ВЕСТНИК АТОМПРОМА

№ 9 | ноябрь | 2026

Главная тема

Композитные технологии

Композитный дивизион «Росатома»: стратегия, продукты, точки роста

В номере

Бизнес-коммуникации 34

Нейтринная астрономия 38

Климатическая повестка 43



Уважаемые читатели!

Композитный дивизион госкорпорации «Росатом» — лидер в нашей стране по производству ПАН-волокна, угле- и стекловолокна, тканей, препрегов, термопластов и готовых изделий на их основе. Он объединяет научно-исследовательский центр и промышленные предприятия в разных регионах страны, на которых создана единственная в России, СНГ и Восточной Европе полная производственная цепочка по угле- и стеклокомпозитам. Среди ключевых готовых продуктов — ветролопасти, металлокомпозитные баллоны, спортивные товары, широкая линейка композитных материалов для строительства.

Материалы главной темы номера рассказывают о стратегии развития дивизиона в целом и его отдельных предприятий, уделяя особое внимание темам повышения эффективности, создания продукции для ключевых отраслей, технологического суверенитета и импортозамещения, освоения новых передовых технологий и подготовки кадров.

Также вы узнаете о том, как Нобелевская премия по физике этого года связана с исследованиями советских и российских ученых, как флагманская климатическая инициатива Турции — принимающей стороны конференции COP31 — пересекается с интересами российских технологических лидеров, а также о том, как научиться правильно вести переговоры и повысить собственную продуктивность и работоспособность.

ВЕСТНИК АТОМПРОМА

№ 9, ноябрь 2026 года

Информационно-аналитическое издание

16+

Фото на обложке
«Росатом»

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

Выпускающий редактор
Еременко О. В.

Дизайн и верстка
Балдин В. В.

Корректор
Бомбенкова А. Н.

Учредитель, издатель и редакция
Общество с ограниченной ответственностью «НВМ-пресс»

Адрес редакции
129110 г. Москва, Вн. тер. г. муниципальный округ Мещанский, ул. Гиляровского, д. 57, стр. 4

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

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

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

Тираж 1980 экземпляров
Цена свободная
Дата выхода в свет: 30.11.2026

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. Зюзинская, д. 6, стр. 2.
Тел.: +7 (968) 724-35-91
№ заказа: Аф-010/26.

Содержание

Главная тема ПРЯМАЯ РЕЧЬ

«Мы сосредоточились на том, где у дивизиона есть реальные конкурентные преимущества» *4*

Александр Дмитриков, генеральный директор Композитного дивизиона «Росатома», — о главных достижениях и дальнейших перспективах развития дивизиона

СТЕКЛО-КОМПОЗИТЫ

От лопастей к лодкам *10*

«Росатом Ветролопасти» осваивает новые продукты

ТЕРМОПЛАСТИЧНЫЕ КОМПОЗИТЫ

Термопластичные композиты на старте *14*

«Росатом» с нуля создал технологическую базу для работы с материалами, востребованными в разных отраслях промышленности

ПУЛТРУЗИЯ

Готовые продукты *18*

ЦПК развивает предложение в сторону решений под ключ

СТЕКЛЯННОЕ ВОЛОКНО И ТКАНИ

В нужном месте с нужной нитью *21*

Инвестиции в оборудование позволили «Стеклониту» занять новые ниши рынка

АВИАСТРОЕНИЕ

«Главное — масштабировать производство и снижать себестоимость» *25*

Анатолий Гайданский, первый заместитель управляющего директора — директор инженерного центра ПАО «Яковлев», генеральный директор АО «АэроКомпозит», — о том, как отечественное авиастроение формирует спрос на композитные материалы

События

Атом для планеты *30*

На форуме «Мировые атомные дни — 2026» обсудили роль атомных технологий в решении глобальных вызовов

Премии

«Росатом» признан лучшим работодателем для всех поколений *32*

Госкорпорация получила 10 наград премий «Хрустальная пирамида» и ESG Excellence Awards 2026

Бизнес-коммуникации

Путь к согласию *34*

Как тренеры Корпоративной Академии «Росатома» учат атомщиков искусству бизнес-общения

Фундаментальная наука

Ледяная астрономия *38*

Охота на невидимку: сто лет поиска нейтрино

Климатическая повестка

От обещаний к проектам *43*

«Мост климатических действий» Турции и интересы России

Правила жизни

Усталость не выдумка *48*

Научный взгляд на продуктивность: доказательные способы вернуть энергию

ИЦАЭ

Проектируем будущее *52*

Как композиты незаметно перестроили наш мир и почему об этом рассказывают в Информационных центрах по атомной энергии

Книжная полка

Краткая история будущего *56*

О чем предупреждает Жак Аттали

Аддитивные технологии

«Росатом» представил новый компактный 3D-принтер RusMelt 100M *58*

Новое решение сделало промышленную 3D-печать еще более доступной

Текст: Екатерина Каткова
Фото: Композитный дивизион «Росатома»

Александр Дмитриков, генеральный директор Композитного дивизиона «Росатома»:

«Мы сосредоточились на том, где у дивизиона есть реальные конкурентные преимущества»



Композитный дивизион госкорпорации «Росатом» — лидер в России по производству ПАН-волокна, угле- и стекловолокна, тканей, препрегов, термопластов и готовых изделий на их основе. О новой стратегии, основных продуктах, ключевых точках роста и технологической самостоятельности, а также главных достижениях и дальнейших перспективах «Вестнику атомпрома» рассказал глава Композитного дивизиона Александр Дмитриков.

— В октябре исполнился год, как вы возглавили Композитный дивизион. С каким пониманием его задач вы пришли на эту должность? Изменилось ли оно спустя год?

— Я работаю в дивизионе с 2016 года и хорошо знаю, какой путь прошли наши предприятия. За это время «Росатом» сформировал промышленную основу российской композитной отрасли: созданы производства волокна, материалов и изделий, освоены собственные технологии, подготовлены инженерные и производственные команды. Для меня было важно сохранить этот опыт и обеспечить его дальнейшее развитие.

При этом год был непростым. Условия, на которые мы ориентировались при формировании прежних планов, существенно изменились. Не по всем направлениям удалось выйти на ожидаемые результаты, и стало понятно, что одной корректировки показателей недостаточно. Потребовалось пересмотреть стратегию и подходы к управлению.

Мы сосредоточились на том, где у дивизиона есть реальные конкурентные преимущества и как использовать их с наибольшей отдачей. Повышение эффективности и снижение себестоимости остаются приоритетами. Одновременно нужно теснее работать с заказчиками, чтобы созданные технологии превращались в востребованные серийные продукты. Это сложная работа, которая продолжается, но у нас есть база и команда, чтобы ее выполнить.

— Какие принципиальные изменения предполагает новая стратегия?

— Главное — более четкая фокусировка ресурсов. Мы должны понимать не только то, какие направления готовы развивать, но и то, за какие задачи сейчас не стоит браться. Возможностей применения композитов много, однако у каждого нового продукта должны быть понятный заказчик и экономическое обоснование.

Основой бизнеса остаются углеродное волокно и материалы на его основе. Здесь мы обладаем собственными технологиями и намерены укреплять свои позиции.

Стекловолокно и стеклокомпозиты — еще одно ключевое направление. Именно на эти компетенции мы опираемся, развивая более сложные продукты.

При разработке стратегии мы учитывали и изменения на мировом рынке. Китай значительно нарастил производственные мощности и обладает серьезным преимуществом масштаба в массовых композитных материалах. Это влияет на себестоимость и условия конкуренции на мировом рынке. Рассчитывать, что мы решим эту задачу только увеличением собственных объемов, было бы неправильно.

Наша задача — конкурировать в решениях. Мы можем тесно взаимодействовать с заказчиком, подбирать материал под конкретную конструкцию, совместно отрабатывать технологию и сопровождать внедрение. Для потребителя важны стабильные характеристики, надежность поставок и возможность быстро решить технический вопрос с производителем.

Это не отменяет работы над ценой. Мы понимаем, из чего складывается разрыв в себестоимости, и должны последовательно его сокращать. Но наряду с производственной эффективностью необходимо развивать специализацию и инженерные компетенции. Именно их сочетание позволяет предложить заказчику обоснованный выбор в пользу нашего продукта.

Такой подход не означает ухода от производства волокна и материалов. Они остаются основой бизнеса. Мы хотим, чтобы наши знания о материале приносили заказчику пользу на всем пути — от проектирования до эксплуатации изделия.

При этом у нас нет задачи самостоятельно производить все, что можно изготовить из композитов. В одних случаях мы поставляем материал и помогаем отработать его применение, в других — вместе с партнером создаем компонент или готовое изделие. Решение зависит от наших компетенций, потребностей рынка и экономики конкретного производства.

Мы меняем и подход к инвестициям. При ограниченных финансовых ресурсах особенно важно опираться на подтвержденный спрос. Приоритет получают проекты, в которых понятны потребность заказчика, условия внедрения и перспективы загрузки производства. Рост должен повышать устойчивость бизнеса, а не только увеличивать его масштаб.

— Какие отрасли вы выделяете в качестве приоритетных? Где видите наиболее перспективные точки роста?

— Прежде всего, авиация и космос. Это стратегическое направление для композитной отрасли, где характеристики материала напрямую влияют на возможности конструкции. Здесь необходимы длительные испытания и квалификация, а сроки отдельных программ могут меняться. Поэтому мы рассматриваем работу с авиакосмической промышленностью как долгосрочное технологическое партнерство.

Второе направление — транспортное машиностроение. Композиты позволяют снижать массу конструкций при сохранении необходимых прочностных характеристик. В России потенциал их применения в транспорте пока реализован далеко не полностью. Наша задача — вместе с производителями находить решения, в которых преимущества материала дают измеримый эксплуатационный и экономический эффект.

Третье — инфраструктурное, гражданское и промышленное строительство. Здесь востребованы коррозионная стойкость, долговечность и небольшой вес композитных конструкций. Например, «Стеклонит», входящий в наш дивизион, выпускает мобильные композитные дорожные покрытия и композитные плиты мостового полотна для железных дорог. Центр полимерных композитов развивает выпуск строительных изделий и оборудования для градирен. В таких применениях важно оценивать не только закупочную цену, но и затраты на монтаж, обслуживание и ремонт.

Четвертое направление — ветроэнергетика. У нас создано производство крупногабаритных композитных лопастей. Дальнейшие возможности связаны с реализацией ветроэнергетических проектов и загрузкой производства. При этом накопленные компетенции позволяют осваивать смежные применения, в том числе судостроение.

У этих рынков разный темп развития. Нам важно сочетать долгосрочные технологические программы с продуктами, которые находят спрос уже сегодня. Во всех случаях ориентиром остается конкретная потребность заказчика.

— Какие результаты уже показывают, как эти возможности реализуются на практике?

— Есть результаты на разных стадиях — от испытаний новых изделий до поставок заказчикам. Их





важно различать: работающий прототип подтверждает техническую возможность, а устойчивый бизнес появляется тогда, когда есть повторяемое производство и заказы.

В апреле этого года деталь из наших термопластичных композитных плит успешно прошла испытания в составе двигателя ПД-14. Впереди дальнейшая работа по внедрению, но это конкретный шаг к применению новых материалов в авиационной технике.

В судостроении завершены заводские, швартовые и ходовые испытания композитного катамарана SportCat85, созданного на площадке «Росатом Ветролопасти» в Ульяновске. Следующая задача — подготовка серийного производства. Предприятие также заключило соглашения с ПКБ «Петробалт» и «АН Марин Консалтинг» по унификации проектов малых и малотоннажных рыбопромысловых судов и судов специального назначения. Такая кооперация позволяет согласовывать требования и объединять схожие потребности заказчиков, создавая предпосылки для серии.

Еще один пример — универсальная композитная электромобильная платформа, разработанная совместно с Московским политехом. В этом году она прошла первые ходовые испытания в составе прототипа автомобиля. Единая платформа позволяет создавать автомобили разного назначения, а в кооперации участвуют предприятия «Росатома», выпускающие тяговую батарею, силовую электронику, электропривод и композитные элементы конструкции. Для нас это возможность показать, как компетенции в материалах становятся основой нового транспортного решения.

Есть и завершенные поставки. В октябре Центр полимерных композитов поставил оросители для Нововоронежской АЭС. «Стеклонит» благодаря модернизации оборудования расширяет возможности выпуска нитей и тканей. Эти примеры показывают, что даже в непростых условиях предприятия продолжают развивать продукты и осваивать новые применения. Теперь важно обеспечить их дальнейшее продвижение и экономическую отдачу.

— Отдельно хотелось бы спросить о медицине. Насколько для дивизиона перспективно это направление?

— Применение композитов в медицине представляет интерес, но пока для нас это нишевое направление. Здесь недостаточно предложить материал с подходящими характеристиками: необходимо разработать изделие, подтвердить его безопасность и пройти необходимые испытания и процедуры допуска.

При сравнительно небольших объемах потребления материалов такая работа требует особенно внимательной оценки экономики. Поэтому сегодня мы не выделяем медицину в число основных приоритетов дивизиона. Возможности развития этого направления будем оценивать исходя из конкретных задач, спроса и необходимых ресурсов.

— Если говорить об импортозамещении и технологической самостоятельности, каких результатов уже удалось добиться и какие задачи остаются?

— Главный результат — наличие собственных ключевых технологий и производственной базы. В дивизионе сосредоточены компетенции по выпуску углеродного волокна, тканей, препрегов и изделий. Развиваются стекловолоконное направление и связующие. Российские разработчики могут опираться на эту базу при создании новой техники.

Особое значение имеет работа с авиастроителями. Наше углеродное волокно применяется в композитных конструкциях МС-21 и импортозамещенного Superjet. За этим стоит многолетняя кооперация производителей материалов, конструкторов, научных и сертификационных центров. К концу 2025 года была завершена квалификация линейки углеродных волокон из отечественного ПАН-прекурсора для применения в авиационной технике. В феврале 2026 года Росавиация одобрила замену композитных материалов в силовых элементах кессонов киля и стабилизатора МС-21. Это завершило комплекс работ по внедрению отечественных композитов в конструкцию самолета. Здесь я хотел бы отметить вклад Анатолия Гайданского и работающих под его руководством команд, выпускающих авиационные конструкции из композиционных материалов. Их опыт создания авиаконструкций и наши компетенции в материалах дополняют друг друга. Именно в такой совместной работе появляется результат, значимый для всей отрасли.

При этом технологическая самостоятельность не означает, что один дивизион должен производить абсолютно все. По отдельным видам специального сырья, оборудования и автоматизации еще есть задачи. Мы изменили сырьевую базу и снизили зависимость от поставщиков из недружественных стран, но работа по устойчивости поставок продолжается. Здесь нужна кооперация с российскими химическими предприятиями, машиностроителями, разработчиками программного обеспечения и научными центрами.

Суверенитет для меня — это способность самостоятельно развивать ключевые технологии и обеспечивать их промышленное применение. Поэтому важно укреплять именно те звенья производственной цепочки, от которых зависят качество продукции и непрерывность работы предприятий.

— Какие технологические задачи сейчас требуют наибольшего внимания? Где вы видите возможности для новых решений?

— Одно из перспективных направлений — термопластичные композиты. В 2025 году мы запустили их серийное производство. Сегодня предлагаем консолидированные плиты для формования, материалы для автоматизированной выкладки и филаменты с непрерывным углеродным волокном для 3D-печати. Такие материалы расширяют возможности автоматизации выпуска деталей, а для отдельных конструкций позволяют использовать сварное соединение и повторную переработку.

Одно из направлений, с которым мы связываем развитие этих технологий, — авиация. Здесь важны не только характеристики материала, но и возможность изготавливать детали со стабильным качеством и приемлемой себестоимостью. Испытания изделия из наших термопластичных плит в составе двигателя ПД-14 — один из первых практических результатов этой работы. Дальнейшее продвижение требует тесной кооперации с разработчиками авиационной техники.

При этом важно различать готовность материала и готовность конкретной конструкции к серийному производству. Мы уже выпускаем термопластичные полуфабрикаты, но для каждого нового применения в авиации необходимо подтвердить их характеристики, отработать технологию изготовления детали и пройти предусмотренные процедуры квалификации. Поэтому запуск производства материалов — основа для следующего этапа, который мы должны пройти вместе с заказчиками. Их требования определяют, какие свойства материалов и производственные технологии необходимо развивать дальше.

Не менее важная задача — снижение себестоимости уже освоенной продукции. Например, выпуск широкой номенклатуры на универсальной линии требует переналадок. Разделение ассортимента, оптимизация загрузки и сокращение простоев могут дать существенный эффект. Мы рассматриваем развитие мощностей с учетом этих задач и перспективного спроса.

Я бы не стал оценивать технологическое развитие только по числу новых материалов. Если мы научились стабильно выпускать качественный продукт с меньшими затратами и сделали его доступнее для заказчика, это тоже важный результат.

— Композитные решения требуют инвестиций и могут быть дороже традиционных материалов. Как находить баланс между технологическими преимуществами и экономикой?

— Нужно считать экономику и для производителя, и для заказчика. На нашей стороне это обоснованные инвестиции, загрузка оборудования и себестоимость. На стороне потребителя — результат, который он получает за весь срок эксплуатации изделия.

Доступ к финансовым ресурсам остается ограниченным, поэтому мы стараемся начинать с конкретной потребности. Уже есть первые проекты, где заказчик заинтересован в определенных изделиях и обеспечивает или гарантирует необходимый объем потребления. Такой подход позволяет более обоснованно планировать производство. Но каждый проект требует отдельной оценки, в том числе сроков квалификации и выхода на серию.

Для заказчика композитное изделие действительно может быть дороже на этапе закупки. Его

преимущества нужно подтверждать расчетом: меньшими затратами на обслуживание и ремонт, сроком службы, сокращением времени монтажа. Нельзя считать, что композит будет выгоднее в любом применении.

Например, «Стеклонит» выпускает композитные плиты мостового полотна для железных дорог. При ремонте моста заказчик оценивает не только стоимость плит, но и возможность сократить перерыв в движении за счет их быстрого монтажа. Другой продукт предприятия — мобильные композитные дорожные покрытия. Они позволяют организовать проезд техники по слабым грунтам, а затем разобрать покрытие и использовать его на другом объекте. Здесь важны совокупные затраты, а не только закупочная цена материала.

При этом нам необходимо продолжать работу над собственной эффективностью. В одном из недавних интервью я говорил о снижении себестоимости как об одном из главных приоритетов. Эта задача сохраняется. Выгода для заказчика должна сочетаться с прибыльным и устойчивым производством у нас.

— Какую роль в развитии дивизиона играет кооперация внутри «Росатома»?

— «Росатом» дал возможность создать производственную и научную базу, необходимую для развития композитного бизнеса. В госкорпорации сосредоточены компетенции в химии, материаловедении, машиностроении и организации сложных производств. Для нас важна и поддержка, которую дивизион получает в период трансформации.

Кооперация работает в обе стороны. Предприятия атомной отрасли — потенциальные потребители наших материалов и изделий. Они хорошо понимают условия эксплуатации оборудования и предъявляют высокие требования к надежности. Совместная работа позволяет разрабатывать решения под конкретную задачу, проверять их на практике и затем предлагать другим заказчикам.



Поставка оросителей для Нововоронежской АЭС — один из примеров такого взаимодействия. Для дальнейшего развития важно подключаться к проектам на ранней стадии, когда еще можно выбрать материал и конструкцию. Если композиты учтены с самого начала проектирования, их возможности обычно удается использовать полнее, чем при простой замене материала в уже готовом изделии.

— Какие специалисты нужны дивизиону и как вы выстраиваете их подготовку с учетом быстрого развития технологий?

— Дефицит специалистов — общая проблема промышленности, и мы не исключение. Нам нужны исследователи, инженеры и технологи с хорошей базовой подготовкой, способные понимать материал на всех уровнях, производственный процесс и требования заказчика. Не меньшее значение имеют квалифицированные рабочие: точность выполнения операций напрямую влияет на качество финального продукта.

Наша опора — команды, которые вместе с дивизионом прошли путь от запуска технологий до промышленного производства, и их опыт и знания необходимо сохранять и передавать. Кадровый вопрос компания решает системно, опираясь на долгосрочное партнерство с ведущими техническими вузами страны. В числе ключевых партнеров — РХТУ им. Д. И. Менделеева, МГТУ им. Н. Э. Баумана и РТУ МИРЭА, МГУ им. М. В. Ломоносова, с которыми выстроено активное взаимодействие в области научных исследований и подготовки молодых специалистов. Такое сотрудничество позволяет объединять академическую фундаментальность и практическую направленность, создавая условия для подготовки специалистов, готовых к реальным производственным задачам отрасли.

Учебно-производственные стажировки, преддипломные практики на наших производственных площадках помогают студентам познакомиться с реальными технологиями и выбрать профессиональное направление.

Фундаментальные знания в химии, физике и материаловедении не теряют ценности. Меняются оборудование и методы работы, появляются новые технологии и материалы, поэтому важно уметь осваивать новое, быстро адаптироваться к изменениям и постоянно расширять свой профессиональный кругозор. Университет дает основу, а предприятие продолжает подготовку на практике, обеспечивая преемственность навыков и знаний. Такой подход необходим не только молодым специалистам: развитие технологий требует постоянного обучения всей команды — от рабочих до руководителей. Только в этом случае компания сможет сохранять конкурентоспособность и уверенно смотреть в будущее.



Отдельное направление нашей работы — популяризация композитов среди школьников. Мы проводим профориентационные мероприятия, открытые уроки и экскурсии на производства, где ребята в доступной форме знакомятся с современными материалами и инженерными профессиями. Такие инициативы помогают заинтересовать молодежь еще на этапе выбора образовательной траектории и сформировать у школьников представление о композитах как о перспективной и востребованной сфере.

Работа в композитной отрасли — это возможность участвовать в создании новых материалов и изделий для передовых отраслей. Здесь можно увидеть, как собственное техническое решение влияет на характеристики самолета, транспортной конструкции или промышленного оборудования. Именно такие содержательные задачи мы можем предложить людям, которые приходят в отрасль.

— Если заглянуть на 5–10 лет вперед, каким вы видите место Композитного дивизиона в технологическом развитии «Росатома» и российской промышленности? Какие результаты этого периода вы считали бы главным достижением?

— Мне хотелось бы, чтобы через 10 лет российский конструктор, приступая к созданию нового самолета, судна или промышленного объекта, рассматривал отечественные композиты как привычный и надежный инструмент. Знал, какие возможности они дают, и понимал, что рядом есть специалисты и предприятия, с которыми можно пройти путь от замысла до серийного изделия. Стать таким технологическим партнером для российской промышленности — большой и содержательный ориентир для нашего дивизиона.

За прошедшие годы мы создали для этого серьезную основу. Теперь нам предстоит добиться того, чтобы возможности наших материалов в полной мере использовались в новой технике и инфраструктуре. Для «Росатома» это и развитие перспективного бизнеса, и собственные решения для энергетики, транспорта, строительства. Для страны — возможность создавать сложные изделия, опираясь на российские технологии и инженерные команды.

Главным достижением для меня станет выход на такой уровень развития, когда новые разработки становятся устойчивым серийным бизнесом, заказчики возвращаются к нам со следующими задачами, а прибыль позволяет обновлять оборудование, вести исследования и развивать людей. Такая экономика дает возможность планировать будущее, а не только решать сегодняшние вопросы.

Мне важно, чтобы человек на любом нашем предприятии мог увидеть результат своего труда за пределами цеха или лаборатории: в самолете, который перевозит пассажиров, в лопастях ветроустановки, в конструкциях моста или нового судна. И сказать: «В этом есть моя работа». У нас уже есть основания для такой гордости. Теперь задача — сделать так, чтобы таких результатов становилось больше и следующее поколение инженеров могло пойти дальше нас.

Текст: Ирина Дорохова
Фото: Композитный дивизион «Росатома»

От лопастей к лодкам

«Росатом Ветролопасти» осваивает новые продукты



Один из ключевых активов Композитного дивизиона «Росатома» — завод «Росатом Ветролопасти» в Ульяновской области. Это единственное отечественное предприятие по выпуску лопастей для ветроустановок. Сейчас оно осваивает новые направления — судостроение и производство компонентов для наземного транспорта. О том, что предприятие делает для российской ветроэнергетики, о выпуске первых парусных катамаранов и роли композитов в конструкциях современных автомобилей, автобусов и трамваев нам рассказал генеральный директор завода Сергей Федченко.

