте строят в городе Эль-Дабая на берегу Средиземного моря, примерно в 300 км к северо-западу от Каира. Сейчас здесь одновременно строятся четыре энергоблока с реакторами ВВЭР-1200.

«Сам городок строителей АЭС «Эль-Дабая» находится на территории провинции Матрух, в городе Эль-Дабая. Здесь проживают сотрудники проекта из разных организаций и стран, помимо россиян здесь живут, например, египтяне. Все строители селятся в типовых трехэтажных домах на 12 квартир. Эти дома разделены на классы А и Б, но различаются только планировкой: в квартирах класса Б немного меньше площадь», — рассказывает Артур Резник, и. о. руководителя жилищно-эксплуатационного отдела.

В городке строителей АЭС «Эль-Дабая» много возможностей для интересного и полезного досуга



В каждой квартире три спальни, гостиная с обеденной зоной, кухня и совмещенный санузел. Кровати, постельные принадлежности, кондиционеры, обогреватели, письменные столы, стулья, шкафы, прикроватные тумбочки — все это предоставляется бесплатно. Каждый строитель занимает одну комнату, а встречаются они в общей гостиной, где есть обеденный стол, диван и кресла, телевизор. На кухне — бытовые приборы, набор посуды и приборов, очиститель воды и газовая плита.

«Отопления, как в большинстве теплых стран, в квартирах нет. Поэтому сотрудникам предоставляются обогреватели или кондиционеры с функцией обогрева. Зимой по ночам прохладно, поэтому теплый свитер в гардеробе не помешает», — объясняет Артур Резник. — За жилье коллеги не платят, однако оплачивают коммуналку. Руководители, кстати, тоже проживают в этих домах».

Закончив работу на станции, россияне возвращаются в жилой городок на бесплатном автобусе — они отходят каждые полчаса. В близлежащие супермаркеты и на рынки вечером также ездят бесплатные автобусы. После работы в городке идет обычная жизнь. Есть курсы арабского и английского, иностранцы изучают русский. Есть спортивные секции, «качалка», кино клуб. Очень активно беговое сообщество, члены которого регулярно участвуют в забегах по всей территории Египта.

Некоторые жители городка оказывают друг другу услуги в свободное от работы время. Женщины, например, развернули в городе настоящую фабрику красоты. Можно сходить на маникюр, массаж, косметические процедуры, к парикмахеру. У мужчин выбор куда скромнее — один барбершоп, в котором стригут и бреют египтяне. Баров на территории городка нет: в стране алкоголь дорог и непопулярен вне курортов. Зато есть пекарня с привычными для россиян товарами. Например, там продают хорошо знакомые пирожки, сосиски в тесте, хлеб, десерты и даже пельмени.

«В конце прошлого года стартовал проект «Маршрут выходного дня», который был создан сотрудниками для сотрудников. В рамках этого проекта был выпущен туристический буклет и разработан веб-сайт с рекомендациями для путешествий по Египту. На выходных многие выезжают в Александрию и Каир, а в летний период ездят в курортный город Мерса-Матрух, который расположен на побережье Средиземного моря», — рассказывает Арина Голеусова, специалист управления коммуникаций АО «АСЭ».

Планов по развитию жилого городка — громадье. Ведется строительство воркаут-зоны для взрослых с тренажерами и еще одной детской площадки, планируется открытие культурно-досугового центра, теннисных кортов, площадки для баскетбола 3х3, рынка и гипермаркета.

