

ВЕСТНИК информационно-аналитический журнал об атомной отрасли АТОМПРОМА

Город от ума

Как появляются «умные» города Росатома и какова роль инновационных бизнесов госкорпорации в цифровизации городских территорий?

10

Запчасти для человека

Уже сейчас технологии позволяют допечатывать клетки непосредственно на орган внутри организма. Далеко ли до печати самих органов?

18

Сила в цифре

Что в первую очередь необходимо сделать для объединения усилий по развитию цифровизации?

28



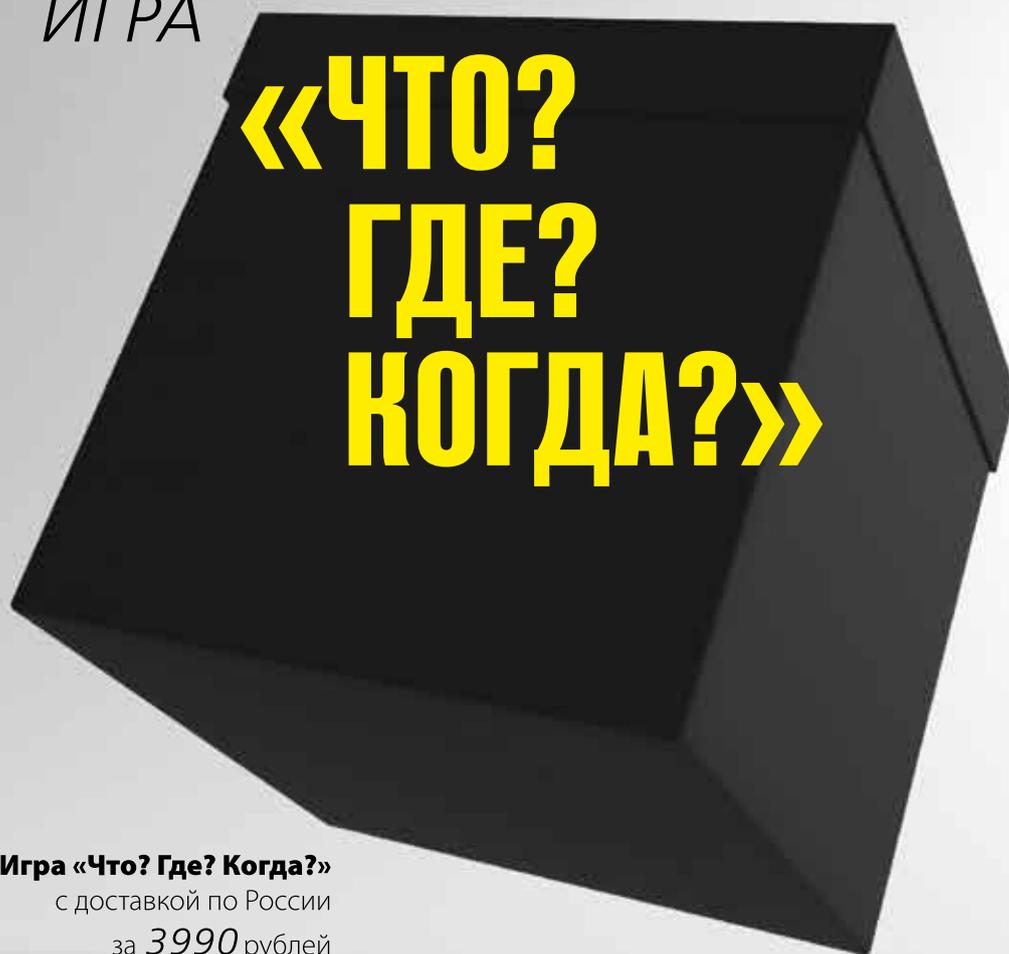
Пожиратели радиации

Новый подход в утилизации РАО с помощью биоструктур может произвести переворот в мировой атомной промышленности

38



НАСТОЛЬНАЯ
ИГРА



Игра «Что? Где? Когда?»
с доставкой по России
за 3990 рублей

**Заказать игру
можно на сайте**
www.icube.tvigra.ru
+7 (499) 705 85 54

Редакционный совет:

Г. М. Нагинский
 М. В. Ковальчук
 К. Б. Зайцев
 С. Г. Новиков
 Л. А. Большов
 Г. И. Скляр

Главный редактор

Дмитрий Чернов

Выпускающий редактор

Александр Южанин

Креативный редактор

Фёдор Буйновский

Обозреватели:

Борис Штормов
 Илья Черменский

Над номером работали:

Дмитрий Чернов
 Лилия Суворова
 Александр Южанин
 Екатерина Шугаева
 Сергей Комиссаров

Учредитель, издатель и редакция

Общество с ограниченной
 ответственностью
 «НВМ-пресс»

Отдел распространения и рекламы

Татьяна Сазонова
 sazonova@strana-rosatom.ru
 +7 (495) 626-24-74

**Дизайн, вёрстка
и допечатная подготовка**

Тата Саркисян
 Наталья Людвиг

Корректор

Нина Хромова

В номере использованы фотографии:

Анастасии Барей, Елены Анненковой,
 Алексея Башкирова, Аркадия Сухонина,
 Евгения Погодина, пресс-службы АО «Атом-
 энергомаш», фотобанка журнала «Вестник
 АТОМПРОМА», департамента коммуникаций
 Росатома, РИА «Новости»

Тираж 1840 экз.

Адрес редакции:

117105 Москва, Варшавское ш., д. 3,
 ООО «НВМ-пресс»

Распространяется по подписке
 на предприятиях атомной
 отрасли России, цена свободная

При перепечатке ссылка на «Вестник»
 обязательна. Рукописи не рецензируются
 и не возвращаются. Публикуемые
 в «Вестнике» материалы, суждения
 и выводы могут не совпадать с точкой
 зрения редакции и являются
 исключительно взглядами авторов

Журнал зарегистрирован
 в Федеральной службе по надзору в сфере
 связи, информационных технологий
 и массовых коммуникаций.
 Свидетельство о регистрации
 ПИ №ФС77-59582 от 10 октября 2014 года

от редакции

**Уважаемые читатели!**

Всем нам хочется жить в удобном городе, который как по заказу чувствует наше с вами настроение и наши желания. Самое удивительное, что такие города скоро появятся не только на страницах романов фантастов, они уже постепенно входят в нашу жизнь. Какая роль отведена в этом процессе атомной отрасли, вы узнаете из этого номера. Как и о том, что происходило на форуме NDEXPO, и о многих других событиях, которые вскоре изменят нашу с вами жизнь.

Читайте с удовольствием!

Ваша редакция

индекс
люди и компании,
упомянутые в номере

Аюев Борис.....	30
Боланд Томас.....	19
Бутко Андрей.....	32, 33
Габор Форгач.....	19
Гаврилов Петр.....	49, 51
Гельфанд Михаил.....	57
Гехт Ирина.....	37
Громов Валерий.....	50
Дуб Алексей.....	46, 48
Дубнов Олег.....	31
Дударева Альбина.....	37
Ильин Кирилл.....	58, 59
Карпюк Леонид.....	6
Кашцев Владимир.....	39–44
Князевский Константин.....	7
Колодкин Андрей.....	36
Комаров Кирилл.....	31, 36, 37
Корнилова Алла.....	39–44
Лебедев Андрей.....	36
Лихачёв Алексей.....	8
Максимов Денис.....	53
Мальгинов Антон.....	48
Матвиенко Валентина.....	37
Мирзиёев Шавкат.....	8
Миронов Владимир.....	19
Никипелов Андрей.....	7
Ольхович Евгений.....	30
Пахомов Владимир.....	56
Путин Владимир.....	6, 8
Рамилла Шах.....	24
Рунар Кузьмин.....	42
Серватинский Павел.....	36
Султанов Алишер.....	8
Сурдин Владимир.....	57
Суханов Владимир.....	50
Сухотина Ксения.....	10–17
Трампа Дональд.....	9
Тюнин Александр.....	47
Фокин Александр.....	37
Хвалько Александр.....	30
Цыпакин Алексей.....	45
Юсеф Хесуани.....	19–26
Якутенко Ирина.....	56
АО «Атомэнергомаш».....	7
АО «ВНИИИМ».....	6, 39
АО «ВНИИХТ».....	41
АО «ЗиО Подольск».....	7
АО «ИРМ».....	58, 59
АО «Концерн Росэнергоатом».....	30
АО «Наука и инновации».....	46, 48
АО «НПО «ЦНИИТМАШ».....	48
АО «РАСУ».....	29, 32
АО «ТВЭЛ».....	6
АО «ФСК ЕЭС».....	20
АО «ЧМЗ».....	54
АО ИК «АСЭ».....	15
ГК «Росатом».....	6–8, 11, 13, 15, 17, 27, 29, 31, 32, 36, 37, 41, 45, 47, 48, 51, 55
ГК «Роскосмос».....	25, 26
ООО «Русатом – Инфраструктурные решения».....	10
ПАО «Россети».....	30
РФЯЦ-ВНИИЭФ.....	15
ФГУП «Атомфлот».....	7
ФГУП «ГХК».....	49
АЭС «Белорусская».....	54
АЭС «Белоярская».....	50, 51
АЭС «Воггль».....	9
АЭС «Олкилуото».....	8
АЭС «Саньмэн».....	9
АЭС «Тайшань».....	8
АЭС «Фламанвилль».....	8
АЭС «Хайян».....	9
AREVA.....	8

Содержание

06 НОВОСТИ

10

цифровизация

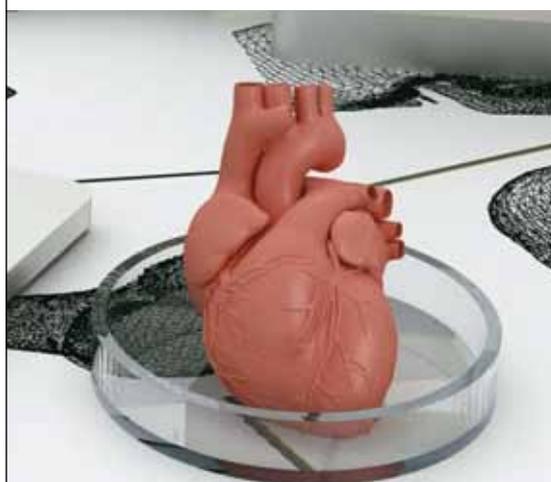


Город от ума

Как появляются «умные» города Росатома и какова роль инновационных бизнесов госкорпорации в цифровизации городских территорий?

18

биопринтинг



Запчасти для человека

Уже сейчас технологии позволяют допечатывать клетки непосредственно на орган внутри организма. Далеко ли до печати самих органов?

34

новые бизнесы



Отрава жизни

Росатом возьмёт опасные отходы под свой контроль

27 колонка креативного редактора

Новая нефть

38 дезактивация

Пожиратели радиации

Новый подход в утилизации РАО с помощью биоструктур может произвести переворот в мировой атомной индустрии

45 аванпроекты

Пан Прекурсор и другие лидеры

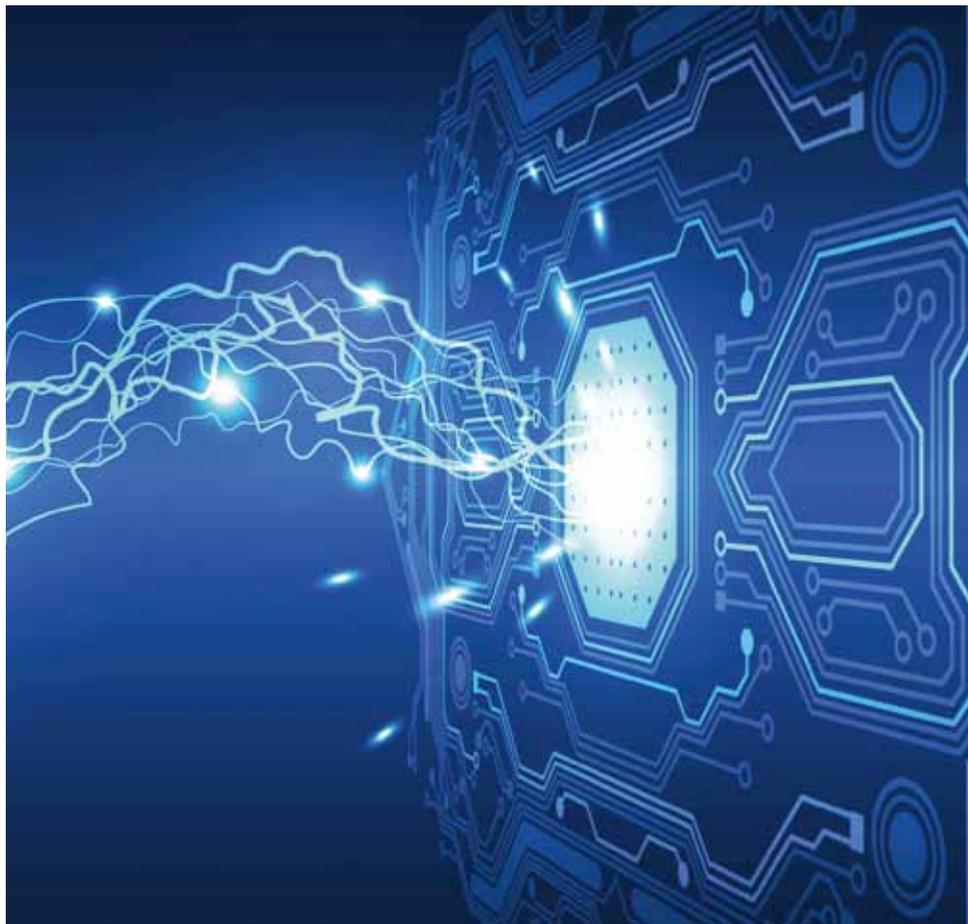
Чьи идеи определяют наше будущее и как физики-ядерщики намерены «поженить» науку и бизнес?

28

цифровая энергетика

Сила в цифре

Что в первую очередь необходимо сделать для объединения усилий по развитию цифровизации?



49

топливо



Гора родила мокс

Где и как производится современное MOX-топливо?

52 атомные смыслы

Разберём на атомы

Сети информационных центров по атомной энергии (ИЦАЭ) в ноябре исполняется 10 лет

58 уроки мотивации

Зависимость от бонуса



Владимир Путин утвердил основы госполитики в области ядерной безопасности до 2025 года

В числе целей документа — обеспечение безопасности ядерных объектов и снижение риска радиационного воздействия на работников отрасли и население. Также предусмотрено повышение ответственности органов власти, в ведении которых находится соответствующая инфраструктура.

Согласно указу, правительство должно в течение трёх месяцев утвердить план мероприятий по реализации госполитики. Указ от 13 октября вступает в силу со дня подписания.

Предыдущая редакция основ госполитики в этой области была принята 1 марта 2012 года и утратила силу после подписания нового указа. Согласно документу, целями государственной политики провозглашаются обеспечение безопасности объектов использования атомной энергии в мирных и оборонных целях, а также объектов ядерного наследия и материалов с повышенным содержанием природных радионуклидов; поддержание на максимально низком уровне риска радиационного воздействия на работников атомной отрасли; поэтапный вывод из эксплуатации, захоронение и утилизация объектов ядерного наследия.

Также среди целей обозначены защита населения и окружающей среды от радиационного воздействия, поддержание объектов на высоком уровне ядерной и радиационной безопасности, повышение ответственности за обеспечение безопасности органов исполнительной власти и организаций, эксплуатирующих объекты, предотвращение радиационных аварий и катастроф, минимизация радиационных рисков, возникающих вследствие аварий или испытаний ядерного оружия на территориях иностранных государств, а также уменьшение воздействия радиационных факторов на население, проживающее на территориях с повышенным уровнем естественного радиационного фона. «Государственная политика в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности осуществляется посредством скоординированной и целенаправленной деятельности органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления, госкорпорации «Росатом», организаций и граждан», — говорится в указе президента.

Учёные ВНИИНМ запатентовали новое топливо дисперсионного типа

Специалисты АО «ВНИИНМ» (входит в Топливную компанию Росатома «ТВЭЛ») запатентовали новую модификацию композитного ядерного топлива — дисперсионный топливный сердечник. Композиционный материал состоит из частиц урана, распределённых в металлической матрице.

Дисперсионные твэлы имеют высокую теплопроводность топливной матрицы, у них существенно снижен температурный уровень сердечника и перепад температур, что позволяет успешно эксплуатировать топливо в манёвренных режимах и делает его более безопасным. Данные твэлы также обладают равномерно распределённой пористостью для компенсации распухания топлива при облучении. Кроме того, в новый топливный композит добавлены оксиды плутония, что позволяет топливу одновременно выступать в качестве активной зоны и зоны воспроизводства. Данные свойства топлива позволяют использовать его и в тепловых реакторах, и в реакторах на быстрых нейтронах с замыканием топливного цикла. Использование топливной композиции предусмотрено в сочетании с оболочками твэла из типовых циркониевых сплавов.

«Замыкание топливного цикла является необходимым условием конкурентоспособного развития атомной энергетики и наиболее оптимальным с точки зрения природопользования. Применение композитов, сочетающих лучшие качества металлического и керамического топлива и представляющих одновременно активную зону и зону воспроизводства с возможностью последующего механического разделения делящихся изотопов без химической переработки топлива, может стать одним из решений данной задачи», — отметил генеральный директор АО «ВНИИНМ» Леонид Карпюк.



ЗиО-Подольск отправил в Санкт-Петербург второй реактор реакторной установки «РИТМ-200» для ледокола нового поколения «Урал»

Первый реактор был отгружен в адрес заказчика 24 сентября. Таким образом, АО «Атомэнергомаш» полностью выполнило свои обязательства по изготовлению реакторных установок для универсальных атомных ледоколов ЛК-60Я проекта 22220, внося существенный вклад в развитие и обновление атомного ледокольного флота России.

Всего предприятиями дивизиона было изготовлено три реакторных установки, каждая из которых включает в себя два реактора РИТМ-200. В 2016 году состоялась отгрузка для головного ледокола «Арктика», в 2017 году — для первого серийного ледокола «Сибирь».