Завод изначально комплектовался под выпуск лопастей для ветроэнергетической установки нашего заказчика — компании «Росатом Возобновляемая энергия». Контракт был рассчитан на выпуск 51-метровой модели, разработанной Композитным дивизионом. Этими лопастями оснащали ветроустановки Новолакской ВЭС в Дагестане, ветропарка в Киргизии, сейчас оснащаются Вербная ВЭС в Ростовской области и Симоновская ВЭС в Ставропольском крае. Предполагалось, что мы должны сохранить и нарастить компетенции команды, запускавшей завод, потому что стратегически, еще при утверждении проекта предприятия, ставилась задача по диверсификации и использованию мощностей завода и опыта команды для выпуска крупногабаритных композитных изделий в других отраслях. Кроме ветроэнергетики, это, прежде всего, транспорт — водный, автомобильный, железнодорожный, городской, авиационный, а также строительная индустрия.

Наш завод — последнее звено в производственной цепочке Композитного дивизиона, мы выпускаем готовые изделия. Мы заинтересованы в быстром освоении новых продуктов. Они должны быть крупногабаритными, их выпуск должен быть массовым и востребованным на рынке. При выборе новых направлений оцениваем, где наши технологии и опыт серийного производства дадут заказчику преимущества. С учетом этих вводных мы увидели для себя возможности в таком расширении линейки продукции: мы остаемся игроком на рынке композитных изделий для ветроэнергетики, но выходим в сферу транспорта. В этом году выпустили первые катамараны и выходим на рынки наземного транспорта — автомобильного, железнодорожного и городского.

Ветроэнергетика

Мы завершаем текущую производственную программу по лопастям длиной 51 м. В настоящее время наш стратегический заказчик, «Росатом Возобновляемая энергия», прорабатывает локализацию в России ветроустановок большей мощности — свыше 5 МВт (до этого он выпускал турбины мощностью 2,5 МВт). Работа с технической документацией и технологическим партнером требует времени. Когда прояснятся финальные технические параметры будущей турбины, мы сможем определить параметры нашего участия. Потребность в дополнительных производственных мощностях будет зависеть от характеристик выбранной ветроустановки и объема заказов. Важно, что команда готова к реализации проекта любой сложности.

Пока идет обсуждение, мы не сидим без дела. Для компании «Проекты зеленой энергетики» из соседнего Тольятти мы осваиваем выпуск композитных кожухов гондолы и ступицы ветроустановки, готовимся к запуску этих изделий. Сотрудничество расширяет нашу продуктовую линейку и позволяет использовать накопленные компетенции в новых проектах российской ветроэнергетики.

Сейчас обсуждаются параметры следующего этапа поддержки генерации на ВИЭ. Чтобы вкладывать в производство, нужно понимать, какие изделия будут востребованы на годы вперед. Поэтому считаем важным предусмотреть дальнейшее углубление локализации. Прежде всего это касается лопасти, критически важных материалов, ответственных конструкций. Это позволит развивать созданные государством компетенции и кооперацию внутри российской промышленности.

Судостроение

В России сейчас есть потребность в обновлении малотоннажного флота, в том числе с применением композитных корпусов. В России в композитном судостроении предприятия уже работают. Мы прорабатываем серийный выпуск изделий от 10 до 30 м и видим развитие этого направления в кооперации с российскими проектантами и судостроителями. Суда длиной 10–30 м нужны МЧС, силовым ведомствам и транспортным компаниям. В России есть населенные пункты, где водные маршрутки перевозят людей по расписанию. Москвичи могут вспомнить «Синичек» на Москве-реке. Востребованы как скоростные суда на подводных крыльях, так и водоизмещающие моторные суда с меньшей скоростью. Сейчас многим из них по 40–50 лет, парк надо обновлять. В МЧС новые суда нужны Государственной инспекции по маломерным судам (ГИМС), которая в том числе ищет и спасает людей на воде, спасательным службам и другим подразделениям, чья деятельность связана с работой на воде. Нужны спасательные шлюпки, которыми комплектуются суда, дежурные лодки, которые возят экипаж с судна, стоящего на рейде, в порт и обратно, суда для мониторинга и исследований, для картографических служб. Серийное изготовление композитных судов может ускорить обновление малотоннажного флота. Но, прежде всего, мы видим применение наших решений в служебном и вспомогательном флоте «Росатома», в том числе для задач морской логистики. У «Росатома» динамично развиваются сразу несколько направлений, и это для нас тоже важный рынок. Интерес к таким решениям мы видим, сейчас важно перевести его в конкретные заказы.

Свою способность реализовывать проекты в судостроении мы подтвердили на практике. Когда мы вышли на проектную мощность, 1,5 ветролопасти в день, мы запустили пилотный проект. Выбрали модель — сложный парусный катамаран, — чтобы на ней отработать применение наших технологий. У катамарана непростая конструкция, к нему довольно высокие требования по конструктивной прочности — различные узлы и сочленения должны быть достаточно жесткими, у него должна быть хорошая мореходность. На нашей промплощадке выделили участок, пригласили специалистов-судостроителей и за год и два месяца выпустили два пилотных борта для тестирования. Летом этого года мы успешно прошли программу испытаний, в сентябре она завершилась. Сейчас оформляем документы на пилотные суда и готовимся к серийному выпуску, вносим по итогам

Сергей Федченко: «Я сам хожу под парусом и после завершения официальной программы испытаний нашего катамарана протестировал борт с испытательной командой. Впечатления позитивные, я очень горд за наших ребят, которые были причастны к этой работе. Но я буду еще больше гордиться, когда мы будем отмечать выпуск 20-го, 50-го и 100-го катамарана. Первый катамаран — это результат команды. Сотый — это уже результат выстроенного производства. К этому и идем».





испытаний небольшие корректировки в конструкторскую документацию и будем заказывать постоянную оснастку для серийного производства. Изготовление оснастки занимает 3–5 месяцев. Примерно столько же требуется на комплект оснастки для ветролопастей: материалы те же, требования похожие. Оснастку для нашей 51-метровой лопасти, к сведению, изготовили примерно за 5 месяцев. Кроме того, в 2026 году предприятие прошло освидетельствование Российским морским регистром судоходства.

Таким образом, предварительные шаги мы сделали и знаем, какие тесты надо выполнить, процедуры пройти и разрешения получить, чтобы сертифицировать суда для пассажирских перевозок по требованиям и ГИМС, и Морского регистра. Порядок классификации и освидетельствования различается в зависимости от назначения судна, его вместимости и района эксплуатации.

В следующем году мы планируем серийно выпускать две модели судов: парусный катамаран и моторный катамаран длиной 12 м для перевозки 35 пассажиров. Его можно использовать как для регулярных перевозок, так и для туристических прогулок. Также активно готовимся к организации проекта по производству судов специального гражданского назначения, как обитаемых, так и автоматизированных.

Кстати, уже сейчас интерес к нашим катамаранам есть. Мы выставили один из наших пилотных бортов на Moscow Boat Show и собрали внушительный перечень потенциальных заказчиков. Это и частные заказчики, которые хотят купить катамаран для личного использования, и компании, которые организуют туристический досуг, предоставляя катамараны в аренду, и проводят спортивные соревнования. Мы находились с ними в контакте и пока строили борта, и во время испытаний. Сейчас все ждут серийные катамараны, выпущенные на постоянной оснастке. Первые серийные экземпляры мы планируем выпустить к началу следующего сезона, в марте 2027 года.

На моторные катамараны тоже спрос есть. Мы на той же выставке представили описания и изображения нескольких моделей, собрали обратную связь, много общались о том, как они должны быть сделаны, что стоит модифицировать и улучшить, и увидели, что самый горячий интерес в нашей линейке продукции, которую мы думали выпускать, вызвал определенный катамаран для пассажирских перевозок, который мы и планируем в серию в следующем году.

Вместе с Ульяновской областью обсуждаем создание на базе предприятия центра малотоннажного композитного судостроения специального назначения. Совместно с заказчиками, проектантами и судостроителями прорабатываем унифицированный типоряд спасательных шлюпок, служебных катеров и вспомогательных судов.

Серия начинается с заказа. Если разные заказчики решают схожие задачи, есть смысл объединить их требования и выпускать суда на основе ограниченного числа типовых решений. Тогда можно говорить о долгосрочном серийном заказе.

Наземный транспорт

Автомобильные гранды давно осваивают угле- и стеклокомпозиты. Например, в моей машине крышки капота и багажника сделаны из стеклопластика. Многие детали подвески делаются из композитов, и в целом их доля растет.

Большой сегмент — это корпуса для пассажирского наземного транспорта. Современные облики трамваев, автобусов, поездов формируют стеклокомпозиты. У красивых новых московских трамваев стеклокомпозитные корпуса, внутри — пултрузионные угле- или стеклокомпозитные профили. Правительство вкладывает в обновление подвижного состава довольно большие деньги в рамках федерального проекта «Развитие общественного транспорта», поэтому это большой рынок с достаточно понятным будущим. Нам он интересен, мы уже прорабатываем некоторые запросы, которые приходят из сегментов городского транспорта и железнодорожных перевозок. Участвуем в тендерах, отправляем коммерческие предложения на освоение выпуска корпусов и панелей автобусов, трамваев. Наши преимущества — компетенции по массовому выпуску сложной продукции, которая способна выдерживать, как ветролопасти, огромные нагрузки. Мы такие, думаю, единственные в стране.

Организовать производство корпусов для пассажирского транспорта мы можем примерно за год или даже быстрее, если есть площадка, готовая так же, как наша действующая. Такой срок для заказчика вполне приемлем, потому что фейслифтинг (обновление внешнего вида. — *Примеч. ред.*) автопроизводители готовы выполнять раз в год-два, и сегодня у них наполовину готово то, что будут выпускать через пару лет. Так устроен современный автопром.

Дополнительная площадка

Выпуск судов и корпусов — это расширение применения наших композитных технологий с учетом отраслевого запроса. При росте производства может потребоваться дополнительная площадка. С новой площадкой будем определяться, когда поймем конфигурацию нашего портфеля заказов и требования заказчиков к габаритам изделий. Например, чем больше судно, тем ближе площадка должна быть к воде. Приоритетной площадкой для развития производства рассматриваем Ульяновскую область. Регион — наш партнер в развитии ветроэнергетического и судостроительного направлений. Личная поддержка губернатора области помогла наладить производство ветролопастей и важна для дальнейшего расширения предприятия. Промышленный парк предлагает аренду и выкуп на льготных условиях,

Прямая речь



Алексей Русских

Губернатор Ульяновской области:

— Развитие ульяновского завода «Росатом Ветролопасти» — это новый шаг в укреплении промышленного потенциала нашего региона. Диверсификация производства за счет освоения судостроения открывает перед предприятием новые горизонты. Мы работаем над тем, чтобы использовать существующий полный цикл производства композитов для создания новой номенклатуры продукции: от дежурных шлюпок до специализированных арктических судов на базе единой унифицированной композитной платформы. Учитывая интерес к нашим технологиям со стороны иностранных партнеров, видим здесь перспективы для развития экспортного потенциала Ульяновской области. Благодаря сотрудничеству с госкорпорацией «Росатом» Ульяновская область вносит весомый вклад в решение задач по достижению технологического суверенитета, поставленных президентом Российской Федерации.

наши инженеры и конструкторы — все ребята ульяновские. Расширение производства позволит привлекать опытных специалистов, в том числе тех, кто ранее работал на предприятии. У нас конкурентная зарплата, хорошие условия труда, интересное дело и нормальная рабочая атмосфера, поэтому к нам готовы возвращаться, и это дает нам всем надежду на будущее.



Текст: Роман Жолудь
Фото: Композитный дивизион «Росатома»

Термопластичные композиты на старте

«Росатом» с нуля создал технологическую базу для работы с материалами, востребованными в разных отраслях промышленности



Год назад Композитный дивизион «Росатома» впервые в России начал серийное производство термопластичных композитов. О том, как развивается мировой рынок одних из самых востребованных материалов и как он формируется в нашей стране, рассказывает директор проекта «Термопласты» Композитного дивизиона Антон Шумаков.

— Термопластичные композиты часто называют материалами XXI века. За что они получили такое признание?

— Нужно сразу сказать, что термопласты в композитах — это уже не тренд, а данность. Лет двадцать назад они действительно были важным трендом, прототипы изделий из них демонстрировались на международных выставках. Сейчас, я думаю, у каждого второго мирового производителя есть эти материалы. Россия тоже идет к этому, хотя пока мы сильно отстаем от глобальных конкурентов.

Самое главное, термопластичные композиты — не замена реактопластичных, а эволюция, расширение возможностей. У производителя есть выбор сделать какую-то деталь из термопласта, какую-то — из реактопласта, и он выбирает материал исходя из нужного ему эффекта и применяемой технологии. В этой логике у термопластичных композитов есть свои преимущества.

Первое — это возможность увеличения производительности. Если перед предприятием, скажем, стоит задача делать не 10, а 20 самолетов в месяц, ему нужно увеличивать скорость производства деталей. Есть отрасли, где выпуск изделий исчисляется тысячами или миллионами: автопром, спортивные товары и т.п. Для них важно, чтобы создание деталей занимало минуты, а не часы. Термопластичные композиты очень хорошо для этого подходят: заготовку нагревают, ей придают нужную форму штамповкой, затем остужают, обрезают кромки — и все, деталь готова.

Второе преимущество — возможность автоматизации, уменьшения роли человеческого фактора в производстве, снижения доли ручного труда.

Еще одно важное качество — наличие относительно простой технологии рециклинга. Запрос на переработку композитных изделий в мире очень высок, особенно в Европе. Нужно что-то делать с отслужившими свой срок автомобилями, ветролопастями и т.п. Конечно, технологии вторичной переработки реактопластов тоже есть, но они достаточно сложные и дорогие. В случае с термопластами изделие можно, грубо говоря, измельчить, переработать и снова использовать. Сейчас даже в авиации пробуют применять детали, которые делаются из переработанных термопластов: это люки, крышки, заглушки и другие ненагруженные изделия.

Следующее преимущество — это возможность сварки. Чтобы соединить две детали из термопластичных композитов, не нужны болты, клеи, герметики. Это сильно упрощает конструкцию, убирает лишний вес, что важно во многих отраслях, особенно в авиации. У ряда таких композитов есть выдающиеся физико-механические свойства: ударостойкость,

вибро- и шумопоглощение. Кроме того, существуют материалы, у которых низкий коэффициент линейного теплового расширения, что позволяет деталям не деформироваться при температурных скачках. Это, например, критически важно для космической отрасли.

Если сравнивать реактопластичные препреги с термопластичными, то у первых есть срок годности и условия хранения, скажем, один год при температуре –18 °С. У термопластичных композитов таких требований нет, они могут храниться при комнатной температуре достаточно долго без особых ограничений.

Все эти особенности в конечном итоге влияют на стоимость изделия и промышленного проекта в целом. Поэтому термопластичные композиты так интересуют производителей: выпуск изделий становится дешевле на 10–20%, а вес конструкций уменьшается. Соответственно, это возможность изготавливать принципиально новые типы интегральных конструкций для изготовления летательных аппаратов принципиально нового типа.

— В каких сферах термопластичные композиты сейчас находят применение?

— Сейчас самыми актуальными считаются термопластичные композиты на основе непрерывного волокна. У них в мире очень широкое применение. В авиации, например, из них штамповкой делают клипсы и другие крепежные элементы. В современной практике в одном авиалайнере используются тысячи клипс разной геометрии. Поэтому их производство из термопластов заметно уменьшает время выпуска самолета.

В автопроме применяют изделия на основе полипропилена и полиамида: кузова фургонов, спинки сидений, дверные карты. Это более дешевые полимеры, там не нужны суперконструкционные материалы. В гражданской сфере из термопластичных композитов изготавливают стельки и защитные вкладыши в обувь, рамы экзоскелетов, различные трубки, в мебели — ламели для кроватей. В нефтегазовой промышленности — гибкие трубы и переходники, так как термопласты отличаются хорошей химической стойкостью. Также их используют для производства баллонов высокого давления для различных отраслей.

— Какие материалы сейчас считаются самыми перспективными?

— Есть такой материал — полиэфирэфиркетон. Это суперконструкционный высокотемпературный термопласт, можно сказать, один из топовых. Он очень прочный, его используют в космосе, авиации, нефтехимии, везде, где нужна способность выдерживать высокие нагрузки и температуры. Для его переработки требуется температура около 400 °С. Сейчас его модернизируют, чтобы уменьшить этот показатель, что сделает процесс производства проще.

— Как выглядит глобальный рынок термопластичных композитов?

— В мире существует большое количество кооперации по разработке и внедрению термопластичных композитов в промышленность. Это международные программы, рассчитанные на срок до 2030 или 2050 года. В них входят сотни участников: разработчики, производители, университеты и т.п. Среди таких программ в авиации известны TAPAS, Clean Sky и Clean Sky 2. У них есть конкретные цели, например снижение массы летательных аппаратов, увеличение дальности полета, уменьшение выбросов CO_2 и др. Компании объединяются ради этих целей, и это дает им большое преимущество, в том числе и в продвижении термопластов.

В лидерах сейчас Европа, США и Япония, которая, правда, тесно сотрудничает с европейскими партнерами. Самые топовые разработки сейчас ведутся в агломерате, который образуют Германия, Нидерланды и Бельгия. Китай по качеству пока отстает от мировых лидеров, но у него очень большие производственные мощности.

— А что происходит в России?

Справка

Термопластичные композиты — материалы из полимерной основы и армирующих наполнителей, например углеродного или стеклянного волокна. В отличие от реактопластичных композитов, основа которых навсегда затвердевает после химической реакции, их можно нагревать и перерабатывать множество раз.

Разработка и внедрение термопластичных композитов в промышленность началась в конце прошлого века, а сейчас это один из самых востребованных высокотехнологичных материалов в мире. Уникальные характеристики позволили найти им применение в самых разных сферах: от космических проектов до легкой промышленности. Глобальный рынок этих полимеров оценивается в $75–85 млрд по выручке и 350–400 млн тонн в год.

Большое влияние на рынок термопластов оказывает зеленая энергетика. Производители автомобилей и электромобилей активно заменяют металл на композиты, уменьшая массу машины и тем самым увеличивая запас ее хода. Долговечные термопласты активно внедряются в возобновляемой энергетике для изготовления лонжеронов и стенок сдвига в ветролопастях и создания легковесных рам солнечных батарей, а также в робототехнике.

Россия до недавнего времени импортировала термопластичные композиты, но несколько лет назад стала развивать собственное производство. Не в последнюю очередь это произошло из-за санкционного давления и нарушения логистических цепочек. «Росатом» фактически создал с нуля технологическую базу для работы с термопластичными композитами, собрав полный цикл производства на российских площадках.

— В России серийное производство термопластичных композитов началось несколько лет назад фактически с нуля. Пионером стал наш проект «Термопласты» Композитного дивизиона «Росатома».

Изначально, можно сказать, мы ничего не знали о термопластах как о типе композитов. Мы провели несколько НИОКР, проанализировали рынок, разработали с нуля линейку материалов, прошли квалификацию для авиации, разработали оборудование и технологии. Сейчас запущено производство, которое отвечает авиационным стандартам качества.

Ежегодно активно участвуем в профильных выставках и конференциях, сами проводим конференции по термопластам. Мы хорошо знаем отечественный рынок, производителей сырья, оборудования, разработчиков, стараемся их объединять и видим тут свою роль как коммуникатора и организатора нового для нашей страны рынка.

За последние несколько лет в России увеличился интерес к термопластам. Все бывают на международных выставках и понимают преимущества этих материалов. У нас есть заказчики в двигателестроении, в космической отрасли. Например, мы только в прошлом году запустили производство, а в апреле этого года изделие из наших консолидированных пластин было успешно протестировано в двигателе ПД-14 для авиалайнера МС-21. В данный момент ведутся работы по внедрению материала в конструкцию двигателя.

— Что конкретно удалось импортозаместить?

— Мы производим три вида материалов. Первый — консолидированные пластины для штамповки, фактически готовые углепластиковые листы. Процесс их переработки похож на то, как обрабатывают металл. Второй — это тоупреги для автоматизированной выкладки. Они выглядят как магнитофонная лента, которую робот приплавляет слой за слоем на подложку и таким образом формирует деталь. Третье направление — это филаменты из непрерывного углеродного волокна для 3D-печати, которые похожи на тоупрег в уменьшенном масштабе.



Важным преимуществом является то, что эти материалы и технологии хорошо комбинируются и дополняют друг друга. Можно изготавливать сложные интегральные конструкции за несколько операций. Например, есть технология оверпринтинг: с ее помощью можно отштамповать деталь и на нее напечатать из того же полимера ребра жесткости 3D-принтером. Или овермолдинг, когда выкройка из листа углепластика штампуется в термопластавтомате одновременно с приливанием к ней ребер жесткости и крепежных элементов. Так можно получить, например, ударопрочные детали для автомобилей.

— А какая ситуация с сырьем и оборудованием?

— Сырьевая база за последнее время в России выросла. Есть надежные поставщики, с которыми приятно работать. Они перенастраивают свое производство под нас и делают нужные нам полимеры. Мы отказались почти от всех типов термопластов из Китая, про Европу мы давно уже не говорим. Остался только один импортный полимер, но мы находимся в финальной стадии его замены. В целом если раньше мы 90% сырья закупали за границей, то сейчас примерно 95% — отечественное. Сейчас мы полностью обеспечены сырьем для того рынка, который есть в нашей стране. Будет увеличиваться спрос, появятся и новые производители сырья.

Оборудование изначально планировалось европейское, но сейчас по понятным причинам оно нам недоступно. Теоретически его можно привезти, но возникнут проблемы с сервисным обслуживанием. Поэтому пришлось создавать оборудование внутри страны. Сейчас в России более семи компаний ведут разработку оборудования для автоматической выкладки, более пяти компаний производят 3D-принтеры для филаментов из непрерывного армированного волокна. Пара компаний занимается оборудованием для штамповки, но на него пока небольшой спрос.

Компании находятся в разных стадиях развития технологий: кто-то больше продвинулся в железе, кто-то в программном обеспечении. Но с точки зрения серийности наша страна пока, конечно, отстает от мира. Нужно больше проектов, где можно было бы тестировать и развивать технологии и оборудование. Они не могут появиться и сразу достичь мирового уровня — здесь очень много нюансов, которые можно увидеть только на практике.

— Часто возникает ситуация, когда импортозамещенная продукция становится дороже зарубежных аналогов. У вас так не произошло?

— Ситуация зависит от конкретного материала. Мы ориентируемся на характеристики и стоимость продукции ведущих зарубежных производителей.

Словарь

Консолидированная пластина — вид композитного полуфабриката, готовый листовой термопластичный угле- или стеклопластик, пригодный к раскрою, штамповке, гибке и сварке.

Препрег — композитный полуфабрикат, представляющий собой армирующий волокнистый материал (ткань, ленту или нить), заранее пропитанный полимерным связующим веществом. Его используют для изготовления деталей.

Реактопласты — класс полимеров, необратимо затвердевающих в процессе химических реакций с веществами-отвердителями.

Термопласты — класс полимеров, способный обратимо переходить между текучим и твердым состояниями (плавиться и застывать) при изменении температуры.

Тоупрег — разновидность препрега в виде узкой ленты или нити, которые представляют собой непрерывный пучок армирующих волокон (например, углеродных).

Филамент — нить из пластика, предназначенная для послойной печати на 3D-принтере.

По освоенным консолидированным пластинам уже можем предложить сопоставимые свойства и цену. При этом речь идет о конкретных полуфабрикатах: возможность их применения в определенной конструкции необходимо подтверждать совместно с заказчиком.

Наш филамент с непрерывным армированием, по нашим оценкам, в 4–4,5 раза дешевле европейского аналога. По тоупрегам продолжаем работу над достижением характеристик лучших европейских образцов. Поэтому было бы неправильно давать одну оценку всей линейке: у разных продуктов разные результаты и задачи.

Конкурентоспособный полуфабрикат — необходимое, но не единственное условие внедрения. Особенно в авиации, где предстоит отработать изготовление детали, подтвердить стабильность ее характеристик и пройти квалификацию. Здесь нам нужны совместные программы с потребителями: они позволяют превратить возможности материала в конкретное серийное применение.