Среди жителей Грин Сити популярен здоровый образ жизни: несколько раз в год здесь проводятся спартакиады по 17 дисциплинам и видам спорта



Творческий композит

Science Drama как синтез науки и искусства



Премьера проекта Science Drama состоялась в 2016 году в Новосибирске. Идея объединить профессиональных актеров и харизматичных ученых в читке пьесы, посвященной науке, оказалась привлекающей, и за 8 лет существования формата в 18 регионах присутствия Информационных центров по атомной энергии (ИЦАЭ) прошло около сотни постановок, неизменно собирающих любителей науки и театра. Только в Нижнем Новгороде в 2023 году посетители ИЦАЭ увидели четыре совершенно разных спектакля. Кроме того, в 2023 году сотрудники Информцентров впервые создали текст пьесы своими силами: презентация книги Топливной компании Росатома «ТВЭЛ» «Раскрывая тайны превращения» прошла в формате Science Drama в Калининграде, Нижнем Новгороде, павильоне «Атом» на ВДНХ и в НИЯУ «МИФИ».

Кто-то должен?

Science Drama по повести Даниила Гранина «Кто-то должен» состоялась в ИЦАЭ Челябинска. Научный творческий поиск или долг и рутинные, но выигрышные проекты, увлеченный исследователь или уверенный в себе бюрократ — какой из выбранных героями путей верен, в чем смысл их жизни и деятельности?

«Для удачной работы нужна душевная гармония, ощущение полноты жизни, пусть на ходу, на улице, но чтобы замечать весну, подстриженные, уже краснеющие ветки, желто-зеленую траву, лезущую из-под крупитчатого, истоньшалога снега. Нельзя, как Селянин, лишать себя всех радостей. Это приводит к бесплодию. Да и есть ли открытие более дорогое, чем любовь, солнце, друзья?! Еще один патент, еще одна статья, ну и что, разве это заменит, возместит потерянную полноту жизни?! Жизнь — это больше чем работа», — считает главный герой постановки Дробышев, убеждая в этом же неудачливого изобретателя Селянина. Но через два года герои меняются местами, и фраза

«Но кто-то же должен» становится внутренним девизом Дробышева, который понимает, что порой идея и ее реализация гораздо важнее признания и правильной репутации в научно-бюрократическом мире.

Режиссером постановки выступил Олег Иванов, выпускник Театрального института им. Б. Щукина, актер театра и кино. Он уже не впервые участвует в проекте Science Drama в качестве режиссера. «В театре время от времени приходится заходить на территорию драматурга, и Science Drama — хороший повод развивать эти умения. Понятно, что мы используем и реквизит, и музыку, и участники порой замечательно играют. Но исходной точкой всегда является текст — измененный, сокращенный, перемонтированный. Интересно и ответственно работать с учеными, высокообразованными людьми без актерских навыков. Некоторые театральные договоренности, за которыми порой можно скрыть пробелы в замысле, здесь отсутствуют. Поэтому расслабиться не получается, и такая работа становится творческим тренингом по ясному и яркому выражению мыслей. И, конечно, привлекает замечательная атмосфера открытости, любви к познанию мира, интереса к жизни», — рассказал режиссер о причинах, по которым регулярно сотрудничает с ИЦАЭ Челябинска.

Александр Герасимов, участник постановки, оценил актуальность повести, написанной более 50 лет назад. «По сути, это история про человеческие отношения, которые, несмотря на время, на строй, не меняются ни на грамм. Каждый, кто имеет отношение либо к науке, либо к чему-то бюрократическому, может найти себя в ней», — подчеркнул исполнитель роли Селянина.

А Рифат Абдрашитов, который сыграл Дробышева, отдельно отметил характеры героев: «Даниил Гранин показывает людей науки неожиданно мятущимися. Их прямо штормит. Ты понимаешь, что, если бы было поменьше рефлексии в их жизни, их так бы не качало от творческого задора и одержимости в апатию и грусть, в эти залысины, которые так раздражают. Хорошо, если у тебя внутри есть стержень. Но, как показывает судьба наших героев, любая ситуация может этот стержень от тебя оторвать».