«Разработка и освоение производства данных реакторных установок имеет крайне важное значение не только для развития ледокольного флота, но и в целом для атомной энергетики, освоения арктического шельфа, а также расширения экспортного потенциала страны в сфере высоких технологий. Мы рассматриваем «РИТМ-200» и её модификации как основу при создании атомных станций малой мощности морского и наземного исполнения, которые позволят быстро, эффективно и без ущерба для экологии решать вопросы энергоснабжения удалённых территорий. Также своевременное завершение контракта по «РИТМ-200» позволяет нам рассчитывать на участие в строительстве атомных ледоколов «Лидер», которые должны будут обеспечить круглогодичное функционирование Севморпути. В настоящее время для данного типа судов создан эскизный проект реакторной установки «РИТМ-400», идёт разработка технического проекта», — отметил генеральный директор АО «Атомэнергомаш» Андрей Никипелов.

«РИТМ-200» — новейшая РУ для ледокольного флота, разработанная в машиностроительном дивизионе Росатома — АО «Атомэнергомаш». Она входит в состав главной энергетической установки ледокола и включает в себя два реактора тепловой мощностью 175 МВт каждый.

Основное преимущество новой силовой установки в её компактности и экономичности. Она имеет уникальную энергоэффективную интегральную компоновку, которая обеспечивает размещение основного оборудования непосредственно внутри корпуса парогенерирующего блока. За счёт этого она в два раза легче, в полтора раза компактнее и почти в два раза мощнее используемых в настоящее время реакторных установок для ледокольного флота типа КЛТ. В том числе, это позволило сделать ледоколы двухосадочными и обеспечить улучшенные технические характеристики судна по скорости, ледопродолжительности и т.д. Одна топливная загрузка для РУ «РИТМ-200» эквивалентна 540 тысячам тонн арктического дизельного топлива, для перевозки которых потребовалось бы три супертанкера класса VLCC. Перезагрузка топлива происходит один раз в семь лет.

В течение трёх лет в строй введут три арктических ледокола

Ввести в строй ледокол «Арктика» запланировано в 2019 году, ледокол «Сибирь» — в 2020-м и ледокол «Урал» — в 2021 году. Все они сейчас находятся на Балтийском заводе в различной стадии строительства. О состоянии арктического ледокольного флота и концепции его развития для обеспечения функционирования проектов в Арктической зоне РФ на XI Международном форуме «Транспортный потенциал» рассказал заместитель генерального директора по строительству флота — руководитель представительства ФГУП «Атомфлот» в Санкт-Петербурге Константин Князевский.

«На сегодня техническая готовность ледокола «Арктика» составляет 70–71%, на нём установлено всё основное оборудование, идут достроечные работы, монтаж трубопроводов над оборудованием, в основном паропроводов. Ледокол «Сибирь» находится у достроечной стенки. Он тоже спущен на воду, у него установлены реакторные установки и гребные электродвигатели», — сообщил Князевский. Эти ледоколы на сегодня спроектированы для минимальной осадки в 8,5 метра и максимальной — в 10,5 метра. Длина универсального атомного ледокола составляет 173 метра, ширина — 34 метра. Все ледовые испытания, подтверждающие, что он может преодолевать лёд собственным ходом, планируется проводить в ледовых бассейнах.

В целом же сегодня на Северном морском пути работает ледокол «50 лет Победы» (окончание эксплуатации — 2039 год), ледокол «Ямал» (2030), два мелкосидящих ледокола «Вайгач» (2026) и «Таймыр» (2027), а также атомный лихтеровоз «Севморпуть» (2023). Если в 2013 году показатели занятости этих атомных ледоколов составляли в среднем 209 суток, то по итогам прошлого года — 278 суток. Взамен четырёх действующих ледоколов («Таймыр», «Вайгач», «Ямал», «50 лет Победы») ФГУП «Атомфлот» совместно с Росатомом планируют строительство четырёх ледоколов ЛК-40 (СПГ-ЛК) мощностью 40 МВт. Кроме того, для обеспечения круглогодичной навигации в восточном секторе Арктики и грузопотока по СМП необходимо строительство ещё трёх ледоколов «Лидер».

19 октября 2018 года состоялась торжественная церемония старта проекта строительства первой АЭС в Республике Узбекистан

Мероприятие ознаменовало начало инженерных изысканий для выбора площадки строительства будущей атомной электростанции. Церемония проходила в режиме телемоста между Ташкентом, где старт проекту дали Президент Республики Узбекистан Шавкат Мирзиёев и Президент Российской Федерации Владимир Путин, находившийся в Ташкенте с государственным визитом, и одной из площадок проведения изыскательских работ. На площадке о готовности к началу работ докладывали заместитель премьер-министра Республики Узбекистан Алишер Султанов и генеральный директор ГК «Росатом» Алексей Лихачёв.

После приветственных слов лидеры двух стран нажатием символической кнопки положили начало буровым работам для отбора образцов грунта на одной из приоритетных площадок, которые были выбраны по результатам изучения с точки зрения сейсмологии, геологии, экологии и экономической целесообразности.

Алексей Лихачёв заявил: «Сотрудничество Узбекистана и России в атомной сфере насчитывает более полувека, и мы гордимся тем, что Узбекистан выбрал именно российские технологии для возведения первой в стране АЭС. Росатом построит в Узбекистане самую современную в мире атомную станцию поколения «3+» с двумя энергоблоками ВВЭР-1200, которая отвечает всем международным требованиям безопасности».

Кроме того, в рамках мероприятия был подписан Меморандум о сотрудничестве в обучении и подготовке кадров в области атомной энергетики Республики Узбекистан между Росатомом, Академией наук Республики Узбекистан и Агентством «Узатом». Документ предусматривает установление сотрудничества в области подготовки кадров для потребностей атомной энергетики и связанных сфер. Меморандум также предполагает сотрудничество в организации деятельности в Ташкенте филиала Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ».

Руководители Росатома и Узатома подписали также Меморандум о взаимопонимании по вопросам формирования позитивного общественного мнения в отношении атомной энергетики в Республике Узбекистан. Документ послужит основой для организации двустороннего сотрудничества в таких областях, как популяризация атомной энергетики в Узбекистане и информирование населения о современных ядерно-энергетических технологиях, обучение представителей национальных СМИ, организация и проведение совместных тематических конференций, а также реализация сторонами социальных и образовательных проектов на территории Узбекистана.

Во Франции сделан очередной шаг к пуску первого в стране EPR-1600

Французское агентство по надзору в сфере ядерной безопасности ASN объявило о выдаче разрешения на ввод в эксплуатацию и использование корпуса реактора 3-го блока на АЭС «Фламанвилль». Это первый и единственный во Франции строящийся реактор поколения «3+» типа EPR. Пока в мире существует только один действующий энергоблок с реактором EPR — первый блок АЭС «Тайшань» в Китае, запущенный в апреле 2018 года и подключённый к сети в июне 2018 года.

Выданное разрешение ASN основано на окончательном заключении по результатам инспекции, изданном в октябре 2017 года, о том, что «механические свойства крышки и днища корпуса реактора соответствуют установленным нормам и, следовательно, пригодны к эксплуатации». Основанием для этой инспекции стало то обстоятельство, что в 2015 году разработчик реактора EPR компания AREVA (ныне Orano) обнаружило аномалии в состоянии металла в верхней и нижней части реактора. После чего инженерная группа AREVA провела испытания прочности стали в корпусе реактора, чтобы подтвердить её пригодность во всех возможных ситуациях, включая аварийные. Соответствующие выводы были направлены в ASN в декабре 2016 года.

В период с 3 по 21 сентября 2018 года ASN провело общественные слушания по данному вопросу, в ходе которых было получено более 500 отзывов. В результате 9 октября 2018 года ASN выдало «условное» разрешение на эксплуатацию корпуса реактора при условии проведения дополнительных испытаний на старение металла и замены крышки реактора не позже 2024 года.

Кроме третьего блока АЭС «Фламанвилль», в мире есть ещё два строящихся блока EPR — второй блок АЭС «Тайшань» (Китай) и третий блок АЭС «Олкилуото» (Финляндия). Во всех случаях сроки ввода этих блоков в эксплуатацию неоднократно переносились. Рассматривается вопрос также о строительстве АЭС с реакторами EPR в Великобритании и Индии.



В США продолжаются попытки спасти проект завода по производству МОХ-топлива

Проект по строительству в США комплекса по производству МОХ-топлива для легководных реакторов закрыт практически окончательно. Последние надежды сторонники проекта возлагают на президента Дональда Трампа.

К реализации МОХ-программы в США приступили в рамках двухстороннего соглашения СОУП с Россией. Предполагалось изготовить в 2019–2034 годах 1700 МОХ-кассет на заводе, который по французской технологии должен был быть построен в Саванна-Ривер.

Сооружение завода постоянно сталкивалось с трудностями, и при президенте Бараке Обаме начались первые попытки свернуть проект. В 2018 году конгресс США отказался продлевать финансирование строительства и выделил бюджетные деньги на консервацию проекта.

В мае 2018 года министр энергетики США Рик Перри распорядился прекратить работы на строительстве. Последовала серия судебных разбирательств, которые сторонники проекта в итоге проиграли. Окончательно проект может быть закрыт уже в этом месяце.

Политики штата Южная Каролина, где расположена площадка МОХ-завода, всё ещё надеются спасти проект. Сделать это теперь способен только лично Дональд Трамп — он может вмешаться и отменить распоряжение Перри. Закрытие проекта означает бессмысленную потерю почти десятилетия работ и более 7,6 млрд долларов налогоплательщиков, утверждают в Южной Каролине. В Вашингтоне парируют, мол, продолжение проекта приведёт к необходимости потратить на утилизацию в форме МОХ-топлива 34 тонн плутония ещё 48,8 млрд долларов.

Отказ от продолжения строительства МОХ-завода лишит штат более чем 1000 рабочих мест. Первые признаки грядущих сокращений уже появились — подрядчики проекта получили официальное уведомление о том, что они должны прекратить строительные работы и не делать новых закупок. Пострадает и благополучие местных политиков. За прошедшее десятилетие генподрядчики проекта перечислили в избирательные фонды республиканцев и демократов не менее полумиллиона долларов. Новых взносов от них, естественно, больше не поступит.

Спасти проект по строительству МОХ-завода может только личное вмешательство Трампа. Но вопрос заключается в том, захочет ли Трамп его спасти.

ATOMIC-ENERGY.RU



В Китае подключён к сети второй блок АЭС «Хайян»

Он стал четвёртым в стране блоком с реактором типа AP1000 поколения «3+» разработки Westinghouse. В настоящее время Китай пока является единственной страной в мире, в которой действуют энергоблоки этого типа. Одновременно с этим поступила информация, что ранее запущенный первый блок АЭС «Саньмэнь», на которой также действуют реакторы AP1000, вступил в гарантийный период коммерческой эксплуатации.

История блоков AP1000 в Китае началась в сентябре 2007 года, когда американо-японская компания Westinghouse и её представитель в Китае Shaw получили разрешение от китайского правительства о строительстве в Китае четырёх блоков AP1000 — по два на площадках АЭС «Саньмэнь» и «Хайян». Строительство на обеих станциях началось в 2009 году.

Оба блока АЭС «Саньмэнь» были запущены и подключены к сети летом 2018 года, став, таким образом, первыми в мире запущенными в эксплуатацию блоками AP1000. На своей родине, в США, также строятся энергоблоки с реакторами этого типа на двух площадках — АЭС «Вогтль» и «В.П. Саммер», но на первой из них сроки завершения строительства неоднократно откладывались, а на второй строительство заморожено.

На первом энергоблоке АЭС «Хайян» цепная реакция была запущена 8 августа 2017 года, а 17 августа он был подключён к электросети. Официально он перейдёт в режим промышленной эксплуатации к концу года, после завершения установленного местными нормативными актами определённого срока непрерывной работы. Второй блок АЭС «Хайян» был подключён к сети утром 13 октября. В коммерческую эксплуатацию блок вступит в 2019 году.

ATOMIC-ENERGY.RU

В мире статус действующего имеют 453 блока, статус строящегося — 55 блоков. — PRIS.

В очередном обновлении учтён энергопуск блока №2 АЭС Haiyang (Китай) с реактором AP-1000, состоявшийся 13 октября 2018 года.

Всего в 2018 году произведено восемь энергопусков новых блоков (шесть в Китае и два в России), началось сооружение четырёх блоков (в Турции, России и Бангладеш (все три — с ВВЭР), а также в Южной Корее) и окончательно остановлены три блока (один в США и два на Тайване).

Общее количество реакторо-лет эксплуатации атомных энергоблоков в мире составляет 17 773.

ATOMINFO.RU



АВТОР: **Лилия Суворова**

Цифровыми технологиями сегодня мало кого удивишь. Однако развитие таких технологий не останавливается ни на минуту, в мгновение, например, превратив наши телефоны в ежедневных «умных» помощников. Затем очередь дошла до автомобилей, «умными» стали дома и квартиры, и вот настало время «умных» городов. Образованная из таких городов целая система позволяет каждому из нас участвовать в решении самых разных городских проблем. Что представляет собой эта система сегодня и чем она уникальна, в том числе и благодаря разработкам специалистов атомной отрасли в направлении «новые бизнесы», нам рассказала генеральный директор ООО «Русатом - Инфраструктурные решения» Ксения Сухотина.



ГОРОД ОТ УМА



Как появляются «умные» города Росатома и какова роль инновационных бизнесов госкорпорации в цифровизации городских территорий?



КСЕНИЯ СУХОТИНА



Ксения Анатольевна, что представляет собой сегодня рынок «умных» городов в России и за рубежом? В чём особенности, сходства и отличия?

По оценкам экспертов, объём мирового рынка технологий «умного» города в 2017 году составлял более 400 млрд долларов США, к 2020 году он вырастет до 1,5 трлн долларов США, а в мире будет более 600 «умных» городов. Курс на цифровизацию, в том числе не только городов, но и регионов, взят и в нашей стране. В 2017 году была принята программа «Цифровая экономика Российской Федерации», предусматривающая ряд мер по развитию «умных» городов. Новое направление быстро развивается, привлекая технологических вендоров, IT-разработчиков, изготовителей цифрового оборудования, развивается и само понимание, что такое «умный» город.

Впервые эта концепция появилась 15-20 лет назад и в основном была направлена на развитие технологий и инфраструктуры города – в это время начали производиться «умные» датчики, строиться дата-центры, формировались автоматизированные сети. Сейчас концепция «умного» города существенно меняется. Основное внимание уделяется не столько технологиям, сколько тому, как они улучшают качество жизни и как решают стратегические проблемы конкретного города. Увеличивается роль горожан, они вовлекаются в процессы управления и развития, определяют повестку городских изменений.

Уникальность нашего продукта – в его ёмкости и простоте: базовая платформа использует в основном уже существующие в городе данные информационных систем.

Основное внимание уделяется не столько технологиям, сколько тому, как они улучшают качество жизни и как решают стратегические проблемы конкретного города. Увеличивается роль горожан, они вовлекаются в процессы управления и развития, определяют повестку городских изменений.



Синергия ПСР и «умного» города позволит создать и отработать новую современную технологию и тиражировать этот успешный опыт Росатома на другие города РФ и за рубежом, ещё раз подтвердив лидерство отрасли в инновационном развитии.

Именно такое видение «умного» города в Росатоме. Мы считаем, что главная ценность — это человек, и город можно назвать «умным» только в результате вовлечения в процесс его развития и администрации, и бизнеса, и самих жителей, а не внедрения энного количества цифровых гаджетов.

«Русатом – Инфраструктурные решения» – отраслевой интегратор по проекту цифровизации городов «Умный город». Какие решения предлагает компания?

У нас есть собственное разработанное и опробованное решение: базовая платформа «Умный город Росатома». Она уже реализована в городе Сарове Нижегородской области. Это целиком российская разработка, которая даёт возможность приступить к созданию «умного» города на базе уже существующей инфраструктуры и за счёт этого быстро выйти на новый уровень взаимодействия муниципалитета, жителей и бизнеса практически во всех сферах жизни города.

А какие именно решения уже реализованы в Сарове?

На базе этого пилотного проекта, например, мы используем анализ больших данных и строим модели по оптимизации движения городского транспорта и по оперативному автома-

Наш «Умный город» – это экономия и дополнительные доходы в бюджет, снижение затрат на эксплуатацию, прежде всего инфраструктуры и энергетики.



тическому реагированию на аварии ресурсоснабжения. Саровчане онлайн подают заявку о возникшей городской проблеме и в режиме реального времени отслеживают её решение и статус, а администрация города реагирует на их запросы намного оперативнее, минуя ряд бюрократических процедур. Платформа работает и как информационный ресурс: горожане могут посмотреть, кто из депутатов отвечает за ту или иную территорию, где находится ближайший опорный пункт полиции и кто участковый, получить информацию о врачах и записаться на приём.

Еще больше сервисов существует для администрации города. Это мониторинг электропитания зданий, диспетчеризация лифтов, контроль движения служебного транспорта, получение информации о муниципальной собственности (земельных участках, зданиях, муниципальных предприятиях) и другие. Всего сейчас в Сарове действует 22 информационных слоя, продукт всё время развивается.



В чём особенность, уникальность «умного» города Росатома, в отличие от других «умных» городов?

Уникальность нашего продукта – в его ёмкости и простоте: базовая платформа использует в основном уже существующие в городе данные информационных систем, поэтому для начала реализации сервисов платформы не требуется строить и расширять инфраструктуру по генерации и передаче данных. Мы знаем, какую информацию можем получать с имеющейся в городе инфраструктуры, как организовать обмен информацией. Платформа может интегрироваться со всеми наработками, которые уже проведены в городе, или с теми сервисами, которые город планирует развивать в будущем. Продукт интегрирует разносторонние данные, обеспечивает визуализацию и электронные каналы связи жителей с администрацией города. Это не коробочное решение, а цифровой сервис, ориентированный на заказчика. Да, если говорить о стартовой фазе, то у нас есть набор стандартных слоёв и модулей, что мы и называем Базовой платформой. Но с точки зрения итогового результата это всегда будет индивидуальное решение, учитывающее потребности конкретного муниципалитета, специфику инфраструктуры и особенности территории.

Главная ценность – это человек, и город можно назвать «умным» только в результате вовлечения в процесс его развития и администрации, и бизнеса, и самих жителей, а не внедрения энного количества цифровых гаджетов.

Какие отраслевые разработки уже используются, какие ещё планируете внедрить?