— Планируется ли создавать производство для вторичной переработки термопластичных композитов в России?

— Да, у нас есть запрос на изделия из вторично переработанных термопластичных композитов. В данный момент мы обсуждаем несколько проектов с потенциальными потребителями такой продукции. Также мы уже создали материал на основе рециклинга.

— Как термопластичные композиты меняют рынок аддитивных технологий в России? Например, когда у российских самолетов могут появиться напечатанные силовые детали?

— Совсем недавно был проект разработки авиадвигателя ПД-35 для перспективных широкофюзеляжных самолетов. Под него был создан специальный принтер и в рамках НИОКР напечатан прототип изделия. Но проект был приостановлен, и сейчас эти работы на паузе, но идет переформатирование проекта, и ожидаем его возобновления немного в другом формате.

Внедрение аддитивных технологий в авиацию — очень сложный и долгий процесс, к которому в мире только подступаются. Неважно, идет ли речь о композитах или металлах. На данный момент мы видим перспективы использования филаментов из непрерывного углеродного волокна, в основном в рамках НИОКР, в авиации, космосе, железнодорожном транспорте, для ремонта и модернизации оборудования и т.д. У нас самих стоит 3D-принтер, на котором часто печатаем детали для нашего оборудования.

— Что бы вы обозначили в качестве стимулов развития отечественной отрасли термопластов?

— Основную проблему на данный момент видим в финансировании у наших партнеров. Нужны новые проекты, а на них, к сожалению, денег нет. У нас есть несколько дорожных карт с очень крупными корпорациями, но все упирается в финансирование.

Нам очень нужна кооперация, подобная той, что есть в международной практике. Чтобы мы в ее рамках имели программу развития на ближайшие 20–30 лет. Я думаю, это скоро произойдет, потому что мы контактируем с заинтересованными корпорациями и понимаем, что все чувствуют необходимость в совместных действиях. И еще мы видим задачу в подготовке профильных специалистов, которых на нашем рынке пока не хватает. Сейчас есть программа передовой инженерной школы по термопластичным композитам в Санкт-Петербургском политехническом университете, ее студенты уже сотрудничали с нами, участвовали в НИОКР, результат сотрудничества нас радует.

— Какие цели вы ставите на ближайшее будущее?

— Наша главная задача — достижение финансовых показателей за счет участия в НИОКР в авиации и космосе, а также быстрого внедрения в более простые отрасли промышленности. Мы создаем продукцию, которая конкурирует по цене и качеству с изделиями мировых лидеров. Следующий шаг — выход на экспорт.

Текст: Ирина Дорохова
Фото: Композитный дивизион «Росатома»

Готовые продукты

ЦПК развивает предложение в сторону решений под ключ



Центр полимерных композитов (ЦПК) в мордовской Рузаевке — предприятие Композитного дивизиона, специализирующееся на решениях из композитов для промышленного, дорожного и гражданского строительства. В августе 2025 года была запущена вторая очередь, мощности выросли с 1200 до 3900 тонн композитной и полимерной продукции в год. Генеральный директор ЦПК Сергей Петрунин рассказал о том, как используются эти и другие мощности предприятия, и о продвижении в направлении готовых решений, востребованных рынком.

Запуск второй очереди стал важным этапом роста. Мы не просто втрое нарастили мощности. На той же площадке мы создали новые технологические переделы: прессование, термопластичное литье под давлением, механическую обработку композитов и сборку готовых продуктов на их основе. Это позволило нам шагнуть от выпуска элементарных пултрузионных профилей к конечным изделиям и выйти на новые рынки.

Композитные решения под ключ

Собственная обработка композитных профилей позволила нам выйти на рынок готовых изделий.

Свежий пример — остановочные павильоны. Первые такие павильоны мы установили в Тольятти. Еще два к 1 сентября — в поселке Новинки Нижегородской области. Павильоны смонтированы рядом со школой, теперь школьники и учителя в комфортных условиях ждут транспорт. Павильоны эстетичны, долговечны и, что главное, требуют минимального ухода. Если остановки из металла надо минимум раз в год окрашивать для защиты от коррозии, то композитным окраска не нужна. Они всегда будут иметь эстетичный внешний вид, и на таких остановках будет приятно стоять и 50 лет спустя. И если первоклассник в Новинках сфотографируется возле нее сейчас и спустя 11 лет на выпускном, то она, скорее всего, не изменится.

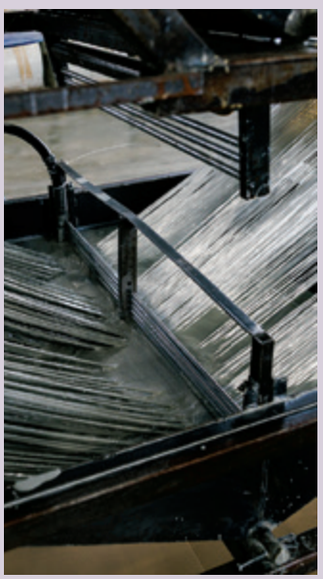
Остановки — не рекламная акция и не разовый проект, а первый этап сотрудничества с партнером — компанией РВБ (объединенная компания Wildberries & Russ), крупнейшим в России оператором наружной рекламы. РВБ оснащает города остановочными павильонами, на которых потом размещает рекламу, поэтому компания заинтересована в том, чтобы павильоны всегда выглядели эстетично и требовали минимума затрат на обслуживание. Композиты для этих целей — лучшее решение. Сейчас мы обсуждаем установку в трех городах по 15–50 павильонов в каждом, надеемся до конца года подписать контракты и взять их в работу. Предполагаем, что это направление может занять 5–15% в общем будущем объеме бизнеса ЦПК.

Одна из ключевых тенденций на рынке — сдвиг спроса с материалов в сторону готовых решений. Партнера интересует не только поставка материала или изделия, а реализация проекта под ключ с монтажом. Например, в Новинках мы не только привезли, но и смонтировали павильоны. Мы пересматриваем подходы к работе с клиентами и логику формирования продуктовой линейки, смещаем фокус на решения под ключ, работаем по тем задачам, где рационально использовать композит из-за его низкого веса, прочности, устойчивости к коррозии и агрессивным средам.

Устойчивость к коррозии востребована, например, в дорожном строительстве: шумозащитные/шумоотражающие экраны из металла быстро корродируют и теряют эстетичный внешний вид из-за осадков и агрессивных реагентов, которыми в холодное








РОСАТОМ







время года обрабатывается дорожное полотно. Композиты в той же среде показывают себя идеально. По сравнению с поливинилхлоридными экранами, еще одним конкурентом композитов, композитные прочнее, жестче и имеют существенно лучшие показатели по пожарной безопасности. Мы поставили наши экраны на несколько объектов, работали вместе с партнером, который специализируется на их монтаже. Ожидаем, что это направление будет расти.

Устойчивое к коррозии строительство

Еще один подобный проект — цельнокомпозитный забор для ограждения особой экономической зоны «Система» в Саранске. Стойкость к коррозии, долговечность, эстетичный внешний вид — традиционные для композитных решений преимущества, а особенность именно этого проекта — возможность устройства подсветки в вертикальных стойках, в том числе в виде триколора. Для этого забора мы изготовили специальные светопрозрачные элементы конструкции. Добиться требуемого уровня светопрозрачности и эффекта передачи цвета без искажения — достаточно сложная задача, с которой Центр полимерных композитов успешно справляется. Сейчас идут отгрузки, до конца года забор должен быть смонтирован.

Прочность и устойчивость к коррозии — обязательные свойства, которыми должны обладать перильные ограждения мостовых сооружений. Традиционно на мостах устанавливали металлические перила, которые через один-два года покрывались коррозией и к которым пешеходу поэтому неприятно прикасаться. Сейчас, когда мосты строят или ремонтируют, стараются установить перильные ограждения из композита. В ассортименте ЦПК есть линейка такой продукции. В этом году мы поставляли перильные ограждения для ремонта моста в городе Люберцы Московской области. После монтажа специалисты ЦПК посещали объект и фиксировали, что перила в полной мере выполняют свою удерживающую функцию.

Еще одно направление, по которому мы ведем активную работу, — это композитные пешеходные переходы и галереи. В настоящее время вместе с подрядной организацией мы разрабатываем рабочую документацию на композитную галерею, которая будет соединять существующий производственный корпус с вновь строящимся. Ранее проект прошел государственную экспертизу, и после разработки рабочей документации галерея будет изготовлена и поставлена на строительную площадку.

Устойчивостью к коррозии и агрессивным средам должны обладать и лаги, которые используются в качестве несущих конструкций для устройства решетчатых полов в свиноводческих хозяйствах. Это один из наиболее востребованных продуктов предприятия, в 2026 году спрос на лаги вырос примерно на треть. Их главная особенность — повышенная прочность за счет использования полиуретанового связующего. У конкурентов прочность у продуктов ниже из-за применения традиционной для пултрузии полиэфирной смолы. Лаги производства ЦПК черного цвета, а у конкурентов светло-серого или белого цветов, так за последнее время сформировался тренд, что «черная лага» самая прочная и качественная на рынке.

В целом в этом году загрузка предприятия достаточная, но в случае необходимости мы очень оперативно сможем нарастить мощности, так как производственные площади позволяют сделать это достаточно быстро.

Эффективный теплообмен

Благодаря запуску на площадке ЦПК участка по производству сеток оросителя по технологии термопластичного формования мы нарастили нашу долю на рынке комплектующих для градирен. Основные потребители — компании нефтегазового, металлургического сектора и энергетики.

В России эксплуатируются порядка 5 тыс. градирен на более чем 90 крупнейших предприятиях страны. По последним аналитическим данным, оборудование градирен изношено. Как следствие — формируется мощный спрос на материалы и комплектующие для них, в том числе на оросители. Еще несколько лет назад большой объем сетчатых оросителей поставляли зарубежные производители. Сейчас это невозможно. Чтобы обеспечить потребности рынка, специалисты Композитного дивизиона разработали собственную запатентованную конструкцию оросителей. Блок оросителя состоит из меньшего числа сеток, что сокращает трудозатраты на сборку и снижает вес самого блока. Заявленные свойства оросителей подтвердили результаты испытаний во Всероссийском научно-исследовательском институте гидротехники им. Б. Е. Веденеева.

Оборудование по производству оросителей полностью загружено, в активной фазе поставки для отраслевых и внеотраслевых объектов. Так, в октябре мы завершили поставку на Нововоронежскую АЭС и планируем, что опыт будет масштабирован на другие станции, не только отечественные, но и зарубежные. Также мы договорились с отраслевыми партнерами, которые обеспечивают поставку запчастей для ремонтов атомных энергоблоков за рубежом. Ряд контрактов находятся на этапе согласования и в ближайшее время должны вступить в фазу реализации.

Планы и задачи Центра полимерных композитов

Среди наших основных задач — выполнение обязательств перед акционерами по достижению финансовых показателей предприятия и развитие продуктового портфеля в направлении готовых решений для полного удовлетворения потребностей клиента.

Текст: Ирина Дорохова
Фото: Композитный дивизион «Росатома»

В нужном месте с нужной нитью

Инвестиции в оборудование позволили «Стеклониту» занять новые ниши рынка

У «Стеклонита» богатая история: в этом году предприятие празднует 65-летие. С советского времени оно выпускало стеклянные нити (отсюда и название) и ткани. Сейчас спектр предложений компании гораздо шире — материалы для строительства дорог, рекультивации, устройства временных площадок и многое другое. Об основных и новых направлениях бизнеса «Стеклонита» нам рассказал генеральный директор компании Армен Айрапетов.



Без ложной скромности: нашу продукцию потребляет весь экономический авангард нашей страны. Мы работаем в нескольких направлениях. Первое — геосинтетические материалы, предназначенные в первую очередь для строительства и ремонта дорог, рекультивации полигонов твердых бытовых отходов, защиты грунта от эрозии и иных применений в области инфраструктурного строительства. Второе — производство стеклянных тканей от сырья до полотен. Третье — производство композитных изделий: мобильных композитных дорожных покрытий и специализированных мостовых плит для железных дорог. Также производим стеклонаполненный полиамид и стеклосетки различного назначения (шахтные, фильтровальные, строительные).

Все направления связаны технологией производства непрерывного стеклянного волокна и ткачества. Все они для нас важны, и нельзя сказать, что какое-то из них доминирует. Это делает наши экономические позиции устойчивыми. Например, у нас ярко выраженная сезонность в сфере геосинтетических материалов, а производство стеклянных тканей всесезонное, и доходы определяются движением денег в рамках контрактов. У композитных изделий вообще нередки ситуации, когда надо сделать «вчера немедленно».

Учитывая такое положение дел, в своем развитии мы не стремимся концентрироваться на чем-то одном, а развиваем все направления, переключаясь на те или иные продукты в зависимости от тенденций на рынке.

Дороги на тканях, газоны на композитах

Мы видим, что потребление геосинтетических материалов просело. Дорог стало строиться и ремонтироваться меньше, в регионах ограничиваются поддерживающими ямочными ремонтами. Ассигнования на инфраструктурные и дорожные объекты сократились, они сконцентрированы в самых крупных проектах, таких как высокоскоростная железнодорожная магистраль. Это означает усиление конкуренции. Наши сетки улучшают качество и удлиняют срок службы асфальтобетонного покрытия. Но мы понимаем, что в нынешней экономической обстановке у разных заказчиков разные ситуации: зачастую главный приоритет — это скорость строительства. Поэтому мы ведем огромную работу, доказывая, что с нашей сеткой строительство выйдет в итоге дешевле и даже быстрее, потому что можно строить в большем диапазоне температур. Быстрее — очень важно, соблюдение сроков — это одна из главных головных болей строителей дорог, потому что финансирование приходит не всегда в срок, а сдавать объект надо вовремя. А в сложных климатических зонах и на территориях со сложной геологией строить дороги без геополотен с высокими разрывными характеристиками (их еще называют силовыми тканями) вообще невозможно.

У геополотен более плотное переплетение, из-за чего их разрывные характеристики достигают 1000 кН по основе. Два года назад мы приобрели для



них ткацкие станки, на которых можно выпускать ткани шириной 6 м. Это позволяет нашим покупателям застилать одним полотном большую площадь и экономить время на монтаже. Также мы купили и запустили в работу машины, которые подготавливают определенным образом полиэфирную нить: складывают несколько нитей вместе (это называется «тростить») — из нити в одно сложение нить в два, три и более сложений. Теперь мы берем полиэфирную нить только в одно сложение, это гораздо проще и экономичнее, чем покупать готовые нити в два, три или шесть сложений. У нас всегда есть нужная номенклатура в нужном объеме, оборудование дает нам необходимую рыночную гибкость. Эти инвестиции в новое оборудование позволили нам зайти в крупные проекты, где требуются геополотна. В этом году мы очень вовремя оказались в нужном месте с нужным предложением и правильным оборудованием. Это то направление, в котором мы планируем двигаться, потому что развитие дорожной инфраструктуры в стране идет в сторону Дальнего Востока, а еще не дошли до Екатеринбурга. В азиатской части страны требования к подготовке дорожного основания повышенные из-за больших температурных перепадов и особенностей грунтов — например, с карстовыми образованиями.

Геополотна также применяют для строительства высоких, до 20 м, подпорных стенок, возведения насыпей на слабых и переувлажненных грунтах. «Стеклонит» поставляет силовые ткани не только по России, но и в страны ближнего зарубежья.

Направление геосинтетических материалов мы расширили также за счет выпуска биоматов с растительным покровом. Это, условно, газон на композите. В композитные ячейки вложены грунт, удобрения и семена. Поскольку семена не пророщены, а маты запечатаны, срок их хранения — до полугода. Для сравнения, обычный рулонный газон надо уложить в течение примерно двух суток с момента срезки. Наши маты можно использовать для рекультивации свалок ТБО, защиты от эрозии, восстановления территорий, укрытия хвосто- и шламохранилищ. Они пользуются спросом в нефтегазовой отрасли, поскольку рекультивация земель дорога, а посеянная трава может не вырасти. При обсуждении поставки мы всегда учитываем расположение объекта, чтобы

заложить состав растений, соответствующий той экосистеме, где биоматы будут укладываться.

Стеклониточке виться

У «Стеклонита» полный цикл производства нитей малой линейной плотности и стеклотканей. Волокна тянем из стеклянных шариков, из волокон делаем крученую нить, а из нее ткем электроизоляционные, конструкционные и другие виды тканей, которые в рулонах отправляем потребителям. Нить тоже товар, ее используют для намотки при изготовлении изделий, например, в космической отрасли.

Мы модернизировали оборудование по вытяжке волокна из шариков, заменив устройства, которые скручивают волокно. Это очень важное устройство, потому что именно от его работы зависит, какие у нити, а потом и у ткани будут разрывные характеристики, насколько нить будет технологичной на ткацком станке, то есть можно ли из нее будет делать в день, условно, 100 м^2 ткани или только 5 м^2. Сейчас у нас есть запас по производственной мощности и в вытяжке волокна, и в подготовке нити. Ткацкое оборудование у нас универсальное: в зависимости от задачи его можно перенастроить, использовать нить с разной круткой и линейной плотностью и выпускать ткани для различных применений.

Изначально мы инвестировали в оборудование, чтобы улучшить свою защищенность от нестабильного импорта. Но оказалось, что рынок тоже стал расти. Если раньше он рос процентов на пять в год, сейчас это уже двузначные цифры. Поменялась и структура рынка: появился спрос на товарную нить. Если раньше ее отгрузки были точечными — 0,2–0,5 тонны в месяц, то сейчас только один потребитель заказывает по 15 тонн в месяц. Поэтому уже два года мы наращиваем объемы производства нитей и их номенклатуру. Нацеливаемся на удвоение по сравнению со стартовыми показателями. Здесь мы тоже очень вовремя пришли на рынок с нужным оборудованием.

В планах — полностью отказаться от покупной нити. Мы готовимся к тому, что строительный и электротехнический рынки после затишья выйдут в рост, и наши производители будут делать из наших электроизоляционных тканей печатные платы, слоистые пластики и т.д. Мы работаем со всем рынком, в том числе с отраслевыми участниками: совместно испытываем наши ткани, чтобы в перспективе быть готовыми закрыть их потребности. Пока они невелики.

На композитном плоту среди бушующей воды

В направлении готовых изделий мы выпускаем крупноформатные плиты, например мобильные дорожные покрытия длиной 6 м и шириной 2 м. Наши плиты, в отличие от бетонных, не требуют твердого основания и не тонут в болоте, но благодаря высокой жесткости выдерживают даже тяжелые машины массой до 80 тонн. Мы их разрабатывали для нефтегазовых



и нефтесервисных компаний, которые очень часто работают в болотистой местности, где, особенно в межсезонье, увязает и тонет техника. Альтернатива плитам — только большое количество леса для гатей. Это древнейший, хорошо известный способ, но это всегда воздействие на окружающую среду и затраты на восстановление леса. Поэтому наши плиты хорошо знакомы и любимы в нефтегазовой отрасли: они расширяют окно для проведения работ и сохраняют дорогостоящую — а в нынешних условиях особо дорогостоящую — технику.

Нефтегазовой отраслью спрос не ограничивается, мы работаем с любыми организациями, которым надо временно решить проблему устойчивости грунта: развернуть мобильный городок, проезд, вертолетную площадку, площадку для хранения техники или других материально-технических ценностей. Плиты многоразовые: их легко собрать, а потом разобрать



«Без ложной скромности: нашу продукцию потребляет весь экономический авангард нашей страны. Мы работаем в нескольких направлениях. Все направления связаны технологией производства непрерывного стеклянного волокна и ткачества. Все они для нас важны, и нельзя сказать, что какое-то из них доминирует. Это делает наши экономические позиции устойчивыми».

и перенести на другое место, снова собрать в дорогу или площадку, и так несколько раз.

С этими плитами связано множество историй. Однажды с их помощью вытаскивали из полыньи вездеходы. Они стояли на речном льду, но тот не выдержал, и они провалились и, хотя не утонули, самостоятельно выйти на лед не могли. Мы подтянули плиты к полынье, благодаря им выросли сцепление и площадь опирания, и вездеходы выбрались. Однажды их использовали в своих учениях спасатели МЧС. На Чукотке по легенде из тундры надо было на вертолете эвакуировать раненых. Главная проблема в такой ситуации — найти ровную площадку для посадки максимально близко от пострадавших. Для этого плиты сложили в стопку, закрепили на парашютных универсальных платформах и сбросили с самолета. С него же на парашютах спустились и спасатели. Они собрали площадку за 22 минуты, и на нее приземлился вертолет. «Пострадавших» загрузили и вывезли на базу, все прошло по плану.



Выглядят наши плиты впечатляюще: тяжелая техника стоит на них прямо посреди воды — так выглядит болото II или III класса. Также феерично выглядит цепочка трубоукладчиков длиной несколько километров, готовых уложить трубу на предназначенное ей место, при том что вес каждого трубоукладчика — 57 тонн. Строителей, гребущих по реке на нашей плите, мы тоже видели.

Смежный продукт — тоже мобильный и легкий, но не обладающий положительной плавучестью и не жесткий, а гибкий и потому более низкозатратный для клиентов. Он хорош на более твердых грунтах, когда надо организовать чистое, ровное пространство для людей или техники. Благодаря более низкой цене, спектр использования шире — добавляется сфера ЖКХ, любые промышленные производства.

Еще одно изделие — плита безбалластного мостового полотна. Ее мы выпускаем около 10 лет. Старт производства был связан со стартом ремонтной кампании РЖД в Калининграде и подразумевал ремонт мостовых сооружений без остановки движения. Главной задачей проекта было снижение веса мостовых конструкций, поэтому для модернизации и были выбраны композитные материалы. Их успешно испытали на Московском большом кольце, поставили на объекты в Калининграде и Челябинске, а потом взяли на Транссиб, БАМ и другие высоконагруженные дороги. Бетонные плиты заменили нашими плитами и на них смонтировали рельсовый путь. Перед укладкой плиты оснащали крепежом и буквально за несколько часов, когда движение останавливалось, быстро монтировали полотно. Срок его службы — не менее 15 лет.

Опыт оказался настолько успешным, что сейчас все территориальные подразделения РЖД используют плиты «Стеклонита». Рабочие программы рассчитаны на несколько лет вперед. Продукт довольно дорогой: несмотря на простой форм-фактор, плиты сложны в изготовлении. Однако дороговизна с лихвой компенсируется минимализацией простоев путей (и, как следствие, выпадающих доходов) и, при правильной эксплуатации, операционных расходов. Впрочем, чтобы снизить себестоимость, «Стеклонит» модернизирует технологический процесс за счет автоматизации и улучшает состав плиты.

А также…

Мы много экспериментируем с различными волокнами, выпуская продукцию из стеклянного, полиэфирного, базальтового ровинга и, одни из немногих в России, из поливинилспиртового (ПВС) волокна. Его особенности — лучшие по сравнению с другими композитами показатели по удлинению и химической стойкости. Благодаря им геосетки, геополотна и георешетки из ПВС используются, например, при строительстве рулежных частей аэродромов. В частности, «Стеклонит» участвовал в реконструкции аэропорта в Новосибирске.

Текст: Екатерина Каткова
Фото: ПАО «Яковлев»

Анатолий Гайданский, первый заместитель управляющего директора — директор инженерного центра ПАО «Яковлев» (входит в ОАК госкорпорации «Ростех»), генеральный директор АО «АэроКомпозит»:

«Главное — масштабировать производство и снижать себестоимость»

Переход на отечественные композитные материалы в ходе создания лайнера МС-21 стал одним из важных этапов в развитии российского авиастроения. Теперь перед отраслью стоит следующая задача — наладить масштабное производство материалов, которые не уступают зарубежным аналогам по цене и позволяют создавать конкурентоспособные самолеты. О том, какую роль сегодня композиты играют в авиастроении, какие возможности открывают новые технологии и почему важно в первую очередь снижать себестоимость производства материалов, рассказал первый заместитель управляющего директора — директор инженерного центра ПАО «Яковлев», генеральный директор АО «АэроКомпозит» Анатолий Гайданский.



«Композиты — это не революция, а следующий этап развития технологий»

— За последние десятилетия интерес к композитным материалам в авиации заметно вырос. Это действительно технологический перелом или скорее новый тренд?