«Какая девочка не мечтает стать актрисой? Но наступает взрослая жизнь, приобретается «серьезная», по мнению родителей, профессия... И вот среди ответственности за жизни пациентов и рабочих обязательств появляется возможность почувствовать себя другим человеком и одновременно принести пользу науке! Уникальный способ изобретен ИЦАЭ: проект с немного трагичным названием Science Drama стал для меня любимым мероприятием с 2017 года, а пьесы, адаптируемые к читке режиссером и сценаристом Олегом Ивановым, заставляют глубоко переживать за своих персонажей. Одновременное участие актеров и ученых не только позволяет «скучным» ученым приблизиться к прекрасному и раскрыть себя с несколько непривычной стороны, но и дает возможность зрителям глубже оценить роль

исследователей», — считает исполнительница роли Клавды Екатерина Мозерова, кандидат медицинских наук, заведующая отделением радиотерапии общего профиля Челябинского онкоцентра.

Вне Земли

Во Владимире Science Drama прошла в форме юпитр-спектакля. «То, что мы сделали, — это больше, чем просто читка. Во время читки пьесы актеры нащупывают интонации, ищут характер своего персонажа, детально разбирают текст, а у нас получилась слаженная игра — спектакль, где актеры просто иногда поглядывают в текст, как музыканты в ноты во время выступления», — рассказал Владимир Лаптев, режиссер-постановщик спектакля, заслуженный артист Эстонской ССР, заслуженный работник культуры РФ.

Пьесу по фантастической повести Константина Циолковского «Вне Земли» написал эксперт ИЦАЭ Владимира, учитель физики, почетный работник образования РФ Александр Тучин. «Об этой повести я узнал из лекции астронома Владимира Сурдина. Меня привлекло то, что действие происходит в 2017 году, то есть в наши дни. И, конечно, было интересно проанализировать, что гениальный ученый-самоучка предугадал, а в чем ошибся», — пояснил Александр.

Повесть начинается как утопия: в роскошном замке в Гималаях живут ученые разных национальностей, которые общаются друг с другом и занимаются научными исследованиями. Гельмгольц, Лаплас, Галилей, Ньютон и Франклин — фамилии героев хорошо известны в современном мире, но русский ученый носит фамилию Иванов.

«Конечно, Циолковский мог бы дать герою-русскому любую фамилию: у нас достаточно ученых, которых знает весь мир. Но мне кажется, что выбор типичной



Идея объединить профессиональных актеров и харизматичных ученых в читке пьесы, посвященной науке, оказалась привлекательной, и за восемь лет существования формата в 18 регионах присутствия ИЦАЭ прошло около сотни постановок, неизменно собирающих любителей науки и театра.

русской фамилии говорит о том, что любой русский человек может достичь глобальных высот, если он увлечен идеей,— прокомментировал исполнитель роли Гельмгольца Виктор Малыгин, профессор, доктор филологических наук.— И наша увлеченность материалом уже сейчас, после премьеры, позволяет мне сказать: это просто космос! Физику в таком виде (а в тексте ее было много) хорошо усваивают и школьники, и взрослые гуманитарии».

Далее утопия превращается в настоящий научно-фантастический роман. Иванов придумывает ракету. После нескольких месяцев упорного труда, чертежей и расчетов герои строят ее, попутно решая проблемы с топливом, снабжением пассажиров и экипажа воздухом, едой и водой. Испытание в виде полета вокруг Земли проходит успешно, и герои совершают путешествие на Луну, строят там базу, а после их возвращения человечество, которым руководит единое правительство, создает космический флот и отправляется осваивать новые миры.

«Для меня тема Циолковского очень важна. У меня дома есть одна из его книг, старинное издание тех

времен, и мой сын, которому сейчас уже за 40 лет, в детстве это читал. Когда он узнал, что в Калуге дети забрасывали Циолковского камнями и говорили, что он сумасшедший, мой сын плакал. Он понимал, что дети были неправы. И я не мог не включиться в этот проект. Для меня эта история, связанная с Циолковским, с его книгой, с его мечтаниями,— это будущее для человечества, хотя я твердо уверен, что наше место — на Земле. Это наш космический дом»,— рассказал режиссер попиптр-спектакля Владимир Лаптев.

