

ВЕСТНИК информационно-аналитический журнал об атомной отрасли АТОМПРОМА

Первый элемент

Что необходимо для развития конкурентоспособности на мировом рынке водородной энергетики?

12

Когда круг замкнётся

Методы переработки ОЯТ в рамках проекта «Прорыв»

18

Эволюция системы

Электронная компонентная база переходит на отечественные комплектующие

54

ПРОБЛЕМА ПЕРВОГО КЛАССА

РосРАО разрабатывает информационную систему по переработке отходов высокой опасности

ТЕПЕРЬ ГЛАВНЫЕ НОВОСТИ ВЫ МОЖЕТЕ ПОЛУЧАТЬ В TELEGRAM



АТОМ
gramm

- Атомные новости
- Новости науки
- Интересные факты

Вступай в клуб **AtomGramm** и будь в курсе.

(Каждый участник в любой момент может отписаться от рассылки и выйти из группы.)

Как подписаться на атомный канал в Telegram?

- Установите приложение Telegram
 - В графе «поиск» введите название атомного канала AtomGramm
 - Оформите подписку, нажав кнопку + Join, расположенную в нижней части экрана
 - Кнопка mute отвечает за отключение звука оповещения при выходе новых публикаций (в случае, если вы не хотите получать уведомления о выходе новостей)
- Поздравляем, теперь **#ВыВКурсе!**

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
 Дмитрий Ронин

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»,
 фотобанка ГК «Росатом»
 Корпоративной Академии Росатома
Тираж 1840 экз.

Адрес редакции:

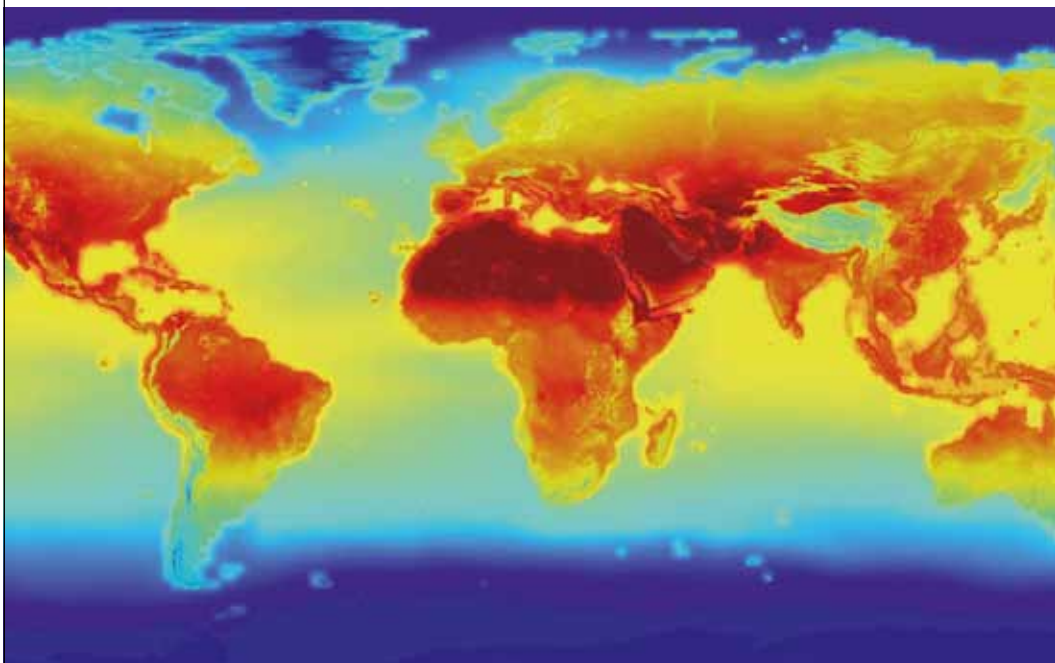
117105 Москва, Варшавское ш., д. 3,
 ООО «НВМ-пресс»

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 коллеги!**

В этом номере мы обратили внимание сразу на три важнейшие проблемы, перед которыми сегодня находится атомная отрасль: глобальное изменение климата, проблема ОЯТ и переход на водородную энергетику. Требуется комплексный подход, ибо ни одна из этих проблем не может быть решена отдельно от двух других. Мы продолжаем рассказывать про новые бизнесы и следим за успехами рядовых сотрудников отрасли. Вы найдёте в номере имена победителей отраслевых дней грамотности и рассказ про наших молодых учёных, сумевших удивить МАГАТЭ. Одним словом, «Вестник Атомпрома» по-прежнему следует курсом движения атома и ждёт ваших отзывов на наши публикации.

Читайте с удовольствием!