В атомной отрасли есть много решений, которые можно интегрировать в «умный» город (цифровое строительство, разработки по цифровизации работы муниципалитета, геоин-



Это не коробочное решение, а цифровой сервис, ориентированный на заказчика.

формационные системы, телемедицина и др.). Из отраслевых разработок, которые сейчас интегрируются, отмечу систему жизненного цикла «Цифровое предприятие» для цифровизации муниципалитета и муниципальных предприятий, разработанную РФЯЦ-ВНИИЭФ; программный комплекс «БЕРКУТ – мониторинг транспорта»; автоматизированную систему производственно-экологического мониторинга ООО «НПО «Центротех», систему 3D-моделирования для управления проектированием, строительством, эксплуатацией городской и инженерной инфраструктурой Multi-D City от АО ИК «АСЭ». Часть отраслевых продуктов уже готова к продаже, часть еще только в формате проекта, то есть требуется создание промышленного образца, тестирование. С проектами мы тоже работаем, помогаем довести их до продукта, готового для потребителя.

Многие города госкорпорации закрыты, не угрожает ли концепция «умного» города их безопасности? Ведь открытость и доступность информации может сыграть здесь отрицательную роль. Как решаются проблемы безопасности в данном случае?

При разработке и внедрении базовой платформы мы используем все последние наработки и стандарты в области шифрования данных. При работе со служебными данными доступ к системе обеспечивается с помощью программных и аппаратных средств защиты, использование которых согласовано с соответствующими органами безопасности РФ.

Требуются ли какие-то особые условия, чтобы запустить процесс создания «умного» города?

Я скажу так: «умный» город начинается с воли его главы. Если есть твердое решение администрации, то проект идет, находятся пути реализации. А дальше следует работа с проектной командой – анализ потребностей муниципалитета и жителей, анализ существующей инфраструктуры, внедрение базовой платформы.



Приступая к внедрению «умного» города, как правильно распределить усилия и инвестиции?

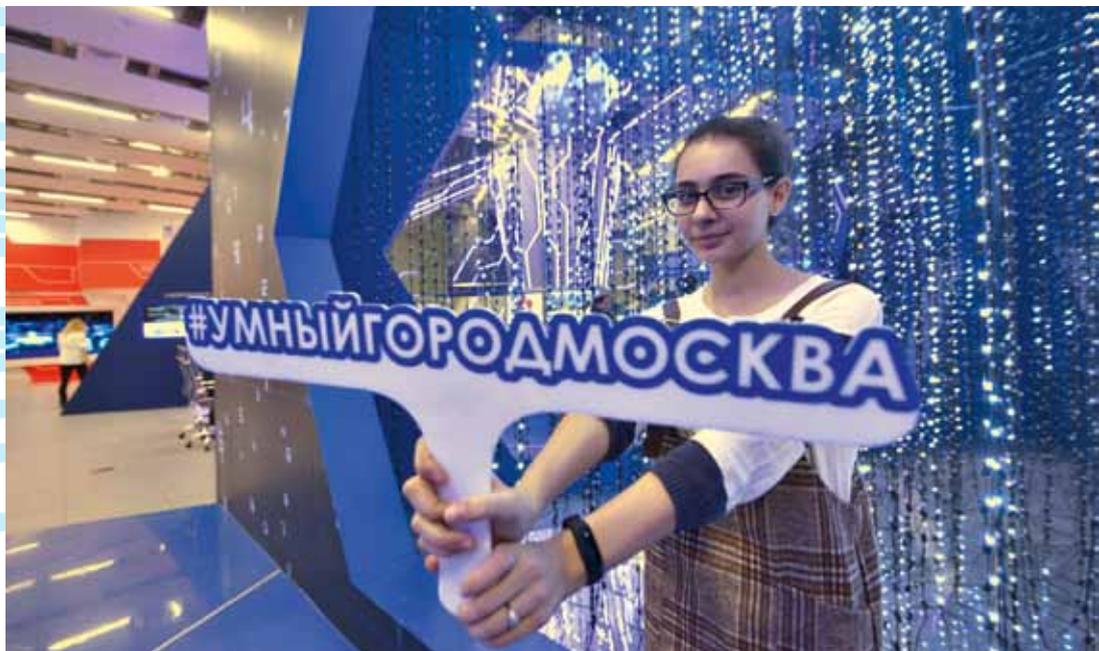
Начинать нужно в первую очередь со сбора, анализа и использования цифровых сигналов с уже действующей городской инфраструктуры. Это уже на первом этапе позволит оптимизировать процессы и даст четкое понимание, в какие именно сферы городского управления необходимо инвестировать дополнительные средства. А дальше – постоянное совершенствование этих процессов.

Это напоминает философию Производственной системы «Росатом» (ПСР), которая действует в отрасли. Вы как-то используете её при создании «умных» городов?

Совершенно верно, ПСР предполагает оптимизацию любого процесса, выстраивание производственных потоков с точки зрения максимальной эффективности. Тот же подход мы применяем и при анализе городской среды: смотрим, где на сегодня процесс излишне сложен и для руководства города, и для жителей, оптимизируем его, переводим в цифровой сервис. Стараемся, чтобы одним кликом человек получил то, ради чего он обратился в муниципалитет. И совершенствоваться при этом можно бесконечно, потому что каждый день в городе возникают новые потребности: всегда есть возможности улучшений с точки зрения работы всех муниципальных служб, социальной сферы, медицины, с точки зрения монетизации сервисов. В том же Сарове мы сейчас запустили программу «Умный и бережливый город» —>



Мы смотрим, где на сегодня процесс излишне сложен и для руководства города, и жителей, оптимизируем его, переводим на цифровой сервис.



Smart Lean City. В данный момент по всем сервисам анализируется эффективность выстроенных процессов, рабочие группы разработают и представят руководству Росатома предложения, как их можно улучшить.

Синергия ПСР и «умного» города позволит создать и отработать новую современную технологию и тиражировать этот успешный опыт Росатома на другие города РФ и за рубежом, ещё раз подтвердив лидерство отрасли в инновационном развитии.

Заказчик, потребитель, вендор, государство – где искать источник и окупаемость инвестиций в «умный» город?

Если говорить об источниках финансирования, конечно, можно и нужно рассматривать все возможности получения инвестиций, в том числе нацпрограммы. И мы работаем, с одной стороны, на федеральном уровне, продвигая программу по инвестициям благоустройства городов, с другой – с администрациями городов, помогаем им войти в различные национальные проекты.

Второй механизм – реализация концессионных соглашений в сфере ЖКХ. Инвестор формирует программу, которая, с одной стороны, направлена на строительство новых объектов коммунальной инфраструктуры городов, а с другой – на реконструкцию уже существующих с применением цифровых технологий. При этом источником финансирования выступают заложенные в проект тарифные решения, а также меры господдержки инвестпроектов по модернизации ЖКХ. Как на федеральном уровне, например, в рамках программ, реализуемых за счет средств Фонда содействия реформированию ЖКХ, или национального проекта «Экология», предполагающего модернизацию объектов водоснабжения и водоотведения, так и на региональном уровне – льготы по налогам, субсидии процентной ставки по кредитам и иное.

Инвестиции окупаются за счёт экономических эффектов от применения ресурсосберегающих технологий, оптимизации и улучшения контроля над городской инфраструктурой и подряд-

Основное внимание уделяется не столько технологиям, сколько тому, как они улучшают качество жизни и как решают стратегические проблемы конкретного города.

чиками, а также монетизации предоставления на территории города дополнительных услуг для населения и бизнеса. Наш «умный» город – это экономия и дополнительные доходы в бюджет, снижение затрат на эксплуатацию, прежде всего, инфраструктуры и энергетики; и это развитие частного бизнеса, предпринимательской инициативы – и тем самым вложение в развитие города.

Соотношение инициативы и рисков со стороны администраций городов, вендоров и инвесторов – где точка равновесия?

Важно чётко соблюдать принцип поэтапного внедрения. Классическая ошибка многих зарубежных городов – большие инвестиции в «тяжёлые» технологические решения, не приносящие ожидаемых результатов. Каждый следующий этап цифровизации нужно начинать только после анализа эффективности предыдущего.



«Умный» город базируется на инфраструктурных решениях, где прямая окупаемость не всегда просчитывается. Как монетизировать социальные эффекты, такие как удобство, комфорт, безопасность?

Не все положительные эффекты должны быть монетизированы, необходимо учитывать и нематериальные плюсы, такие как повышение доступности и качества медицинских услуг, формирование активного гражданского сообщества, улучшение качества городской среды. Всё это позволит городу сформировать хороший «социальный пакет». Тем самым мы будем содействовать удержанию в городах жителей, и особенно молодёжи, решая ключевую проблему малых и средних городов России, сохраним научно-инженерные школы и традиции, поддержим трудовые династии. Косвенные эффекты поддаются монетизации, но не сразу. Если в городе жить удобно и безопасно, туда с удовольствием переезжают люди, в первую очередь — высококлассные специалисты, потребность в которых на предприятиях Росатома не иссякает. Как следствие — развитие в городе технологичных видов деятельности, повышение конкурентоспособности местной продукции и услуг, рост прибыльности местных компаний и налоговых поступлений, пополнение бюджета города.

Какие планы на будущее по развитию и тиражированию «умных» городов?

Мы начинаем с «атомных» городов, но параллельно обсуждаем возможность использования наших наработок и с другими городами. Заходя в регион, целесообразно запускать пилотный проект в одном городе, а потом с учётом этого опыта проводить цифровизацию и в близлежащих городах. Создаётся такой куст «умных» городов. Скажем, летом Росатом подписал соглашение о сотрудничестве со Свердловской областью по проекту «Умный регион», и вот сейчас мы активно взаимодействуем с представителями исполнительной власти региона, предлагаем наши решения, которые в потенциале могли бы лечь в основу построения платформы цифровизации городов и поселений Свердловской области.

Другой пример: мы предложили правительству Республики Дагестан сделать «умную» платформу в древнем городе Дербенте, сейчас обсуждаем, как перевести его в статус современного, продвинутого центра туризма. И уже под это готовы развивать все цифровые сервисы, двигаться в направлении удобства, безопасности и комфорта для туристов. В начале ноября представили свои предложения администрации Архангельска. Предлагаем «Умный город» и на зарубежном рынке — например, нашим продуктом заинтересовались коллеги из Сербии. ©





ЮСЕФ ХЕСУАНИ

Уже сейчас технологии позволяют допечатывать клетки непосредственно на орган внутри организма. Далек ли до печати самих органов?

АВТОР: Александр Южанин

Запчасти для человека

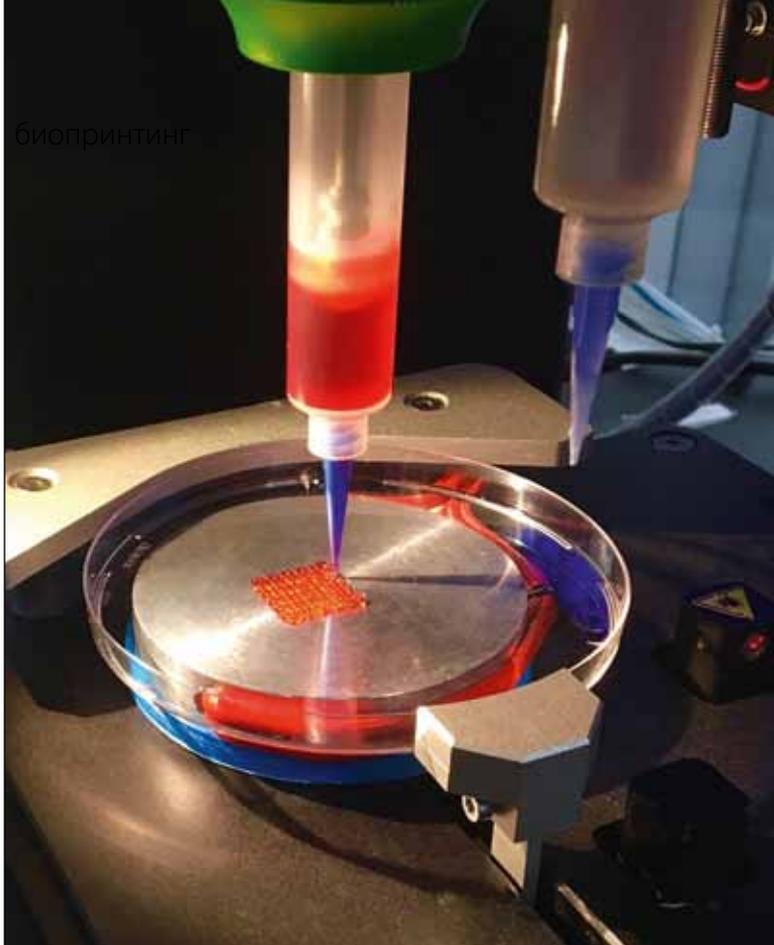
Мы живём в удивительное время, когда идеи из области научной фантастики неожиданно становятся реальностью. Одна из таких областей – биопринтинг. Это технология, позволяющая из клеток создавать органы для трансплантации или восстанавливать их функции. О том, как превратить мечты в технологии, какое отношение к этому имеет пояс Ван Аллена и когда при помощи биопринтинга может быть создан первый орган для пересадки человеку, «Вестнику Атомпрома» рассказал управляющий партнёр «ЗД Биопринтинг Солюшенс» Юсеф Хесуани.



Юсеф Джоржевич, расскажите, что такое биопринтинг, как родилась идея разработки такой технологии и что именно она из себя представляет?

Биопринтинг основан на тех же принципах, что и технологии 3D-принтинга, или так называемые аддитивные технологии. В чём их особенность? Ранее скульптор, создавая статую, брал камень и отсекал всё лишнее. Этот же принцип лежит в основе металло- и деревообработки. С середины 80-х годов появились принципиально новые технологии формирования объектов. В 1986 году был оформлен первый патент на стереолитографическую машину, работавшую на принципах аддитивной технологии, позволяющей создавать объект в соответствии с заданными параметрами с нулевой точки. С этого времени началась эра 3D-принтинга.

В начале 2000-х годов учёным пришла идея создавать на подобных машинах трёхмерные объекты, используя в качестве строительного материала живые клетки для построения тканей и органов. В 2003 году вышла первая публикация по трёхмерному биопринтингу, авторами её были трое учёных, это Томас Боланд из Великобритании, Габор Форгач из США и наш соотечественник – Владимир Миронов, который на сегодняшний день является научным руководителем у нас здесь в «ЗД Биопринтинг Солюшенс». Со времени этой публикации прошло 15 лет, и, как вспоминают авторы этой статьи, сначала идея казалась полной фантастикой, затем стала напоминать научную фантастику, а сегодня биопринтинг – это реальность. →



Эта технология активно используется, в частности, при проведении испытаний лекарственных препаратов, когда микроорганы печатаются не для трансплантации, а для проверки нового препарата, например, проверяют его токсичность на печень, почки и так далее.

Биопринтинг состоит из трёх основных последовательных шагов. Первый шаг мы называем «препроцессинг», когда сначала создаётся 3D-модель печатаемого объекта. При этом модель может как полностью совпадать с нативным органом (есть органы, где просто жизненно необходимо повторить его геометрию), так и не совпадать. Скажем, при моделировании таких органов, как трахея или пищевод, мы просто не можем не задать точную геометрию. Есть и органы, где привязка к геометрии не является принципиальной. Например, конструктор щитовидной железы. Для нас не так принципиально, будет ли она в форме бабочки, как в организме, или она будет любой другой формы. Мы работаем не над созданием формы, а над созданием функции. Функция определяется именно внутренней структурой, поэтому, чтобы конструктор щитовидной железы функционировал, нужны фолликулы щитовидной железы. Но при этом общая форма может быть разной. И подобного рода 3D-модели создаются у нас в лаборатории.

Второй шаг – это сам процесс печати, когда мы подготовили клеточный материал, нарастили его в необходимом количестве, приготовили специальный гидрогель, на который нанесли клетки, и затем залили всё это в принтер и запустили процесс печати.

Третий шаг, который также очень важен, это постпроцессинг, или доращивание ткани в инкубаторе. С использованием классических аддитивных технологий объект размером 3 на 3 миллиметра, такой как щитовидная железа у мыши, печатается до 10 минут. С использованием магнитных и акустических волн можно напечатать объект за десятки секунд. Но при этом постпроцессинг всё равно занимает сутки и бо-

Мы удаляли у мышей щитовидную железу, в результате чего уровень гормонов опустился до нуля. Затем пересаживали напечатанный нами конструктор железы, и её функция восстанавливалась на 60%, что является достаточно серьёзным успехом.





лее. Поэтому самый долгий процесс — это не процесс печати, а процесс постпечати. Есть и другой подход, когда мы печатаем не в чашке Петри, а непосредственно в тканевой дефект. Эта технология называется «in situ биопринтинг». То есть создание различного рода заплаток, например при кожных дефектах, при ожогах. Это могут быть заплатки кожи, заплатки хрящевой ткани при повреждении хряща. Здесь смысл в том, что мы не выращиваем объект, потом его пересаживая, а допечатываем клетки непосредственно на орган внутри организма.

Мне сложно представить, как из живых клеток печатается орган, который затем должен функционировать. Не могли бы вы попробовать объяснить, как происходит этот процесс?

Есть пять разных технологий биопечати. Первая и самая «древняя» — технология струйной печати. Первые биопринтеры — это, по сути, переделанные Hewlett-Packard, куда заливался клеточный материал, который затем наносился на чашку Петри. Однако таким способом довольно сложно создавать трёхмерные структуры, так как если материал вязкий, он не очень хорошо проходит через инжектор, и при печати возникают определённые трудности. Тем не менее струйный биопринтинг — это тоже принтинг, и первые работы проводились именно на таких струйных принтерах, переделанных под лабораторные нужды. →

У нас категорически не хватает человеческого клеточного материала, а без него мы не можем переходить на проведение дополнительных испытаний.



Вторая технология, наиболее развитая на сегодняшний день, — экструзионный биопринтинг. Представьте себе зубную пасту, которую выдавливают на зубную щётку. Этой «зубной пастой», используя роботические системы, вы можете создавать трёхмерные объекты, сначала — один слой, потом — второй слой и так далее. При этом, когда вы выдавливаете зубную пасту из тюбика, её размер составляет порядка сантиметра, в случае же биопринтинга эта «паста» содержит в себе клеточный материал, упакованные в нее клетки, и речь идёт о размерах порядка 100–200 микрон. Для сравнения, это где-то 1,5–3 диаметра человеческого волоса.