— Я бы сказал, что ситуация существенно изменилась за последние 20 лет. Активное применение композитов в основных силовых конструкциях самолетов мы наблюдаем с начала 2000-х годов. Появился Boeing 787 с композитными крылом и фюзеляжем, затем Airbus A350, Bombardier CSeries (сейчас Airbus A220) и МС-21. Технологическое развитие композитов к определенному моменту достигло уровня, когда стало возможным создавать силовые конструкции планера, а главное — найти подход к их сертификации в составе самолета. Сейчас композитные конструкции крайне широко применяются: мы, наверное, с трудом представляем себе планер нового

Профиль

Анатолий Гайданский возглавляет «АэроКомпозит» с момента основания компании в 2008 году. Под его руководством разработаны новые конструкции и технологии, построены и реконструированы производственные площадки в Ульяновске и Казани, выпускающие авиационные конструкции из полимерных композиционных материалов. Одна из главных страниц в работе компании — участие в создании композитного крыла самолета МС-21. Технология производства композитного крыла «АэроКомпозита» получила международное признание: в 2018 году компания стала лауреатом премии JEC Innovation Awards.

дальнемагистрального пассажирского самолета, где крыло не из композитов. Думаю, на них будут строиться новые программы всех мировых производителей.

Мы полагаем, что будущее развитие авиации будет, скорее всего, базироваться и на переходе с алюминия на термопластичные композиты в конструкции фюзеляжа и большая часть компонентов планеров в нашем классе самолетов будет строиться из композитов.

Но я бы не называл это революцией. Композит — это просто другой материал, у которого есть свои преимущества и недостатки. В каких-то случаях он дает выигрыш в весе и стоимости, в каких-то — позволяет получить более совершенную с аэродинамической точки зрения форму, повысить ресурс конструкции.

Но это не значит, что композиты автоматически лучше металла во всем. Нет задачи сделать из них вообще все. Выигрыш за счет их применения — единицы, максимум десятки процентов в топливной эффективности. Но для современной авиации это много.

— Где композиты в самолетостроении применяются уже сегодня? Что изменилось в технологиях и свойствах материалов, чтобы они могли конкурировать с традиционными металлами в наиболее ответственных элементах конструкции?

— На самом деле композиты в авиации применяются уже давно. Еще с 1960-х годов из них делали несиловые конструкции: обтекатели, люки, отдельные элементы хвостового оперения. Но основные силовые конструкции, например кессон крыла, долгое время делали из алюминия.

Для того чтобы перейти к композитным силовым конструкциям, нужно было решить целый ряд технологических вопросов. Мы вместе с поставщиками с этим справились. В МС-21 из композитов делают не только крыло, но и хвостовое оперение, элементы механизации — закрылки, воздушные тормоза, интерцепторы, — мотогондолы двигателей, различные обтекатели, элементы интерьера. Мы научились создавать композитные конструкции нужной формы и получать характеристики, которые сложно обеспечить с помощью металла.

— Насколько применение композитов улучшает экономику авиации?

— Композиты позволяют снижать вес конструкции и создавать более совершенные аэродинамические формы. Это влияет на летно-технические характеристики, в том числе на дальность полета и расход топлива.

Дополнительный экономический эффект создают более высокий ресурс композитных конструкций и отсутствие коррозии в том виде, в каком она возникает у металлических конструкций.

При этом нельзя сказать, что применение композитов автоматически делает самолет дешевле. Сам материал дороже металла. В производстве можно получить определенную экономию за счет технологического процесса и трудоемкости, но более высокая стоимость материала может этот эффект нивелировать. Экономический результат нужно считать в целом — с учетом массы, аэродинамики, расхода топлива и ресурса конструкции.

Отмечу, композитные конструкции сложнее перерабатывать после окончания срока службы. Металл можно переплавить, а с композитом так сделать нельзя. Его можно измельчать и использовать, например, в строительстве, но это уже другая технология. При этом сегодня вопрос утилизации не стоит так остро: парк самолетов с большим количеством композитных конструкций еще относительно молодой. Думаю, более актуальной эта тема станет через 10–15 лет.

— Ранее говорилось, что внедрение композитов дает снижение массы на 15%.

— Это ориентир на будущее. Авиационные нормы безопасности консервативны. На 15% можно выйти, когда будет накоплен достаточный объем эксплуатационной статистики, позволяющий смягчить действующие нормы.

— Какие испытания должна пройти новая композитная конструкция, прежде чем ее допустят к эксплуатации на серийном самолете?

— Это большая и достаточно трудоемкая процедура, но она четко регламентирована. Есть федеральные авиационные правила, есть требования к материалам, конструкциям и отдельным компонентам, есть методы определения соответствия конструкции авиационным нормам. Проводятся испытания материалов

На фото

Самолет МС-21-310



На фото

Сборка крыла самолета МС-21 на предприятии «АэроКомпозит-Ульяновск»



и элементов конструкции, стендовые испытания, затем испытания в составе самолета.

В целом требования к сертификации в разных странах гармонизированы. Российские авиационные правила во многом основаны на европейских требованиях, хотя есть и определенные различия.

«Материалы должны соответствовать требованиям авиации»

— Насколько российские композитные материалы сегодня соответствуют зарубежным аналогам по прочности, стабильности характеристик и долговечности?

— Если говорить о характеристиках, то отечественные материалы в целом соответствуют зарубежным аналогам. Мы научились делать материалы, которые отвечают требованиям авиации.

Но важно не только получить необходимые характеристики. Материал должен стабильно производиться, его свойства должны быть воспроизводимыми от партии к партии. Для авиации это принципиальный вопрос, потому что речь идет об ответственных конструкциях и длительном сроке эксплуатации.

Есть и экономическая составляющая. Некоторые отечественные материалы могут быть значительно дороже рыночных аналогов. Это вызов, с которым необходимо прицельно работать.

— При переходе на российские композиционные материалы удалось сохранить основные конструктивные решения крыла МС-21, но потребовалось перенастроить технологические процессы. Что оказалось наиболее сложным в этой работе и какие изменения пришлось внести в производство?

— Изначально в этом лайнере использовались в основном материалы американского производства, потому что на тот момент подходящих отечественных аналогов не было.

После первых торговых ограничений, введенных в отношении «АэроКомпозита» в 2018 году, мы полностью перевели конструкцию на отечественные материалы, начиная с волокна. Для этого потребовалось несколько лет плотной работы с производителями материалов.

Импортозамещение в этой сфере — не вопрос, который можно решить за несколько месяцев. Нужно не только разработать материал, но и проверить его характеристики, провести испытания, подтвердить, что он подходит для конкретной конструкции, организовать поставки. В 2015–2017 годах производители материалов и разработчики самолета уже активно взаимодействовали, чтобы создавать и квалифицировать необходимые материалы.

Сейчас мы уже можем сказать, что российские материалы поставляются, а основные проблемы начального этапа решены.



На фото

Испытания композитного кессона крыла МС-21 в ЦАГИ

— Как выстроено взаимодействие между авиастроителями и производителями композитных материалов? Насколько важно подключать их к работе на ранних этапах?

— Очень важно. Нельзя просто взять материал и сказать: теперь мы будем из него делать крыло. Нужно понимать, для какой конструкции он предназначен, какие характеристики необходимы, какая технология будет использоваться при изготовлении детали. Материал не существует сам по себе, отдельно от технологии изготовления конкретного изделия.

Мы взаимодействуем с производителями материалов. У каждого производителя своя специализация, свои материалы и технологические возможности. Важно, чтобы требования авиастроителя и возможности производителя совпадали. Если материал нужно разрабатывать специально под конкретную конструкцию, то это взаимодействие должно начинаться заранее.

— Почему композиты пока не вытеснили металл из всех конструкций гражданского самолета? Что сдерживает их более широкое применение?

— В первую очередь экономика. Композит не всегда дает такой выигрыш, который оправдывает более высокую стоимость материала и изменение технологии производства.

Например, у композитного крыла есть понятные преимущества. А вот если мы говорим о фюзеляже, то нужно отдельно считать, что мы получим и сколько это будет стоить. Нельзя исходить из того, что композит в любом случае лучше металла. Для каждой конструкции нужно оценивать характеристики, технологию изготовления, стоимость и весь жизненный цикл.

Поэтому вопрос не в том, чтобы использовать композиты везде. Вопрос в том, чтобы применять их там, где это действительно оправданно.

«Нужно сформировать спрос и понять, какой материал нам нужен»

— Вы в начале беседы сказали, что во многом будущее за термопластичными композитами. Чем они принципиально отличаются от материалов, которые сегодня применяются в авиастроении?

— Сейчас в авиации в основном используются термореактивные композиты (другое название — реактопласты. — *Примеч. ред.*). После отверждения такой материал уже нельзя просто нагреть и придать ему другую форму: при высокой температуре он начинает разрушаться.

С термопластичными материалами ситуация другая. При нагревании они размягчаются, а после охлаждения снова приобретают свои свойства. Это дает дополнительные технологические возможности, в частности, позволяет соединять отдельные детали сваркой.

Для некоторых конструкций, например для фюзеляжа, это может быть интересно. Для крыла такой эффект, возможно, будет не настолько значимым. Здесь все зависит от конкретного изделия и технологии.

При этом российские термопластичные материалы, в отличие от реактопластов, пока не достигли уровня лучших зарубежных аналогов. Чтобы развивать это направление, нужен конкретный проект, подобный МС-21, благодаря которому в России создана отрасль реактопластов. Должен сформироваться спрос и понимание, какой именно материал нужен, какие требования к нему предъявляются. То есть мы, как потребители, должны сформулировать техническое задание.

Дальше уже производители принимают его, обсуждают, что можно сделать, и переходят к запуску производственной линии. Подтянутся другие производители, появится рынок. Наша задача по термопластам — подготовить такой запрос в рамках собственных разработок к концу 2027 — началу 2028 года. Дальше уже дело за производителями.

— Что сегодня необходимо сделать, чтобы российские композитные материалы не просто заменяли импортные, а обеспечивали конкурентоспособность отечественных самолетов?

Справка

3К — жгут, состоящий из 3000 отдельных углеродных нитей, или филаментов. Более тонкие жгуты используют, в частности, при изготовлении агрегатов механизации планера.

24К — жгут из 24000 филаментов. Крупножгутовое волокно может применяться при производстве крупногабаритных промышленных композитных конструкций, таких как панели и лонжероны отъемной части крыла.

Обозначения «3К» и «24К» указывают на количество нитей в жгуте, а не на прочность или конкретную сферу применения материала. Выбор волокна зависит также от его характеристик, технологии производства и требований к готовому изделию.

— Основная задача сейчас — научиться производить не только качественно, но и по приемлемой цене. Мы понимаем, что нужно делать, чтобы снижать себестоимость. Здесь вопрос и в эффективности производства, и в масштабах.

Сложно добиться нормальной себестоимости, если на одной линии производить волокна разных номиналов — и 24К, и 3К. Сейчас так. И чтобы перейти с одной номенклатуры на другую, линию приходится перенастраивать. А если масштабировать производство, то нужно разделить эти процессы и освоить промышленный выпуск обоих видов продукции.

Без этого сложно и наращивать объемы, и создавать новые производства. В конечном счете мы должны получить материал, который соответствует требованиям авиации и при этом стоит адекватных денег. Нельзя быть заметно дороже рынка. Иначе, если мировой рынок снова нам откроется и появится возможность закупать более дешевые материалы, отечественному производителю будет очень сложно на нем конкурировать.

«Современное производство — это сложные технологии и интересные инженерные задачи»

— Изменился ли кадровый рынок за последние годы? Где сегодня готовят специалистов для работы с композитами и каких компетенций не хватает?

— Есть профильные вузы, например МАИ и МГТУ им. Н. Э. Баумана. Есть региональные университеты в Ульяновске, Казани, которые готовят специалистов для авиационной промышленности. Мы работаем с вузами, привлекаем студентов, организуем практику, стараемся знакомить молодых специалистов с производством еще во время учебы.

Часть ребят приходит к нам на работу, дальше мы их обучаем уже на месте. Потому что университет дает базовую подготовку, но многие практические вещи человек осваивает непосредственно на предприятии.

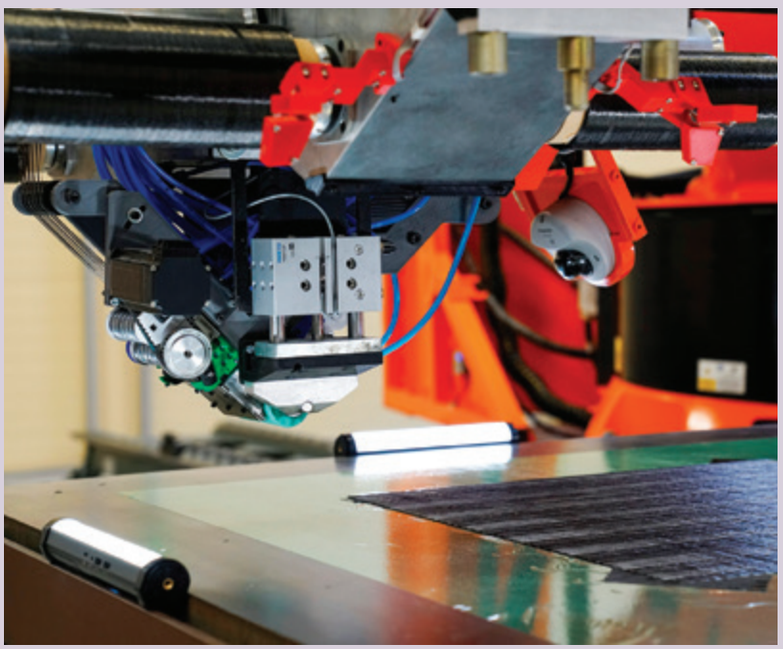
При этом дефицит кадров есть, как и на многих производствах. Не хватает рабочих специальностей — станочников, сварщиков, специалистов по сборке авиационных конструкций. Нужны и сильные инженеры, которые в перспективе смогут стать главными конструкторами, и специалисты, которые одновременно понимают технологию и умеют управлять процессами.

Молодежь приходит, но некоторые технические специальности по-прежнему не самые популярные. Поэтому важно не только готовить специалистов, но и показывать им, что современное производство — это сложные технологии и интересные инженерные задачи.

— Какую роль будут играть композиты в гражданской авиации через 10–15 лет? Стоит ли ждать принципиально новых материалов и конструкций?

— Думаю, что следующим большим шагом может стать более широкое применение композитов в фюзеляже. Но я бы не стал утверждать, что через 10–15 лет все самолеты будут полностью композитными. Нужно смотреть, где это действительно дает преимущество.

Появление новых материалов и технологий, конечно, будет продолжаться. Но важен не только сам материал — нужно понимать, как его производить, как из него изготавливать детали и как обеспечить стабильное качество при серийном выпуске и конкурентоспособной цене.



На фото

Выкладочная головка российского производства

Текст: «Атом Медиа»
Фото: Александр Чикин / газета «Страна Росатом»

Атом для планеты

На форуме «Мировые атомные дни — 2026» обсудили роль атомных технологий в решении глобальных вызовов



В ноябре в Анталье (Турция) состоялась 31-я Конференция сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата (COP31), объединившая представителей государств, международных организаций, бизнеса, научного сообщества и общественных инициатив для обсуждения мер по противодействию изменению климата и развитию низкоуглеродной экономики. Форум «Мировые атомные дни — 2026» (World Atomic Days 2026) — международное бизнес-мероприятие «Росатома», дополняющее климатическую повестку форума COP31. Это одно из ключевых событий мировой атомной отрасли 2026 года, организуемое госкорпорацией для зарубежных партнеров с целью продвижения атомных технологий. Мероприятие прошло при поддержке МАГАТЭ, Всемирной ядерной ассоциации, Платформы по атомной энергии стран БРИКС.

Форум «Мировые атомные дни — 2026» открылся 12 ноября молодежной программой «Энергия атома — талантам: лидерство, развитие, вдохновение». «Мировые атомные дни продолжают диалог, начатый на Мировой атомной неделе в Москве в 2025 году. Здесь, в Анталье, параллельно с климатической конференцией ООН COP31 мы обсуждаем, какой вклад атомная энергетика и технологии вносят в зеленое будущее нашей планеты. Сегодня атомной промышленности нужны таланты — молодые люди, готовые предлагать новые идеи, осваивать технологии и работать на стыке разных профессий. Поэтому «Росатом» создает для молодежи возможности знакомиться с работой предприятий, перенимать опыт наставников и участвовать в реальных проектах. Мы даем возможность молодому поколению атомщиков раскрыть свой потенциал и внести вклад в будущее отрасли», — отметил в своем выступлении, открывшем программу, генеральный директор госкорпорации «Росатом» Алексей Лихачев.

С приветственными словами к молодежи также обратились министр экономического развития РФ Максим Решетников, генеральный директор Всемирной ядерной ассоциации Сама Бильбао-и-Леон и главный координатор Платформы по атомной энергии стран БРИКС Элзи Пуле.

Продолжил программу диалог «Кадры для технологического прорыва в ответ на изменение климата». Участники мероприятия рассмотрели роль образования, кадрового сотрудничества и молодежных инициатив в развитии высокотехнологичных отраслей и достижении климатических целей. В обсуждении приняли участие министр экономического развития Российской Федерации Максим Решетников, генеральный директор Всемирной ядерной ассоциации Сама Бильбао-и-Леон, заместитель генерального директора по персоналу госкорпорации «Росатом» Татьяна Терентьева, член правления и заместитель секретаря партийной группы Китайской национальной ядерной корпорации (CNNC) Лю Цзяньпин, главный координатор Платформы по ядерной энергии стран БРИКС Элзи Пуле, заместитель генерального директора по человеческому капиталу Южно-Африканской корпорации по атомной энергии (NECSA) Ситембиле Мбуиса. Модератором выступила участник Международного молодежного консультационного совета Impact Team 2050 из Индонезии Надира Сансабилла.

Одной из центральных тем диалога стал растущий спрос на квалифицированные кадры в условиях технологической трансформации экономики

и обеспечения энергоперехода. Развитие низкоуглеродной энергетики требует не только инвестиций в новые производства и инфраструктуру, но и подготовки специалистов, способных работать с современными технологиями, цифровыми инструментами и сложными инженерными системами.

Министр экономического развития Российской Федерации Максим Решетников отметил, что обеспеченность экономики квалифицированными кадрами становится одним из ключевых условий технологического развития и повышения конкурентоспособности. По его словам, масштабные инвестиции в новые технологии должны сопровождаться повышением производительности труда, модернизацией системы профессионального образования и программами переподготовки специалистов. Особое значение приобретает более тесное взаимодействие государства, образовательных организаций и работодателей, позволяющее готовить кадры с учетом перспективных потребностей экономики.

Заместитель генерального директора по персоналу «Росатома» Татьяна Терентьева представила подходы корпорации к подготовке и развитию специалистов для атомной отрасли, а также формированию глобальной команды молодежи. «Устойчивое развитие возможно только на принципах глобального сотрудничества, вдохновителем которого выступает международная молодежная команда. Это сообщество единомышленников, объединенных ответственностью за наше общее будущее. Уже сегодня молодежь из десятков стран вместе с «Росатомом» решает, каким может стать мир к 2050 году и какую роль в его развитии сыграет мирный атом. Атомные технологии дают возможность мечтать о большем и превращать самые смелые идеи в решения на благо человека», — отметила Татьяна Терентьева.

Отдельной темой диалога стало привлечение молодого поколения в атомную отрасль. Несмотря на технологическую сложность, широкие возможности профессионального развития и вклад атомной энергетики в решение климатических задач, молодые люди не всегда рассматривают ее как привлекательное направление для построения карьеры. Участники диалога отметили значимость взаимодействия государства, бизнеса, образовательных организаций и молодежных профессиональных сообществ для подготовки нового поколения специалистов. Развитие таких партнерств позволяет не только отвечать на текущий кадровый спрос, но и формировать компетенции, необходимые для реализации долгосрочных технологических и климатических целей.

13 ноября в бизнес-день форума «Мировые атомные дни» состоялось пленарное заседание «Атомная энергетика для людей и планеты». В мероприятии приняли участие генеральный директор госкорпорации «Росатом» Алексей Лихачев, генеральный директор Всемирной ядерной ассоциации Сама Бильбао-и-Леон, министр энергетики и природных ресурсов Турции Алпарслан Байрактар, председатель Агентства Республики Казахстан по атомной энергии Алмасадам Саткалиев, директор Агентства по развитию атомной энергетики при Министерстве энергетики Республики Узбекистан Азим Ахмедхаджаев, главный координатор Платформы по атомной энергии БРИКС Элзи Пуле, генеральный директор, председатель Совета директоров Paks II Ltd. Аттила Шагоди. Обсуждение было посвящено роли атомных технологий в решении глобальных вызовов.



Алексей Лихачев

Генеральный директор госкорпорации «Росатом»:

— Сегодня все больше стран делают атомную энергетику существенной частью своего энергобаланса. Экологичность атомной энергетики, ее ключевое значение для энергоперехода и обеспечение равного доступа к ядерным технологиям — это главный вектор текущей мировой энергетической повестки. «Росатом» всегда предлагал свои решения партнерам, делился своими знаниями и технологиями и будет так делать и впредь.

Генеральный директор госкорпорации «Росатом» подчеркнул, что атомная энергетика — единственная технология, которая позволяет преодолеть три ключевых вызова современности: изменение климата, энергопереход и геополитическую нестабильность. Отдельно Алексей Лихачев остановился на вкладе госкорпорации в развитие мировой атомной отрасли, подчеркнув, что Россия никогда не переставала строить атомные электростанции и совершенствовать атомные технологии. Это позволило «Росатому» сформировать собственное видение развития отрасли и стать ее лидером.

Алексей Лихачев отметил, что стремление к более эффективному использованию имеющихся ресурсов станет решающим в определении облика будущей атомной энергетики. «Росатом» планирует, что к середине этого века в России заработает двухкомпонентная атомная энергетика с тепловыми и быстрыми реакторами и замыканием ядерного топливного цикла. Технологии реакторов поколения IV, которые уже сейчас создают российские атомщики, сделают атомную генерацию практически безотходной и увеличат ресурсную базу за счет многократной переработки отработавшего ядерного топлива.

Текст: Маргарита Быкова
Фото предоставлено организатором международной премии ESG Excellence Awards 2026



«Росатом» признан лучшим работодателем для всех поколений

Госкорпорация получила 10 наград премий «Хрустальная пирамида» и ESG Excellence Awards 2026

Церемония награждения победителей премий «Хрустальная пирамида — 2026» и ESG Excellence Awards 2026 за достижения в области управления человеческим капиталом, устойчивого развития и корпоративной социальной ответственности состоялась в Москве 14 и 15 октября в рамках XXVII Саммита HR-директоров России и СНГ совместно с VI форумом «Устойчивое развитие территорий и человеческого потенциала». Госкорпорация «Росатом» получила 10 наград, включая главную — Гран-при в номинации «Лучший работодатель для всех поколений».

«Росатом» стал победителем в самом большом количестве номинаций премии ESG Excellence Awards 2026: «Лидер в области охраны труда», «Лучший проект по развитию человеческого капитала» за отраслевую программу признания «Человек года Росатома», «Лучший проект в области здравоохранения и благополучия» за отраслевой форум «Росатом — территория здоровья и добра», «Лучший проект в области социальной политики в регионе» за программу «Люди и города», «Проект, направленный на достижение целей устойчивого развития (ЦУР)» за женское сообщество «Росатома», «Лучшая книга по теме ESG» за книгу «Атомы вкуса. Кулинарное наследие городов Росатома». Дипломом лауреата в номинации «КСО-проект года» был отмечен грантовый конкурс «80 добрых дел», который прошел в год 80-летия атомной промышленности. Кроме того, «Росатом» стал победителем в двух специальных номинациях премии «Хрустальная пирамида» за совместную работу с Федеральным медико-биологическим агентством (ФМБА России) по совершенствованию качества и доступности медицинской помощи в городах присутствия предприятий госкорпорации «Росатом» в номинации «Лучший инвестор в здоровье персонала», учрежденной «АльфаСтрахованием», и в специальной номинации от «Галс-Девелопмента» «Стратегическое планирование численности персонала».