Ваша редакция

индекс

люди и компании,
упомянутые в номере

Агнета Ризинг	36
Адамов Евгений	7
Аксаян Пётр	44
Андрюшин Иван	33–39
Бурнос Сергей	59
Варсеев Евгений	33–39
Весна Елена	72
Волк Владимир	22
Гордеев Андрей	54–59
Гординская Марина	65
Горина Алина	69
Григорьев Евгений	49–53
Джефф Хоуи	45
Джой Ито	45
Елесина Анжелика	66
Иванов Виктор	7
Ивица Дачич	10
Кашеев Владимир	21, 24
Киселёв Сергей	44
Колпакова Елена	67
Корнел Феруцэ	37
Корольков Максим	26–31
Корчагин Александр	41–43
Кулай Александр	54–59
Ли Йонг	36
Логунов Михаил	23
Лоик Рокар	11
Лю Чжэньмин	35
Москвин Антон	13–17
Ненад Попович	10
Нестерук Андрей	42
Панкратова Алла	63
Путин Владимир	6
Рафаэль Гросси	9
Тегенцева Светлана	6
Тесленко Дмитрий	64
Ткаченко Елена	68
Уильям Мэгвуд	34
Хёсон Ли	38
Цветков Игорь	73
Шадрин Андрей	19–20, 22, 25
АНО ДПО «Техническая академия Росатома»	33
АО «Атомэнергомаш»	17
АО «ВНИИНМ»	19–25
АО «Концерн Росэнергоатом»	17
АО «НИИАР»	8
АО «НоваВинд»	41
АО «ОКБМ Африкантов»	17
АО «РАСУ»	54–59
АО «РЖД»	16
АО «РусАТ»	49–52
АО «Русатом Оверсиз»	13
АО «СХК»	17
АО «ТВЭЛ»	8, 17
АО «Трансмашхолдинг»	16
АО «ЦНИИТМАШ»	50
АО «ЧМЗ»	51, 52
ГК «Росатом»	6, 7, 10, 13, 16, 17, 19, 26, 29, 30, 31, 36, 59, 63, 70, 72
ФГУП «Гидрографическое предприятие»	7
ФГУП «ПО «Маяк»	19, 21, 23
ФГУП «РосРАО»	26–31
АЭС Palo Verde	10
3D Systems	49
Alstom	11
Apple	53
APS	10
Arcam	50
Concept Laser	50
Daimler	14
EDF	11
EOS	49
GE Additive	50
GM	14
Honda	14
Nissan	14
Technitome	11
Toyota	14

Содержание

06 НОВОСТИ

26 интервью **Проблема первого класса**

РосРАО разрабатывает информационную систему по переработке отходов высокой опасности

32 глобальное потепление **Взгляд питона**

Как визуализация данных помогает решить климатические проблемы человечества

12 будущее

Первый элемент

Что необходимо для развития конкурентоспособности на мировом рынке водородной энергетики?



18 прорыв

Когда круг замкнётся

Методы переработки ОЯТ в рамках проекта «Прорыв»



40

горизонты атома

Благоприятный прогноз

Где и как создают самый большой в России ветропарк



48

новые бизнесы

Родные кости

Кто и когда создаст в России полный цикл массового производства индивидуальных медицинских имплантатов?

45 колонка креативного редактора Нарращивать скорость адаптации

Девять основополагающих принципов функционирования новой системы правил и ценностей, формирующейся на наших глазах

54

импортозамещение

Эволюция системы

Комплекующие АСУ ТП переходят на отечественную электронную компонентную базу



60 атомные смыслы Как выжить в чёрной дыре, или Зачем обсуждать невозможное?

Каковы перспективы человечества по освоению космоса, есть ли у нас шансы найти внеземные цивилизации и почему мы их до сих пор не обнаружили, а также как выжить в чёрной дыре

62 лица Великий и могучий

Насколько важна грамотность сотруднику атомной отрасли?

70 олимпиада Юбилейный шанс

Первого ноября стартовал отборочный тур международной юбилейной олимпиады школьников «Росатом»

АТОМНАЯ ОТРАСЛЬ В РОССИИ

Главный приз Национального чемпионата WorldSkills Hi-Tech 2019 присудили сотруднице Росатома

С 28 октября по 1 ноября в Екатеринбурге прошли соревнования профессионального мастерства среди сотрудников промышленных предприятий – VI Национальный чемпионат сквозных рабочих профессий высокотехнологичных отраслей промышленности по методике WorldSkills (Hi-Tech). Главный приз присудили сотруднице Росатома Светлане Тегенцевой. В общей сложности сборная госкорпорации завоевала 22 золотых и 5 серебряных медалей, став абсолютным победителем чемпионата. Эту победу можно считать свидетельством качества кадровой работы Росатома, а значит, косвенно и конкурсных процедур платформы «Россия – страна возможностей».

Напомним, в 27 компетенциях основного возрастного зачёта WorldSkills Hi-Tech 2019 сборная Росатома завоевала 22 золотых и 5 серебряных медалей. В рамках II Открытого Евразийского чемпионата по стандартам WorldSkills Росатом взял ещё 8 золотых медалей. В направлении «Навыки мудрых» 11 участников от Росатома удостоены 9 медалей: 7 золотых, 1 серебряной и 1 бронзовой. В направлении WorldSkills Juniors атомщики в 10 компетенциях принесли в копилку сборной 21 медаль: 8 золотых, 5 серебряных и 8 бронзовых.

С участниками чемпионата провёл встречу в режиме видеоконференции Президент РФ Владимир Путин. Глава государства отметил, что движение WorldSkills становится общенациональным, оно охватило все регионы, в нём участвует 3500 колледжей, 160 вузов, 25 крупнейших компаний России. «Это отвечает стратегическим задачам нашего развития, запросам системы образования, экономики, всего общества, – отметил Владимир Путин. – Фокус этой системы направлен на развитие талантов и способностей человека, создание широких возможностей для людей всех возрастов получить новые компетенции или новую профессию». Он пояснил, что проблема подготовки кадров, дефицита кадров необходимой квалификации характерна не только для России, но и для мирового рынка труда в целом. Если не предпринимать энергичных усилий для того, чтобы эти задачи решать, то, по оценкам экспертов, к концу 2030 года дефицит квалифицированных кадров в России может составить около 3 млн человек. «Это меньше, чем прогнозируется в других странах, но для России это очень много. Это может привести к потерям в российской экономике, которые будут измеряться сотнями миллиардов долларов недополученной прибыли», – сказал Владимир Путин. Для решения этой задачи президент поручил создать в структуре правительства центр поддержки движения WorldSkills.





Росатом возрождает флот полярной гидрографии

На Зеленодольском заводе им. А.М. Горького в Татарстане состоялась торжественная церемония закладки корпусов двух лоцмейстерских судов ледового класса Ice3, которые планируется задействовать в работах в акватории Северного морского пути.