Третий тип печати — так называемая лазерная печать, когда клетки находятся на подложке, в каком-то субстрате, и лазер очень быстро, в течение секунд, выбивает каждую отдельную клетку из этого субстрата и перемещает её в определённую точку пространства.

Четвёртая и пятая технологии — это так называемые магнитно-акустические системы, когда вы захватываете магнитными или акустическими волнами клетки и управляете ими в пространстве. Используйте своего рода акустический и магнитный пинцет.

Расскажите, когда и как вы начали работать над этим проектом, что вы уже сделали и на какой стадии находитесь сейчас. Чем ваша технология отличается от разработок ваших конкурентов?

Мы открыли лабораторию 6 сентября 2013 года, в этом году ей исполнилось 5 лет. В 2014 году, меньше чем через год после открытия лаборатории, мы разработали принтер FABION и био-чернила. Если посмотреть независимые отчёты, то вы увидите, что он входит в топ-10 лучших биопринтеров мира. В 2015 году мы освоили печать конструкта щитовидной железы мыши и провели испытания на лабораторных животных. Мы удаляли у

Технология, которую мы обрабатываем сегодня, принципиально отличается от аналогов тем, что мы используем не просто единичные клетки, а создаём так называемые тканевые сфероиды.

мышей щитовидную железу, в результате чего уровень гормонов опустился до нуля. Затем пересаживали напечатанный нами конструкт железы, и её функция восстанавливалась на 60%, что является достаточно серьёзным успехом. В этом эксперименте мы использовали эмбриональные клетки щитовидной железы и сосудов мышей. Технология, которую мы обрабатываем сегодня, принципиально отличается от аналогов тем, что мы используем не просто единичные клетки, а создаём так называемые тканевые сфероиды. Это шарики, состоящие из тысяч клеток, они могут насчитывать от 2 до 100 тысяч клеток в зависимости от типа ткани, которую предстоит напечатать. Первое, чему нам нужно было научиться, получать шарики в больших количествах. Второе — они должны были быть стандартного размера, порядка 200 микрон. Для процесса печати они должны быть одинаковой величины, причём с очень небольшим отклонением. Мы распределяем такие шарики в трёхмерном пространстве, сначала печатаем слой подложки, а затем в этот слой мы впечатываем тканевые сфероиды в виде

шариков. Самый простой пример: в качестве подложки можно представить суповую тарелку, содержащую очень вязкий бульон, куда мы выкладываем фрикадельки в определённой последовательности. И так слой за слоем из многих «суповых тарелок» с бульоном из клеточного материала мы выкладываем трёхмерный объект.

Вы научились печатать органы мыши и их трансплантировать, а какова ситуация с созданием органов для человека?

Проблема перехода на человеческие органы заключается в двух основных вещах: первая — наличие адекватного клеточного материала. Здесь возможно использование стволовых клеток или клеток, полученных из стволовых клеток. Второе — это проведение сосудистого русла, что тоже является вопросом наличия клеток и вопросом технологическим. Здесь нужно улучшать технологию биофабрикации, биопринтинга, собственно, это то, над чем мы здесь и работаем. Пытаемся выращивать клетки человеческого организма, работаем с клетками взрослых людей, поскольку мы в своих экспериментах не используем эмбриональные клетки человека. Но клетки взрослого организма достаточно плохо растут. При использовании эмбриональных клеток мы получаем прирост в тысячу процентов, при использовании клеток взрослых — только несколько процентов, если удаётся получить 5–7 %, то это отличный результат. У нас категорически не хватает человеческого клеточного материала, а без него мы не можем переходить на проведение дополнительных испытаний. Мы также ведём работы с хрящевой тканью, её клетки растут неплохо, но здесь речь идёт, скорее, о создании из неё «заплаток». Я надеюсь, что в конце этого или в следующем году мы проведём испытания «in situ биопринтера». Мы будем печатать непосредственно в дефект ткани: сначала на мелких животных, затем на более крупных с дальнейшей перспективой применения данной технологии на человеке.



Создание органов человека — это перспектива. Насколько она далёкая и какие ещё преграды стоят перед вами помимо дефицита человеческих клеток?

Если говорить обо всех компаниях или научно-исследовательских институтах в мире, которые занимаются технологиями биопринтинга, то на сегодняшний день мы говорим о доклинических испытаниях, то есть о проведении экспериментов на животных. Нам предстоит поставить ещё огромное количество экспериментов, чтобы

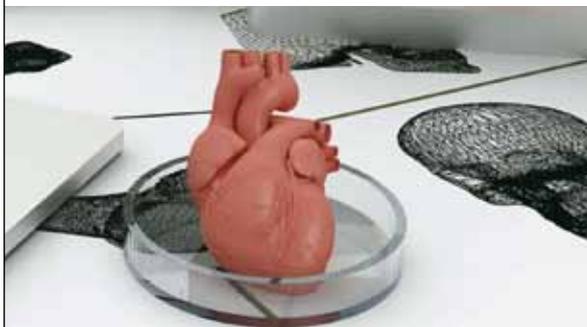
убедиться, что технология не приводит к негативным последствиям, понять позитивные эффекты, получив положительный результат. Чтобы понятнее ответить на ваш вопрос, я классифицирую органы по сложности печати.

Мы выделяем четыре группы органов. Первая и наименее сложная — плоские органы (кожа и хрящ), у нас сегодня большинство работ посвящено

именно этим органам. И когда я говорю о заплатках и печати в условиях операционной, плоские органы кажутся нам наиболее перспективными. Думаю, что первый орган, пересаженный человеку, будет как раз из этой группы. Для замещения кожных дефектов уже существуют «in situ биопринтеры», и проведены успешные доклинические испытания на лабораторных животных. Вторая группа — трубчатые полые органы, например трахея, сосуды, мочеточник, уретра и прочее. Здесь тоже есть определённые успехи и проведены успешные доклинические испытания. Например, нашими японскими коллегами были напечатаны сосуды крупного диаметра, →

С использованием классических аддитивных технологий объект размером 3 на 3 мм, такой как щитовидная железа у мыши, печатается до 10 минут.

С использованием магнитных и акустических волн можно напечатать объект за десятки секунд.



пересаженные мини-пигам, кроликам и крысам. Третья группа органов — полые нетрубчатые органы, такие как мочевой пузырь, матка, но тут до сих пор нет серьёзных успехов, так как эти органы достаточно сложные для печати. И, наконец, последняя, четвёртая группа — солидные или паренхиматозные органы, такие как печень и почки. 70% людей, стоящих в листе ожидания на трансплантацию, это люди, которым нужна почка, ещё 50% от оставшихся — печень. Это самые сложные органы с точки зрения биопечати. Только в одной почке более 20 типов клеток. С точки зрения клеточного материала и вообще внутренней структуры органа это очень сложно. Хотя и в этой группе уже появляются некие успехи. Я говорил про печать в нашей лаборатории конструкта щитовидной железы. Наши коллеги из Чикаго под руководством Рамиллы Шах удалили яичники у самок мышей, трансплантировали напечатанные на биопринтере яичники, и после оплодотворения эти мыши смогли иметь потомство. Эта работа говорит о том, что даже сложные репродуктивные функции вполне возможно восстанавливать. В нашей лаборатории мы продолжаем работать с клетками щитовидной железы человека, в ближайшее время, я надеюсь, мы начнём работать и с клетками других человеческих органов.

У вас запланирован эксперимент в космосе на МКС. Что это за проект?

В космосе мы собираемся опробовать принципиально новую технологию, так называемую технологию формативного производства. Чтобы понять её отличие от аддитивных технологий, представьте, что вы лепите снежок. Вы его собираете не слой за слоем, а берёте некий объём снега и, сжимая его с разных сторон, формируете снежок. Тот же принцип используем и мы, только формирование таких систем происходит за счёт магнитных волн. Если снежинки поместить в магнитное пространство, они бы сразу сформировали снежок. Это суть технологии, которую мы собираемся использовать в космосе. Нам необходимо, чтобы клетки находились в левитирующем состоянии и срастались друг с другом, не касаясь никаких поверхностей. Поэтому в лаборатории нам приходится постоянно бороться с условиями земной гравитации. Для решения проблемы, создаваемой гравитацией, есть три пути. Первый — внедрение суперпарамагнетиков в клеточную среду. Такой метод мы используем у нас в лаборатории, но, к сожалению, довольно быстро суперпарамагнетики становятся токсичными

Эта технология называется «in situ биопринтинг». То есть создание различного рода заплаток, например при кожных дефектах, при ожогах. Здесь мы не выращиваем объект с последующей пересадкой, а допечатываем клетки непосредственно на орган внутри организма.

для клеток, что серьёзно ограничивает эксперименты по времени и позволяет формировать лишь очень небольшие объекты. Второй подход — это использование супермагнитов, когда ткань собирается с использованием мощных магнитов. Такие эксперименты мы ставили в Голландии, используя магнитные поля порядка 20 тесла. Третий путь — использование условий естественной микрогравитации. Им мы и хотим воспользоваться, отправляя наш биопринтер в космос. Там не понадобятся ни высокие концентрации суперпарамагнетиков, ни мощные магниты, а для управления клетками в космосе мы сделали достаточно компактную установку.

В космосе вы хотите попробовать вырастить органы животного, а затем, на Земле, попробовать их трансплантировать?

Поскольку для нас это первый опыт, мы не можем его ставить сразу со многими неизвестными. До нас подобного рода эксперимент ещё никто не проводил. К примеру, американцы планируют отправить свой биопринтер в космос в феврале 2019 года. Я думаю, к тому времени мы уже получим первые результаты. Мы отправим в космос клетки хряща человека и клетки щитовидной железы мыши. Нам нужны именно эти ткани, чтобы получить референсные значения для сравнения с возможностями аддитивного биопринтинга, ис-



Мы можем не только создавать микроорганы на МКС, но и отправлять их на пояс Ван Аллена и затем в режиме реального времени изучать воздействие на них космической радиации.

пользуя который мы уже работали с подобными клетками. Надо протестировать и саму технологию, посмотреть, как она работает в космосе, какие возникают сложности. Мы будем готовы для трансплантации таких конструкторов после серии экспериментов, когда поймём, как в точности происходят биологические процессы в космосе. У нас есть ряд серых и тёмных пятен, которые нужно прояснить в рамках этих экспериментов. Если говорить

про более широкое применение выращенных в космосе органов, то одна из перспективных возможностей — отправлять их за пояс Ван Аллена, туда, где начинается серьёзная космическая радиация, чьё воздействие на живые организмы пока ещё не очень хорошо изучено. Мы можем не только создавать микроорганы на МКС, но и отправлять их на пояс Ван Аллена и затем в режиме реального времени изучать воздействие на них космической радиации. Поэтому Роскосмос также заинтересован в нашем сотрудничестве. Есть ещё один проект, который мы обсуждаем с коллегами из Роскосмоса, — по созданию искусственного мяса в космосе,

которое можно затем использовать в пищу в ходе дальних полётов, что весьма выгодно, так как объём груза, который берётся на борт, ограничен. Мы сотрудничаем с нашими коллегами из США и Израиля, обладающими технологией получения большого количества клеточного материала, которую мы пытаемся адаптировать под технологию получения трёхмерных объектов.

Насколько эффективным является ваше сотрудничество с Роскосмосом?

Знаете, нам с коллегами из Роскосмоса удалось создать принципиально новый регламент проведения экспериментов на МКС. До недавнего времени существовало лишь два пути: первый лежит через экспертный совет. В случае положительного заключения вас включают в долгосрочную программу экспериментов. Но такого рода регламент от момента поста- →



биопринтинг

новки задач до момента реализации занимает много времени, порядка 6–8 лет. Любой эксперимент за эти годы потеряет свою научную новизну. Второй вариант – коммерческий, когда вы платите за всю работу, включая подъём и спуск груза, работу космонавтов и так далее. По этому пути идут наши зарубежные коллеги, когда проводят свои эксперименты в космосе. Компании нашего масштаба не могут себе позволить полностью оплачивать столь высокие расходы. И я благодарен коллегам из Роскосмоса за то, что нам совместно удалось создать третий путь – комбинированный, который мы назвали научный коммерческий эксперимент. Он предполагает прохождение экспертного совета для постановки в программу долгосрочных полётов, но при этом является частично коммерческим, что позволяет значительно сократить время и платить принципиально меньшие деньги. В нашем случае это заняло 1,5 года, это приемлемые сроки, в которых работает, скажем, NASA. Мы поменяли систему взаимоотношений с Роскосмосом не только для себя, но и для всех, кто пойдёт за нами. Такая система по регламенту подходит не только для коммерческих компаний, но и для НИИ, которые могут предоставить внебюджетное финансирование.

Когда, на ваш взгляд, может быть напечатан и пересажен человеку такой сложный орган, как почка?

Это непростой вопрос. Мы являемся членами международного общества по биофабрикации и в 2014 году выпустили совместный пресс-релиз о том, что, по нашим оценкам, первый орган, напечатанный на биопринтере, может быть пересажен человеку к 2030 году. Это ориентировочный срок. Очень многое зависит от специфики законодательства и культурных особенностей той или иной страны. В США одно представление об этике, в Южной Корее – другое, в Европе – третье. И все участники сообщества, представляющие разные страны, должны были между собой договориться. Речь идёт о первой группе органов (хрящ), потому что внедрение клеточных продуктов в практику, особенно с использованием сложных технологий,

Если говорить про почку и сложные органы, то тут многое зависит как от развития самой технологии биопечати, так и от развития смежных технологий, например, связанных с работой над клетками.

занимает много времени. И мы определились, что это произойдёт к 2030 году. Хотя, конечно, это может быть сделано и гораздо быстрее. Если говорить про почку и сложные органы, то тут многое зависит как от развития самой технологии биопечати, так и от развития смежных технологий, например, связанных с работой над клетками. В почке более 20 типов клеток. На сегодняшний день мы пока не научились получать все эти 20 типов клеток с использованием клеточных технологий и технологий молекулярной биологии. У почки множество функций, и вполне возможно, что мы сначала научимся восстанавливать не всю почку, а ее определённые функции. Если говорить о создании органа, то тут тоже возможны различные варианты. Я вполне допускаю, что это будет не один большой орган (почка или печень), а тысячи микроорганов, которые значительно меньше, но в общей совокупности они будут работать как одна система и выполнять необходимые функции. ©



ФЁДОР БУЙНОВСКИЙ

НОВАЯ НЕФТЬ

→ По-моему, очевидно, что под прорывные проекты, особенно если они преподносятся как проекты национального масштаба, прежде всего необходимо создавать адекватную образовательную среду. Пока же мы видим обратную сторону процесса. Корпорации, частные и государственные, так увлеклись созданием корпоративных университетов, что как-то за лесом кейсов, историй успеха, сторителлингов, корпоративных ценностей чуть было не проглядели непосредственно ядро того, вокруг чего формируется вся эта корпоративная культура, — фундаментальные научные знания.

А между тем стратегические задачи страны в целом и Росатома в частности никуда не делись. От нас по-прежнему ждут качественно построенных АЭС в России и за рубежом, а также развития новых направлений в бизнесе. Причём очень плотно завязанных на научных компетенциях «корпорации знаний», как мы себя называем. Например, от госкорпорации «Росатом» ждут исследовательских компетенций и технологических заделов для программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и ещё много чего ждут. Технологии стремительно развиваются, поэтому спрос на специалистов очень высок. Исследование рынка США показывает, что в 2010 году на одного соискателя со STEM-образованием (Science, Technology, Engineering and Mathematics — термин, которым принято обозначать современное образование в области науки, технологий, инженерии и математики) в среднем было около пяти вакансий, а в 2016-м это число возросло до 13 вакансий. Люди становятся «новой нефтью», говорят эксперты.

Поскольку все потребности Росатома находятся в прямой зависимости от реализации в России качественного STEM — образования, мы имеем реальный шанс занять действительно значительную образовательную нишу, если займёмся этим серьёзно. Исторически именно этим люди первого атомного проекта и занимались — создавали новые знания, науку и образование.

**СМОЖЕТ ЛИ «НОВАЯ
НЕФТЬ» РОСАТОМА
ЗАПУСТИТЬ ЦЕПНУЮ
РЕАКЦИЮ УСПЕХА
НОВЫХ ПРОЕКТОВ ?**

СИЛА В ЦИФРЕ

Что в первую очередь необходимо сделать для объединения усилий по развитию цифровизации?



Цифровая трансформация бизнес-процессов сегодня становится необходимым инструментом развития любой компании. Атомная отрасль не является исключением. Понимая эффективность цифровизации, госкорпорация системно занимается развитием этого направления в рамках программы «Цифровая экономика Российской Федерации». В результате на сегодняшний день в активе Росатома уже более 30 цифровых продуктов, среди которых, в частности, известные системы «ЛОГОС» и Multi-D. Однако процесс цифровой трансформации неоднозначен и в разных компаниях проходит по-разному. Нужны и возможны ли здесь какие-то единые стандарты и объединение участников энергетического рынка? Этот актуальный вопрос оказался в центре внимания на организованном АО «РАСУ» круглом столе «Начни цифровую энергетiku с себя». На мероприятии в рамках форума NDEXPO, где уже традиционно встречаются представители российского бизнеса и эксперты, были представлены особенности подхода к цифровизации как со стороны государства – Министерства энергетики и системного оператора, так и со стороны других участников энергорынка, в частности, Фонда содействия инновациям и различных структурных подразделений Росатома.

Использование цифровых технологий в различных отраслях промышленности и в энергетике сегодня не ново: в частности, как отметил председатель правления АО «Системный оператор Единой энергетической системы» Борис Аюев, все средства передачи и отображения информации у системного оператора были именно в цифровом виде. Сама деятельность системного оператора, сами энергетические режимы также всегда рассчитывались «в цифре» на ЭВМ. Однако сегодня цифровые технологии открывают всё новые возможности для повышения эффективности. Например, системный оператор вместе с «ФСК ЕС» реализует программу цифрового управления объектом. При этом применение цифровых технологий может быть не только эффективным, но и подчас неожиданным. Например, системный оператор совместно с Росатомом использует их для демпирования: есть субъекты, которые ради снижения цены готовы уменьшить энергопотребление – их теперь можно находить в цифровом пространстве. В целом Борис Ильич акцентировал внимание на том, что в энергетике цифровые технологии необходимы не ради самой энергетики, а ради общественного интереса, общественно значимых процессов.