«В проекты «Росатома» вовлечены пять поколений — от школьников, которые учатся в атомных классах, и студентов, проходящих производственные практики и стажировки, до опытных ученых и наставников, которые с удовольствием делятся знаниями с молодежью. Сила «Росатома» — в единой команде и в объединении людей самых разных профессий, возрастов и талантов вокруг общих целей и ценностей на благо атомной отрасли, науки и будущего нашей страны», — поделилась директор департамента кадровой политики «Росатома» Оксана Кармишина.



Татьяна Терентьева

Заместитель генерального директора госкорпорации «Росатом» по персоналу:

— «Росатом» сегодня не только глобальный технологический лидер, но и работодатель, который использует передовые технологии в работе с людьми. В госкорпорации работает пять поколений сотрудников, которых объединяют общие ценности, любовь к своему делу, стране и малой родине. У нас 31 атомный город, устойчивое развитие которых является частью нашей стратегии. Как человекоцентричная компания, мы видим нашу миссию в создании высокотехнологичной, безопасной и гостеприимной среды, в которой хочется жить, развиваться и работать сотрудникам всех поколений, в какой бы точке мира они ни находились.

Саммит HR-директоров России и СНГ — крупнейшая ежегодная площадка для встреч топ-руководителей по персоналу ведущих компаний России и стран СНГ, которая существует с 1998 года и сочетает в себе конференционную программу, выставку HR-решений и услуг, а также церемонию вручения профессиональной премии за достижения в области управления человеческим капиталом.

Форум «Устойчивое развитие территорий и человеческого потенциала» — ежегодная площадка, действующая с 2021 года, которая проводится в связке с Саммитом HR-директоров России и СНГ и посвящена вопросам развития регионов, человеческого капитала и корпоративной социальной ответственности.

Международная премия ESG Excellence Awards — профессиональная награда в области устойчивого развития и корпоративной социальной ответственности, которая вручается с 2021 года на форуме «Устойчивое развитие территорий и человеческого потенциала».

Международная премия «Хрустальная пирамида» была учреждена в 2011 году оргкомитетом Саммита HR-директоров России и СНГ в сотрудничестве с Российским союзом промышленников и предпринимателей и ежегодно присуждается для распространения лучшего опыта управления кадрами, а также поощрения организаций, внедряющих передовые методы и технологии в области управления персоналом.

Текст: Евгений Рожков
Фото: Getty Images / Unsplash, «Аккую Нуклеар»

Путь к согласию

Как тренеры Корпоративной Академии «Росатома» учат атомщиков искусству бизнес-общения

К переговорам нужно готовиться, в сложном разговоре — взять паузу. Все знают эти и другие подобные правила деловой коммуникации, но мало кто их применяет. Александр Иванов, ведущий консультант Корпоративной Академии «Росатома», и Елена Аксенова, кандидат психологических наук, руководитель проектов развития образовательных продуктов Корпоративной Академии «Росатома», объясняют, почему природное красноречие помогает не всегда, где грань между спором и конфликтом и что делать вместо поиска виноватого.

Наука находить общий язык

— Как вы стали тренерами и что вас привело в атомную отрасль?

Елена Аксенова: В школе у меня было две мечты: стать физиком-ядерщиком и стать психологом. Победила вторая, и я пошла учиться на факультет психологии. Окончила вуз, защитила диссертацию и увлеклась обучением. Сначала я работала с детьми, но довольно быстро, уже после вуза, стала тренером в разных компаниях, в консалтинге и в банковской сфере.

Потом увидела вакансию в Корпоративной Академии «Росатома» и подумала, что это будет хорошая реализация школьной мечты о физике-ядерщике. Прошла собеседование и вот уже семь лет работаю в «Росатоме».

Александр Иванов: В 1996 году я работал в Coca-Cola, и по совету эйчаров меня направили в корпоративный университет учиться тому, как обучать взрослых. В том же году я провел первый бизнес-тренинг. Первый внешний тренинг я провел в 2001 году для торговых представителей компании «Кириешки». Затем у Сергея Владиленовича Кириенко сформировался запрос на обучение людей переговорам, и я оказался в его кабинете и в «Росатоме».

— Зачем взрослых людей учат общаться? Эту задачу спустили сверху или пришло общее понимание, что атомщикам не хватает навыков в переговорах и коммуникациях?

Елена Аксенова: Когда ребенок растет, мы учим его читать, писать, считать, но в системе образования нет дисциплины, которая учила бы общаться. Мы, конечно, все как-то умеем это делать. Но, приходя на работу, становимся заложниками того, как мы научились этому сами. Один легко и быстро устанавливает контакт, потому что, например, рос в большой семье или много где бывал, общаясь с разными людьми. Другой — наоборот. Поэтому обучать этому точно нужно. Тем более компании, где навык коммуникации развит лучше, работают эффективнее с экономической точки зрения. Есть исследование центра «Сколково», в котором говорится, что примерно 24% рабочего времени теряется из-за плохих коммуникаций.

Вдох и выдох

— Кто чаще всего приходит на обучение и с какими запросами? Есть ли предприятия или дивизионы, которые обращаются заметно чаще других?

Александр Иванов: Ко мне на тренинги приходят из абсолютно разных компаний, у нас в отрасли их около 500. Есть и те, кто ведет переговоры с зарубежными заказчиками. Переговоры нужны всем, ведь они ведутся и на внутреннем периметре, и на внешнем.

Из последних проектов — программа, для которой заказчик попросил соединить межкультурные различия и переговоры, чтобы на выходе люди понимали, в какой культурной среде они ведут переговоры. Скажем, вы говорите шведу, что у вас проблемы со сроками исполнения заказа, потому что в технологии нужно что-то поменять. Швед ответит: «Чем мы можем вам помочь?» Те же слова, сказанные китайским партнерам, вызовут совершенно другую реакцию: они могут использовать это против вас, чтобы получить дополнительные преференции. Поэтому нужно учитывать, как люди принимают решения, опираясь на культурные маркеры.

Елена Аксенова: Выделить предприятие или уровень должностей, которые чаще приходят за тем или иным форматом обучения, очень сложно. Из тренерского опыта скажу, что и от заказчиков, и от участников мы часто слышим: «Сделайте что-нибудь с тем, с кем я общаюсь» или «Придумайте аргумент, который положит всех на лопатки». Это естественный запрос на одно волшебное слово, которое изменит весь ход переговоров.

В ходе обучения происходит трансформация. Сильно повлиять на другого человека мы не можем. Зато можем многое сделать для себя. Прокачать устойчивость



Александр Иванов

Ведущий консультант Корпоративной Академии «Росатома»



Елена Аксенова

Руководитель проектов развития образовательных продуктов Корпоративной Академии «Росатома», кандидат психологических наук

к эмоциональному давлению или выработать тактику ведения переговоров.

— Допустим, атмосфера во время разговора накалилась и эмоции берут верх. Есть ли простая техника, которая помогает не сорваться?

Елена Аксенова: Если нужно самое простое, то в ситуации эмоционального напряжения возьмите паузу, сделайте глубокий вдох и выдох. В реальных переговорах это крайне сложно даже для тех участников, которые прошли обучение. Или, например, сядьте и фиксируйте, что говорит человек, делайте пометки, чтобы немного отстраниться от давления. Но и это в моменте сделать непросто.

Александр Иванов: Все это знают. Но чтобы научиться это делать и увидеть, как это работает, нужно потренироваться. Это как совет, как быть здоровым: заниматься спортом. Да, делайте паузу, тренируйтесь.

Спор и конфликт

— Представим ситуацию: переговоры провалились, стороны разругались. Приходят ли к вам после этого, чтобы выстроить стратегию следующего раунда, и удается ли потом добиться успеха?

Александр Иванов: Да, регулярно. Недавно ко мне обратился эйчар по поручению генерального директора одного из предприятий. Проблема в том, что два ключевых топ-менеджера уже полгода в конфликте и руководитель готов уволить либо обоих, либо одного из них. Люди в обстановке конфликтов ведут себя зачастую одинаково: терпят, копят обиды, злятся и, только когда подошли к краю, привлекают кого-то со стороны. Консультанту нужно платить, к нему нужно идти, поэтому терпят до последнего. Есть компании, которые подходят системно и стараются не доводить ситуацию до вражды. А есть компании посередине: то пожар тушат, то системно развиваются.

— Мы спорим, и в какой-то момент спор превращается в конфликт. Где проходит эта граница и как научить людей ее замечать?

Елена Аксенова: Спор — это когда мы друг другу приводим аргументы. Например, спорим, куда пойти обедать в офисе: кто-то за столовую, кто-то за готовую еду из автомата. У каждого есть свои аргументы, и мы можем друг друга убеждать. В основе конфликта тоже спор, две противоположные позиции, но к нему добавляется эмоциональная составляющая. Часто конфликт выглядит как несовместимость взглядов: позиция «будем есть только в столовой» становится для кого-то принципиальной, и он вообще не готов слушать про еду из автомата или кафе. Водораздел можно провести в таком разрезе.

Конфликт — это не всегда плохо, и ответ, наверное, кроется в слове «конструктивный». Если взаимодействие не разрушает, а рожденное в споре решение нас усиливает, то все хорошо, даже если со стороны это выглядит эмоционально и кажется конфликтным. А если мы не можем прийти к решению, потому что встали на позиции, с которых не хотим сдвинуться, или происходящее отталкивает нас от цели и не дает решить бизнес-задачу, это неконструктивно.

Аргументы и согласие

— Собеседник скептичен или вовсе не хочет слушать. Как в таком случае продвигать свою точку зрения? Можно ли подобрать железобетонные аргументы или лучше отталкиваться от того, что предлагает сам переговорщик?

Елена Аксенова: С этапом подготовки связан очень большой процент наших ошибок. Мы не готовимся, не понимаем, кто будет напротив и как донести до него информацию, чтобы ее услышали. В компаниях я часто вижу, что на переговоры идут люди не того уровня. Например, вместо линейных руководителей нужен средний менеджмент или даже топ. Часто именно поэтому аргументы и не слышат.

Или мы не набросали возможные аргументы, понадеявшись на природное красноречие. Опыт показывает:





На фото

АЭС «Аккую», которую сооружает «Росатом», — первая атомная станция в Турции. При реализации зарубежных проектов важно выстраивать деловые коммуникации с учетом межкультурных различий

не сымпровизируем, не скажем. Нужно много готовиться, чтобы тебя услышали. Но вопрос не в наличии 10 аргументов, а в том, насколько я подготовил их под ситуацию, которая будет разворачиваться. А дальше все зависит от того, насколько я могу подстроить заготовку под то, что происходит в реальности.

— Бывает, что правда на стороне оппонента. Учите ли вы вовремя сдать назад и сказать «да», а не продавливать свое мнение до конца? Как понять, что, может быть, переговоры дальше не нужны и это была ошибка?

Александр Иванов: Чтобы ответить на ваш вопрос досконально, нужно сходить на тренинг «Системное мышление и принятие решений». А если коротко, то руководствуйтесь своими навыками здесь и сейчас. Думайте, что будет, если вы скажете «да», и что будет, если «нет». Какие плюсы от «да» и какие минусы от «нет», и наоборот.

«Какова моя цель?»

— Теперь о неприятном. Срок сорван, допущена ошибка (например, по объективным обстоятельствам). Как сделать так, чтобы «разбор полетов» не превратился исключительно в поиск виноватого, а остался конструктивным и принес нужные результаты?

Александр Иванов: А когда мы в России обходились без виноватого? Никогда. Так что это чаще всего будет происходить. Мне очень нравится инструмент «аудит обвинений». Подумайте, кто и сколько раз в вашем разговоре обвинял и к чему это привело. Если сделать такое упражнение, это сильно поможет.

Еще сильнее поможет, если вопросы, которые вы задаете собеседникам и себе и которые начинаются со слова «почему», вы отправите в бан. Вопросы со словом «почему» всегда про обвинения и про прошлое. Задавайте больше вопросов такого типа: «А как будет правильно?», «Что мы хотим получить в итоге?», «Какова моя цель в этом разговоре?». Тогда в ходе беседы все будет улучшаться. По крайней мере, так говорят теория и практика.

Елена Аксенова: Развивая мысль Александра, скажу так: если нужно дать негативную обратную связь или сообщить о чем-то плохом, главный вопрос: «Какова моя цель?». Допустим, я руководитель команды, которая оплошала. Чего я хочу?

Если речь о культуре безопасности, о жизни и здоровье людей, то для меня тут нет стоп-сигнала. Это очень серьезно, и вопрос в четком донесении моего мнения тем способом, который мне сейчас доступен.

Если ситуация не настолько радикальная, например, сотрудник сорвал сроки, то многое зависит от цели и моего стиля как руководителя. Если все знают, что в такой ситуации я буду кричать, то люди, которые со мной работают, к этому привыкли. Я могу покричать, а уже потом еще раз, более конструктивно, сказать, что нужно делать в следующий раз, чтобы этого не происходило.

Если эмоциональное состояние позволяет говорить конструктивно, есть прекрасный навык, который

задействован во многих программах Корпакадемии, — предоставление негативной обратной связи. Ключевой момент в том, что мы обсуждаем действия, а не обвиняем человека. Не «ты плохой», а «ты не сообщил об ошибке, не сообщил, что не успеваешь, не запросил помощь». Тогда разговор становится конструктивнее. Очень многое зависит от контекста, от того, что произошло, от стиля управления, к которому привыкли.

Процесс и результат

— Если выбирать среди зарубежных партнеров, с кем нам, людям русской культуры, договариваться тяжелее всего?

Александр Иванов: У меня нет ответа на этот вопрос, потому что легко нигде не будет. Если вы пришли наивным с точки зрения знаний и умений, то будете думать, что со всеми легко общаться, но вас выдоят досуха. Если пришли опытным профессионалом, то вам будет и сложно, и просто одновременно: вы видите, какие инструменты используют. Например, решение одного кейса с заказчиком из одной из стран, где «Росатом» сейчас сооружает АЭС, — это два года и 150 переговорных сессий по двум-трем вопросам. Легко это или сложно?

Атомная станция вообще за год не продается. Это, условно, от трех до семи лет переговоров — с ультиматумами, спорами и всем остальным. Это составная часть работы. Кто это понимает, тот не переживает это как сложность, а воспринимает как процесс, через который нужно пройти.

— «Росатом» сегодня лидирует в мире по строительству энергоблоков за рубежом. Ощущаете ли вы в этом собственный вклад?

Елена Аксенова: За любыми результатами стоят люди и конкретные команды, а мы работаем, обучаем и консультируем именно их. Работая с командами, в том числе на наших международных площадках, мы как ведущие и эксперты всегда отмечаем, что после обучения участники испытывают воодушевление, ловят инсайты и открывают для себя новые инструменты, которые будут помогать решать рабочие задачи. Мой главный профессиональный вопрос: на сколько этого хватит? Как быстро угаснет энтузиазм или что произойдет, если понравившийся инструмент не даст ожидаемого эффекта? Именно поэтому дать однозначный ответ на ваш вопрос сложно. Я чувствую причастность к большим и важным задачам, и, если команду нужно усилить через обучение и развитие, это точно к нам.

Александр Иванов: Я часто слышу после тренинга: «Вот если бы я попал на ваш курс раньше, вот тогда бы…», «Я понял, как мне надо было провести прошедшие переговоры!», «Учите этому в институтах!».

Мы развиваем переговорщиков в отрасли более 10 лет, обучили более 1500 человек и не собираемся останавливаться.

Программы и курсы по коммуникациям Корпоративной Академии «Росатома»

«Искусство говорить и слышать»: базовый тренинг (16 часов) по развитию навыков эффективной коммуникации. Включает инструменты активного слушания, убеждения, конструктивного отказа и делового этикета.

«Переговоры по модели 3D»: программа охватывает и развивает базовые навыки, которые позволят вам быстро и эффективно договариваться, а также систематизировать свой переговорный опыт, понять зоны роста и развить переговорные навыки в коротком формате.

«Эффективные коммуникации»: трек для сотрудников, испытывающих сложности в общении или боящихся публичных выступлений. Охватывает управление вниманием аудитории, работу с волнением, разрешение конфликтов и выстраивание долгосрочных деловых отношений.

«Практикум. Острые углы в коммуникации»: программа (4 часа) по бесконфликтному общению. Учит регулировать эмоциональное состояние, отвечать на эмоциональные выпады и решать сложные вопросы без конфликтов.

«Практикум. Как услышать собеседника и донести свою мысль?»: практикум (4 часа) по межличностной коммуникации. Отрабатывает активное слушание, парафраз, технику «Я-высказывание» и управление разговором.

«Навыки влияния без полномочий»: программа для студентов и молодых специалистов. Развивает умение влиять на решения и мнения без формальной власти, убедительно выражать мысли и управлять конфликтами.

Для записи на программы необходимо обратиться в службу управления персоналом или направить заявку на client@rosatom-academy.ru

На сайте Корпоративной Академии «Росатома» вы можете выбрать интересующие вас программы и курсы, в том числе по коммуникациям

Текст: Роман Жолудь
Фото: Martin Wolf, IceCube, NSF, Althea Dotzour / University of Wisconsin-Madison, Кирилл Шипицин / РИА Новости



Ледяная астрономия

Охота на невидимку: сто лет поиска нейтрино

На фото

IceCube — крупнейшая в мире нейтринная обсерватория, которая находится глубоко в толще антарктического льда непосредственно на географическом Южном полюсе

В этом году Нобелевская премия по физике была присуждена бельгийскому ученому Фрэнсису Хальзену за вклад в создание обсерватории IceCube и открытие космических нейтрино. Объясняем, при чем тут советские ученые, чистый лед и почему вся эта история привела к появлению новой эры в астрономии.

Частица-призрак

История открытия нейтрино сама по себе выглядит как сценарий остросюжетного фильма. В начале XX века физики из разных стран ломали голову над загадкой бета-распада. Проблема заключалась в том, что уравнение этого процесса входило в конфликт с законом сохранения энергии. Казалось, что часть энергии, уносимой электронами, куда-то пропадает. Перед исследователями встал суровый выбор: либо разрушить один из основополагающих физических постулатов, либо предположить, что из ядра атома вылетает еще что-то, науке пока не известное. Швейцарский физик Вольфганг Паули пошел по второму пути. В своем письме от 4 декабря 1930 года он предположил существование нейтральной частицы с массой, близкой к нулю. Она, по мнению ученого, и уносила недостающую энергию.

Сам Паули назвал свою идею «отчаянным средством», потому что никаких экспериментальных оснований для открытия новой частицы у него не было. Было только уравнение, которое почему-то не сходилось. Он решил назвать свою частицу нейтроном, но после открытия настоящего нейтрона в 1932 году итальянский физик Энрико Ферми переименовал ее в нейтрино. На родном языке ученого это буквально означало «нейтрончик».

С воображаемой частицей мировая физика жила четверть века. Сам Паули говорил, что не очень верит в то, что ее когда-нибудь удастся зафиксировать в эксперименте. Расчеты показывали, что нейтрино может проходить сквозь десятки триллионов километров любого вещества, прежде чем вступит

во взаимодействие с чем-нибудь. Однако после появления ядерных реакторов, дающих мощные потоки частиц, у физиков прибавилось оптимизма. В 1950-е годы Фредерик Райнес и Клайд Коуэн предложили эксперимент по обратному бета-распаду: антинейтрино из реактора должно было взаимодействовать с протоном, рождая позитрон и нейтрон. Эксперимент получил интригующее название «Полтергейст». Его провели у реактора ядерного комплекса «Саванна-Ривер» в штате Южная Каролина в США. Результатом стала фиксация потока нейтрино по три события в час. Существование частицы-призрака было доказано. В 1956 году Райнес и Коуэн отправили Паули телеграмму: «Мы рады сообщить вам, что мы определенно обнаружили нейтрино из осколков деления…»

Но на этом странности не закончились. Ученые в поисках способов регистрации неуловимой частицы еще в 1940-е годы предположили, что для этих целей можно использовать хлор. Идея выглядела так: нейтрино, попадая в ядро хлора-37, превращает нейтрон в протон, после чего получается радиоактивный аргон-37. Американский исследователь Раймонд Дэвис решил воплотить теорию в жизнь. Он построил детектор в заброшенной шахте в Южной Дакоте, в которой добывали золото, на глубине 1480 м. Ученый собирался ловить солнечные нейтрино, и большая удаленность от поверхности была нужна, чтобы оградить детектор от возможных шумов. Нейтрино такая глубина не помешает, а вот космические лучи земная толща остановит.

В шахте в огромном резервуаре находилось около 390 тыс. литров перхлорэтилена — жидкости, которую использовали в химчистках. Ожидалось, что из всего этого гигантского объема солнечные нейтрино будут рождать всего несколько атомов аргона-37 в день. Вот их и нужно было зарегистрировать. Это была совсем нетривиальная задача: мало того что это крайне небольшое количество, так еще аргон мог улетучиваться.

Дэвис начал собирать данные в конце 1960-х годов и тут же получил проблему, которая поставила физиков в тупик на десятилетия. В теории модель строения Солнца предсказывала, что детектор должен регистрировать определенное количество событий. Но на практике исследователи видели примерно в три раза меньше нейтрино, чем ожидалось. Многие ученые решили, что Дэвис просто ошибается, некоторые заявили, что теория строения Солнца неверна. Но Дэвис не сдавался и продолжал эксперимент.

Разгадка появилась гораздо позже. В 1962 году группа американских ученых открыла существование нейтрино разных типов, или, как их стали называть, ароматов. Тогда физики заявили о том, что кроме электронного нейтрино существует еще и мюонное. В 2000 году было экспериментально обнаружено третье — тау-нейтрино. Все они связаны с разными частицами — электроном, мюоном и тау-лептоном, имеют разную массу и по-разному взаимодействуют с веществом. При этом выяснилось, что электронные нейтрино по пути от Солнца до Земли превращаются в мюонные и тау-нейтрино. Это явление назвали осцилляцией. Так как в хлорном детекторе Дэвиса регистрировались только электронные нейтрино, он получал результат втрое меньше предсказанного теоретически.

«Сейчас обсуждается вопрос стерильных нейтрино — гипотетических частиц, которые не участвуют в слабом взаимодействии, но могут смешиваться с активными нейтрино. Некоторые эксперименты указывают на аномалии, которые можно было бы объяснить существованием четвертого, стерильного нейтрино с массой порядка нескольких электронвольт», — рассказывает Дмитрий Любашевский, профессор кафедры ядерной физики физического факультета Воронежского государственного университета, доктор физико-математических наук.

«Как только ученым удается разгадать очередную сложную загадку, нейтрино подкидывает новый, еще более сложный ребус. На сегодняшний день мы знаем, что нейтрино бывают трех типов, или ароматов, причем эти ароматы непостоянны для конкретного нейтрино и частица способна их менять. Почти уверены, что у нейтрино есть масса, но какая она у каждого из ароматов — неизвестно. Поэтому многие научные группы пытаются определить, по какому закону и в какой пропорции происходит «перемигивание» ароматов и какой из трех типов нейтрино тяжелее, а какой — легче.

Несмотря на то, что мы еще многого не знаем о свойствах нейтрино, мы вовсю используем их в качестве мощного инструмента. Так, с помощью нейтрино ученым удалось заглянуть в центральную область Солнца. Из-за высокой плотности внутри звезды свет и тепло идут из центра до поверхности целых 200 тыс. лет. Поэтому по обычным наблюдениям мы не можем с уверенностью говорить о том, что происходит внутри нашего светила. А нейтрино выскакивают из звезды через две секунды и еще через восемь минут достигают Земли, где их подкарауливают наши детекторы. Благодаря этому мы знаем, что ближайший к нам термоядерный реактор работает стабильно и в следующие 200 тыс. лет перебои в поставках солнечной энергии человечеству не грозят», — объясняет Семен Хохлов, старший научный сотрудник Научно-образовательного центра «НЕВОД» НИЯУ «МИФИ», кандидат физико-математических наук, доцент.

Телескоп подо льдом

Фрэнсис Хальзен стал пионером практической реализации метода изучения нейтрино в толще антарктического льда. Он родился в 1944 году в Бельгии, там же получил образование и защитил докторскую диссертацию по физике. С 1969 по 1971 год работал в Европейской организации по ядерным исследованиям (CERN) в Женеве, после этого переехал в Университет Висконсин-Мэдисон в США, где и остался более чем на 50 лет. В 2026 году Нобелевский комитет

присудил ему ежегодную премию по физике за вклад в создание обсерватории IceCube и открытие высокоэнергетических нейтрино астрофизического происхождения.