Они предназначены для постановки, обслуживания и доставки на береговые объекты средств навигационного и радиотехнического оборудования, специалистов, снабжения, а также других мероприятий и работ в составе гидрографического обеспечения мореплавания по СМП. Стоимость сооружения двух судов составит более 1 миллиарда рублей. Суда будут построены по проекту BLV03. Их основные характеристики: длина – 35 метров, ширина – около 10 метров, осадка – 2,5 метра. Судно оснащается двумя главными двигателями мощностью 895 кВт и двумя винто-рулевыми колонками. Скорость полного хода – 12 узлов. Экипаж – 10 человек (с возможностью размещения еще 4 человек спецперсонала).

Суда строятся по программе строительства и модернизации гидрографического флота для ФГУП «Гидрографическое предприятие» (входит в ГК «Росатом») в рамках федерального проекта «Северный морской путь», входящего в комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года.

ATOMINFO.RU

В России показали эффективность уничтожения опасных радиоактивных отходов



Российские специалисты, работающие в рамках атомного проекта «Прорыв», добились уникального результата – они показали, что применение новых технологий «обезвреживания» опасных веществ, остающихся после переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ), позволит в три раза быстрее, чем считалось ранее, снизить опасность этих остатков до малого уровня опасности природного урана.

Об этом рассказал научный руководитель проектного направления «Прорыв» Евгений Адамов. Одной из целей проекта «Прорыв» станет последовательное приближение к так называемому радиационно-эквивалентному (равновесному) захоронению радиоактивных веществ (это означает, что на хранение будут отправлены отходы с той же радиоактивностью, что и извлечённое ранее из недр урановое сырьё). «В прошлом году мы получили уникальный результат. Если считалось, что для достижения радиационного равновесия нужно примерно 300 лет, то работы нашего главного радиоэколога, члена-корреспондента РАН Виктора Константиновича Иванова показали, что этот баланс, онкоравновесие (то есть вероятность раковых заболеваний от радиоактивных отходов и природного уранового сырья) достигается меньше чем за 100 лет, что позволяет рассматривать замкнутый ядерный топливный цикл на базе реакторов на быстрых нейтронах с трансмутацией минорных актинидов в качестве окончательного эффективного решения проблемы ОЯТ», – сказал Адамов.

РИА

В Росатоме сообщили о ходе испытаний «противоаварийного» топлива АЭС

Первая фаза реакторных испытаний российского так называемого толерантного ядерного топлива для АЭС, применение которого, как считается, поможет предотвращать тяжёлые аварии на атомных станциях, прошла успешно. Об этом сообщила пресс-служба ТВЭЛ. Первые экспериментальные тепловыделяющие сборки (ТВС) российского производства на базе толерантного ядерного топлива были в начале нынешнего года загружены для испытаний в исследовательский реактор МИР на предприятии НИИАР в Димитровграде.

В реакторе МИР для топливных кассет созданы условия, максимально приближенные к условиям эксплуатации и параметрам теплоносителей энергетических водо-водяных российских реакторов типа ВВЭР и зарубежных реакторов типа PWR.

«После первого цикла облучения обе ТВС были извлечены из реактора. Их предварительный осмотр не выявил ни изменений в геометрии тепловыделяющих элементов, ни повреждений поверхности оболочек», — говорится в сообщении. В мире активно идут работы по созданию толерантного ядерного топлива, устойчивого к

авариям с потерей теплоносителя. При таких авариях прекращается подача охлаждающей воды в активную зону ядерного реактора, что ведёт к перегреву ядерного топлива. В результате повышения температуры циркониевых оболочек тепловыделяющих элементов возникает так называемая парциркумиевая реакция, сопровождающаяся выделением дополнительного большого количества тепла и водорода, взрыв которого способен привести к разрушению конструкций атомного энергоблока и выходу радиоактивных веществ в окружающую среду.

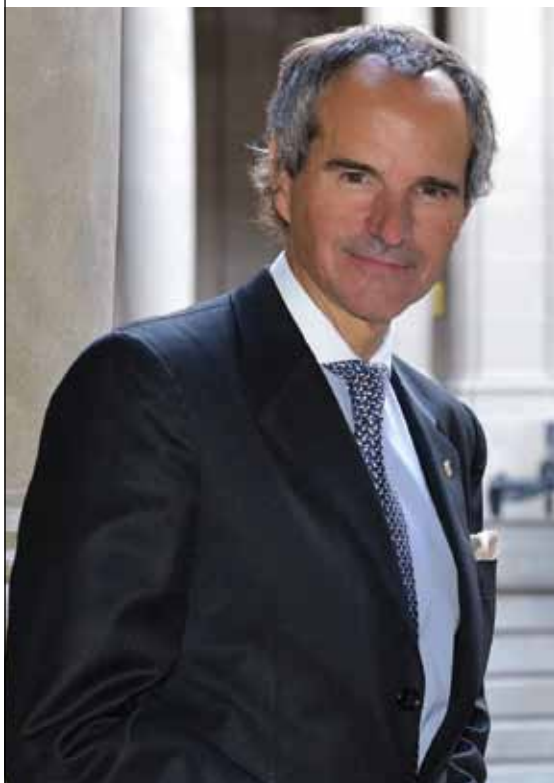
На основании данных, полученных после первой фазы испытаний, предстоит определить оптимальное сочетание материалов оболочки, а также выполнить расчёты и обоснования нейтронно-физических характеристик активных зон водо-водяных реакторов. Следующим важным этапом станет загрузка в энергетический реактор одной из российских АЭС опытных топливныхборок с отдельными тепловыделяющими элементами в «толерантном» исполнении, она планируется на 2020 год. В следующем номере «Вестника Атомпрома» читайте развёрнутый материал о создании толерантного топлива.