Постановка завершилась лекцией: Александр Тучин объяснил зрителям, в чем разница между фантастической повестью Циолковского и реальностью. «Главное, в чем Циолковский ошибся,— это сроки. Первый человек полетел в космос не через 100 лет, в 2017-м, а через 40 — в 1961 году. Еще одно отличие: чтобы преодолеть последствия ускорения при взлете, герои лежат в ваннах, наполненных водой, а после наступления невесомости выбирают оттуда. Но эта технология не прижилась. Космонавтам изготавливают индивидуальные ложементы, идеально подходящие им по размеру»,— объяснил эксперт.

«И все-таки она вертится!»

Издание книги «Раскрывая тайны превращения» было приурочено к 70-летию отечественной газодиффузной технологии. История создания газовых центрифуг, возникавшие сложности, привлечение иностранных специалистов, озарения, пришедшие в голову русским конструкторам, и воспоминания ветеранов, которые с нуля создавали уникальные устройства для обогащения урана,— все это нужно было изложить понятно, но точно, в виде истории с сюжетом и динамикой, иначе спектакль бы не получился.

Идею подсказали новые технологии в сочетании с актуальными театральными тенденциями. Во-первых, во время обсуждения будущего сценария было решено, что на протяжении всего спектакля 3D-принтер будет печатать макет центрифуги. Во-вторых, чтобы увлечь зрителей, нужны яркие и необычные персонажи. Так в сценарии, помимо немецкого ученого Макса Штеенбека и ленинградского конструктора Виктора Сергеева, появились Газовая диффузия, Центрифуга и «рабочий парень» УЭХК (Уральский электрохимический комбинат).

Исполнительница роли Газовой диффузии, изображая строгую учительницу, «диктовала» зрителям: «Открываем тетради и пишем: все атомы состоят из ядра и облака электронов. Ядро состоит из протонов и нейтронов. Если в атомах одинаковое количество протонов, то это один и тот же химический элемент. Но иногда при одинаковом количестве протонов может быть разное количество нейтронов. Такие атомы называются изотопами. И если вы меня слушали, то поняли: уран-235 и уран-238 — это изотопы».

Исполнитель роли профессора Макса Штеенбека рассказывал о первых центрифугах и возникших сложностях, а также о «самонадеянных русских»:

«Сергеев вместе с Синёвым пришли ко мне, и Сергеев, задумчиво глядя на лабораторный образец, произнес: «А почему нельзя для передачи газа от одной центрифуги к другой применить отборники типа трубок Пито и использовать скоростной напор вращающегося газа?» Я отреагировал резко и однозначно: «Они будут тормозить поток, вызывать турбулентность и сведут разделение изотопов на нет!»

Талантливый молодой конструктор Сергеев спорил с именитым профессором: «Знаменитое немецкое упрямство против русской смекалки... «Будут тормозить поток!» Вот мы и проверим, будут или нет, у нас на заводе целая лаборатория есть! И мы оказались правы! Отборные трубки Пито стали универсальным способом создания механической циркуляции газа внутри ротора и передачи рабочего газа в следующую ступень для дальнейшего разделения. А главное, увидев конструкцию нашей центрифуги в действии, и доктор Штеенбек ее оценил. Он сам взялся провести расчеты оптимальной геометрии трубок Пито и определить размеры винтовых канавок молекулярного уплотнения».

Газовая центрифуга в спектакле оказалась немного эгоцентричной, но при этом обаятельной: «Я самая-самая! Я, как технология,— это удивительный сплав знаний по газодинамике, гидродинамике, роторной динамике, прочности, механике композиционных материалов, вакуумной и криогенной технике, трибологии, магнетизму, теплообмену, электротехнике, теории надежности, теории колебаний и многих других дисциплин. Если хотите, то я — в высшей степени технически элегантно устройство. Представьте себе километровые цеха, сотни тысяч одновременно работающих машин. Причем работают они практически безотказно более 30 лет без обслуживания. Фантастика!»