Интерес к нейтрино у Хальзена возник в 1987 году, когда он узнал о попытках советских ученых регистрировать частицу в антарктическом льду с помощью радиосигналов.

Вообще, идея использовать для регистрации нейтрино толщу воды обсуждалась еще в 1960-е годы. Тогда ее высказывал советский академик Моисей Марков. В 1980-е годы в СССР разрабатывался проект радиоволнового антарктического мюонного и нейтринного детектора «РАМАНД», в котором предлагалось задействовать огромный антарктический ледяной щит в качестве мишени для нейтрино. На поверхности предполагалось размещать радиоантенны для приема всплесков, генерируемых каскадами частиц в ледяном слое. Кстати, именно советские исследователи Антарктиды при бурении на станции «Восток» обнаружили, что на глубине ниже 1300 м лед чрезвычайно прозрачен и содержит крайне мало пузырьков воздуха. Правда, распад СССР подорвал финансирование проекта, и он был закрыт.

Хальзен загорелся идеей использовать лед в качестве мишени для нейтрино. Он отказался от радиометода, заменив его на световые детекторы. Поначалу было непонятно, как идею реализовать на практике, но постепенно выработалась технология бурения льда с использованием кипятка. Она позволяла получить скважины километровой глубины. В 1990 году группа ученых высадилась на ледяном щите Гренландии для проверки этой технологии. Исследователи погрузили в лед связку фотоэлектронных умножителей — приборов, которые преобразуют слабые потоки оптического излучения в усиленный электрический сигнал. Эксперимент оказался успешным: были зарегистрированы мюоны от космических лучей, а прозрачность льда оказалась достаточной, чтобы можно было надеяться на создание полноценного детектора.

Воодушевленные результатами, ученые перебрались на Южный полюс, где толщина льда была намного больше. В 1991–1992 годах там были проведены первые испытания технологии горячего бурения. Так началась история проекта AMANDA (Antarctic Muon and Neutrino Detector Array).

Первый опыт был не совсем удачным. В верхних слоях льда оказалось много пузырьков воздуха, которые рассеивали свет и смазывали картину. Однако на глубине ниже 1400 м лед оказался чистым и прозрачным.

Строительство AMANDA продолжалось с 1996 по 2000 год. Детектор представлял собой массив из нескольких гирлянд с датчиками. Но его объем составлял примерно 0,02 км^3, чего было недостаточно для ловли космических нейтрино сверхвысоких энергий. Стало понятно, что для этого нужен новый детектор принципиально другого масштаба.

Проект IceCube стал логическим продолжением AMANDA. Его строительство началось в сезон 2004–2005 годов на станции «Амундсен-Скотт», прямо на Южном полюсе Земли. Технология осталась прежней, но объем детектора вырос до кубического километра. Были пробурены 86 скважин глубиной до 2500 м. В каждую из них опустили кабель с 60 оптическими модулями. Работы шли в тяжелых условиях на высоте 2800 м. Температура воздуха колебалась от –15 до –45 °C. Всего было установлено 5160 датчиков, последний из них опустили в конце декабря 2010 года. Это и стало завершением строительства крупнейшего нейтринного телескопа в мире. Полноценная работа обсерватории началась в мае 2011 года.

«Для регистрации нейтрино в воде используется излучение, открытое советским физиком, нобелевским лауреатом Павлом Черенковым, поэтому оно так и называется — черенковское излучение. Оно довольно слабое, и его не так просто заметить, и тут на помощь экспериментаторам приходит фотоэлектронный умножитель, изобретенный еще одним советским ученым, Леонидом Кубецким. Он способен зарегистрировать даже одиночный фотон.

Для возникновения черенковского излучения не обязательно использовать жидкую воду, можно работать и со льдом. Толщина ледяной шапки в центре Антарктиды превышает 2,7 км, и создатели IceCube разработали специальную технологию плавки льда. Они делали лунки на всю глубину льда, помещали в них оптические модули и вновь заливали водой. После того как вода застывала, оптические модули с фотоэлектронными умножителями оказывались

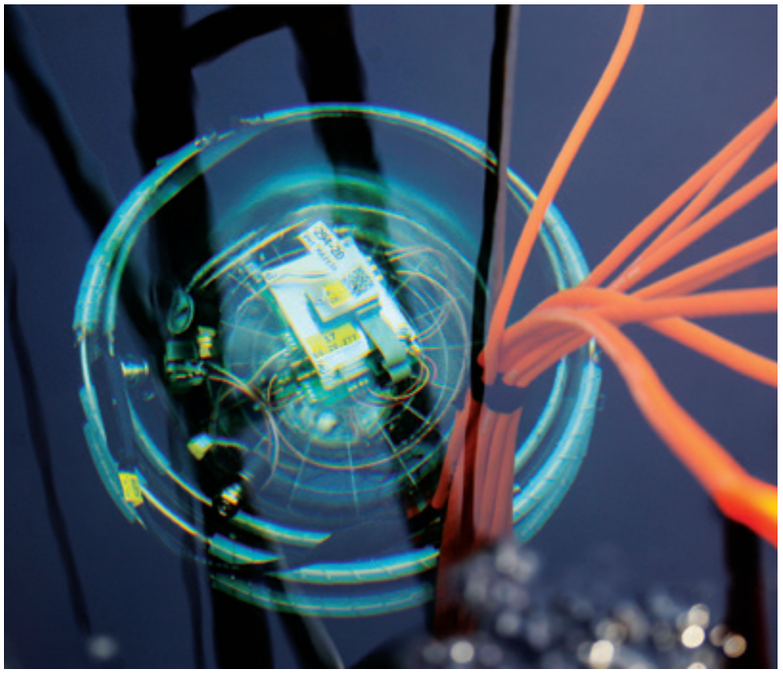
На фото

Фрэнсис Хальзен стал пионером практической реализации метода изучения нейтрино в толще антарктического льда



На фото

Благодаря особенностям распространения света в воде и плотной компоновке детекторов байкальский телескоп способен определять направление прихода нейтрино с высокой точностью



зафиксированными на глубине от 1450 до 2450 м», — поясняет Семен Хохлов.

В 2019 году была утверждена программа модернизации IceCube (IceCube Upgrade), предусматривающая погружение семи дополнительных гирлянд с еще более чувствительными датчиками. На горизонте — новый проект IceCube Gen 2, в рамках которого обсерваторию расширят до 8 км^3 льда. Он позволит в разы увеличить чувствительность и заняться поиском космических нейтрино с беспрецедентной точностью.

Не Антарктидой единой

Идея академика Маркова регистрировать нейтрино в толще воды с помощью черенковского излучения нашла применение уже в 1970-е годы. Тогда оформился проект DUMAND (Deep Underwater Muon And Neutrino Detector) с массивом из тысяч фотоумножителей на дне океана близ Гавайских островов. Он должен был стать первым подводным нейтринным телескопом.

Концепция DUMAND предполагала регистрацию мюонов, которые шли снизу вверх, то есть сквозь Землю. Это гарантировало, что они рождены нейтрино, а не космическими лучами. К сожалению, проект столкнулся с финансовыми и техническими проблемами и был отменен в 1995 году, так и не начав полноценную работу.

Однако DUMAND дал толчок к развитию технологий и идей подводных нейтринных обсерваторий. В 1980-х годах в СССР на озере Байкал начались работы по созданию нейтринного телескопа. Озеро было выбрано из-за особо чистой воды на глубине и возможности зимой опускать оборудование прямо со льда через прорубь. В 1993 году там была запущена установка НТ-36, которая в итоге и стала первым подводным нейтринным телескопом. К концу 1990-х она выросла до НТ-200. Именно на Байкале в 1993 году были впервые в мире зарегистрированы атмосферные нейтрино в естественной водной среде, что доказало работоспособность метода Маркова.

«Оптические модули телескопа «Байкал» расположены на глубине от 750 до 1275 м, — рассказывает Семен Хохлов. — При анализе данных приходится учитывать течение внутри озера, которое способно перемещать их на расстояние в несколько десятков метров».

«К 2026 году эффективный объем телескопа «Байкал» достиг 0,8 км^3, в ближайшие годы планируется довести его до 1 км^3, а к 2040 году — до 30 км^3. Одно из ключевых преимуществ «Байкала» — высокое угловое разрешение. Благодаря особенностям распространения света в воде и плотной компоновке детекторов байкальский телескоп способен определять направление прихода нейтрино с точностью, значительно превосходящей возможности IceCube», — добавляет Дмитрий Любашевский.

Параллельно с подводными проектами развивались подземные детекторы, которые создавались для других задач, но сыграли ключевую роль в понимании физики нейтрино. Так, японский детектор «Камиоканде», созданный для изучения распада протона, в 1987 году зарегистрировал нейтрино от вспышки сверхновой 1987A, а затем начал наблюдать солнечные нейтрино. Еще один проект в Японии, «Супер-Камиоканде», который имеет резервуар с 50 тыс. тонн воды, объявил в 1998 году об осцилляции атмосферных нейтрино. Это открытие доказало, что у нейтрино есть масса, и полностью изменило физику элементарных частиц.

Новая эра астрономии

С помощью IceCube были сделаны три ключевых открытия в астрофизике, превратившие нейтрино из неуловимой частицы в ключевой инструмент астрономии.

Уже в 2013 году обсерватория сообщила о регистрации нейтрино, пришедших из-за пределов Солнечной системы. Это событие многие считают началом нейтринной астрономии. Тогда ученым впервые удалось увидеть частицы, рожденные в процессах, протекавших в далеком космосе.

В 2018 году IceCube поймал нейтрино сверхвысокой энергии, впервые в истории проследив его источник. Им оказалась сверхмассивная черная дыра, которая находится в 3,7 млрд световых лет от нас. Это доказало, что нейтрино можно использовать как указатель на конкретные космические ускорители.

В 2021 году детектор зарегистрировал нейтрино, рожденное в приливном разрушении: сверхмассивная черная дыра разорвала проходившую мимо звезду. А совсем недавно IceCube смог нарисовать портрет диска нашей Галактики в нейтринном диапазоне.

«Нейтрино беспрепятственно проходят сквозь плотные области космоса, в отличие от фотонов. Это означает, что они доносят до нас информацию о самых экстремальных и скрытых от глаз уголках Вселенной: из недр звезд, из окрестностей черных дыр, из активных ядер галактик и областей, где рождаются космические лучи сверхвысоких энергий. Регистрируя нейтрино, мы узнаем о механизмах ускорения космических лучей. До сих пор неизвестно, какие объекты являются космическими ускорителями, разгоняющими частицы до энергий, многократно превышающих возможности земных коллайдеров. Нейтринные излучения сопровождают эти процессы, и это позволяет проверять теоретические модели.

Нейтрино открывают новое окно в изучении физики элементарных частиц в условиях, недостижимых на Земле. Взаимодействия нейтрино сверхвысоких энергий с реликтовым излучением или с веществом могут проявлять эффекты, выходящие за рамки Стандартной модели. Кроме того, космические нейтрино важны для понимания эволюции Вселенной в целом. Реликтовые нейтрино, образовавшиеся в первые секунды после Большого взрыва, должны заполнять космос подобно реликтовому микроволновому излучению. Их изучение могло бы дать информацию о ранних этапах развития Вселенной, о гравитационных и магнитных флуктуациях в ту эпоху. Хотя прямое обнаружение реликтовых нейтрино пока остается задачей будущего, их косвенное влияние на формирование крупномасштабной структуры Вселенной уже учитывается в космологических моделях», — объясняет Дмитрий Любашевский.

Ближайшее будущее нейтринной астрономии: взгляд экспертов



Семен Хохлов

Старший научный сотрудник Научно-образовательного центра «НЕВОД» НИЯУ «МИФИ», кандидат физико-математических наук, доцент:

— Одна из главных задач — это увеличение статистики пойманных нейтрино. Поэтому научные группы прилагают все усилия, чтобы повысить объемы своих установок. По всему миру обсуждаются установки с объемом в десятки кубических километров.Также сейчас очень много усилий сосредотачивается на том, чтобы синхронизировать работу оптических и радиотелескопов с детекторами нейтрино сверхвысоких энергий, гамма-телескопов и гравитационных волн. Все вместе они образуют многоканальную астрономию, от которой в ближайшее время нужно ждать много удивительных открытий».



Дмитрий Любашевский

Профессор кафедры ядерной физики физического факультета Воронежского государственного университета, доктор физико-математических наук:

— Эта область находится на пороге качественного скачка, связанного с созданием более крупных и чувствительных детекторов, а также с формированием глобальной сети нейтринных обсерваторий. Уже сегодня работают IceCube на Южном полюсе и «Байкал» в Северном полушарии. К ним присоединяется KM3NeT — европейская нейтринная обсерватория в Средиземном море. Их совместная работа позволит непрерывно мониторить все небо и увеличить глобальную скорость регистрации нейтрино до 30 раз.

Уже сейчас нейтринные события используются для оповещения астрономического сообщества о потенциально интересных явлениях, таких как вспышки сверхновых или гамма-всплески. В будущем эта координация станет рутинной практикой.

Еще одно направление — поиск новых физических явлений. Нейтринные телескопы становятся инструментами для проверки фундаментальных теорий. Например, они позволяют искать распад нейтрино на пути к Земле, взаимодействие с темной материей, эффекты квантовой гравитации.

Наконец, нейтринная астрономия имеет потенциал для обнаружения принципиально новых объектов.

Среди кандидатов — испаряющиеся первичные черные дыры, распадающиеся топологические дефекты, сверхтяжелая темная материя. Если такие объекты существуют, их нейтринное излучение может стать уникальным сигналом, который невозможно получить другими способами.



Текст и инфографика: Лилиана Проскурякова, заведующая Лабораторией исследований науки и технологий ИСИЭЗ НИУ «ВШЭ»

От обещаний к проектам

«Мост климатических действий» Турции и интересы России

В преддверии 31-й Конференции сторон (COP31) Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН), которая на момент подписания в печать этого номера «Вестника атомпрома» проходит в Анталье, принимающая сторона выдвинула флагманскую инициативу «Мост реализации климатических действий» (BRIDGE). Эта инициатива Турции направлена на преодоление разрыва между климатическими обязательствами стран Глобального Юга и реальным, доступным им финансированием и технологиями. В статье анализируются предпосылки создания этой платформы, ее операционная логика, а также стратегические точки пересечения инициативы с интересами российских технологических лидеров.

Почему на первый план выходит реализация обязательств

На протяжении последних десятилетий ключевой проблемой международных климатических саммитов оставался дефицит реальных инструментов реализации. Развивающиеся государства Глобального Юга сталкиваются с двойным вызовом: необходимостью поддерживать высокие темпы экономического роста для преодоления бедности и одновременным давлением со стороны международных регуляторов, требующих ускоренной декарбонизации. Согласно оценкам экспертов ООН, для выполнения целей Парижского соглашения развивающимся странам требуются триллионы долларов ежегодно, однако фактически выделяемые объемы климатического финансирования со стороны развитых государств покрывают лишь малую часть этих потребностей. Главный барьер заключается не в отсутствии ликвидности на мировых рынках, а в отсутствии эффективной инфраструктуры подготовки инвестиционно привлекательных проектов. Национальные климатические планы (Определяемые на национальном уровне вклады, ОНУВ) и Национальные адаптационные планы (НАП) стран Глобального Юга зачастую представляют собой верхнеуровневые декларации, которые международные инвестиционные фонды и банки развития не могут рассматривать как коммерчески привлекательные и финансово реализуемые проекты.

На ежегодных Конференциях сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата, в ходе которых были приняты основные исторические договоры — Киотский протокол 1997 года и Парижское соглашение 2015 года, — регулярно принимаются так называемые дополнительные соглашения: пакты, декларации и рабочие программы. Они детализируют, развивают и адаптируют климатические цели под современные реалии. К примеру, в Копенгагенском соглашении (COP15, 2009 г.) развитые государства пообещали выделить $30 млрд на экстренные меры в 2010–2012 годах и увеличить эту поддержку до $100 млрд в год к 2020 году для адаптации к изменениям климата и борьбы с ними в развивающихся экономиках. На COP29 была достигнута предварительная договоренность о росте объемов климатического финансирования до $300 млрд в год до 2035 года (рис. 1) [1].

Конференция COP31 изначально планировалась не как площадка для заключения новых глобальных соглашений, а как попытка перевести климатические договоренности из режима переговоров в режим их реализации. Турция, как председатель COP31, сформулировала эту задачу через концепцию «Моста реализации климатических действий» (Climate Implementation Bridge, BRIDGE) — механизма, который не предполагает

Климатические обещания развитых стран *Рис. 1*



создания новых фондов, а выстраивает последовательность между национальными климатическими приоритетами, подготовкой проектов и капиталом [2, 3].

Актуальность инициативы определяется масштабом разрыва. По оценкам крупной инвестиционной компании BlackRock, ежегодные потребности энергоперехода составляют около $4 трлн, что примерно вдвое больше текущего уровня [4]. При этом рост глобального климатического финансирования замедлился: если в 2021 году он составлял 30%, то в 2024-м всего 6%, а на 2025 год прогнозируется 2–3% [5]. Страны Глобального Юга, обладающие стратегиями и национальными планами, зачастую не могут преобразовать их в привлекательные для инвестиций проекты. Именно на устранение этого узкого места направлена инициатива BRIDGE [2].

Для России это предложение интересно вдвойне. С одной стороны, наша страна активно участвовала в подготовке COP31, включая обсуждение соглашения о взаимном признании климатических проектов и органов верификации. С другой — российские компании, ориентированные на экспорт, сталкиваются с требованиями подтверждения углеродного следа продукции, и инструменты, разработанные «Росатомом», могут стать частью практического ответа на эти вызовы [6].

Институциональная рамка и партнерство с ПРООН

Важным решением турецкого председательства стало назначение Программы развития ООН (ПРООН) операционным партнером BRIDGE. Такой выбор позволяет не создавать новые институты или механизмы, а встроиться в существующую инфраструктуру ООН, включая платформу «Обязательства в области климата» (Climate Promise), которая была создана ПРООН для помощи развивающимся странам в выполнении обязательств по Парижскому соглашению. Она представляет собой крупнейший в мире портфель климатической помощи, охватывающий более 140 стран и территорий с общим объемом грантового финансирования свыше $2 млрд [7]. Такой подход снижает политические риски: странам-донорам не придется выделять новые средства, а страны-реципиенты получают техническую поддержку в подготовке проектов.

Пилотными странами-бенефициарами BRIDGE стали Фиджи (островное развивающееся государство), Эфиопия (наименее развитая страна), Индонезия и Пакистан (крупные быстрорастущие экономики) и Узбекистан (страна с переходной экономикой в Центральной Азии), что позволит опробовать механизм в разных институциональных контекстах. Для них финансирование проектов должно быть одобрено в 2027–2028 годах. Затем предполагается выбрать вторую группу стран и анонсировать обязательства со стороны финансовых партнеров [2, 8]. Важно, что пилотные страны будут не просто получателями поддержки, а источником обратной связи для доработки подходов перед масштабированием.

На Стамбульском климатическом финансовом саммите (сентябрь 2026 г.) была принята декларация, которую подписали международные банки развития, климатические фонды, институциональные инвесторы и частные финансовые институты. Декларация приветствует BRIDGE и фиксирует приверженность более тесной координации между различными звеньями финансовой архитектуры. Этот документ создает политическую рамку, без которой механизм остался бы технической инициативой без мандата [9].

Как это должно работать: логика реализации

Инициатива BRIDGE функционирует на стыке технического содействия, верификации и определения источников финансирования. Частой проблемой климатических проектов является привлечение инвесторов на поздних этапах, что означает дополнительное время и ресурсы на учет их замечаний. BRIDGE предлагает вовлекать финансирующие организации на этапе разработки, чтобы риски учитывались с самого начала, а проекты создавались с упором на требования инвесторов [2]. Практически это означает три элемента, представленных на рисунке 2.

Приоритетная сфера на старте реализации инициативы — электрификация. Турция как председатель COP31 поставила цель довести долю электроэнергии в конечном потреблении энергии до 35% к 2035 году, и BRIDGE должен помочь странам с низким и средним доходом сделать чистую электроэнергию доступной по цене [2].

Чем инициатива BRIDGE интересна России?

Участие в формировании международных правил

Визит делегации COP31 во главе с министром окружающей среды, урбанизации и изменения климата Турецкой Республики Мураттом Курумом в Москву в июле 2026 года показал, что Турция рассматривает Россию как одного из ключевых партнеров в подготовке конференции. Г-н Курум прямо отметил, что дипломатические усилия российской делегации сыграли важную роль в избрании Турции на пост председателя COP31. Содержательно обсуждались два вопроса, критически важных для российских интересов. Первый — принцип учета национальных обстоятельств и суверенного права государств определять собственный путь низкоуглеродного развития. Второй — недопустимость возложения финансовых обязательств на развивающиеся страны и страны с переходной экономикой. Эти позиции созвучны турецкому подходу, который также акцентирует ведущую роль самой страны по поводу выполнения своих климатических обязательств и отказ от универсальных рецептов [6]. Кроме того, на переговорах была зафиксирована важность подписания на полях COP31 межправительственного соглашения о взаимном признании климатических проектов и органов сертификации, валидации и верификации, которое должно создать правовую основу для российских

Логика инициативы BRIDGE

Рис. 2



верификаторов на турецком и, потенциально, более широком рынке [6].

Российская система верификации климатических проектов

Российские компетенции, релевантные BRIDGE, лежат не только в сфере финансовой помощи, но и в сфере инфраструктуры верификации климатических проектов. Для того чтобы проект стал интересен инвесторам, необходимо подтвердить его климатический эффект, а значит, нужны системы верификации. В нашей стране создана инфраструктура по аккредитации организаций, уполномоченных проводить валидацию и верификацию парниковых газов. Уже аккредитовано более 20 таких организаций, сферы деятельности которых по оценке соответствия закрывают 95% секторов экономики [10].

Дальнейшая работа направлена на заключение международных соглашений со странами и международными объединениями о взаимном признании аккредитующих органов для выхода на международный рынок углеродных единиц [11]. Главным международным контуром выступает объединенная организация Глобальное сотрудничество по аккредитации (Global ACI), и Росаккредитация является полноправным подписантом Договоренности о взаимном признании с этой организацией. Область признания охватывает стандарты ISO/IEC 17029 и ISO 14065, по которым аккредитуются российские климатические верификаторы. Кроме того, Росаккредитация входит в число подписантов регионального Соглашения о взаимном признании Азиатско-Тихоокеанского объединения по аккредитации APAC MRA и участвует в международной Системе компенсации и сокращения выбросов углерода (CORSIA) для Международной организации гражданской авиации (ИКАО). Развиваются двусторонние треки и углеродные рынки со странами БРИКС+, а также с партнерами по ЕАЭС и СНГ.

К примеру, АО «Росатом Инфраструктурные решения» (РИР) с 2022 года выступает аккредитованным органом по валидации и верификации парниковых газов в 13 различных отраслях. В 2024 году РИР реализовал 12 проектов в области климата и отчетности, включая три климатических проекта, по одному из которых (модернизация котельных РЖД) планируемый выпуск углеродных единиц до 2033 года составляет более 91 тыс. [12]. Компания также верифицирует отчетность организаций Сахалинской области в рамках регионального эксперимента по углеродному регулированию [13].

Для целей BRIDGE особенно значим опыт РИР по трансграничному углеродному учету и адаптации к Механизму трансграничного углеродного регулирования Европейского союза (CBAM). В продуктовой линейке РИР присутствует модуль «Экологический мониторинг» на базе платформы интернета вещей, которая представляет собой импортонезависимое программное обеспечение, включенное в реестр отечественного программного обеспечения. Это означает, что российская сторона может предлагать не только услуги верификации, но и технологическую

Ограничения инициативы BRIDGE и механизмы их преодоления *Рис. 3*

Анализ ключевых вызовов реализации и практические решения по снижению рисков



платформу для мониторинга выбросов на проектах, финансируемых через BRIDGE, что особенно актуально для стран, не имеющих собственных развитых систем мониторинга, отчетности и верификации [12].