РИА



АТОМНАЯ ОТРАСЛЬ В МИРЕ

Избран новый генеральный директор МАГАТЭ



29 октября 2019 года Совет управляющих Международного агентства по атомной энергии выбрал представителя Аргентины Рафаэля Гросси новым гендиректором организации.

Рафаэль Мариано Гросси родился в 1961 году в Буэнос-Айресе. Окончил факультет политологии частного Аргентинского католического университета Санта-Мария-де-лос-Буэнос-Айрес и Институт дипломатической службы Аргентины (ISEN). Получил степень магистра и доктора истории и международной политики в Институте высших международных исследований Женевского университета (Швейцария). В 1998–2001 годах представлял Аргентину в НАТО. В те же годы был начальником канцелярии в посольстве Аргентины в Бельгии и Люксембурге, возглавлял группу экспертов по вопросу международного регистра оружия при ООН. В 2002–2007 годах возглавлял канцелярию генерального директора МАГАТЭ и Организации по запрещению химического оружия (ОЗХО). В этом качестве несколько раз посещал

Северную Корею, участвовал во встречах с представителями Ирана для достижения соглашения в ядерной области.

В 2007–2009 годах занимал должность специального советника по ядерным вопросам комитета по стратегическому планированию в Министерстве федерального планирования и инвестиций Аргентины, входил в государственную комиссию по космической деятельности (аргентинское космическое агентство). В 2011–2013 годах был заместителем генерального директора МАГАТЭ. В 2013 году назначен послом Аргентины в Австрии, постоянным представителем Аргентины при международных организациях в Вене. В 2015 году страны Латинской Америки и Карибского бассейна выдвигали Рафаэля Гросси на пост генерального директора МАГАТЭ. В 2016 году занял должность председателя Группы ядерных поставщиков (объединяет основных поставщиков и производителей ядерных материалов). Гросси является автором многочисленных статей и книг, в их числе монографии «Предпоследний Альянс: процесс расширения НАТО и новая карта международной безопасности» (1999 год) и «Косово, границы гуманитарного интервенционизма» (2000 год).

TACC



Сербия не намерена становиться ядерной державой

Эта страна не будет разрабатывать ядерное оружие, будущий центр ядерных исследований будет использоваться в мирных целях, заявил министр иностранных дел Сербии Ивица Дачич.

Ранее Россия и Сербия подписали соглашение о создании на территории республики при участии Росатома Центра ядерной науки, технологий и инноваций. По словам министра по инновациям страны Ненада Поповича, власти Сербии и Росатом могут начать строительство крупнейшего центра ядерных исследований в мирных целях уже в следующем году. «Речь идёт о центре, в котором ядерные технологии будут применять в медицинских целях. У нас нет никаких намерений становиться ядерной державой», — заявил Дачич.

Россия и Сербия в январе 2019 года заключили договор о сотрудничестве в сфере мирного атома. Ранее Попович сообщал, что ЦЯНТИ будет основан на современных технологиях, которые существуют в области применения атомной энергии в мирных целях.

РИА

Владельцы трёхблочной АЭС Palo Verde (США) изучают возможности организации на станции производства водорода

Растущий парк солнечных станций создаёт для АЭС Palo Verde трудности со сбытом электроэнергии в весенне-осенний период. Хотя станция может оставаться в строю как минимум до 40-х годов, её владельцы ищут креативные решения для улучшения её экономических показателей. Компания APS, крупнейший совладелец станции, сотрудничает с национальной лабораторией Айдахо с целью подготовить экономическое обоснование производства водорода. Небольшая опытная установка может быть построена рядом с атомной станцией в 2021 году. Помимо конкуренции с солнечными станциями, АЭС Palo Verde может вскоре столкнуться ещё с одной проблемой.

В качестве технической воды на этой станции используется оборотная вода, которую АЭС приобретает у соседних населённых пунктов. Но стоимость оборотной воды растёт, и после 2025 года такая вода может стать слишком дорогой. Таким образом, для продолжения эксплуатации владельцам АЭС придётся рассмотреть альтернативные источники водоснабжения.

АТОМИНФО.RU





Во Франции анонсировано создание нового реактора малой мощности NUWARD


В ходе 63-й сессии генеральной конференции МАГАТЭ французские чиновники и топ-менеджеры с большой помпой объявили о начале работ по созданию французского реактора малой мощности NUWARD. Редкий случай, когда о запуске нового проекта сообщается на генконференции МАГАТЭ, созываемой, строго говоря, вовсе не для подобных целей. Ещё большая редкость – появление на широкой публике Лоика Рокара, главы компании Technicatome, специализирующейся, как эфемистично говорится на её веб-сайте, на проектировании, строительстве, пуске и обслуживании «компактных ядерных реакторов».

О реакторе NUWARD известно немного – точнее говоря, практически ничего. Его мощность составит 170 МВт(э), на блоке будут одновременно устанавливаться два реактора. По мощности проект, очевидно, ориентирован на возможности турбин компании Alstom. Проект поддерживает не только компания EDF, но и французский атомный комиссариат. Французы также заключили соглашение с компанией Westinghouse, о котором было объявлено одновременно с первым представлением NUWARD. Но в кулуарах генконференции предположили, что соглашение с американцами будет касаться коммерческих, а не технических вопросов. Другое предположение, выглядящее обоснованным, – проект NUWARD будет использовать наработки французских транспортных реакторов.

В Китае разрабатывается новый сплав для атомных реакторов

Свойства никелевого сплава 690 и его сварочного материала FM52 могут быть улучшены за счёт снижения энергии дефекта упаковки (SFE). Численному моделированию этого процесса посвящена статья группы китайских исследователей из Сычуаньского университета науки и технологии. Сплав 690 применяется в западных реакторах как способ заменить сплав 600. Известно, что его сварочные материалы демонстрируют восприимчивость к образованию трещин, вызванных падением пластичности (DDC).