Цифровизация позволяет сэкономить на автоматизации, поскольку, в частности, устраняет необходимость обеспечивать датчиками все подстанции.

Таким, например, является применение цифровых технологий концерном «Росэнергоатом» для создания «цифровых двойников», для обеспечения безопасности на АЭС, для создания виртуальной реальности с целью обучения персонала. Подробной информацией об этом поделился заместитель генерального директора предприятия Александр Хвалько. Он отметил, что потребитель изменился: он научился считать свои финансовые расходы, поэтому сейчас не просто спрос должен рождать предложение, сегодня особенно важны правильно работающие инвестиционные модели. Качество планирования должно расти на уровне компаний и по стране в целом. Александр Алексеевич полагает, что, несмотря на внешние вызовы, качество инвестиционных решений будет расти как со стороны потребителя, так и со стороны поставщика.

Цель развития

Обсуждение не было «ровным», оно не свелось к констатации очевидных фактов: в ходе дискуссии выявлены вызовы и вопросы, которые необходимо решить для дальнейшего развития данного направления в отрасли. Так, выяснилось, что для объединения усилий по развитию цифровизации в первую очередь предстоит детально разобраться, каким видит свой вклад каждый из участников и на какой результат рассчитывает, как определить бенефициара. По словам заместителя генерального директора по стратегическому развитию ПАО «Россети» Евгения Ольховича, пока не понятно, кто будет нести издержки и будут ли инвестиции рентабельны, «министерство должно прийти к решению, цифровизация — это корпоративный процесс или государственный». По этому поводу, со своей стороны, первый замминистра энергетики Алексей Текслер ответил, что подход государства будет сбалансирован с компаниями и потребителями, что цифровизация сетей не должна приводить к росту тарифов. Кроме того, значимой «развилкой», проблемой, которая требует своего разрешения, является



определение чёткой границы между процессами автоматизации и цифровизации. Автоматизация предоставляет необходимый объём данных, а цифровизация обеспечивает работу с ними. Нет данных — нет и «цифры». Поэтому автоматизация и цифровые технологии должны развиваться параллельно. Анализ и взаимосвязи этих процессов спикер от ПАО «Россети» уделит особое внимание, тесно связывая их с современными вызовами для российской электроэнергетики и приводя любопытные факты. По его словам, глобальным вызовом для российской электроэнергетики является цель её развития: в развитых экономиках к 2024 году запланировано достичь 25–40% энергобаланса, а в России эта цифра намного меньше. Кроме того, Россия отстаёт от мировой тенденции и в популярной технологии электромобилей: если у нас зарегистрировано около 2 тысяч таких авто, то в мире — около 4 млн. Электромобильный парк России к 2024 году не догонит мир 2018 года. Эти внешние вызовы, по мнению Евгения Ольховича, внесут в электроэнергетику нашей страны такие изменения, как лавинообразное расширение субъектного состава, увеличение

Вариантов развития цифровых технологий без общего объединения участников электроэнергетической отрасли практически нет.

волатильности производства электроэнергии, сделают потребление атомной энергии менее прогнозируемым. Такие вызовы привели к развитию автоматизации. Как образно отметил Евгений Александрович, автоматизация движима страхом, что энергорынок изменится и

его сложно будет сбалансировать, а цифровизация — «алчностью», возможностью значительной экономии. Более того, цифровизация позволяет сэкономить на автоматизации, поскольку, в частности, устраняет необходимость обеспечивать датчиками все подстанции: за счёт математических алгоритмов и расчётов можно обеспечить точную информацию для принятия управленческих решений.

ОЛЕГ
ДУБНОВКИРИЛ
КОМАРОВ

Цифровые решения не только определяют современные бизнес-процессы и развитие энергетики, за ними – будущее. Поэтому логичным представляется поддержка молодых разработчиков и малого предпринимательства в этой сфере. Для этого, в частности, создан фонд содействия инновациям. В своём выступлении его генеральный директор Сергей Поляков рассказал об интересных проектах, реализуемых с помощью грантовой системы. Иногда минимальная поддержка стартапа приносит значимый результат. Сегодня фонд финансирует 400 проектов на миллиарды рублей, из них 10 начинаний – в области энергетики. Многие малые компании развиваются достаточно динамично, и зачастую крупные игроки рынка их несправедливо игнорируют. Случается, что молодые предприятия разрабатывают интересные технологии, а крупный бизнес их не применяет. Поэтому Сергей Геннадьевич подчеркнул, что сегодня важно научиться преодолевать существующее недоверие малому предпринимательству.

Круглый стол «Начни цифровую энергетику с себя» осветил действительно актуальные вопросы. Без их обсуждения невозможно двигаться в сторону повышения эффективности работы в госкорпорации.

Как отметил первый заместитель генерального директора ГК «Росатом» Кирилл Комаров, государство поставило задачу развивать технологии

Значимой «развилкой», проблемой, которая требует своего разрешения, является определение чёткой границы между процессами автоматизации и цифровизации.

будущего, однако это невозможно сделать в одиночку, для этого необходимо организовать «цифровое сообщество». По словам Кирилла Борисовича, «Росатом свою роль в цифровизации видит в нескольких ролях. Первое – у нас есть свои внутренние истории, где мы работаем над повышением своей эффек-

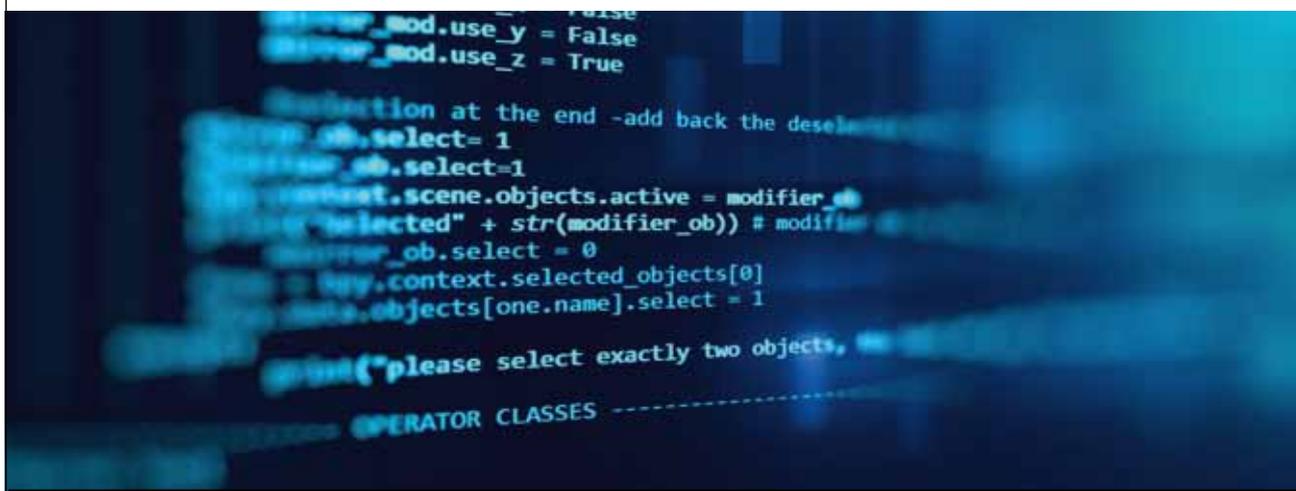
тивности, видим возможность использования цифровых инструментов как одно из действенных решений такой эффективности. Более того, видим, как наш бизнес очень сильно меняется. Строя очень активно АЭС за рубежом, мы анализируем требования, с которыми к нам приходят клиенты, и если вначале, года три-четыре назад, это была, скорее, такая экзотика, когда с нами разговаривали про цифровых двойников, про полностью автоматизированную систему управления сооружением атомного объекта, то сегодня мы понимаем, что это норма жизни, и если мы в процентах начинаем взвешивать, что такое доля наших цифровых продуктов при реализации таких, казалось бы, капитальных объектов, как стройка, то они приближаются к 20–25%. На

масштабе нашей жизни, когда у нас каждый проект по АЭС это 10–12 млрд долларов, понятно, что вещь эта в огромном вызове, огромных деньгах и усилиях, которые нужно предпринять чтобы эти проекты на должном уровне реализовать. Это что касается внутри: и эффективность, и требование клиентов.

Вторая роль, которую мы видим: государство за нами и Ростехом закрепило ответственность за разработку сквозных прорывных технологий будущего — это что касается больших данных, виртуальной реальности, искусственного интеллекта, квантовых технологий и так далее, в общей

сложности 9 прорывных технологий. Мы никогда в жизни не сможем это сделать всё в одиночку.

Мы как центр компетенций, который аккумулирует знания и занимается многими оргвопросами, естественно, подтаскиваем компетенцию наших предприятий, потому что мы сами можем много чего в этом направлении делать. Но главная наша задача — организовать всё цифровое сообщество, для того чтобы оно работало над решением этих задач. Потому что без серьёзных прорывов в этих прорывных технологиях мы, конечно, никакого серьёзного места в будущем мирового распределения труда занять не сможем».



ПЛЮС РАСУ

Представитель организатора круглого стола генеральный директор АО «РАСУ» Андрей Бутко — не только рассказал об открывающихся возможностях развития цифровых технологий, но и подчеркнул необходимость объединения усилий игроков энергетического

рынка в этом направлении. Для РАСУ большим плюсом является наличие компетентного заказчика внутри отрасли. Поскольку работа ведётся в условиях определённых бюджетных ограничений, то цифровизация помогает повысить эффективность объекта, снизить стоимость владения АЭС. Цифровые технологии касаются здесь первичного оборудования, перехода на «оптику» в инфраструктуре, комплексных решений в инфраструктурных объектах и многого другого. В настоящее время на атомной станции АСУ ТП в режиме реального времени собирает 500 тысяч сигналов. Организатор мероприятия проявил настойчивую заинтересованность в кооперации работы по развитию цифровизации, сотрудничестве с малыми и средними предприятиями. Спикер

уверен, что достижение максимального эффекта возможно при создании единой платформы для цифровых технологий. Журналисты «Вестника» успели задать Андрею Бутко несколько вопросов.

Для РАСУ большим плюсом является наличие компетентного заказчика внутри отрасли. Поскольку работа ведётся в условиях определённых бюджетных ограничений, то цифровизация помогает повысить эффективность объекта, снизить стоимость владения АЭС.



АНДРЕЙ БУТКО

Андрей Борисович, прошедшая встреча, дискуссия за круглым столом оправдали ваши ожидания?

Наши ожидания как организатора мероприятия, безусловно, оправдались. Сам факт присутствия спикеров – руководителей высшего звена для нас позитивен, поскольку все участники – от представителей федеральных министерств до руководителей крупных инфраструктурных компаний – высказали желание поделиться своим опытом, своими мыслями и, что главное, предложениями по дальнейшему движению в рассматриваемой предметной области. Это говорит о том, что руководители высшего уровня вовлечены в повестку, они активно ищут решения в этой части. Мы увидели на круглом столе скорее соратников, единомышленников, чем лидеров определённых мнений.

По нашему мнению, вариантов развития цифровых технологий без общего объединения участников электроэнергетической отрасли практически нет. Все мы знаем, что уже несколько раз делались попытки создать единую платформу, добиться единых принципов. Но всегда возникал ключевой вопрос о том, кто будет бенефициаром, «головой» – это действительно важный вопрос. Сейчас все понимают, что если не договориться, то эффект будет гораздо меньший, чем если бы мы вместе делали что-то одно, найдя согласие в единых подходах.

Автоматизация предоставляет необходимый объём данных, а цифровизация обеспечивает работу с ними. Нет данных – нет и «цифры». Поэтому автоматизация и цифровые технологии должны развиваться параллельно.

Сколько времени потребуется на объединение?

Впереди Российская энергетическая неделя, там в направлении объединения усилий по развитию цифровизации будет сделан шаг более выраженный, возможно, определённую позицию более чётко сформулирует федеральное министерство. Надеемся, что вектор интеграции мы сегодня выразительно озвучили, постарались услышать положительные отклики. Думаю, что реально следующий шаг будет сделан в сторону интеграции. Что касается сроков, то объединиться можно и меньше чем за год, организационные формы возможны разные: через создание совместного предприятия, соинвестирование и так далее, были бы воля, желание, договорённости об основных профитах этого действия. За 2–3 года можно запустить совместную компанию или организационный центр, – это моё субъективное мнение. Думаю, очень скоро мы увидим реальные решения.

Каковы ваши конкретные шаги в этом направлении?

Мы работаем над концепцией цифровой трансформации энергетики и роли Росатома в ней. Планируем предложить её всему профессиональному сообществу. Может быть, таким образом найдём единомышленников, которые разделят наше мнение о будущем. ©



Росатом возьмёт
опасные отходы под
свой контроль



Отравы ЖИЗНИ

Россия в последние годы плотно занялась темой безопасного обращения с отходами. Экологией заинтересовались как высокие чиновники, принимающие соответствующие законодательные решения, так и студенты, пропагандирующие отдельный сбор. Отдельной проблемой является обращение с опасными промышленными отходами. В рамках международного форума «NDEXPO-2018» — «Высокие технологии для устойчивого развития» состоялся круглый стол на тему «Обеспечение безопасного обращения с опасными отходами», на котором представители различных ветвей власти и экспертно-научного сообщества поговорили о необходимости фундаментальных преобразований в указанной сфере.





→ Ежегодно в России образуется свыше 15 млн тонн опасных промышленных отходов, и экологический вред постоянно растёт. При этом отсутствует контроль их жизненного цикла от момента образования до конечного процесса утилизации или обезвреживания.

Промышленные отходы не являются частью ежедневной жизни людей, как ТКО, но неправильное обращение с ними наносит непоправимый вред экологии, а значит, может нести угрозу здоровью населения. Ежегодно в России образуется свыше 15 млн тонн опасных промышленных отходов, и экологический вред постоянно растёт. При этом отсутствует контроль их жизненного цикла от момента образования до конечного процесса утилизации или обезвреживания.

Ситуация такова, что участники рынка превыше всего ставят прибыль своего бизнеса. Образователи занижают объёмы и класс опасности образуемых отходов при передаче лицензированной компании. Часто промышленные отходы могут быть размещены на непригодных для этого территориях открытым способом. Такие действия совершают как образователи, так и лицензированные компании, которым доверяют обращение с опасными отходами. И такое поведение связано с чисто рыночными отношениями в отрасли, где никто не хочет терять свою прибыль. Всё вышесказанное послужило причиной ещё одной серьёзной проблемы, которая заключается в отсутствии высокотехнологичной инфраструктуры: по обращению с некоторыми позициями отходов дефицит мощностей составляет до 98%.

Уже давно назревшая проблема обнажилась до предела: опасные отходы, разрушающие здоровье жителей, не могут вечно накапливаться и храниться под открытым небом. В то же время можно с уверенностью сказать, что отрасли не хватает законодательной базы и серьёзного контроля со стороны государства.

В прошлом году в Минприроды России начали вести серьёзную работу в этом направлении, в процессе чего вышли к руководству Росатома с предложением подключиться к решению такой задачи. В частности, по инициативе Минприроды совместно с Росатомом был разработан законопроект, в соответствии с которым планируется создание единой государственной системы по обращению с отходами I и II класса опасности, а также появление федерального оператора в лице госкорпорации. «Федеральный оператор будет перерабатывать отходы, обеспечивать взаимодействие с юридическими лицами, промышленными предприятиями, использующими наилучшие доступные технологии, в том числе по обращению с опасными отходами», — рассказал в ходе круглого стола директор Департамента государственной политики и регулирования в сфере охраны окружающей среды и экологической безопасности Минприроды России Андрей Колодкин. По его словам, «единая система будет учитывать предприятия, образующие отходы I и II класса опасности, весь цикл обращения с ними, включая их перемещение. Информация об этом будет находиться в открытом доступе для самих предприятий, надзорных органов и граждан. Это позволит в случае нарушений в кратчайшие сроки передавать полную достоверную информацию о характере нарушений и масштабе ущерба, подлежащего взысканию для надзорных органов. Таким образом, будут обеспечены превентивные меры по предотвращению загрязнения окружающей среды». В ходе беседы первый заместитель генерального директора — Директор блока по развитию и международному бизнесу Росатома Кирилл Комаров подчеркнул, что инициативу Минприроды госкорпорация поддержала, так как у неё накоплен достаточно большой опыт обращения с радиоактивными отходами. «Мы понимаем, как выстроить здесь и информационную, и логистическую систему, как безопасно работать над утилизацией этих отходов, поэтому готовы подключиться и к решению задач по утилизации отходов I и II класса опасности», — отметил Кирилл Комаров. Как отметил, в свою очередь, руково-



Образователи занижают объёмы и класс опасности образуемых отходов при передаче лицензированной компании.

Часто промышленные отходы могут быть размещены на непригодных для этого территориях открытым способом.



дитель проектного офиса «Формирование единой государственной системы обращения с отходами I и II классов опасности» Росатома Андрей Лебедев, «в соответствии с национальным проектом «Экология» нам предстоит решить две основные задачи. Во-первых, создать единую систему, которая позволит оптимально управлять движением потоков чрезвычайно и особо опасных отходов, обеспечивая и контролируя весь необходимый цикл обращения с ними. А во-вторых, построить инфраструктуру для их обезвреживания и утилизации, используя принцип внедрения наилучших доступных технологий».

Между тем директор Департамента металлургии и материалов Минпромторга РФ Павел Серватинский рассказал, что для целей создания инфраструктуры, а именно производственно-технологических комплексов, Росатому будут переданы четыре бывших объекта уничтожения химического оружия. По мнению Серватинского, компания обладает достаточным опытом, технологиями и научно-технической базой для успешной реализации этой сложной задачи.



Инициативу Минприроды госкорпорация поддержала, так как у неё накоплен достаточно большой опыт обращения с радиоактивными отходами.

Ранее специальная межкомитетская рабочая группа, созданная при Совете Федерации РФ по поручению Валентины Матвиенко, поддержала создание вышеописанной системы на базе госкорпорации «Росатом» и рекомендовала правительству ускорить доработку соответствующего законопроекта, а Госдуме рассмотреть его в первоочередном порядке.