Подтверждение происхождения «чистой энергии» и экспортные ниши

С 1 февраля 2024 года в России официально запущена Национальная система сертификации происхождения электроэнергии. Оператором реестра выступает ООО «Центр энергосертификации» (ЦЭС), уполномоченная дочерняя структура Ассоциации «НП Совет рынка». В рамках этой единой системы, пришедшей на смену международным сертификатам I-REC, продажу атрибутов генерации и сертификатов происхождения ведут ключевые генерирующие и энергосбытовые компании. В области гидрогенерации можно назвать ПАО «РусГидро» и ПАО «ТГК-1». В сфере ветровой и солнечной генерации сертификаты предлагают ООО «Юнигрин Энерджи», ООО «Солар Системс», ПАО «Форвард Энерго» и ПАО «ЭЛ5-Энерго». Кроме того, сертификаты можно приобрести через независимых энерготрейдеров или энергосбытовые компании, в том числе в составе комплексной поставки электроэнергии как услугу «озеленения» бизнеса под ключ. Такие решения предоставляют, к примеру, ООО «РН-Энерго» и ООО «ФЭСК» [14]. В контексте BRIDGE сертификаты происхождения могут стать одним из элементов «пакета доверия» для проектов, реализуемых с участием российского капитала или технологий в третьих странах: если проект генерирует низкоуглеродную энергию, подтверждение ее происхождения через признанную систему упрощает доступ к финансированию и снижает стоимость верификации.

В качестве примера рассмотрим систему сертификатов происхождения электроэнергии «Чистая энергия Росатома». Сертификаты подтверждают, что потребленная электроэнергия произведена на низкоуглеродных генерирующих объектах (атомных электростанциях), и позволяют компаниям снижать объем косвенных выбросов CO_2 в отчетности [15]. Для российских экспортеров, поставляющих продукцию в страны ЕАЭС и в Китай, а также для компаний, сталкивающихся с требованиями «премиальных» рынков, этот инструмент уже стал конкурентным преимуществом. Дополнительным преимуществом является присутствие «Росатома» в Турции как технологического партнера: проект АЭС «Аккую» (четыре блока ВВЭР-1200) реализуется по модели Build-Own-Operate. В настоящее время обсуждается не только строительство станции, но и малые модульные реакторы как инструмент низкоуглеродной генерации для промышленных кластеров и центров обработки данных. Это создает естественный мост между российскими технологическими компетенциями и турецкой климатической повесткой [16].

Основные ограничения и риски инициативы BRIDGE

Стоит учитывать и очевидные ограничения инициативы BRIDGE.

Во-первых, BRIDGE — это механизм координации, а не дополнительный источник финансирования. Если многосторонние банки развития не изменят свои подходы к рискам и не начнут активнее использовать предлагаемые гарантии, «Мост» может остаться технической процедурой, не обеспеченной реальным капиталом. Турция признает это, прямо призывая финансовые институты «агрессивнее» использовать инструменты разделения рисков [9].

Во-вторых, политическая фрагментация остается серьезным ограничением для многих инициатив в период геополитической турбулентности. На конференции COP31 не ожидается прорывных договоренностей; успех будет измеряться практическими действиями, а не новыми обещаниями. В условиях, когда климатическая повестка время от времени используется как инструмент торгового давления, доверие между участниками остается хрупким [2, 6].

В-третьих, для российских компаний сохраняется риск вторичных санкций при участии в проектах, связанных с западными финансовыми институтами. Это ограничивает возможности прямого подключения к финансируемым BRIDGE проектам, хотя не исключает участия в качестве поставщиков технологий или верификаторов (рис. 3).

«Мост климатических действий» как тест на практичность

Десятилетие со дня вступления в силу Парижского соглашения (ноябрь 2016-го — ноябрь 2026-го) наглядно продемонстрировало: без создания практических механизмов, способных трансформировать государственные климатические обязательства в конкретные портфели инвестиционных проектов, декарбонизация мировой экономики зайдет в тупик. Именно этот разрыв призвана ликвидировать Турция на правах председателя COP31. BRIDGE — это попытка ответить на вопрос, который десятилетиями остается без ответа: почему при наличии стратегий, целей и процессов деньги не доходят до проектов. Председательствующая сторона предлагает свое решение: не создавать новые институты, а перестроить последовательность действий, вовлекая финансистов на этапе проектирования.

Для России ценность этой инициативы не в том, чтобы увеличить помощь развитию, а в том, чтобы закрепить свои стандарты верификации, свои технологические решения и свой подход к учету национальных обстоятельств в формирующейся практике климатического финансирования. Подписание соглашения о взаимном признании климатических проектов и органов верификации откроет для «Росатома» и других российских операторов институциональную дверь на рынки Глобального Юга — не через конкуренцию за ресурсы, а через предложение инфраструктуры доверия, которая нужна любому проекту, независимо от источника денег.

Источники

1. Brown S. What's at Stake at the Next UN Climate Summit (COP31)? Experts Weigh In. // World Resources Institute. — 22.10.2026. — Электронный ресурс.
2. Türkiye wants COP31 to leave legacy beyond Antalya summit // Daily Sabah. — 25.10.2026. — Электронный ресурс.
3. COP31. Antalya 2026 UN Climate Summit. — 23.10.2026. — Электронный ресурс.
4. Global energy transition will require $4 trillion annually by next decade, BlackRock says // CNBC. — 22.04.2024. — Электронный ресурс.
5. Global climate finance crosses USD 2 trillion, but pace needs to accelerate to reach climate goals // Climate Policy Initiative. — 24.06.2026. — Электронный ресурс.
6. Ruslan Edelgeriyev met with a delegation of the Republic of Turkiye in the Russian Federation // Presidential Executive Office. — 10.07.2026. — Электронный ресурс.
7. Climate Promise. What we do // UNDP. — Электронный ресурс.
8. Turkish environment minister launches COP31 in New York // AA. — 22.09.2026. — Электронный ресурс.
9. Climate finance takes centre stage ahead of COP31 in Istanbul // United Nations Türkiye. — 05.09.2026. — Электронный ресурс.
10. Области аккредитации российских органов по валидации и верификации покрывают 95% секторов экономики // Росаккредитация. — 03.04.2024. — Электронный ресурс.
11. Аккредитованные российские организации валидировали 36 климатических проектов // Министерство экономического развития РФ. — 05.09.2024. — Электронный ресурс.
12. «Росатом Инфраструктурные решения» в 2024 году реализовал 12 проектов в области климата и отчетности о выбросах парниковых газов // Атомная энергия. — 15.01.2025. — Электронный ресурс.
13. ROSATOM and Sakhalin Implement Projects of Carbon Footprint Reporting Verification // Rosatom Smart Utilities. — 27.06.2023. — Электронный ресурс.
14. «Озеленение» бизнеса // Новый атомный эксперт. — №6. — 2025.
15. «Росэнергоатом» выпустил первый сертификат «Чистая энергия Росатома» в интересах крупной энергосбытовой компании «РН-Энерго» // Атомная энергия 2.0. — 06.08.2024. — Электронный ресурс.
16. Rosatom took part as a partner in the 12th International Nuclear Power Plants Summit NPPES 2026, which concluded on July 1, 2026, in Istanbul, Türkiye // ATOM Media. — 02.07.2026. — Электронный ресурс.

Автор: Евгений Рожков
Фото: пресс-служба РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского
Иллюстрация: газета «Страна Росатом» / GPT Image

Усталость не выдумка

Научный взгляд на продуктивность: доказательные способы вернуть энергию



Желание всегда быть на пике формы — бодрым и собранным — заставляет искать быстрые решения, такие как использование умных часов, прием магния, энергетиков, БАДов. Что из этого работает, а что в основном является маркетинговыми уловками, как найти порог собственной продуктивности и что действует лучше, чем самовнушение, «Вестник атомпрома» спросил у директора Института биологии старения и медицины здорового долголетия с клиникой предиктивной медицины РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского, члена-корреспондента РАН, доктора биологических наук Алексея Москалева.

Безраздельный человек

— Алексей Александрович, люди умственного труда все чаще говорят, что физически устают, хотя целый день сидят за компьютером. Это подтверждается исследованиями или мы просто стали внимательнее прислушиваться к своим ощущениям?

— Это реальное ощущение. Умственная работа не вызывает такого мышечного утомления, как тяжелая физическая нагрузка, но длительное интеллектуальное напряжение сопровождается измеримыми физиологическими изменениями. Например, при длительной умственной нагрузке меняется работа вегетативной нервной системы (регулирует работу внутренних органов, кровеносных сосудов, желез и обмен веществ независимо от сознания и воли человека. — *Примеч. ред.*). Это не значит, что мозг «переполняется токсинами», как иногда пишут в популярных статьях. Но у умственной усталости есть биологическая основа.

К этому добавляется механика офисного дня. Человек часами сидит почти неподвижно, перенапрягает мышцы шеи и спины, редко меняет позу. В небольшом контролируемом исследовании одно лишь чередование сидения и стояния каждые 30 минут уменьшало общую усталость и дискомфорт в пояснице. Так что фраза «я физически устал от компьютера» не всегда самовнушение.

— Почему после тяжелого рабочего дня хочется лечь, а не просто дать отдохнуть голове? Что при этом происходит в организме?

— Потому что мозг и тело нельзя разделить на две независимые системы. Длительная концентрация — это удержание внимания, подавление отвлекающих стимулов, принятие решений, контроль эмоций. Одновременно меняется работа вегетативной нервной системы. Поэтому умственная усталость проявляется не только ухудшением внимания, но и падением мотивации, ощущением истощения.

Поэтому после восьми часов напряженной работы организму нужно не очередное интеллектуальное развлечение, а смена режима. Помогают легкая физическая нагрузка, прогулки, смена обстановки, культурные мероприятия, сон и психологическое «отсоединение» от работы. Метаанализ исследований, охвативший 86 публикаций и 38 124 работника, показывает, что психологическое отключение от работы связано с меньшим истощением, меньшим физическим дискомфортом и более качественным сном.

— Чем усталость на производстве, где есть физическая нагрузка, отличается от офисной? И у кого восстановление проходит сложнее?

— Это разные составляющие одной картины. При тяжелом физическом труде сильнее мышечная усталость,

перегрузка опорно-двигательного аппарата, выше энергозатраты. При интеллектуальной работе больше когнитивной нагрузки, эмоционального напряжения и долгого пребывания в одной позе. На производстве эти факторы часто сочетаются, ведь физическая работа одновременно требует внимания, скорости реакции и соблюдения техники безопасности.

А вот утверждать, что одним восстановиться всегда сложнее, чем другим, нельзя. Это зависит от интенсивности нагрузки, продолжительности смены, ночной работы, температуры, шума, качества сна и состояния здоровья. Систематические обзоры показывают, что восстановление после разных видов труда протекает по-разному, а сочетание высокой умственной и физической нагрузки может особенно надолго задерживать возвращение стрессовых реакций к норме.

— Когда с усталостью стоит идти не к коллегам за советом, а к врачу? Какие анализы и обследования имеет смысл сделать в первую очередь?

— К врачу стоит идти, если усталость держится несколько недель без видимой причины, мешает обычной жизни, резко усилилась или сопровождается похудением, одышкой, сердцебиением, температурой, сильной сонливостью, переменами настроения, приступами удушья и храпом во сне.

Я бы не рекомендовал самостоятельно покупать огромный «чекап на усталость». Согласно методическим рекомендациям центров медицины здорового долголетия, обследование начинают с разговора с врачом, оценки сна, лекарств, питания, психологического состояния и осмотра. Из анализов по показаниям обычно назначают общий анализ крови, показатели обмена железа и ферритин, ТТГ, глюкозу, витамин B12, биохимию. А десятки анализов без системы дают мало диагностической информации.

Недосып и привыкание

— Есть ли объективный предел продуктивности? Сколько часов в день человек может по-настоящему сосредоточенно работать и зависит ли это от профессии?

— Универсальной цифры вроде «человек способен эффективно работать только четыре часа» наука не знает. Я бы с осторожностью относился к таким красивым числам. Работа хирурга, ученого, диспетчера, программиста и специалиста на конвейере предъявляет разные требования к вниманию и скорости принятия решений.

Зато при длительной непрерывной работе нарастает умственная усталость, и сохранять собранность и самоконтроль становится труднее. Данные экономистов тоже показывают, что связь между продолжительностью рабочего времени и результатом нелинейна: после определенной нагрузки каждый следующий час дает все меньше эффекта. Конкретный порог зависит от характера работы, и переносить число из одной профессии на все остальные нельзя.

— А можно ли назвать примерный порог, после которого лишние часы работы уже не прибавляют результат, а только вредят здоровью?

— Для продуктивности универсального порога нет. Но для здоровья важный ориентир существует. Совместный анализ ВОЗ и Международной организации труда показал: у тех, кто работает по 55 часов в неделю и больше, риск инсульта примерно на 35% выше, а риск смерти от ишемической болезни сердца на 17% выше, чем у работающих по 35–40 часов. Поэтому переработка — не только вопрос комфорта или корпоративной культуры.

Идея, что каждый дополнительный час дает дополнительный результат, тоже не подтверждается. Исследования производительности показывают, что от длинных рабочих недель отдача убывает.

— Многие гордятся тем, что спят по пять-шесть часов и прекрасно себя чувствуют. Можно ли привыкнуть к недосыпу?

— Привыкнуть можно к ощущению недосыпа и стресса. К самому недосыпу привыкнуть сложнее, и разница тут принципиальная. Человек может перестать чувствовать сильную сонливость, но это не значит, что восстановились внимание, скорость реакции и физиологические процессы.

Профессиональные общества медицины сна рекомендуют большинству взрослых спать не менее семи часов. Индивидуальные различия существуют, но хронически спать по пять-шесть часов и считать это нормой — плохая стратегия для большинства людей.

Даю установку

— Помимо общеизвестных принципов здорового образа жизни, есть ли неочевидные способы повысить работоспособность и концентрацию, которые действительно подтверждены?

— Первое — не бороться с усталостью неподвижностью. Даже небольшая смена позы и короткое движение в течение рабочего дня могут уменьшать ощущение усталости. Второе — чередовать периоды сложной концентрации с восстановлением вместо многочасовой непрерывной работы. Что короткие перерывы улучшают самочувствие, подтверждают метаанализы.

И еще один недооцененный прием, который я уже упоминал, — закончить работу не только физически, но и психологически. Если человек пришел домой, но продолжает мысленно отвечать на письма, решать конфликт и прокручивать завтрашнюю презентацию, восстановление идет хуже. Способность психологически отключаться от работы помогает уменьшить усталость и улучшить сон.

— Какую роль играют самовнушение и установки, такие как «я все успею» или «я ничего не успею»?

— Установка имеет значение, но это не магия. В психологии есть понятие самоэффективности — уверенности человека в способности справиться с конкретной задачей. Она связана с мотивацией и результатом, но эффект зависит от сложности работы и особенностей человека. Когда в исследованиях учитывали интеллект, опыт и личностные характеристики, вклад самоэффективности в рабочие результаты оказывался небольшим.

Поэтому фраза «я все успею» не заменит сон, знания и время. Но установка «это невозможно, я точно не справлюсь» может влиять на то, насколько человек вообще пытается решить задачу. Постановка конкретных достижимых целей полезнее позитивного самовнушения.

Поспать на отлично

— Сейчас много говорят про биохакинг. Что это такое с точки зрения врача? Где заканчивается разумная забота о себе и начинается самолечение?

— Под биохакингом сегодня подразумевают очень разные вещи — от сна, тренировок и мониторинга показателей до самостоятельного приема лекарств и экспериментальных препаратов.

С медицинской точки зрения я бы провел простую границу. Измерять давление, следить за сном, корректировать питание, физическую активность и известные факторы риска — разумно. Самостоятельно назначать себе рецептурные препараты или лечить лабораторный показатель без диагноза — уже самолечение. Особенно настораживает, когда здорового человека начинают лечить от «неоптимальных» анализов, хотя клинической необходимости в этом нет.

На мой взгляд, подходы биохакинга и медицины здорового долголетия противоположны. В биохакинге человек сначала назначает себе терапию, а потом делает чекап. При таком порядке трудно понять, что помогло, а что навредило. В медицине здорового долголетия врач наблюдает за биологическим возрастом и связанными с ним предрисками в динамике. Он опирается на целостную картину здоровья, включая образ жизни и психологические особенности человека, и дает персонализированные рекомендации.

— Умные часы, кольца, трекеры сна, индексы восстановления и стресса. Насколько им можно верить и может ли такой контроль, наоборот, повышать тревожность?

— Трекеры полезны прежде всего для наблюдения за тенденциями. В частности, за временем отхода ко сну, продолжительностью сна, пульсом, физической активностью. Но относиться к их показаниям как к медицинскому диагнозу нельзя. Метаанализ показал значимые расхождения между данными потребительских трекеров и полисомнографии (метод диагностики нарушений сна, во время которого пациент спит в клинике под наблюдением приборов. — *Примеч. ред.*) по продолжительности сна, его эффективности и другим параметрам. Обзор 2026 года, опубликованный на платформе ScienceDirect, тоже оценивает совпадение показаний коммерческих устройств с проверенными методами измерения сна как слабое или умеренное.

И да, такой контроль бывает контрпродуктивным. Даже появился термин «ортосомния», то есть чрезмерное стремление добиться по трекеру идеальных показателей сна. Тем не менее небольшое исследование с участием пациентов с бессонницей не подтвердило, что ношение трекера обязательно повышает тревожность. Поэтому проблема не в часах, а в отношении к их данным.

Есть ли волшебные таблетки?

— Какие добавки действительно имеют доказанный эффект для повышения энергии и концентрации, а какие в основном маркетинг? Что скажете про магний, витамин D, омега-3, L-теанин, аминокислоты?

— Для здорового человека чудесной таблетки «для энергии» пока нет.

Прием витамина D имеет смысл прежде всего при его недостатке. В метаанализе добавки слабо влияли на когнитивные функции, причем заметнее это влияние у людей с исходным дефицитом.

Магний важен для нормальной физиологии, его недостаток снижает концентрацию или интеллект.

Омега-3 полезны в некоторых клинических ситуациях и по назначению врача, но как универсальный «усилитель мозга» для здорового человека их эффект не подтвержден.

L-теанин интереснее. Метаанализ рандомизированных исследований обнаружил улучшение показателя реакции выбора (способности быстро и правильно реагировать на разные сигналы, выбирая соответствующее действие. — *Примеч. ред.*), но не выявил значимого эффекта на усталость. Есть также данные о небольшом улучшении некоторых параметров внимания при сочетании теанина с кофеином, а эти вещества как раз сочетаются в обычном зеленом чае.

Что касается большинства «аминокислот для мозга», то у здорового человека при нормальном питании убедительных доказательств их влияния на работоспособность нет.

— Нужно ли пить витамины и добавки, которые агрессивно рекламируют, без анализов? Чем это грозит?



— Как правило, не нужно. Логика «витамины полезны, значит, чем больше, тем лучше» физиологически неверна. У нутриентов существуют оптимальные диапазоны, а избыток может быть так же нежелателен, как и недостаток.

Например, витамин D оценивается по концентрации 25-гидроксивитамина D. Для магния тоже есть рекомендуемые нормы потребления, а для его добавок и лекарственных форм — верхний допустимый уровень. Поэтому правильнее сначала вместе со специалистом понять, есть ли проблема, и только потом ее решать.

— Кофе, энергетики, предтренировочные комплексы: где безопасная граница приема и что делать тем, кто уже не может работать без этого?

— Кофеин действует прежде всего как антагонист аденозиновых рецепторов. Пока мы бодрствуем, аденозин накапливается в мозге и создает так называемое давление сна — ощущение усталости и потребность в отдыхе. Кофеин не снимает усталость и не восполняет энергию, а лишь временно блокирует аденозиновый сигнал, поэтому мы чувствуем себя бодрее.

Для большинства здоровых взрослых до 400 мг кофеина в сутки — уровень, который обычно не вызывает опасений. Это примерно четыре чашки обычного заварного кофе по 200–240 мл, хотя содержание кофеина сильно зависит от сорта и способа приготовления. Поэтому четыре больших порции крепкого кофе могут заметно превысить 400 мг. В чае кофеина меньше: ориентировочно 30–50 мг в чашке зеленого и 40–70 мг в чашке черного, так что 400 мг — это примерно 6–10 чашек.

Разовая доза до 200 мг — это ориентировочно одна-две чашки кофе или несколько чашек чая. Но индивидуальная чувствительность различается. Уже около 100 мг кофеина, принятых незадолго до сна, у некоторых людей ухудшают его качество. И смотреть нужно не только на засыпание, ведь человек может заснуть как обычно, но сон при этом станет менее глубоким и более прерывистым. Поэтому фраза «кофе вечером на меня не действует, я все равно засыпаю» еще не означает, что сон остается полноценным.

С энергетиками нужно быть осторожнее. Кроме кофеина в них могут быть другие компоненты, а пьют энергетики порой залпом. Метаанализ рандомизированных исследований показал, что после энергетиков ненадолго повышается систолическое и диастолическое давление.

Если без кофеина человек перестает функционировать, искать стимулятор посильнее я бы не стал. Сначала нужно разобраться со сном, режимом, возможным апноэ, анемией, работой щитовидной железы и хронической перегрузкой. Стимулятор может на время приглушить симптомы, но причину он не устранит.

Текст: Кира Аболонко
Фото: ИЦАЭ

Проектируем будущее

Как композиты незаметно перестроили наш мир и почему об этом рассказывают в Информационных центрах по атомной энергии



За словом «композиты» скрывается целая вселенная применений. Эти материалы совершают революцию в промышленности, позволяя создавать конструкции, которые невозможно изготовить из традиционных металлов. Теперь композиты постепенно изменяют наш быт, медицину и даже искусство. В сети Информационных центров по атомной энергии (ИЦАЭ) всегда говорят о самых передовых научных и технологических достижениях, поэтому теме умных материалов будущего здесь уделяют самое пристальное внимание.

Иллюзия невидимости: от авиации до медицины

Слово «композит» давно вышло за пределы чертежных досок авиаконструкторов. Если остановить случайного прохожего, он вспомнит углепластиковый капот тюнингованного автомобиля или фюзеляж истребителя. В массовом сознании это что-то космически дорогое и невероятно прочное. В самом общем смысле это правда. Композит — это искусственно созданный «бутерброд» из двух или более компонентов с разными свойствами, которые, соединяясь, дают результат, недоступный каждому из них по отдельности. Представьте железобетон: гибкая стальная арматура берет на себя растяжение, а хрупкий

бетон — давление, вместе они держат вес многоэтажного здания. Сегодня умные материалы меняют целые отрасли.

Современный ветрогенератор — это исполинская машина. Длина серийных лопастей сегодня достигает 100–115 м, а рекордные прототипы превышают 150 м. Размах ротора таких турбин сопоставим с размахом крыльев крупнейших авиалайнеров. Изготовить такую деталь из металла (стали или алюминия) невозможно по законам физики. Вес металлической лопасти такой длины был бы настолько велик, что центробежная сила при вращении просто разрушила бы подшипники и башню генератора. Решение найдено — углеволокно и стеклопластик.

Вода — агрессивная среда. Стальной корпус судна требует постоянной защиты от коррозии, а днище — регулярной очистки от ракушек и водорослей, которые замедляют ход и увеличивают расход топлива. Композиты решают проблему коррозии кардинально: они не ржавеют, не вступают в реакцию с соленой водой и не требуют окраски корпуса для защиты от ржавчины. Для скоростных катеров важна еще одна характеристика — соотношение прочности и веса. Легкий композитный корпус позволяет судну быстрее выходить на глиссирование, что кратно снижает сопротивление воды и позволяет развивать высокие скорости при той же мощности двигателя.

В мире суперкаров и болидов «Формулы-1» вес — главный враг скорости, а способность поглощать энергию удара — залог жизни пилота. Углепластиковый монокок стал золотым стандартом безопасности. Монокок — это несущий кузов, который представляет собой единую, цельную деталь («скорлупу»). В отличие от классической стальной рамы, где нагрузку несет скелет, в монококе нагрузку принимает сама внешняя оболочка. Углепластик обладает уникальной способностью поглощать энергию удара. При столкновении композитная структура не сминается гармошкой, как сталь, а расслаивается, гася колоссальную энергию деформации. При этом капсула пилота остается целой. В гражданских гиперкарах композиты используются для снижения веса батарейного отсека и кузова. Меньший вес означает больший запас хода и лучшую динамику.