Ранее было найдено, что добавка ниобия повышает стойкость FM-52 к DDC. Также было показано, что эта стойкость зависит от величины SFE. В новой работе китайские исследователи численно проанализировали влияние на SFE добавок различных элементов – алюминия, кобальта, меди, гафния, марганца, тантала, титана, ванадия и вольфрама. Результаты расчётов показали, что в диапазоне температур от 0 до 1173 К снижения SFE можно добиться добавками кобальта или ванадия. Полученный объём расчётных данных будет полезен при разработке нового сплава на основе сплава 690 для применения в атомной энергетике.

A portrait of a man with short dark hair, wearing a dark blue suit jacket, a white shirt, and a dark purple tie. He is sitting at a desk with his hands clasped in front of him. The background is slightly blurred, showing what appears to be an office or library setting with bookshelves.

Что необходимо
для развития
конкурентоспособности
на мировом рынке
водородной энергетики?

ПЕРВЫЙ ЭЛЕМЕНТ



Будущее за водородной энергетикой. Сегодня это утверждение уже мало у кого вызывает вопросы. Однако несмотря на все преимущества водородной энергетике, человечество не спешит применять её в больших промышленных масштабах. И это при том, что водород получает все большее распространение и как экологически чистое автомобильное топливо, а также в автономных источниках электроэнергии мощностью до нескольких тысяч киловатт. Весьма эффективным способом получения водорода считается так называемое термохимическое разложение воды при использовании энергии высокотемпературного ядерного реактора с газовым охлаждением (ВТГР). Именно поэтому водородная энергетика на базе АЭС стала одним из направлений комплексной программы по развитию атомной науки и технологий, предложенной Росатомом. В этой связи компания «Русатом Оверсиз», отвечающая за продвижение на зарубежных рынках интегрированного предложения проектов ГК по сооружению АЭС и центров ядерной науки и технологий, проведёт исследования, необходимые для разработки и обоснования комплексной программы и дорожной карты госкорпорации в области водородной энергетике в глобальном и национальном масштабе. Насколько глубоко будут изучены все существующие бизнес-стратегии основных участников рынка водородной энергетике и что разработчики возьмут за основу для разработки конкурентоспособной бизнес-модели позиционирования Росатома на мировом и российском рынках, «Вестнику Атомпрома» рассказал вице-президент по маркетингу и развитию бизнеса АО «Русатом Оверсиз» Антон Москвин.



Какие преимущества сулит сегодня водородная энергетика?

Водородная энергетика использует в качестве накопителя энергии водород, который сам по себе экологичен. Он находит применение в таких отраслях, как транспорт, электроэнергетика и промышленность. Для транспорта водород служит источником экологически чистого топлива, в электроэнергетике — ценным энергоносителем для хранения и передачи энергии, в металлургической, нефтехимической и химической отраслях — в качестве сырья.

Одновременно с глобальным трендом на сокращение выбросов парниковых газов и потребностью в создании гибких энергосистем роль водородной энергетика начинает расти. Это наукоёмкое и высокотехнологичное направление, и потребуются крупные инвестиции, время и совместные усилия многих стран, чтобы оно заняло ведущие позиции на мировом энергетическом рынке.

В Германии сейчас действуют 45 водородных автозаправок, к 2030 году планируется открыть в десятки раз больше.

Как и в каких странах сейчас используется водородная энергетика?

В первую очередь это страны, ориентированные на высокотехнологичное развитие, в том числе Япония, США, Германия, Корея, Франция, Нидерланды. Россия также постепенно осваивает это направление. В целом, в мире водородные технологии широко применяются в транспортной отрасли — уже инвестировано порядка \$365 млн, а суммарный уровень планируемых инвестиций мировых транспортных лидеров, таких как Toyota, Honda, Daimler, Nissan, GM, к 2030 году может составить до \$10,5 млрд. Сегодня в Японии на дорогах ездят более 2 тысяч автомобилей с водородными топливными ячейками, к 2020 году этот показатель может достичь 40 тысяч. Из европейских стран можно отметить Германию: сейчас здесь действуют 45 водородных автозаправок, к 2030 году планируется открыть в десятки раз больше. В 2017 году были подписаны соглашения по производству 14 водородных поездов в ФРГ, два из них уже запустили. Это региональные поезда, их скорость 140 км/ч, вместимость каждого — около 300 человек, запас хода без дозаправки — 1000 км. Кстати, впервые поезда на водородном топливе были представлены во Франции в 2016 году.

В России водород главным образом используется в нефтепереработке, металлургии и химии, но в будущем может занять своё место и в транспорте, и в производстве электроэнергии и тепла, в том числе — в труднодоступных и изолированных регионах.





В 2017 году были подписаны соглашения по производству 14 водородных поездов в ФРГ, два из них уже запустили. Это региональные поезда, их скорость 140 км/ч, вместимость каждого – около 300 человек, запас хода без дозаправки – 1000 км.

В чём сложности внедрения водородной энергетики и каковы недостатки её использования?

Сейчас 95% всего водорода производится с использованием ископаемого топлива, это формирует значительный объём выбросов CO₂, что противоречит самой концепции водородной энергетики, которая должна способствовать решению экологических проблем. Таким образом, текущая модель производства водорода себя изживает. Рынок ищет технологию, которая позволит производить водород более чистыми методами. Сейчас это возобновляемые источники плюс электролиз, но это очень дорогостоящий способ, на него приходится от 5 до 10% производства.