О важности этого законодательного решения в ходе беседы рассказала заместитель председателя комитета по аграрно-продовольственной политике

и природопользованию Совета Федерации РФ Ирина Гехт. Эту позицию поддержал и её коллега из Государственной думы РФ, член комитета по экологии и охране окружающей среды Александр Фокин. По его мнению,

принятие данного закона и разработку качественной нормативно-правовой базы нельзя откладывать.

По обращению с некоторыми позициями отходов дефицит мощностей составляет до 98%.

В ходе круглого стола высказались и общественники. В частности, председатель комиссии Общественной палаты РФ по экологии и охране окружающей среды Альбина Дударева, с выступления которой началось мероприятие, рассказала, что в Общественную палату поступает много обращений по поводу объектов уже накопленного экологического ущерба, и многие из них касаются именно опасных отходов. Она выразила поддержку госкорпорации в предстоящей работе и готовность делиться экспертными наработками. «Решать подобную задачу должна мощная государственная структура федерального уровня, имеющая заслуженный авторитет, к которой у общества ещё сохранено доверие. Стоит отметить, что Росатом уже имеет успешный опыт создания единой государственной системы по обращению с радиоактивными отходами. Во многом был реализован тот же спектр задач, которые предстоит решать и здесь», — отметила Альбина Дударева. Она также отметила важность открытости перед обществом в решении этого вопроса. «На сегодняшний день доверие общества потеряно и к бизнесу, и к власти. Это объяснимо, ведь многие и многие годы мы наблюдали полную распущенность и безответственность бизнеса по отношению к природе», — подчеркнула она. В заключение первый заместитель генерального директора Кирилл Комаров подчеркнул, что Росатом всегда руководствуется в своей работе принципом максимальной открытости и доступности информации. ●



Пожиратели радиации

Новый подход в утилизации РАО с помощью биоструктур может произвести переворот в мировой атомной индустрии



В настоящее время официальная наука придерживается точки зрения, согласно которой подобного эффекта, опираясь на общепринятые представления о физике, добиться если не невозможно, то крайне сложно.

Решение проблемы обращения с радиоактивными отходами (РАО) — одна из важнейших задач, стоящих перед мировой атомной индустрией. Существующие технологии утилизации РАО напрямую связаны с периодом полураспада содержащихся в радиоактивных отходах радиоактивных изотопов, что вынуждает обеспечивать безопасность захоронения РАО на тысячи и даже десятки тысяч лет. Чтобы кардинально изменить ситуацию, нужен поиск новых подходов. И один из них уже есть. Это метод изменения изотопного состава жидких растворов с использованием микробиологических структур, разработанный физиком-ядерщиком, руководителем проекта из МГУ Аллой Корниловой, позволяющий, в случае успешной реализации, сократить потенциальную опасность РАО в десятки раз. Но чтобы внедрить этот метод, необходимо провести его экспертизу, что в случае положительного результата позволит приступить к разработке принципиально новой промышленной технологии утилизации радиоактивных отходов, которая позволит отрасли экономить миллиарды рублей. Солнечным московским утром мы сели в машину и отправились на физфак МГУ к учёному и просто неординарному человеку Алле Корниловой. За рулём сидел Владимир Кащеев, специалист ВНИИНМ. Он и помог организовать эту встречу.



Тема утилизации радиоактивных материалов — одна из важнейших задач, стоящих перед атомной промышленностью. В настоящее время сроки необходимой надёжной изоляции РАО, образующихся в результате деятельности

энергетических реакторов, химкомбинатов и заводов по переработке ОЯТ, определяются периодами полураспада присутствующих в этих РАО радиоактивных изотопов. Для некоторых из них этот срок исчисляется сотнями, тысячами и даже десятками тысяч лет. А что, если появится технология, позволяющая производить воздействие на радиоактивные изотопы, следствием которого будет процесс, аналогичный ускорению периода полураспада? Причём в десятки раз. Даже не делая расчётов, очевидно, что подобная технология даст экономический эффект в миллиарды рублей и позволит минимизировать негативное воздействие атомной промышленности на окружающую среду. В настоящее время официальная наука придерживается точки зрения, согласно которой подобного эффекта, опираясь на общепринятые представления о физике, добиться если





А что, если появится технология, позволяющая производить воздействие на радиоактивные изотопы, следствием которого будет процесс, аналогичный ускорению периода полураспада? Причём в десятки раз.

не невозможно, то крайне сложно. Но учёные продолжают работать над решением этой задачи. И одной из них как раз и является физик-ядерщик Алла Александровна Корнилова. «На сегодняшний момент подобной технологии, основанной на устойчивых, повторяемых результатах, которые можно применять в промышленности, нет, — вводит меня в курс дела Владимир Кашеев. — Есть физическое явление, требующее подтверждения. Явление, которое называется холодным ядерным синтезом, когда ядерные реакции происходят при низких температурах. Это явление, по большей части, трактуется как лженаука, так как все известные осуществлённые ядерные реакции синтеза или деления эффективно проходят при некоторых специальных условиях (повышенных давлениях и температурах, как, например, в ядерном реакторе или при атомном взрыве). Тем не менее история свидетельствует, что учёные неоднократно совершали открытия, противоречившие известным на тот момент представлениям о физике».

Чтобы доказать возможность превращения одного элемента в другой в природной среде, мне потребовалось провести 500 опытов в четырёх институтах. Это был 1992 год.

Знакомство и первые эксперименты

«Какова методика Аллы Корниловой и как мы с ней взаимодействовали? Начну с того, что она хороший физик-ядерщик, давно работает в спектрометрии и преподаёт в МГУ», — продолжает рассказ специалист ВНИИНМ. Оказалось, что Корнилова изучала условия, в которых могут возникать ядерные реакции, и пришла к выводу, что живая природа, а именно микроорганизмы, это среда, активирующая подобные явления. Если в жидкой среде создать колебания определённой частоты и интенсивности, можно инициировать реакции, вероятность возникновения которых в обычных условиях чрезвычайно мала. Вообще, квантовая механика — это вероятностная наука, где всё происходит с той или иной степенью вероятности. И согласно классическому пониманию, возможность возникновения ядерной реакции в обычных условиях является маловероятным эффектом. Однако при создании колебаний среды с определёнными характеристиками вероятность протекания реакций увеличивается. Она провела эксперименты, результатом которых стало преобразование стабильного цезия в барий.





В процессе жизнедеятельности синтрофных ассоциаций образуются, условно говоря, «микробиологическая медузка», которая сорбирует все опасные элементы, после чего очищенную воду можно сливать в окружающую среду.

Для этого достаточно присоединить к атому цезия один протон. Иными словами, провести ядерную реакцию синтеза. Автор достигла этого, поместив цезий в биоструктуру, создающую требуемые условия. Преобразование радиоактивного цезия (Cs-137) в барий для внешнего наблюдателя выглядит как ускорение периода полураспада цезия. Что и было зафиксировано. «На один из семинаров, которые Корнилова проводила по этой тематике, попали ребята из нашего института, которые мне это всё и рассказали, — вспоминает Кашеев. — Сначала я не поверил, решив, что это невозможно, но затем решил узнать подробнее. И Корнилова предложила мне провести этот эксперимент самому. Специфика нашей работы позволяет фиксировать динамику активности растворов, я бы сказал, это наша рутинная деятельность. Корнилова предоставила свои биоструктуры и объяснила методику. Мы засыпали соли в предоставленный ей раствор и начали наблюдение. Каково же было моё удивление, когда мы зафиксировали нехарактерно быстрый спад активности цезия! Хочу подчеркнуть, что такой результат мы получали не каждый раз: из пяти экспериментов удачными были два». Такой же эксперимент про-

бовали провести специалисты из ВНИИХТа и из ИФХЭ им. Фрумкина, но в их экспериментах подобный эффект обнаружен не был. Корнилова тогда объяснила нестабильность результатов сезонностью активности бактерий. В дальнейшем эта проблема была преодолена. Если снова провести такой эксперимент во ВНИИНМ и даже получить положительный результат, это никого не убедит. Для подтверждения существования эффекта необходимо, чтобы это явление было подтверждено в других лабораториях. «В случае получения положительных результатов, которые надо подтвердить многократно, на основе этого метода может быть создана технология, возможности применения которой колоссальны, — считает специалист ВНИИНМ. — И трансформация радиоактивных элементов в стабильные, лишь одно из направлений, открывающих целый спектр новых возможностей, в том числе в области медицины. Поэтому необходимо понять, насколько это явление реализуемо, и, если этот так, максимально полезно использовать его для целей Росатома. Но лучше послушать саму Аллу Александровну», — подытожил учёный, паркуя машину у корпуса физфака МГУ.

История Корниловой

Войдя в здание и спустившись на несколько лестничных пролётов вниз, мы зашли в кабинет, одна из стен которого была завешена патентами на различные изобретения, и наконец познакомились с его хозяйкой — физиком-ядерщиком, руководителем проекта Аллой Корниловой. Гостеприимно напоив всех чаем, она продолжила рассказ по интересовавшей нас теме.

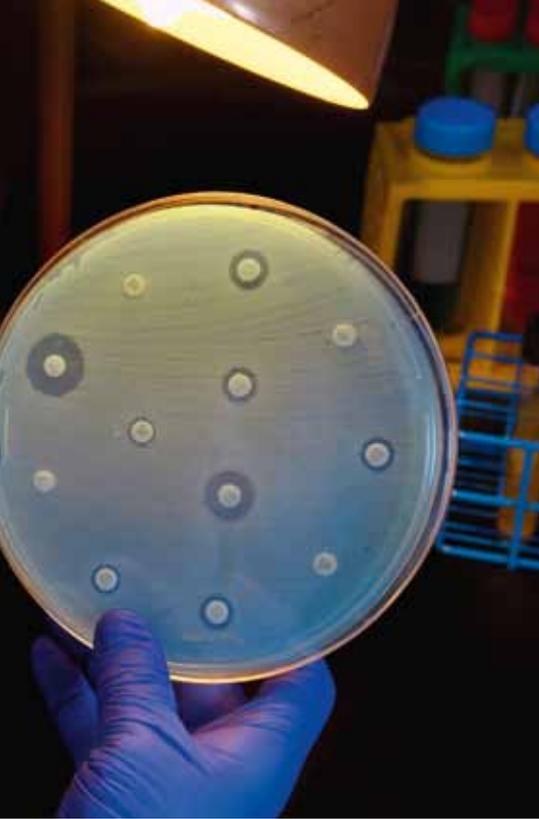
Итак, первая публичная демонстрация явления, именуемого «холодный ядерный синтез», произошла в 1989 году, в США, в штате Юта. В эксперименте участвовали такие известные всему миру учёные, как профессор Оксфордского университета Мартин Флэйшман и доктор Стенли Понс. Работа поддерживалась нобелевским лауреатом Брайаном Джозефсоном.

«В специальном электролите при комнатной температуре они провели реакцию ядерного синтеза, продемонстрировав нейтроны и избыточное тепло. После этого в СССР была создана специальная комиссия, а в лаборатории, где я тогда работала под руководством Рунара Николаевича Кузьмина, была создана экспертная группа, которая воспроизвела аналогичный эффект», — проводит краткий экскурс в историю Корнилова. Однако в то время миллиарды уже были вложены в строительство токамаков, может быть, поэтому, а может, по какой-то иной причине это направление не получило должного развития. Американцы отказались финансировать из бюджетных средств подобные исследования. Так же поступил и Советский Союз. «Но я тогда подумала, если законы природы позволяют воспроизводить подобный эффект, то почему это должно ограничиваться только дейтерием с водородом, и начала экспериментировать с железом, — вспоминает Корнилова. — Железо имеет 5 изотопов, один из которых железо-57 составляет всего 2,2 % и ценится дороже золота, так как это стратегический материал. Его нарабатывают на циклотроне, производя 1 килограмм в год. Чтобы получить железо-57, нужен предыдущий в таблице Менделеева элемент — марганец. Я взяла пробирку, растворила соль марганца в тяжёлой воде (дейтерированной воде), добавила микробиологическую культуру (кишечную палочку) и практически в первых же опытах обнаружила в пробирке железо-57. Чтобы доказать возможность превращения одного элемента в другой в природной среде, мне потребовалось провести 500 опытов в четырёх институтах. Это был 1992 год».



Наука и бюрократия

Получив результат, показывающий, что живая природа может создавать условия для превращения одного элемента в другой, содействуя изменению ядра атома, то есть способствовать осуществлению холодной ядерной реакции, Алла Корнилова продолжала работать с живыми структурами, создавала микробиологические катализаторы, которые испытала в Чернобыле, проводя опыты с радиоактивной водой. Эксперименты показали, что с использованием микробиологических структур можно преобразовывать в стабильный барий до 50% радиоактивного цезия в течение 300 дней. При этом период полураспада цезия составляет около 30 лет. Внешний эффект таков, что период полураспада цезия значительно сокращается, но в действительности цезий просто трансформируется в барий. «О результатах опытов я сообщила в Минатом, сделала доклады в нескольких институтах, но мои эксперименты никого всерьёз не заинтересовали, — рассказывает автор методики. — Помимо опытов по преобразованию радиоактивных изотопов у меня было много другой работы, которая также требовала времени. Я составила таблицу, описывающую возможность трансформации различных изотопов с помощью микробиологических структур. И любую из реакций, представленных в этой таблице, можно реализовать! Биогеохимическая лаборатория им. В.И. Вернадского в 1935 году опубликовала 15 томов данных обо всех известных науке микробиологических структурах на Земле, существующих в почве, воде, воздухе, которые можно использовать в этих целях. Поэтому эта технология обязана родиться в России! У нас сделаны ядерно-физические открытия, у нас есть



экземпляры всех необходимых микробиологических структур и есть всё необходимое оборудование. Я не уникальный человек, просто подошло время, когда учёные технологически могут сделать новый прорыв, и я просто сумела соединить все требуемые компоненты в единой методике». Впрочем, данную работу невозможно проводить без теоретической поддержки, без создания модели, объясняющей, что происходит с элементами в микробиологической среде при комнатных температурах в подобных динамических системах.

Применение и перспективы

«Сегодня существует метод, позволяющий проводить трансформацию изотопов при помощи микробиологических структур. Но для промышленного внедрения необходимо на его основе разработать надёжную технологию. И необязательно

начинать с радиоактивных элементов. Можно начать с токсичных, которые также требуют массовой утилизации, — считает Корнилова. — Что мы можем предложить? У нас наработаны синтрофные ассоциации микробиологических культур. Процесс их подготовки — это отдельная технология, кроме того их надо сконцентрировать и

лиофильно высушить. После чего необходимо создать аварийные пакеты со сроком хранения не менее трёх лет. При необходимости содержимое пакета высыпается в ёмкость с водой, загрязнённой радионуклидами. В процессе жизнедеятельности синтрофных ассоциаций образуется, условно говоря, «микробиологическая медузка», которая сорбирует все опасные элементы, после чего очищенную воду можно сливать в окружающую среду. Затем мы начинаем работать с «медузками», для роста которых жизненно необходим калий, но мы намеренно создаём условия дефицита калия в питательной среде. Подобным калию элементом является барий, но его тоже нет в среде, и тогда биоструктуры начинают его получать, преобразовывая цезий, проводя тем самым трансформацию химического элемента (изотопа). После того как «медузки» выполни-

Алла Александровна предлагает развивать абсолютно новый подход, позволяющий сократить необходимый срок надёжной изоляции РАО, а следовательно, и затраты на обеспечение этой изоляции, в десятки раз!





ли свою задачу, мы их высушиваем при 200°С, превращая в золу, что позволяет уменьшить их в объёме в тысячу раз. И если первая стадия этого процесса – сорбирование – изучена и отработана, то следующая стадия – трансформация изотопа – требует экспертного подтверждения. Так как я работаю в МГУ, то не могу здесь проводить исследования с радиоактивными материалами, а подобные эксперименты удобнее всего производить на радиоактивных изотопах, фиксируя динамику изменения их активности. Если методику проверят авторитетные организации Росатома, имеющие необходимое оборудование и компетенции, это позволит двигаться дальше и приступить к следующей стадии – разработке промышленной технологии утилизации радиоактивных отходов с использованием биоструктур».

Прорыв в мировоззрении

«Все существующие сегодня методы работы с радиоактивными веществами основаны на их периоде полураспада, – вступил в беседу Владимир Кашеев. – И если у цезия-137 период полураспада 30 лет, то уменьшить его количество в два раза можно только за 30 лет. А поскольку его содержание в большинстве видов РАО значительно, то период необходимой надёжной изоляции этих РАО от сферы обитания человека растягивается на столетия. Ничего другого на сегодня в мире не придумали. Алла Александровна предлагает развивать абсолютно новый подход, позволяющий сократить необходимый срок надёжной изоляции РАО, а следовательно, и затраты на обеспечение этой изоляции, в десятки раз!»

Если на основании этого перспективного метода создать надёжную, работоспособную технологию, это позволит решить многие проблемы, связанные с захоронением РАО. Но чтобы создать промышленную технологию, требуется время, над этим надо работать, необходимо доказывать работоспособность метода, проверить его многократно и получить экспертное подтверждение. И всё упи-



рается в затраты. Но затраты, необходимые для создания подобной технологии, невелики по сравнению с возможным экономическим эффектом и затратами, требуемыми на другие технологии, например, лазерные, требующие дорогостоящего оборудования, считает учёный. «Тут же всё можно делать в полевых условиях, что делает данный метод удобным для дальнейшего применения в качестве технологии. Поэтому необходимо его проверить в 3–4 независимых организациях, проведя опыт многократно. И даже если отрицательных результатов будет десять при одном положительном, этого одного положительного результата достаточно, чтобы иметь основания для продолжения работы в этом направлении. Даже

Эксперименты показали, что с использованием микробиологических структур можно преобразовывать в стабильный барий до 50 % радиоактивного цезия в течение 300 дней. При этом период полураспада цезия составляет около 30 лет.

если существует небольшая вероятность, что подобная технология реализуема, этим необходимо заниматься, так как в случае успеха перспективы колоссальные», – уверен Кашеев.

Конечно, скептиков при этом всегда будет предостаточно. Даже если метод проверит и подтвердит его эффективность десяток институтов, всё равно найдутся люди, которые будут говорить, что всё это ненаучно. Но ситуация будет уже иной.