А исполнитель роли УЭХК сравнивал газодиффузионную и газодиффузионную технологии: «9 ноября 1961 года опытно-промышленный участок был включен в отборную часть технологической цепочки всего завода. Преимущества центрифуги сразу стали очевидны. Загибайте пальцы! Во-первых, 20-кратное снижение потребления электроэнергии на единицу продукции. Во-вторых, сокращение времени установления стационарного режима каскада и повышение эффективности производства. В-третьих, улучшение условий ядерной безопасности, так как газовые центрифуги относятся к ядерно безопасному оборудованию».

Режиссер из Калининграда Екатерина Саган не только стала постановщиком Science Drama, но и консультировала актеров на других площадках. «Мне было сложно брать в читку текст такого узкого профиля. Чтобы сделать его интересным для зрителя, особенно если он не специалист в этой области, мы придумали каждому персонажу отличительные черты и желания и выстроили между ними отношения разной степени напряженности. В целом все то же самое, что с любым другим текстом. Потом была задача выговаривать



правильно сложные слова из области физики, мы составляли ударения со словарем. Работа эта не трудная, был только увлекательный актерский вызов: не каждый день можно сыграть центрифугу!» — поделилась впечатлениями Екатерина.

Композиция и композит

Итак, в чем же секрет успеха формата Science Drama? Композитный материал состоит из двух или нескольких материалов с разными свойствами, сочетание которых позволяет создать совершенно новый материал с уникальными характеристиками. «Матрица» — это сама пьеса, в которой обязательно рассматриваются темы научного поиска, история науки, этические проблемы, связанные с новыми технологиями или человеческими отношениями в научном мире. А «наполнители» — это актеры и ученые, настолько вживающиеся в роли, что зрители порой не могут угадать, кто из исполнителей профессионально выступает на сцене, а кто читает лекции или проводит эксперименты в лаборатории. Синтез науки и искусства создает «творческий композит», а эмоциональная подача любой информации помогает запомнить ее более прочно. Вот такая научная композиция!

Развитием формата стали иммерсивные постановки, «вписанные» в историческое пространство. Так, в Озерске спектакль об Игоре Васильевиче Курчатове поставили в его доме-музее, владимирцы смогли познакомиться с физиком Александром Столетовым во флигеле, где его семья жила после революции, а иммерсивная прогулка по Академии «Маяк» «Невидимые нити» погрузила зрителей-нижегородцев в историю здания, инженеринговые технологии Росатома, биографии архитектора Шехтеля, предпринимателя Рукавишникова и атомщика Андрея Сахарова.





Федор Буйновский,
обозреватель «Вестника атомпрома»

Каким будет мир в 2040 году

Формула будущего глазами российского экспертного сообщества

В 2022 году Агентство стратегических инициатив и Российский экспортный центр запустили проект «Горизонт 2040» — визионерскую попытку экспертов описать будущее в виде основных вызовов и трендов, которые с разной степенью вероятности могут произойти в ключевых сферах социально-экономической жизни как российского, так и мирового сообщества, а также определить главные возможности и угрозы для развития на горизонте 2040 года.

Авторы в своей работе описали предпосылки к изменениям глобальных технологических трендов в текущем десятилетии. В частности, они считают, что наиболее заметным трендом мировой экономики становится процесс концентрации финансовых и научно-технических ресурсов в небольшой группе стран и в крупных транснациональных корпорациях, сосредоточенных на финансировании передовых биотехнологий и цифровых решениях. Также все большее влияние на процесс НТР оказывают геополитические процессы, развивающиеся в рамках противостояния стран и транснациональных корпораций, уже владеющих ключевыми компетенциями и базовыми технологиями в ряде областей (в первую очередь в сфере микроэлектроники), которые определяют уровень технологического развития и конкурентоспособности других отраслей экономики. Этому способствовал и произошедший в 2020 году массовый приток в экосистему цифровых платформ ранее закрытых личных данных граждан, произошедший по всему миру на фоне мирового кризиса. В результате вся мировая цифровая экосистема, базирующаяся на технологиях искусственного интеллекта, получила новый мощный импульс к развитию.