Следующий шаг – обеспечить масштабное производство водорода. Сейчас 90% всего водорода производится на местах и прежде всего потому, что нет эффективной технологии его транспортировки и хранения. Для этого понадобятся совместные усилия стран, которые готовы инвестировать в данное направление. Это предполагает развитие сотрудничества в сферах образования и НИОКР, создание эффективных международных партнёрств и бизнес-моделей. При положительном сценарии к 2040–2050 годам только 35% водорода будет производиться на местах, остальные 65% займут доступные и чистые технологии централизованного производства водорода для последующей реализации на коммерческом рынке.

Безусловно, также важна поддержка на государственном уровне и принятие программы развития водородной энергетики, которая предусмотрит разработку нужных регламентов в секторах её потенциального применения. В данном направлении сейчас ведётся активную работу. На наш взгляд, потенциал и перспективы →



водородной энергетики в России позволяют включить данное направление в энергетическую стратегию Российской Федерации до 2035 года. Это позволит закрепить приоритетность направления на государственном уровне, что, несомненно, окажет положительное влияние на вектор развития водородной энергетики в нашей стране.

Какую роль может сыграть Росатом в развитии водородной энергетики?

В отрасли в этом году инициирована масштабная программа НИОКР, в рамках которой планируется развить компетенции во всех пределах цепочки поставок водорода — от технологий производства до создания систем инфраструктуры и интеграции. Первые результаты научно-исследовательских работ планируем получить уже к концу этого года, что позволит сформировать общее представление о наших дальнейших шагах. Прежде всего сейчас рассматриваем себя в качестве производителя водорода для коммерческого рынка. Однако в будущем не исключаем возможность развития и других компетенций, в том числе как производителя и поставщика оборудования. Говоря о сфере производства, хотелось бы отметить, что в краткосрочной перспективе планируем производить водород методом электролиза с использованием мощностей российских АЭС. Сейчас работаем над реализацией пилотных проектов, в будущем мы намерены организовать крупномасштабное производство.

Важно отметить, что наша страна обладает конкурентными преимуществами для любого типа производства — наличие резервов производственных мощностей, огромных запасов пресной воды, газа и других необходимых ресурсов, опытных технологий производства и транспортировки водорода, а также близость к потенциальным потребителям — странам Европы и Азии. Все основные элементы цепочки создания стоимости могут быть реализованы в партнёрских моделях. Так, в начале осени мы договорились с Японией о совместной разработке технико-экономического обоснования проекта экспорта водорода из России в Японию, которая является одним из лидеров на мировом рынке водорода.

Говоря о внутреннем потреблении, вслед за Германией в перспективе в России также могут появиться поезда на водороде. В этом году Росатом, РЖД, «Трансмашхолдинг» и Правительство Сахалинской области подписали соглашение о реализации совместного проекта, предусматривающего запуск поездов

В России водород главным образом используется в нефтепереработке, металлургии и химии, но в будущем может занять своё место и в транспорте, и в производстве электроэнергии и тепла, в том числе — в труднодоступных и изолированных регионах.





Рынок ищет технологию, которая позволит производить водород более чистыми методами. Сейчас это возобновляемые источники плюс электролиз, но это очень дорогостоящий способ, на него приходится от 5 до 10% производства.

на водородных топливных элементах. Пилотным регионом может стать Сахалинская область. В качестве первого шага стороны планируют проработать технические и коммерческие аспекты такого проекта, на основании чего будет принято решение о его дальнейшей реализации.

Какова стратегия госкорпорации в развитии этого направления?

Водородные технологии являются одним из приоритетных направлений госкорпорации, которое планируется развивать в коллаборации как с российскими, так и с международными компаниями. Сейчас Росатом вместе с ведущими российскими игроками энергетического рынка работает над развитием собственных технологий, бизнес-моделей интеграции водородной энергетики в экономику страны, формирует перечень необходимых мер государственной поддержки, а также поддерживает международные инициативы в этой области.

Мы видим большой потенциал развития данного направления. Сейчас над разработкой инновационных решений в области водородной энергетики трудится целый перечень организаций Росатома – АО «ОКБМ Африкантов», АО «Концерн Росэнергоатом», АО «Атомэнергомаш», АО «ТВЭЛ» и многие другие. Уверен, что наши усилия будут оправданы.

Сегодня где и в каких масштабах производится водород?

Как я уже говорил, сегодня 90% всего водорода производится на местах, при этом основным, наиболее проработанным методом производства является риформинг углеводородов. В частности, в настоящий момент методы добычи водорода в процентном соотношении распределяются следующим образом: 48% – из природного газа, 30% – из нефти и 18% – из угля. Оставшаяся незначительная часть объёма производства водорода приходится на электролизные методы. Если говорить об объёмах производства водорода, то общий ежегодный объём, по различным оценкам, составляет около 120 млн тонн.

Можете назвать примерную стоимость водорода, произведённого на АЭС?


Прежде всего, необходимо отметить, что потенциальная возможность предложения потребителям водорода по конкурентоспособной цене, пожалуй, одно из наших самых главных преимуществ. Безусловно, на конечную цену продукта влияет целый ряд факторов и в их числе нельзя не выделить цену на электроэнергию для производства и стоимость транспортировки. В нашем пилотном экспортном проекте мы как раз и хотим смоделировать сценарий, который потенциально в будущем позволит нам предложить партнёрам водород по их целевой цене. Значительное влияние в данном случае окажет возможность заключения свободного двустороннего договора на рынке электроэнергии и мощности, что позволит получить доступ к электроэнергии по цене ниже рыночной. Кроме того, обсуждаем с японскими партнёрами возможность организации транспортировки водорода с привлечением компетенций японских компаний, имеющих богатый опыт в данной сфере и соответствующие разработки. Более полное представление о цене конечного продукта получим только по результатам ТЭО. ●



КОГДА КРУГ ЗАМКНЁТСЯ

Методы переработки ОЯТ
в рамках проекта
«ПРОРЫВ»