Чем больше организаций проведут эксперименты, тем

большее доверие будет к результатам. В то же время для того, чтобы эти взгляды были восприняты большинством научного сообщества, необходим прорыв в мировоззрении, так как многие люди не воспринимают их изначально: «Этого не может быть просто потому, что не может быть! И это самый частый аргумент, который я слышу», – констатирует Кашеев. Поэтому нужен некий мировоззренческий прорыв, к которому приходится двигаться маленькими шагами, пока количество в какой-то момент не перейдёт в качество. ©

Пан Прекурсор и другие лидеры

Чьи идеи определяют наше будущее и как физики-ядерщики намерены «поженить» науку и бизнес?

АВТОР: Ольга Башмарова

В нескольких историях, написанных специально к Дню работника атомной промышленности, наши корреспонденты постарались показать, насколько разнообразен мир атомной отрасли, сколь разные люди работают в ней над совершенно удивительными задачами.

Мы хотим разработать технологию получения углеродного волокна, которое будет стоить не более 10 евро за килограмм по себестоимости. У наших конкурентов эта стоимость — 12–14 евро за килограмм.



Алексей Цыпакин — один из разработчиков российского полиакрилонитрильного волокна, инновационный лидер атомной отрасли, победитель конкурса «Росатома», молодой учёный, футболист и настоящий фанат химии. Главный специалист лаборатории технологии синтеза полимеров UMATEX Group старается, как он признаётся сам, не ходить и не говорить всем встречным «Здравствуйте, я инновационный лидер!». В этом году Алексей также участвовал в «Инновационном лидере», однако пока ещё не знает, одержал ли победу. Но надеется, что будет двукратным инновационным лидером. Сейчас Цыпакин в составе целой группы учёных участвует в ещё одном большом состязании — конкурсе аванпроектов Росатома. Аванпроектом в технической документации называется самый первый этап разработки, её обоснование, исходные требования и предложения по производству. Свои заявки на конкурс подали около 700 участников.





По словам первого заместителя генерального директора АО «Наука и инновации» Алексея Дуба, «аванпроекты — это не конечная цель, а начальная. Суть аванпроектов состояла в том, чтобы запустить системный процесс отбора и формирования тематического плана в госкорпорации. Поэтому очень важно сформулировать техническое задание. И, соответственно, для того, чтобы результат был эффективным, необходимо, чтобы люди находились внутри понимания этого процесса».

Эксперты уже отобрали 200 лучших проектов.

Илеи на будущее самые разные: это и первая

отечественная установка типа «гамма-нож», и поликристаллы на основе редкоземельных металлов, и получение очень редкого металла рения на уранодобывающих предприятиях. А также новые радиофармпрепараты для лечения рака, углеродные материалы для

Композитные материалы сейчас, пожалуй, одна из самых быстрорастущих отраслей в мире. Общий рынок композитов сегодня превышает 3 млрд долларов.

протезирования и многое другое. Как рассказывает Алексей Дуб, «проекты по жидкосырьевому реактору, по перспективным реакторам установкам большой мощности — это проекты по аддитивным технологиям, по созданию электронно-лучевых методов сварки, то есть достаточно широкий спектр». Естественно, это превосходство над конкурентами, повышение национальной безопасности и ориентация на экспорт. Авторы проектов, которые отвечают этим критериям, получают до 4,5 млн рублей на дальнейшее развитие своих идей. И как сказал Алексей Цыпакин: «Мы хотим разработать технологию получения углеродного волокна, которое будет стоить не более 10 евро за килограмм по себестоимости. У наших конкурентов эта стоимость 12–14 евро за килограмм. Процесс получения углеродного волокна идёт в три стадии: это синтез, формование прекурсора и непосредственно получение углеродного волокна, переработка. На каждой стадии процесса мы планируем внедрить наши идеи».

От корпусов ракет, деталей истребителей и лопастей ветрогенераторов до карбоновых удочек,





скейтбордов и хоккейных клюшек. Углеродное волокно необходимо везде. Оно лёгкое, прочное, но главный недостаток этого материала — цена. Как сделать дешевле, не потеряв качество? Это сейчас главный вопрос для Цыпакина и его команды. По словам Цыпакина, «сейчас мы отработываем технологию суспензионной радикальной полимеризации. Это значит, что мы синтезируем в воде и получаем порошок. Рассыпчатый белый порошок — это полиакрилонитрил. Далее этот порошок растворяется в солевом растворителе, и мы получаем вот такую мёдообразную, мёдоподобную субстанцию — это раствор полиакрилонитрила. Именно из него в дальнейшем формируется ПАН-прекурсор».

Технология производства материала не просто коммерческая тайна. Полиакрилонитрил, или ПАН-прекурсор, продукт стратегический. Каждый производитель волокна разрабатывает собственную технологию его получения. На ощупь ПАН-прекурсор как шелковая нить. Только она из полиакрилонитрила. Такие нити используют в текстильной промышленности, именно из этих нитей путём термической обработки получается углеродное волокно. Как сказал Алексей Цыпакин, «данный продукт не является коммерческим, то есть технология его производства строго засе-

кречена. Ни одна из компаний, которые производят углеродное волокно, никогда в жизни вам не расскажет, как она делает свой прекурсор». Композитные материалы сейчас, пожалуй, одна из самых быстрорастущих отраслей в мире. Общий рынок композитов сегодня превышает 3 млрд долларов. Россия потребляет всего около 300 тонн композитов в год, но, по прогнозам, уже к 2015

году этот показатель вырастет в 10 раз.

Генеральный директор АО «НПК «Химпромминжиниринг» Александр Тюнин утверждает: «сегодня российский рынок композитных материалов на основе углеродного волокна составляет всего 0,5% от мирового потребления. Мы ставим перед собой цель к 2025 году увеличить

К 2030 году Росатом во всей выручке намерен достичь доли в 30% от новых видов бизнеса, не связанных со строительством АЭС и их эксплуатацией.

объём российского рынка до 2% общемирового потребления. И сделать это мы планируем развитием полной технологической цепочки, не ограничиваясь только сырьевым переделом углеродного волокна, тканей и препрегов, но создавая целый ряд инвестиционных проектов по готовым изделиям».

От теории к практике

Молодые и дерзкие. Среди разработчиков аванпроектов таких большинство. Антон Мальгинов, старший научный сотрудник лаборатории крупного слитка Института металлургии и машиностроения АО «НПО «ЦНИИТМАШ», тоже инновационный лидер атомной отрасли. Закончил школу с «серебром» и решил заняться сталью и сплавами, специализируется на крупных слитках, совершенствует технологию производства материалов для новых ядерных реакторов высокой мощности, срок службы которых способен превысить столетие. По словам Антона, «топливо, которое используется в реакторах, в том числе уран-235, скоро закончится. Это произойдёт, по данным исследований, может быть, лет через 40, максимум через 50. И стоит цель сделать реакторы новые, перспективные, такие как ВВЭР, которые будут работать, в том числе, на МОХ-топливе, но для этого нужны другие стали, которые будут выдерживать нагрузки, повышенные температуры, давление. Здесь конкретно мы, получается, разрабатываем технологии для заводов, по которым они должны будут работать, производить продукцию, в том числе стальные слитки огромной массы, напри-

мер в 420 тонн, из которых потом уже дальше производят корпуса реакторов». Реактор — это единственная деталь атомной станции, которую невозможно заменить. От него в первую очередь зависит срок службы энергоблока. Поэтому и к стали корпуса атомного реактора требования

особые. Под действием нейтронного облучения искажается кристаллическая решётка материала, и он становится очень хрупким. Именно российские учёные разработали новый устойчивый к облучению вид стали. И теперь главная задача испытать его и подтвердить все расчёты, сколько проработает реактор в условиях самых жёстких нагрузок.

Как рассказывает Мальгинов, «ранее мы проводили исследования, и по нашим расчётным данным получалось, что реактор прослужит 120 лет. Надеюсь, что так и будет. Необходимое количество того или другого элемента даёт тот самый необходимый сплав, который даст те самые результаты, и корпуса из этой стали будут стоять 100 и более лет».

Россия потребляет всего около 300 тонн композитов в год, но, по прогнозам, уже к 2015 году этот показатель вырастет в 10 раз.



Роль науки в бизнесе — быть целеуказателем, потому что бизнес в своих целях, в общем, достаточно редко имеет возможность посмотреть за горизонт.

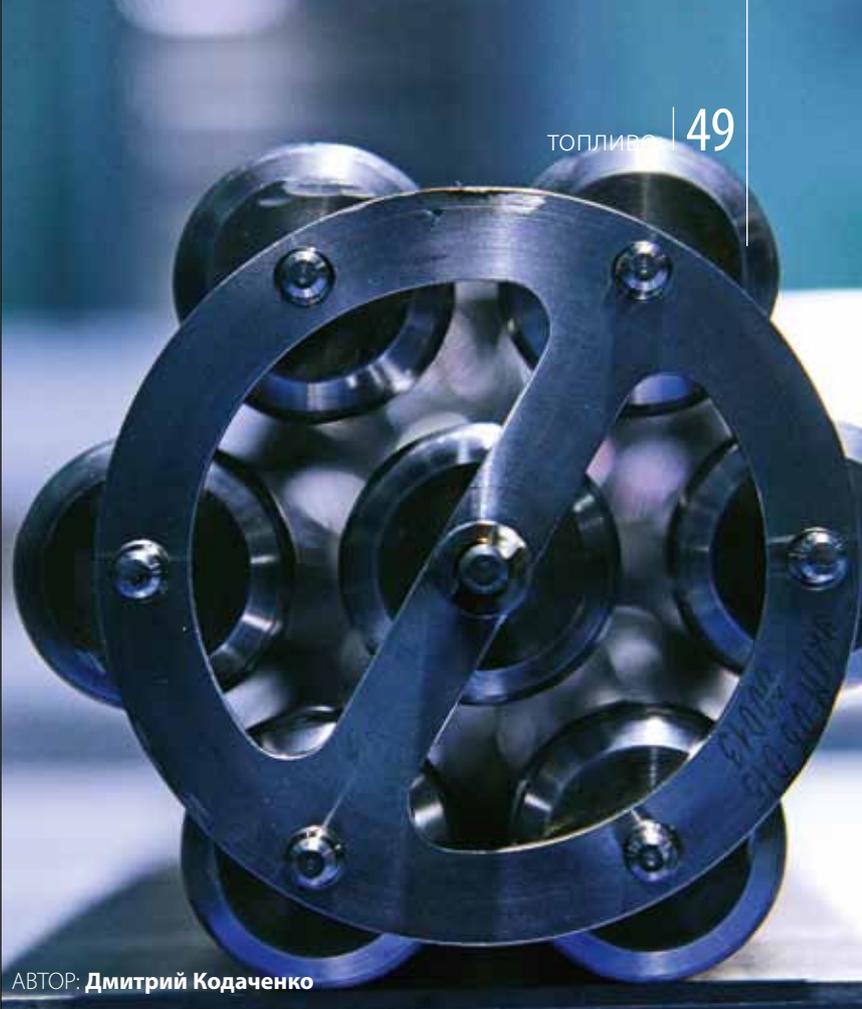
На индукционном участке, который, кстати сказать, выглядит совсем не инновационно, плавильщики отливают лабораторные слитки из тех самых сталей, которые могут произвести революцию в мировой атомной энергетике. С помощью этих сплавов АЭС можно будет строить, без преувеличения, на века. Мальгинов показывает нам два стальных бруска: здесь могут отливать слитки от 15 до 250 кг. На следующий день их уже отдадут на исследование. Следующий шаг — игра по-крупному. Произвести два стальных слитка массой 100 тонн каждый и уже испытывать готовое оборудование в натуральную величину со всеми максимальными нагрузками.

По словам первого заместителя генерального директора АО «Наука и инновации» Алексея Дуба, «роль науки в бизнесе — быть целеуказателем, потому что бизнес в своих целях, в общем, достаточно редко имеет возможность посмотреть за горизонт. А наука может показать ему продукты следующего шага развития, и в этом как раз синергия взаимодействия науки и бизнеса. Это текущее состояние и целевое будущее состояние». Аванпроекты — конкурс с прицелом в далёкое будущее. К 2030 году Росатом во всей выручке намерен достичь доли в 30% от новых видов бизнеса, не связанных со строительством АЭС и их эксплуатацией. В приоритетном перечне — как раз композитные материалы, а также радиомедицина и ветроэнергетика. О первых результатах аванпроектов учёные планируют отчитаться уже в октябре. Но и без официальных документов понятно, как говорят в госкорпорации, если этот конкурс не сумел «поженить» науку и бизнес, то хотя бы мотивировал их «взяться за руки». ●

ГОРА РОДИЛА МОКС

Где и как
производится
современное
МОХ-топливо?

И хотя особой защиты персоналу не требуется, свою спецодежду сотрудники обязательно оставят внутри предприятия. Так исключён вынос во внешнюю среду даже незначительного количества радиационных частиц.



АВТОР: Дмитрий Кодаченко

Этот город когда-то не существовал для всего остального мира. И электричка тоже направляется как бы в никуда: конечный пункт — мало что говорящее название «Горно-химический комбинат» (ГХК). Куда красноречивее орден Ленина на вывеске — это высшая госнаграда СССР для предприятий. Здесь ковался ядерный щит Родины.



Из тёмного тоннеля появляются составы, интерьер тоже такой же, с отсылкой к советской эпохе, и это немудрено: мы внутри одного из самых монументальных сооружений СССР. Атомное предприятие, расположенное в толще горы. В отличие от многих строек бывшего Союза, сегодня это один из самых высокотехнологичных заводов мира. И здесь налажено производство инновационного ядерного топлива. Название технологии «мокс-топливо» мало что скажет человеку непосвящённому. Куда важнее суть: исходным материалом для него может служить отработавшее ядерное топливо из реакторов, количество которого на планете огромно — 310 тысяч тонн.

По словам генерального директора ФГУП «ГХК» Петра Гаврилова, «по существу, первая продукция является стартом промышленного производства мокс-топлива. Пять тепловыделяющих сборок лежит на складе. Всё — это уже готовый продукт. Безусловно, это достижение. Это результат».

Дело в том, что потенциал топлива атомных станций — и этот показатель одинаков для всего мира — не используется больше чем на 3%. То есть 97% списывают в отходы. Именно российские специалисты |→

Реактор на быстрых нейтронах Белоярской АЭС на Урале уже на 25% работает именно на мокс-топливе. Первая стопроцентная загрузка запланирована на 2019 год.



Мокс (MOX) – английская аббревиатура, которая обозначает смесь оксидов, в данном случае – урана и плутония. Их получают в виде смеси, очищая отработавшее ядерное топливо от продуктов деления.

смогли разработать технологию, которая даёт ядерным материалам вторую жизнь. Горно-химический комбинат – это целая цепочка производственных площадок: хранение отработавших материалов, их переработка. Логично, что завод по созданию мокс-топлива тоже был построен именно здесь, в скальных породах горного массива. Сложно поверить, но под толщей гранита работают 2,5 тысячи человек. Эти бесконечные коридоры здесь называют улицами. Над головой – 200–250 метров породы. Инженер-спектрометрист Валерий Громов признаётся: «Первое время было как-то не по себе. Непривычно от того, что нельзя посмотреть в окно, нельзя выйти на улицу подышать свежим воздухом. Здесь попадаешь на такую обособленную территорию, и весь погружаешься в работу». Рабочее место Валерия Громова – за спектрометром. Он контролирует изотопный состав и параметры получаемого мокс-топлива. Спектрометром можно посчитать атомы, которые отличаются друг от друга даже всего лишь одним нейтроном. По словам Валерия, «мы производим спектрометрический анализ, который осуществляется на атомарном уровне. Количество изотопов, которое содержится в таблетке, зависит от количества зарегистрированных ионов на приборе».

По нескончаемым коридорам двигаемся к так называемым герметичным боксам. Все операции делают роботы. Толщина стенок камеры, изолирующих излучения, – 40 сантиметров. И хотя особой защиты персоналу не требуется, свою спецодежду сотрудники обязательно оставят внутри предприятия. Так исключён вынос во внешнюю среду

даже незначительного количества радиационных частиц. Каждая таблетка мокс-топлива заменяет полтонны угля. 90 таких таблеток умещаются в один тепловыделяющий элемент. Дальше, тоже без участия человека, элементы объединяют в сборки.

Своё рабочее место нам показывает Владимир Суханов, начальник отдела готовой продукции. «Данное место называется «операторская». Здесь проводятся операции по сварке, контроль герметичности, термообработка, альфа-контроль. И проводятся остальные операции по взвешиванию, внешнему виду и прочие контрольные операции – все находятся здесь. Контрольных операций порядка 15 штук». Операторы могут вмешиваться в работу автоматики, для этого на постах установлены специальные манипуляторы. Однако задействовать их ещё ни разу не приходилось.

Мокс (MOX) – английская аббревиатура, которая обозначает смесь оксидов, в данном случае – урана и плутония. Их получают в виде смеси, очищая отработавшее ядерное топливо от продуктов деления. Полученное мокс-топливо предназначено для ре-



Горно-химический комбинат – уникальный по сложности технологический объект: 200 метров скальной породы выдерживают прямое попадание атомной бомбы.





акторов нового поколения на быстрых нейтронах. В промышленной эксплуатации такой пока лишь один в мире — у нас на Урале. Давая энергию, реактор также и нарабатывает плутоний, причём больше, чем сжигает. В этом уникальность технологии. А отработавшее топливо из реактора на быстрых нейтронах можно опять переработать, получить мокс-топливо — и так много раз. По словам Петра Гаврилова, «вот, собственно, для чего придумали эту технологию: для того, чтобы замкнуть ядерно-топливный цикл. Я могу сказать, что это, безусловно, прорывная технология для человечества».

По самым приблизительным подсчётам, запасов отработавшего топлива, которое сейчас скопилось на планете, если использовать его для производства мокс-топлива, хватит на тысячу с лишним лет. Даже с учётом того, что эпоха углеводородов заканчивается примерно через 200 лет, а запасы урана-235 — это основа нынешнего топлива для всех АЭС — иссякнут ещё раньше, лет через 100. И самое интересное то, что исходным материалом для мокс-топлива также может выступать и оружейный плутоний, ради производства которого горно-химический комбинат когда-то и был построен. По словам Гаврилова, «вся мирная атомная энергетика вышла из обороны. Это адаптация той оборонной технологии, или, как это модно сейчас говорить, — диверсификация оборонных технологий под мирные коммерческие задачи».