Когда-то перелом кости означал тяжелый гипс и месяцы неудобств. Сегодня травматологи печатают на 3D-принтерах индивидуальные ортезы из термопластика и углеволокна. Такой ортез в 10 раз легче гипса, не боится воды, пропускает рентгеновские лучи и работает как экзоскелет. Еще более впечатляющая область — имплантология. Титановые штифты покрывают композитным слоем из гидроксиапатита — вещества, идентичного человеческой кости. Организм не воспринимает такой имплант как инородное тело. Напротив, костная ткань прорастает в поры покрытия, намертво срастаясь с металлом. Композиты здесь выступают в роли «переводчика», помогающего живой материи договориться с инертным металлом.

Скрипки Страдивари веками считались эталоном благодаря уникальному сочетанию еловой деки и кленового дна. Сегодня акустические лаборатории создают инструменты из углепластика, и специалисты утверждают, что их звучание в больших залах чище, мощнее и разборчивее, чем у деревянных аналогов.

Тихую композитную революцию переживает и индустрия моды. Современная высокотехнологичная куртка — это сложнейший композит из пяти-семи слоев. Наружный нейлон дает прочность, под ним — микропористая мембрана из тефлона. В результате получается материал, который не промокает, но позволяет телу дышать. В беговые кроссовки вкладывают пластины из карбона. Работая как пружина, такая подошва возвращает бегуну до 80% энергии шага и помогает экономить силы на марафонской дистанции.

Скульпторы отказываются от тяжелой бронзы в пользу полимерных композитов. Композиты позволяют отливать фигуры колоссальных размеров, которые весят в разы меньше бронзовых. Главное свойство композитов в искусстве — мимикрия. Материалы позволяют в точности имитировать фактуру окисленной бронзы или пористого камня.

И это далеко не все области применения композитных материалов. Парадокс композитов в том, что их главная победа — это незаметность. Идеальный материал — тот, который идеально решает задачу и не привлекает к себе внимания. Композиты перестали быть просто «материалами для самолетов». Они стали архитектурной глиной современного мира. Мы живем в эпоху, когда инженеры не ищут компромиссные материалы в природе, а конструируют их на молекулярном уровне под конкретную задачу. Будущее уже наступило, просто оно очень удачно замаскировалось под повседневность.

Руководитель ИЦАЭ Ульяновска Ольга Мартыненко: «ИЦАЭ — это сеть, которая всегда говорит о самых передовых достижениях науки, поэтому не говорить о композитах здесь не могут. Например, в Ульяновске композиты — тема актуальная, именно у нас работает завод по производству ветролопастей. У нас делают то самое «черное крыло» для МС-21. Первый композитный мост тоже был открыт в Ульяновске в 2019 году».

Свою лекцию в рамках фестиваля науки «КСТАТИ» в Новосибирске и. о. директора департамента по связям с общественностью Композитного дивизиона «Росатома» Федор Новиков начал с музыкального перформанса



Люди, способные влюбить в науку

Сухая диаграмма «напряжение — деформация» в учебнике вызывает у подростка зевоту. Но эта же диаграмма, наложенная на изгиб карбоновой лыжи, становится интересной историей. Такими историями наполнены мероприятия ИЦАЭ.

«Уже два года я езжу по разным городам с выступлениями в ИЦАЭ. Стараюсь заходить в тему через то, что ребятам близко: спорт, музыку, автомобили. Один увлекается сноубордом, другой играет на гитаре, третий интересуется авиацией. И оказывается, что у этих увлечений есть общая технологическая основа, — объясняет и.о. директора департамента по связям с общественностью Композитного дивизиона «Росатома» Федор Новиков. — Это возможность показать, как школьные знания превращаются в реальные вещи. Физика, химия, геометрия соединяются в велосипеде, самолете, музыкальном инструменте. Когда подросток понимает, зачем нужны свойства материалов, учиться становится интереснее».

Методика Федора Новикова строится на узнавании и отечественных достижениях. «Мне важно показывать российские проекты, — подчеркивает эксперт. — За велосипедом стоит конкретный инженер. Для школьника это возможность представить будущее: оказывается, можно самому придумывать и делать такие вещи».

Композиты востребованы и в атомной отрасли, в частности в обогатительном оборудовании. В «Росатоме» производят углеродное и стеклянное волокно, ткани, препреги (армирующие материалы, заранее пропитанные связующим), а также готовые изделия, например ветролопасти и баллоны высокого давления. Развивается композитное судостроение. В Ульяновске на площадке завода ветролопастей изготовлен парусный катамаран.

«Здесь важно различать: какие-то изделия выпускают предприятия дивизиона, а какие-то создают независимые российские компании с использованием наших материалов, — поясняет Федор Новиков. — Мне интересно рассказывать и о тех и о других: так становится видна вся цепочка, от волокна до готового продукта».

Еще один эксперт, аспирант Саратовского государственного технического университета им. Гагарина Ю. А. Владимир Витущенко, который занимается мостостроением, рассказывает о готовых изделиях на примере родного Саратова. «С началом использования композитов строительство мостов изменилось. Во-первых, элементы легкие, их проще монтировать, сроки сокращаются в разы, а стоимость — на 15–20%. Во-вторых, композиты не ржавеют, что критически важно для мостов зимой: перила служат десятилетиями без обслуживания. В-третьих, можно наклеить на бетон углеродные ламели и восстановить несущую способность без остановки движения».

Но выступления спикеров в ИЦАЭ не имели бы такого успеха, если бы ограничивались только словесной формой подачи информации, пусть и с самыми интересными примерами. Наши лекторы выходят за эти рамки. Например, свою лекцию в рамках фестиваля науки «КСТАТИ» в Новосибирске Федор Новиков начал с перформанса: исполнил музыкальную композицию «Киров-25» на карбоновых барабанах и гитаре, изготовленных из углеволокна производства «Росатома». А гитара еще и родом из Ульяновска, где находятся предприятия, выпускающие карбоновое крыло для самолета МС-21 и ветролопасти «Росатома». Спикер объяснил: «Композит — это материал из компонентов, которые в сочетании дают новый материал: 1 + 1 = 3. Армирующий компонент определяет прочность, а матрица — стойкость. Для меня карбоновая гитара — способ соединить два увлечения. Можно долго объяснять свойства углепластика, а можно сначала сыграть. Музыка снимает напряжение, а физика начинает работать прямо на кончиках пальцев».

Затем завязывается разговор о том, что из композитов делают гитары, смычки, корпусы барабанов. Карбон не ведет от перепадов температуры, гриф остается ровным. «Я не стал бы говорить, что карбон автоматически звучит лучше дерева, — рассуждает Федор Новиков. — У дерева богатейшая традиция. Композиты дают дополнительный выбор и возможность экспериментировать».

От музыки повествование переходит к интересным проектам в других областях применения композитов. Например, среди проектов эксперт выделяет «Летающий кирпич» — карбоновый автомобиль Сергея Кабаргина — и катамаран «SportCat85» из Ульяновска: «Интересно наблюдать, как материал, который связывают с авиацией, становится частью повседневной жизни».

От удивления к призванию

Кроме встреч с учеными в Информационных центрах по атомной энергии проводят атомные практикумы — цикл интерактивных занятий, где дети знакомятся с современными технологиями, в том числе с созданием композитов. В условиях, когда стране очень нужны инженеры и материаловеды, такая профориентация приобретает стратегическое значение. Практикумы ИЦАЭ становятся мостом между школьной партой и реальным высокотехнологичным производством.

Практикумы строятся по принципу «от простого к сложному», захватывая разные возрастные группы. Для самых маленьких разработан практикум «Из чего все сделано?». На этих занятиях дети узнают, что все вокруг состоит из атомов химических элементов, знакомятся с таблицей Менделеева и при помощи конструктора моделируют простые молекулы. Это снимает первичный барьер перед сложной наукой: химия перестает быть набором пугающих формул и превращается в понятный конструктор. Для школьников среднего и старшего звена существует продолжение — «Мир пластика» и «Мир больших молекул». Здесь ребята знакомятся со строением сложных полимеров и учатся комбинировать химические элементы, понимая, как свойства материала зависят от его микроструктуры.

О том, как пробудить живой интерес к научным знаниям, нам рассказала руководитель ИЦАЭ Ульяновска, один из авторов практикумов Ольга Мартыненко.

«ИЦАЭ — это сеть, которая всегда говорит о самых передовых достижениях науки, поэтому не говорить о композитах здесь не могут. Например, в Ульяновске композиты — тема актуальная, именно у нас работает завод по производству ветролопастей. У нас делают то самое «черное крыло» для МС-21. Первый композитный мост тоже был открыт в Ульяновске в 2019 году, по нему успешно ездят машины, — говорит Ольга. — Наши практикумы позволяют связать теорию с реальностью, которая окружает ребенка за порогом школы и информационного центра. Детям важно понимать, что мир не одномерен, что, соединяя между собой простые материалы, мы получаем новые, с улучшенными свойствами. Важно, чтобы ребята понимали, что иногда, комбинируя, казалось бы, совершенно разные компоненты, они могут совершить открытие», — отмечает Ольга Мартыненко.

Занятия «Из чего все сделано?», «Мир пластика» и «Мир больших молекул» составляют логическую линейку. Чтобы это было интересно, сотрудники ИЦАЭ используют занимательные факты. Например, рассказывают о том, что в природный газ для запаха (с целью безопасности) люди добавляют меркаптаны — одоранты, которые пахнут как секрет скунса, — или упоминают вещество с самой длинной формулой, для записи которой нужно использовать более 189 тыс. знаков.

«И через моменты удивления школьники узнают и запоминают что-то новое, — поясняет руководитель ИЦАЭ Ульяновска. — Еще у нас в центре есть наборы для изготовления композитов, то есть у нас ребята могут сами все увидеть и потрогать».

Именно тактильный опыт становится переломным моментом. Когда формула из учебника вдруг оказывается секретом прочности собственного скейтборда школьника, а на занятии можно своими руками смешать смолу и отвердитель, получив прочную пластинку, химия перестает быть непонятным предметом, а кусочек композита становится материальным доказательством того, что сложные технологии доступны и понятны.

В регионах, где работают ИЦАЭ, эти практикумы выполняют важнейшую профориентационную функцию. Они связывают школьную парту с реальными предприятиями. Ребенок понимает: сегодня он смешивает компоненты в стенах информцентра, а через несколько лет сможет прийти на завод, где по этой технологии создают лопасти ветрогенераторов или корпуса судов. Именно так, через игру, удивление и возможность потрогать будущее руками, формируется инженерная элита страны.

На фото

Аспирант СГТУ им. Гагарина Ю. А. Владимир Витущенко, который занимается мостостроением, рассказывает гостям ИЦАЭ о композитных изделиях на примере родного Саратова





Текст: Федор Буйновский,
обозреватель «Вестника атомпрома»

Краткая история будущего

О чем предупреждает Жак Аттали

Французский экономист, писатель и политический деятель написал книгу, которую можно читать как прогноз, а можно — как предупреждение. Сам он просит читать ее вторым способом. «Краткая история будущего» заканчивается признанием. Жак Аттали описал три сценария, два из которых губительны, и он очень надеется, что люди, прочитав, сделают так, чтобы они не сбылись.

Пророк, который хочет ошибиться

Замысел у Аттали дерзкий. Он не гадает на кофейной гуще и не экстраполирует вчерашние тренды. Он утверждает, что у истории есть законы, а значит, ее можно читать, как читают карту: если знаешь, как рельеф вел реку до сих пор, можно угадать, куда она повернет дальше. Для этого он сначала пролистывает 7 млн лет — от первых приматов, спустившихся с деревьев, до Силиконовой долины — и только потом открывает окно в 2060 год.

Эта книга — о том, что Аттали там увидел. И о том, почему его самая тревожная мысль касается не войн и не климата, а нас самих.

Три власти и девять сердец

Вся человеческая история, по мнению Аттали, — это спор трех властей за право распределять излишки. Сначала правил жрец: он знал, когда сеять и как попасть в загробный мир. Потом его потеснил воин: он умел защищать и захватывать. А потом пришел торговец и принес два изобретения, которые до сих пор определяют нашу жизнь: рынок и демократию. Римляне назвали бы эту троицу Юпитер, Марс и Квирин. Аттали называет ее ритуальным, имперским и рыночным строем.

Рыночный строй организован необычно. У него нет вечной столицы — у него есть сердце, которое бьется в одном городе, а потом перебирается в другой. Аттали насчитывает девять таких сердец — это Брюгге, Венеция, Антверпен, Генуя, Амстердам, Лондон, Бостон, Нью-Йорк, Лос-Анджелес. Каждое — порт в окружении плодородных земель, где креативный класс превратил новую технологию в товар для всех: кормовой руль, двойную бухгалтерию, печатный станок, каравеллу, биржу, паровую машину, автомобиль, холодильник, микропроцессор.

И каждое сердце умирало по одному сценарию. Расходы на оборону росли, финансисты начинали спекулировать, элиты уезжали — и наступал банковский крах. Аттали выводит из этого «уроки на будущее», короткие, как пословицы. Один из них звучит почти как девиз: «Дефицит — это благословение для амбициозных». Другие не менее афористичны: «Победителем в войне становится тот, кто в ней не участвовал»; «Финансовое банкротство знаменует конец центра». Кризис 2008 года в этой оптике — не случайность, а первый звонок для девятого сердца.

Пять волн будущего

Дальше Аттали делает то, на что редко решаются историки: применяет свои законы к завтрашнему дню. Получается пять волн, которые накатывают одна за другой и при этом накладываются друг на друга.

Первая волна — закат американской империи. Примерно к 2035 году девятое сердце остановится, как останавливались предыдущие. США останутся сильной страной, но перестанут быть центром: их обескровят долги, уход корпораций, новый финансовый кризис. Главное — никто их не сменит. Ни Лондон, ни Токио, ни Шанхай не захотят платить за роль центра.

Вторая волна — полицентрический мир. Власть разделят между собой 11 держав: Китай, Индия, Япония, Россия, Бразилия, Корея и другие. Рынку центр уже не нужен — идеи передаются по сети почти бесплатно.

Третья волна — гиперимперия. Рынок, по природе безграничный, поглотит демократию, по природе привязанную к территории. Государства растворятся. Законы будут заменены контрактами, полиция — наемниками, судьи — арбитрами. Миром станут править страховые компании, которые

будут диктовать, как жить, чтобы не повышать риски. Хозяевами мира станут гиперкочевники — несколько десятков миллионов людей без родины, управляющих жизнью как пакетом акций.

Четвертая волна — гиперконфликт.
Мир без государств — это мир пиратов. Мафии, террористы, религиозные армии и наемники получат доступ к оружию, которое раньше могли себе позволить только державы. Войны за нефть, воду и границы сольются в одну. Эта волна, пишет Аттали, может положить конец человечеству.

Пятая волна — гипердемократия.
Если мы переживем четвертую, к 2060 году появится то, что Аттали называет трансчеловечеством: люди, для которых счастье другого — условие собственного. Они построят мировое правительство, «отношенческую» экономику без расчета на прибыль и универсальный коллективный разум. Рынок и демократия станут такой же экзотикой, как для нас каннибализм.

Каждый — страж своей тюрьмы

Самое сильное место книги — не о войнах. Оно о том, как рынок доберется до последнего, что еще не продается, — до нашего времени и нашего тела.

Аттали замечает закономерность. Каждое сердце капитализма превращало бесплатную услугу в промышленный товар. Еду готовили дома — появилась пищевая индустрия. Стирали руками — появилась стиральная машина. Что осталось непревращенным? Образование, здоровье, безопасность — то, что пока делает государство. Значит, именно их следующая волна сделает товаром.

Товаром станут «наблюдатчики» — приборы, следящие за тем, соответствуем ли мы норме. Сначала гипернаблюдение: камеры, датчики, биометрия. Потом самонаблюдение: чип под кожей измеряет холестерин, программа проверяет знания, страховая компания повышает взнос, если ты курил. Невежество и расточительность объявят болезнями. «Каждый будет сам себе доктор, преподаватель и контролер», — пишет Аттали. И добавляет: каждый станет стражником собственной тюрьмы. Парадокс в том, что это будет переживаться как пик свободы.

Дальше логика не останавливается. Если можно починить орган — можно его воспроизвести; если можно воспроизвести орган — можно воспроизвести человека. Клонирование станет последним шагом коммерциализации: человек превратится в артефакт, потребляющий артефакты. И здесь, пишет Аттали, человечество отшатнется. Именно ужас перед этой перспективой запустит четвертую волну — и даст шанс пятой.

Зачем читать того, кто ошибется

Книга написана в 2006-м и дополнена после 2008-го, и с тех пор часть прогнозов уже устарела, а часть сбылась быстрее, чем автор думал. Это не повод отмахнуться. Аттали сам напоминает: в XVI веке все были уверены, что книгопечатание укрепит Церковь, а в XX веке — что персональный компьютер никому не нужен. Ценность его книги не в датах, а в способе смотреть.

Этот способ сводится к одной мысли. У истории есть мотор — стремление человека к свободе. И у этого мотора есть побочный продукт: свобода, доведенная до предела, превращается в одиночество, слежку и товар. Аттали формулирует это почти фаталистически: «Трагедия заключается в том, что если люди могут что-либо сделать, они обязательно попробуют это осуществить». Гиперимперия и гипердемократия — не два разных будущих. Это одна и та же свобода, повернувшаяся разными сторонами — эгоизмом или альтруизмом.

Поэтому Аттали и заканчивает не прогнозом, а выбором. Он верит, что найдутся люди, для которых отдать знание — не значит его потерять, а сделать счастливым другого — единственный способ быть счастливым самому. Он называет их трансчеловечеством и честно признает, что таких людей еще почти нет. Но Маркс в 1848 году описывал рабочий класс, которого тоже почти не было.

Читать «Краткую историю будущего» стоит не для того, чтобы узнать, что будет. А чтобы понять: от нас зависит, какая из волн окажется последней.

Справка

Жак Аттали родился в 1943 году в Алжире в сефардской семье, которая после начала Алжирской войны перебралась в Париж. Там Аттали получил диплом в Институте политических исследований, а также окончил Национальную школу администрации. Приобрел известность в начале 1980-х годов, занимая высокое положение в аппарате президента Франсуа Миттерана. В 1991 году стал первым главой Европейского банка реконструкции и развития. Является членом Бильдербергского клуба — закрытого форума, созданного для развития диалога между Европой и Северной Америкой, куда приглашаются влиятельные политики, бизнесмены, финансисты, ученые, общественные деятели.

Автор десятка книг, в которых в том числе развивает концепцию «нового мирового порядка», основанного на идее распространения свободного рынка и плюралистической демократии на весь мир. При этом взгляды на общество будущего у Аттали далеки от утопии: рост населения вызовет усиление конфликтов за ресурсы, нищета по-прежнему будет сочетаться с богатством, а человек станет придатком к кредитно-регистрационной карточке, кочевником в глобальном разделении профессий — без семьи и без родины.

Текст и фото: пресс-служба бизнес-направления «Аддитивные технологии» Топливного дивизиона «Росатома»

«Росатом» представил новый компактный 3D-принтер RusMelt 100M

Новое решение сделало промышленную 3D-печать еще более доступной

Топливный дивизион «Росатома» (бизнес-направление «Аддитивные технологии») выводит на рынок новый малогабаритный 3D-принтер RusMelt 100M. Это самая компактная и доступная по стоимости установка в линейке серийных 3D-принтеров RusMelt, печатающих металлами по технологии селективного лазерного сплавления (SLM). Презентация первой модели состоялась на II Московском инвестиционно-промышленном форуме (МИПФ) — это площадка для диалога представителей власти, инвесторов и промышленников. Он проходит в Москве во второй раз: первый форум состоялся в 2025 году. МИПФ объединяет обсуждение инвестиционной политики, мер поддержки предприятий, технологического развития и подготовки кадров. Организаторы — правительство Москвы и Департамент инвестиционной и промышленной политики города Москвы.

Принтер RusMelt 100M весит менее 800 кг и не требует отдельного производственного участка, фундамента и укрепленных перекрытий — это принципиальное отличие от промышленных гигантов весом в несколько тонн. Для RusMelt 100M достаточно ровного пола и розетки, все системы размещены в едином корпусе. Малые габариты установки и компактная камера печати (100 × 120 мм) позволяют значительно экономить на газе и металлическом порошке, а на разогрев камеры и выход на рабочий режим уходит заметно меньше времени. В итоге себестоимость одной напечатанной детали оказывается в 2–4 раза ниже, чем на крупногабаритных установках, при этом сохраняется промышленное качество и обеспечивается высокий уровень точности печати. Принтер работает с широким диапазоном материалов, таких как нержавеющие стали, титан, никель, кобальт-хром, алюминий.

RusMelt 100M печатает металлические детали послойно методом SLM. Принцип прост: тонкий слой металлического порошка разравнивается на рабочей платформе, а лазер сплавляет его в нужных точках. Слой за слоем формируется цельная металлическая деталь сложной геометрической формы, которую нельзя изготовить обычной токарной или фрезерной обработкой. Технология аддитивного производства позволяет получать изделия с внутренними каналами, облегченными конструкциями и геометрией без сварных швов и сборочных операций, что недоступно традиционным методам.

Ключевое преимущество для заказчика, которое обеспечивает «Росатом», — это не только поставка 3D-принтера, но и полный комплекс его сопровождения. Компания поставляет оборудование вместе с отработанными режимами печати, материалами и технической поддержкой на всех этапах, от запуска до расширения производственных задач. Такой комплексный подход от российского производителя аддитивного оборудования — одно из ключевых преимуществ перед зарубежными поставщиками, которые, как правило, не гарантируют оперативную поддержку, обучение и адаптацию оборудования под конкретные задачи заказчика.

Вывод на рынок новой малогабаритной установки делает 3D-печать металлом более доступной: университеты и научные центры получают инструмент для исследований и обучения, промышленные предприятия — недорогую компактную установку, которая сокращает сроки изготовления изделий и снижает стоимость выпуска запасных частей. Печать металлом перестает быть уделом крупных заводов с огромными цехами и позволяет малым предприятиям начать знакомство с 3D-печатью металлом без значительных инвестиций. Ожидается, что RusMelt 100M найдет свое применение в медицине и стоматологии (для изготовления коронок, мостов и индивидуальных имплантатов), в промышленности (для оперативной замены вышедших из строя деталей и прототипирования), в авиации и космосе (для печати лопаток, уплотнений и антенн), в вузах (для обучения студентов работе с технологиями будущего).

Аддитивные технологии позволяют производить детали и комплектующие, которые сложно изготовить традиционными методами с применением литья и механообработки. Трехмерная печать снижает массу изделий, оптимизирует затрачиваемые материалы и сокращает сроки производства. Современные 3D-принтеры позволяют оперативно перенастраивать параметры печати для изготовления изделий из различных материалов. Продукция 3D-печати находит применение в самых разных областях, от ядерных и космических технологий до медицины.

Бизнес-направление «Аддитивные технологии» Топливного дивизиона «Росатома» было создано в целях координации усилий и компетенций внутри госкорпорации для развития трехмерной печати в масштабе атомной отрасли и России в целом. Сегодня в «Росатоме» создан полный цикл производства, от разработки 3D-принтеров и комплектующих до специальных порошков, программного обеспечения, производства материалов для печати и обучения. Компания обеспечивает российские производственные предприятия стратегических отраслей промышленности инновационным и надежным оборудованием, материалами и профессиональным сервисом для внедрения технологий аддитивного производства.

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



Илья Кавелашвили

Генеральный директор бизнес-направления «Аддитивные технологии» Топливного дивизиона «Росатома»:

— RusMelt 100M — полностью отечественная разработка, сборка и производство которой ведется в московском Центре аддитивных технологий «Росатома». Развивая собственную линейку компактного оборудования для металлической 3D-печати, мы делаем аддитивные технологии доступными для широкой аудитории. Новый 3D-принтер соответствует задачам НИОКР и прототипирования, подходит для производства малых серий. Уверен, что он будет востребован там, где нет больших инвестиций и высокой загрузки печати, и позволит предприятиям с меньшими ресурсами начать применять аддитивные технологии, постепенно масштабируя их использование.