Большие тренды мировой экономики и технологической сферы

В проекте описаны наиболее заметные с точки зрения экспертов направления технологического развития в области цифровизации. Перечислим некоторые из них.

Во-первых, это дальнейшее развитие искусственного интеллекта (самообучающиеся системы различного назначения: распознавание образов, работа с большими данными, управление сложными процессами и др.). В результате ИИ все больше становится технологической базой для всей системы производства, распределения и потребления, в том числе высоко- и среднетехнологичного.

Во-вторых, квантовые вычисления и связь. Создание абсолютно защищенных и быстродействующих систем связи и управления. В перспективе это может привести к созданию «нового интернета».

В-третьих, системы дополненной (виртуальной) реальности.

Еще один тренд — всепроникающие системы поддержки принятия решений в различных сферах применения, включая управление транспортными средствами, хозяйством «умных городов» и т. д.

Также одним из новых качеств перспективных технологий может стать возможность саморазвития цифровизации вплоть до отраслевой сингулярности — замыкания развиваемого в интересах самого цифрового сектора ИИ на приток капиталов под ожидания и каскадный скачок развития в данном секторе.

Системный эффект — мультивселенные и их экономика, благодаря чему могут возникнуть значительные по масштабам виртуальные миры, обладающие признаками социализации и воспроизводства внутри себя и при этом выводящие капитал этих миров в реальную экономику.

Цифровая трансформация промышленности

Основные эффекты цифровой трансформации в сфере промышленности заключаются в формировании платформенной экономики. Ее суть — превращение транснациональных компаний, контролирующих цифровые платформы, в центры капитализации и, главное, в хранителей массивов больших данных

о поведении других субъектов экономики, о сделках и т. д. Это делает их реальными центрами экономической гегемонии в новой экономике. Отметим, что цифровые платформы де-факто выполняют функции государства по контролю за соблюдением правил, условий сделок и применению санкций к нарушителям.

Последствиями подобной трансформации являются:

- минимизация транзакционных издержек, «убери-зация» транспортно-логистических и иных вспомогательных услуг;
- расширение возможностей выхода на рынки, включая глобальные, даже для малых и средних компаний. Преодоление «проклятия» привязки к традиционному поставщику узлов и агрегатов;
- оптимизация технологических процессов (экономия материальных, энергетических, временных ресурсов);
- возможность быстрой кастомизации продукции, в том числе в рамках массового автоматизированного производства;
- формирование качественно новых рынков (например, рынка беспилотного транспорта);
- создание качественно новых материалов и веществ с заданными свойствами за счет их цифрового проектирования;
- изменение экологических характеристик производственных процессов и свойств конечной продукции;
- изменение объемов и структуры спроса на человеческий капитал.

Негативные последствия цифровизации и рост рисков кибербезопасности

Несмотря на повсеместный оптимизм относительно цифровых технологий, очевидно появление ряда отрицательных явлений, в их числе:

- пределы использования интернета вещей для объектов жизнеобеспечения;
- рост уязвимости общества к информационным войнам;
- новая роль дронов;
- исчезновение приватности;
- «новое неравенство» на основе личных данных;
- снижение издержек «цифровой антиутопии»: упрощение слежения, создание иллюзии выбора через персонификацию личного сетевого пространства;
- рост рисков платежных систем;
- рост уязвимости к кибератакам, в том числе со стороны государств;
- риски индивидуальных налоговых преступлений;
- возникновение новых видов преступной деятельности, например взлом любых криптосистем, в том числе обеспечивающих «цифровые деньги».