Часть истории

Первые тоннели здесь, в горном массиве на берегу Енисея, появились в 50-х годах прошлого века. Стране нужен был завод по производству оружейного плутония, и он заработал через 8 лет, став частью системы ядерной безопасности СССР. Тогда же появился город Железногорск. Он до сих пор

Сейчас на этом предприятии постепенно наращивают мощности производства, по плану завод должен выдавать по 400 сборок мокс-топлива в год.

Потенциал топлива атомных станций — и этот показатель одинаков для всего мира — не используется больше чем на 3%. То есть 97% списывают в отходы.

имеет статус особого закрытого административного территориального образования (ЗАТО) государственной корпорации «Росатом».

Горно-химический комбинат — уникальный по сложности технологический объект: 200 метров скальной породы выдерживают прямое попадание атомной бомбы. Эти помещения — самые большие из тех, что когда-либо создавались человеком под землёй. Они соединяются тоннелями, где свободно проезжают как автомобили, так и железнодорожные составы. Истинные масштабы предприятия — закрытые данные. И не называется даже количество людей, которые этой информацией обладают. Многие здесь напоминает о советской эпохе. Оно

и понятно: сделать косметический ремонт внутри горы — задача нетривиальная. Зато можно окунуться в атмосферу тех лет, сцены идеальной советской жизни, рабочий, ракета, разрезающая небо. И тем больше контраст с помещениями, где расположено производство мокс-топлива. Завод построили с нуля, и сейчас он не имеет аналогов в мире. Его создание обошлось России в 9 млрд рублей. Такая высокотехнологичная держава, как США, потратила на создание своего за-

вода 8 млрд долларов, и не только не достроила его, а вообще отказалась от него из-за огромных финансовых затрат и сложности технологии. Пётр Гаврилов уверен, что не всё меряется деньгами. «Всё определяют люди. С их мозгами, с их навыками, с их компетенциями. Уровень технологических и технических сложных задач, которые здесь решаются, поверьте, он не менее сложен, чем то, что они делали раньше. Более того, мы сохранили этих людей с их критическими знаниями».

Сейчас на этом предприятии постепенно наращивают мощности производства, по плану завод должен выдавать по 400 сборок мокс-топлива в год. Реактор на быстрых нейтронах Белоярской АЭС на Урале уже на 25% работает именно на мокс-топливе. Первая стопроцентная загрузка запланирована на 2019 год.

Технология переработки и повторного использования ядерных материалов сделает атомную энергию не только сверхбезопасным, но и практически неисчерпаемым ресурсом, причём на несколько столетий вперёд. И именно российские специалисты сделали первый и действительно большой шаг на этом пути. ●

НАТАЛИЯ **ФЕЛЬДМАН**

РАЗБЕРЁМ НА АТОМЫ

СЕТЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

Точка притяжения экспертов из разных областей науки, проводник уникальных форматов научно-популярных мероприятий для взрослой аудитории, организатор интерактивных занятий со школьниками и педагогами, генератор интересных событий жизни городов — всё это сеть Информационных центров по атомной энергии (ИЦАЭ), которой в ноябре исполняется 10 лет. Была запущена цепная реакция коммуникации, которую уже не остановить: более 2,7 млн посетителей, более 500 первоклассных экспертов, 24 фестиваля науки, а ещё собственные форматы научно-популярных мероприятий для детей и взрослых.



→ **И**нформационные центры по атомной энергии расположены в областных центрах, чтобы как можно больше людей, не имеющих отношения к атомной отрасли, знакомились с её работой. В частности, фотограф и блогер Денис Максимов в мае 2018 года побывал на Смоленской АЭС благодаря ИЦАЭ и теперь абсолютно уверен: «Атомная станция – это, конечно, новый уровень впечатлений. Подход к безопасности здесь очень убедительный. Я считаю, важно взаимодействовать с населением области, проводить разъясняющую работу и показывать «живую» работу атомного реактора. Чтобы развеять сомнения в безопасности – это лучшее решение. А я, посетив станцию, теперь спокоен, и друзьям своим расскажу, чтобы не волновались». Серьёзные и глобальные задачи сети Информационных центров по атомной энергии решаются через интерактивные форматы, позволяющие

ИЦАЭ – это...
>2,7 млн
посетителей
за 10 лет





школьникам, студентам, взрослым напрямую общаться с ведущими учёными из разных регионов России. А сотрудники «атомных» предприятий — живой пример того, как можно сочетать занятия наукой и работу на производстве, разрабатывать и внедрять инновации.

Стратегия неформальной подачи серьёзного материала даёт дополнительный результат: появляются студенты, которые выбирают «атомные» специальности благодаря визитам в ИЦАЭ. Иван Шлыков, г. Владимир: «Моя «атомная» дружба с ИЦАЭ началась ещё в далёком 2013 году. Тогда я даже не мог представить, что моя дальнейшая жизнь будет косвенным образом связана с атомной энергией. Сегодня я учусь на военного инженера-кораблестроителя. Эта специальность подразумевает необходимость детального и точного знания всех механизмов и систем, применяемых на кораблях и подводных лодках. И реактор — одна из таких систем. Посещения Центра переломили мои бытовые представления о мирном атоме. И главное — исчез страх перед атомной энергией, которая вызывает опасение у многих людей, имеющих представление о ней как о чём-то ужасном и неконтролируемом. Как человек, стоявший рядом с работающим корабельным ядерным реактором, могу заявить — ничего страшного в нём нет! Спасибо прекрасным работникам Центра за ту многолетнюю работу, которую они делают ежедневно для того, чтобы мирный атом был к нам на шаг ближе!»

ИЦАЭ — это...

>500 экспертов

из университетов и НИИ,
научно-популярных СМИ
и атомных предприятий

В каждом центре есть своя изюминка: например, во Владимире в 2013 году впервые провели атомный велопробег, и за пять лет в 13 городах активные жители проехали в общей сложности более 1200 километров с дозиметрами в руках и сделали 2000 замеров. В Новосибирске в 2015 году придумали научно-популярное ток-шоу «Разберём на атомы», и в городах присутствия сети ИЦАЭ более 250 разных тем — от любви до технологий будущего — собрали несколько тысяч заинтересованных слушателей. А ноу-хау Томска — проект «Карта Гейгера» — давно вышел за пределы города и объединяет все центры сети на одноимённой карте.

Следующий этап развития — объединение отдельных лекций, научно-популярных шоу и мастер-классов в большие городские фестивали науки. Фестиваль науки «КСТАТИ» впервые состоялся в Калининграде, и пять тысяч посетителей, многие из которых после лекций задавали вопрос: «А вы будете делать такой же фестиваль в следующем году?» — стали лучшим подтверждением правильности выбранного пути.

Выставка в честь 70-летия атомной отрасли в Манеже, ИННОПРОМ, АТОМЭКСПО, 65-летие отечественной газодвигательной технологии, отмечавшееся во Владимире и Екатеринбурге, юбилей ЧМЗ в Глазове, день города-спутника Белорусской АЭС Островца — только часть проектов, в которых участвуют Информационные центры атомной отрасли как партнёры предприятий Росатома и помощники в организации. →



ИЦАЭ — это...

>900 групп

посещают Центры ежемесячно

24 научных фестиваля провели

Центры в последние 3 года

ЗАДАЧИ СЕТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ:

- информирование населения о многообразии деятельности ГК «Росатом» и стратегическом значении госкорпорации в социально-экономическом развитии страны;
- формирование научного мышления для борьбы с мифами и необоснованными страхами как к научно-техническому прогрессу в целом, так и к атомным технологиям в частности;
- презентация атомной отрасли перспективным студентам разных специальностей, а также формирование интереса к карьере в ГК «Росатом» у старшеклассников.

РАСПОЛОЖЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ



Комментарии экспертов



Ирина Якутенко,
научный журналист:

«ИЦАЭ — уникальный проект, благодаря которому популярная наука проникла в самые отдалённые уголки России. Сейчас я выскажу ни разу не научную гипотезу, но мне кажется, что после того, как ИЦАЭ начал привозить лекторов в новые города, в них стали появляться собственные очаги популяризации. Люди увидели, что наука — это ужасно интересно, и теперь научно-популярные лекции — привычная часть культурной программы любого региона. Лично я люблю ИЦАЭ за отличную компанию: на мероприятиях центра собирается самый цвет популяризаторов. И частенько где-нибудь в Сибири ты наконец встречаешься с теми, с кем месяцами не мог увидеться в Москве. Или наоборот: познакомишься с замечательными людьми, которые почему-то не засветились в столичном популяризаторском «бомонде», и оказывается, что они делают замечательные вещи. Я уверена, что многие такие знакомства воплотились в совместные проекты. Но самая удивительная черта ИЦАЭ — великолепная команда. Пожалуй, я затруднюсь назвать ещё проекты, в которых организаторы лекций не просто выполняют формальные обязанности, а становятся приятелями и даже друзьями для тех, кого они привозят в регионы».



Владимир Пахомов, кандидат филологических наук, главный редактор портала «Грамота.ру»:

«ИЦАЭ открывает для всех бескрайний и безграничный мир научного знания, и участие в мероприятиях центра — это не только возможность рассказать всем желающим что-то интересное о своей науке, но и радость общения с высококлассными, грамотными (в широком смысле этого слова) специалистами в других областях. Никогда не забуду, например, научный театр и шоу с укрощением огня на калининградском фестивале науки; признаюсь, что стал быстрее передвигаться по Москве, послушав рассказ Алексея Савватеева о том, как математика помогает справиться с пробками, на ток-шоу «Разберём на атомы» в Екатеринбурге; и не буду считать очередную поездку в любимый Смоленск состоявшейся, если не посижу на установленной смоленским центром «скамейке учёного» возле Громовой башни.

И, конечно, мне очень радостно, что некоторые центры сети ИЦАЭ участвуют во всемирной акции по популяризации грамотности «Тотальный диктант» — ещё одним дорогим моему сердцу проекте. Ведь одна из задач диктанта — привлечение внимания к лингвистической науке, к её задачам и достижениям. Очень здорово, что на площадках ИЦАЭ можно разбирать на атомы бесконечный космос русского языка — и я уверен, что мы вместе с участниками проектов ИЦАЭ совершим здесь ещё немало удивительных открытий».





Владимир Сурдин, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник ГАИШ МГУ:

«Я уже несколько лет откликаюсь на приглашения ИЦАЭ выступить с лекциями по астрономии перед заинтересованными слушателями в разных городах России. И хотя затраты моего времени и сил не возмещаются гонораром, я неизменно получаю удовлетворение от того, что поездки организованы безупречно чётко, помещения и техника для презентации всегда на высоте, публика собирается по большей части интеллигентная и любознательная, а сотрудники ИЦАЭ относятся к делу не формально, а с душой.

За прошедшие годы я подружился со многими сотрудниками ИЦАЭ и побывал вместе с ними в удивительных местах, связанных с атомной отраслью. Я узнал много нового об атомных технологиях и истории атомной отрасли в нашей стране. В моём доме немало замечательных и весьма полезных сувениров с логотипом ИЦАЭ весёлого оранжевого цвета. Казалось бы, всего 10 лет – возраст бесшабашного детства, а у Центра уже есть своё лицо: умное, доброжелательное и изобретательное. С днём рождения, ребята! Я всегда рад нашим встречам. Будем работать вместе!»



Михаил Гельфанд, кандидат физико-математических наук, доктор биологических наук, биоинформатик:

«Я был в полудюжине центров – в Калининграде, Ростове-на-Дону, Воронеже, Челябинске, Новосибирске, Нижнем Новгороде и в летнем лагере под Москвой. Фестивали, лекции, обсуждения и семинары со школьниками получались по-разному, но всюду было хорошо заметно, что местные организаторы – это живые, умные и очень добросовестные люди. Мне кажется, это важный показатель здорового и правильного дела. Я поздравляю ИЦАЭ с юбилеем и желаю всяческих успехов во всегда сложном деле научного просвещения». ©

В рамках специального проекта радио «Страна Росатом» и журнала «Вестник Атомпрома» руководители атомной отрасли рассказывают о том, что мотивирует их и как они мотивируют своих сотрудников.



ЗАВИСИМОСТЬ ОТ БОНУСА

КИРИЛЛ **ИЛЬИН**,
директор АО «ИРМ»



«Важным элементом мотивации является также зависимость бонуса руководителей проектов от успешной их реализации, что стимулирует сотрудников на выполнение ключевых параметров проекта в срок».

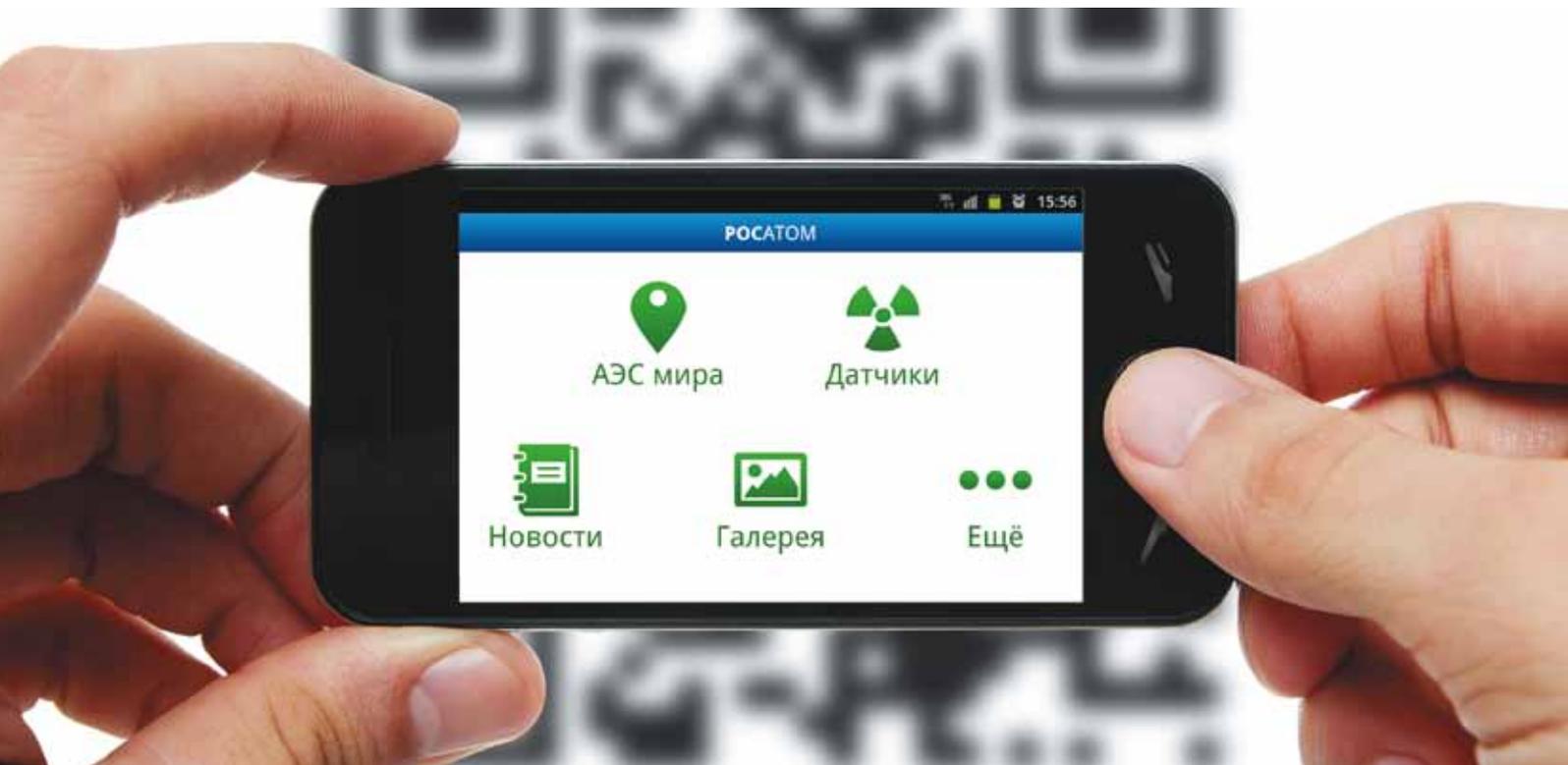


→ По мотивации сотрудников в ИРМ проводится довольно большая работа. При переходе на проектное управление мы поняли, что мотивация позволяет добиваться совсем других результатов. Мы активно взаимодействуем с управляющей компанией, чтобы выстроить различные механизмы мотивации. Один вариант предполагает создание различных матриц оплаты труда для тех, кто не участвует в проектах, и тех, кто в

них участвует. Это способствует продвижению проектной деятельности.

Важным элементом мотивации является также зависимость бонуса руководителей проектов от успешной их реализации, что стимулирует сотрудников на выполнение ключевых параметров проекта в срок. Есть и те элементы мотивации, которые находятся у нас ещё на стадии разработки. ●

РОСАТОМ как на ладони



В мобильном приложении «Росатом как на ладони»:

1. Все атомные станции мира на карте
2. Информация по всем АЭС (страна, оператор, тип реакторов, год ввода и вывода из эксплуатации и др.)
3. Датчики радиации системы АСКРО с показаниями об уровне радиации on-line
4. Фотогалерея атомной отрасли России
5. Новости Госкорпорации «Росатом» с on-line обновлением
6. Структура атомной отрасли России
7. Интересные факты



QR-код для телефонов iPhone



QR-код для телефонов Android

Для считывания QR-кода Вам необходимо установить любую из существующих в Apple Store или Android Market считывающих программ (например, для iPhone - Vakodo, для Android - Barcode scanner). После чего, просканировав QR-код, телефон автоматически откроет приложение Росатома в интернет-магазине, и вы сможете быстро установить его на ваш телефон



Прокачай МОЗГИ

Скачайте приложение в **AppStore** или **GooglePlay**.
Включайте и играйте бесплатно!

X Международный форум поставщиков атомной отрасли

13–15 ноября • Москва, комплекс «Гостиный Двор»



атомекс
2018

Международный форум «АТОМЕКС» — уникальная бизнес-площадка, предоставляющая возможность прямого диалога поставщиков и заказчиков атомной отрасли

- продемонстрируйте целевой аудитории продукцию и услуги вашей организации
- установите прямые контакты на уровне лиц, принимающих решение о закупках
- расширьте круг потенциальных клиентов и заказчиков
- проведите целевые переговоры с основными заказчиками атомной отрасли

Организатор



РОСАТОМ