«Прорыв» без преувеличения можно считать одним из самых значимых современных мировых проектов в ядерной энергетике. Его цель — замкнуть ядерный топливный цикл на основе реакторов на быстрых нейтронах, что позволит решить сразу две задачи: использовать компоненты ОЯТ для фабрикации нового топлива и принципиально снизить содержание в отходах опасных для человека элементов, которые будут сжигаться в быстром реакторе. Никто в мире всерьёз ещё не брался за решение столь грандиозной задачи на одной площадке в промышленном масштабе. Название «Прорыв» очень точно отражает суть проекта — ведь его реализация докажет возможность вывода атомной энергетики на принципиально иной уровень. В настоящее время на СХК строится завод по фабрикации смешанного уран-плутониевого нитридного топлива, планируется строительство реактора БРЕСТ-ОД-300 со свинцовым теплоносителем и разрабатывается технология завода по переработке облучённого топлива для создания опытно-демонстрационного энергетического комплекса, замыкающего ядерный топливный цикл. Разработка такого комплекса ведётся под научно-техническим руководством частного учреждения ГК «Росатом» «Инновационно-технологический центр проекта «Прорыв». Однако одной из главных задач проектного направления «Прорыв» была работа по совершенствованию, а по сути, наполнению новым содержанием технологических процессов по переработке ОЯТ. Об этой работе «Вестнику Атомпрома» рассказали сами учёные, которые занимаются решением этой проблемы.

О Т К Р Ы Т Ы Й И З А М К Н У Т Ы Й Ц И К Л

АНДРЕЙ ШАДРИН

Научный руководитель разработки технологий обращения с ОЯТ проекта «Прорыв», доктор химических наук

В России, как и в других странах, развивающих атомные технологии, сегодня реализован открытый топливный цикл, в котором используется фактически всего один проход топлива через реактор. Замкнутый цикл, предполагающий многократное использование топлива путём возвращения большей части элементов из ОЯТ обратно в реактор, на сегодня в мире полностью нигде не реализован. Однако на отдельных участках в этом направлении достигнуты определённые результаты. Так, в России

топливный цикл частично замкнут по урану. Подобные технологии применяются на ПО «Маяк», где в процессе переработки из ОЯТ различных реакторов извлекают уран с обогащением, достаточным для использования в реакторах РБМК. Его также можно использовать и в реакторах ВВЭР, но для этого уран необходимо дополнительно обогатить. При этом существующие технологии позво- →



В быстром реакторе можно дожечь нептуний и америций – те актиниды, которые сохраняют потенциальную опасность для окружающей среды в течение сотен тысяч лет.

ляют вовлекать в цикл лишь выгружаемый из реакторов ОЯТ уран, а плутоний в России вовлекается в цикл в ограниченных количествах, большая часть его пока отправляется в хранилище.

Во Франции, например, другая ситуация. Там практически нет технологий замыкания цикла по урану, и основные разработки связаны с замыканием по плутонию. На заводе «Маркуль» фабрикуется МОКС-топливо и отправляется в реакторы на облучение. Это один из путей замкнуть цикл – пропускать плутоний через реакторы на тепловых нейтронах, заметим, с невысокой эффективностью использования плутония. Одна из проблем заключается в ухудшении изотопного состава плутония при облучении с точки зрения использования его в тепловых реакторах. Экономическая эффективность такого замыкания неочевидна. А вот для быстрых реакторов такой плутоний приемлем и может быть вовлечён в цикл. Однако на сегодня два действующих промышленных реактора на быстрых нейтронах работают лишь в России – это БН-600 и БН-800.

Один из возможных путей развития атомной энергетики – осуществить замыкание топливного цикла через быстрые реакторы. Однако сначала необходимо убедиться, что это экономически эффективно. Расчёты подтверждают эффективность такого пути, но даже если при реализации эффективность начнёт снижаться, выгоды всё равно будут, в первую очередь экологические. То есть перерабатывается ровно столько ОЯТ тепловых реакторов, сколько необходимо для запуска нового быстрого реактора на смешанном уранплутониевом топливе, в котором содержатся и все объёмы выделенных при переработке ОЯТ тепловых реакторов нептуния и америция. Затем это топливо многократно используется в быстром реакторе, и в тепловые реакторы плутоний уже не возвращается. При этом в быстром реакторе можно дожечь нептуний и америций – те актиниды, которые сохраняют потенциальную опасность для окружающей среды в течение сотен тысяч лет, из-за которых мы будем вынуждены захоранивать отходы от переработки ОЯТ глубоко под землёй, тем самым пытаясь частично решить проблему захоронения долгоживущих высокоактивных отходов. Возможны и другие варианты организации топливного цикла, но в проектом направлении «Прорыв» разрабатывается именно этот. Таким образом, задача переработки ОЯТ быстрых реакторов актуальна. При этом важно понимать, что получение оружейного плутония и переработка ОЯТ тепловых реакторов с целью выделения из него плутония – это две совершенно разные технологии. Формально они реализуются в рамках так называемого ПУРЭКС-процесса, но они друг от друга настолько отличаются, что, по сути, имеют только общее название.



Замкнутый цикл, предполагающий многократное использование топлива путём возвращения большей части элементов из ОЯТ обратно в реактор, на сегодня в мире полностью нигде не реализован.