Энергетика

Не обошли своим вниманием авторы проекта и перспективы ядерной энергетики, считая ее одним из конкурентных преимуществ России.

Очевидными тенденциями ближайших десятилетий станут экспансия возобновляемой энергетики и замедление роста спроса на энергоносители, указывается в исследовании.

Климатическое регулирование приведет к снижению потребления ископаемых энергоносителей. Введение нового класса регулирования, связанного со стандартами выбросов углеводородов, несет в себе риски существенного замедления объемов потребления углеводородов. В этом сходятся авторы всех основных энергетических прогнозов.

В атомной энергетике, сочетающей в себе доступность, надежность, универсальность и экологичность, можно отметить следующие мировые тренды: переход на замкнутый ядерный топливный цикл и расширение ресурсной базы; создание ядерных реакторов IV поколения; распространение атомных станций малой и средней мощности; когенерация с наработкой тепла, опреснением воды, нефтепереработкой и/или производством водорода. По всем этим направлениям Россия является одним из мировых лидеров и имеет все возможности сохранить и приумножить технологическое лидерство к 2040 году.

В части перехода на замкнутый ядерный топливный цикл и расширения ресурсной базы ключевой технологией являются реакторы на быстрых нейтронах. В этой технологии Россия является безусловным мировым лидером. Проекты США, Европы и Японии так и не вышли за пределы исследовательских реакторов, работы в Китае и Индии отстают от российских. В части других технологий нового поколения следует отметить работы по высокотемпературному газоохлаждаемому реактору. Значительный опыт в области реакторов атомных ледоколов и подводных лодок, а также космических ядерных установок обеспечивает России приоритет в технологиях атомных станций малой мощности. Уже реализован проект плавучей АЭС «Академик Ломоносов» на основе реактора КЛТ-40, идет проектирование АЭС в поселке Усть-Куйга (Якутия) на базе реактора РИТМ-200, ввод которой намечен на 2028 год. Также предполагается строительство морской версии малых АЭС на базе реактора РИТМ-200 для энергоснабжения Баимского ГОКа на Чукотке. Ведется разработка и других малых реакторов. Особое внимание нужно обратить на реактор «Шельф» и термоядерную тематику, в которой у России также есть заделы.

Следует отметить, что автором данного раздела исследований является Д. Р. Белоусов, заведующий лабораторией Института народнохозяйственного прогнозирования РАН, руководитель направления анализа и прогнозирования макроэкономических процессов Центра макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования (ЦМАКП). Это одна из think tank («фабрик мысли») российских государственных органов власти. Наступило время синхронизировать свое видение будущего с видением экспертного сообщества, чтобы это будущее стало общим.

Фото: Машиностроительный дивизион Росатома

Металлурги Росатома приступили к ковке заготовок для первой в России наземной АЭС малой мощности, которую планируется построить в Якутии



ДАВАЙ ПОДЕЛИМСЯ



От А до Я!

От «Атомэнергомаша» до ЯОКа, от освоения Арктики до строительства АСММ в Якутии, от атомной науки до ядерных прорывных технологий — телеграм-канал газеты «Страна Росатом» рассказывает о важных событиях от А до Я.

Спрашивайте!

У вас есть уникальная возможность задать вопросы топ-менеджерам и ведущим экспертам.

Будьте в курсе!

В нашем телеграм-канале — горячие новости оперативные комментарии, в том числе выходящие далеко за пределы отрасли.



Присоединяйтесь, с нами интересно! Чтобы подписаться, отсканируйте QR-код или вбейте в поиске StranaRosatom.

Выигрывайте призы!

Мы регулярно проводим конкурсы среди подписчиков.



Самое полное хранилище актуальных фотоматериалов атомной отрасли — в медиабанке газеты «Страна Росатом».