Н О В Ы Е З А Д А Ч И

ВЛАДИМИР **КАЩЕЕВ**

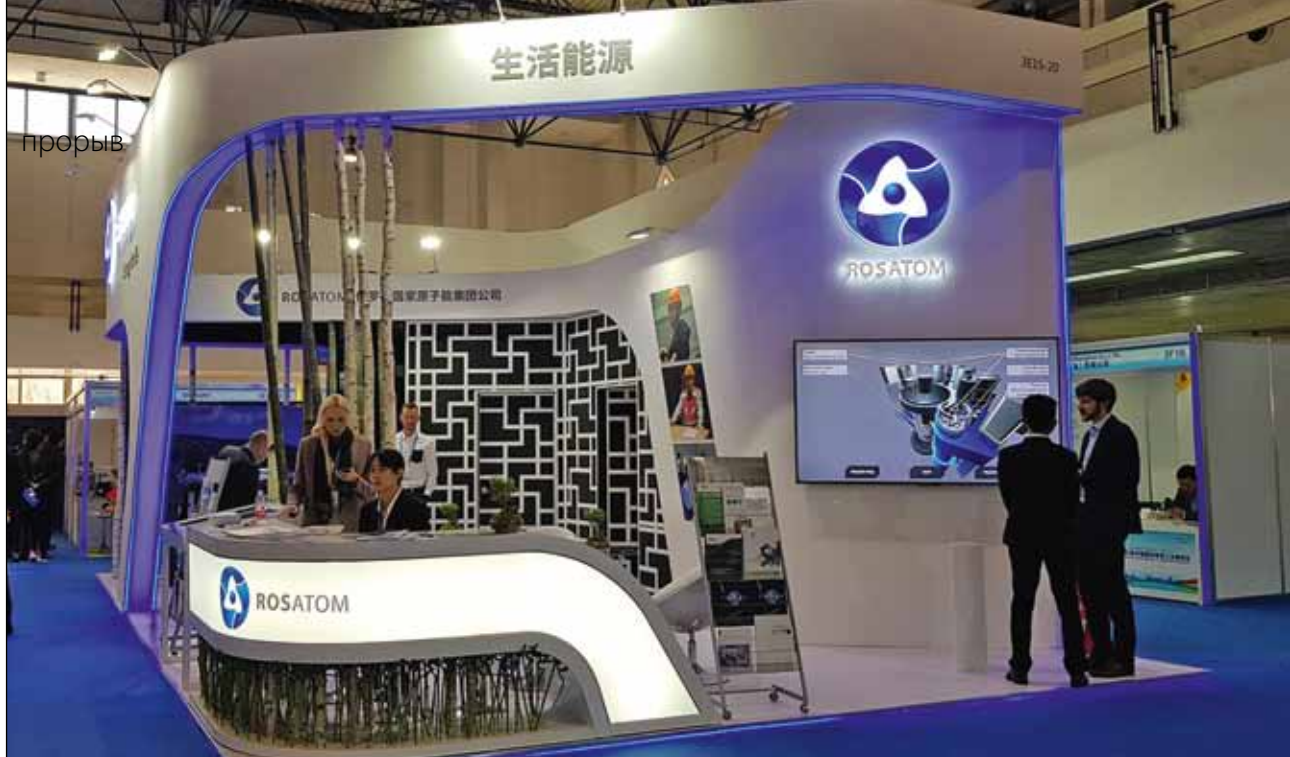
Директор отделения, занимающегося технологиями, связанными с переработкой облучённого топлива и обращением с РАО, кандидат технических наук

Проект «Прорыв» стартовал в 2011 году, и руководством перед ВНИИНМ была поставлена задача по усовершенствованию существующей технологии переработки топлива быстрых реакторов. При этом требовалось не просто переработать ОЯТ и выделить из него плутоний для возврата в топливный цикл, как эта задача ставилась для БН-800 в 80-х годах, а получить комплексную технологию, в том числе с выходом на радиоэкологическую эквивалентность образующихся РАО. Это существенно более сложная задача, требующая обеспечить при переработке ОЯТ не только более глубокое извлечение плутония, но и извлечение малых актинидов. В качестве площадки для создания основной экспериментальной базы (экстракционно-кристаллизационный стенд для работы с серьёзным количеством плутония и урана) был выбран СХК.

В 2011 году казалось, что поставленная задача не слишком сложна. На «Маяке» уже довольно давно промышленно использовалась ПУРЕКС-технология, которую планировали адаптировать под новое облучённое уранплутониевое нитридное топливо, однако не было понимания, что придётся искать фактически новые технологические решения. Технология ПУРЕКС для соответствия параметрам, обозначенным в «Прорыве», потребовала серьёзной модификации. Гидрометаллургическая (водная) технология, используемая на «Маяке», базируется на растворении топлива, извлечённого из реактора в водных растворах азотной кислоты. Однако заданные условия по переработке топлива с короткой послереакторной выдержкой не позволяли осуще-

«Маяк» начал перерабатывать топливо, когда выгорание составляло 25 МВт*сут./т топлива. Сейчас реакторы ВВЭР-440 достигли производительности 50 МВт*сут./т а ВВЭР-1000 уже достигли 70 мВт*сут./т, и будет больше.

ствить этот процесс из-за высокой температуры такого ОЯТ, так как растворы буквально закипали. Также использование традиционных решений становилось практически невозможным из-за высокого радиационного фона — без послереакторной выдержки топливо содержит много короткоживущих продуктов деления. В связи с этим предполагалось использовать высокотемпературную технологию переработки облучённого топлива в расплавах солей — пирохимию. Однако пирохимическая технология на тот момент была реализована лишь на лабораторном уровне с микроскопическими объёмами перерабатываемых веществ, что обусловило надежды на её перспективность и компактность, но в промышленных объёмах она ещё не была внедрена ни в одной стране мира. При этом технология требовала создания новых специальных материалов, способных выдержать температурные условия и влияние агрессивных сред, таких как расплавы хлоридов, а это отдельная специфическая задача. →



ПИРОХИМИЯ ИЛИ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЯ?

АНДРЕЙ **ШАДРИН**

Научный руководитель разработки технологий обращения с ОЯТ проекта «Прорыв»,
доктор химических наук

Изначально в качестве основного способа рассматривался пирохимический метод. И когда возникли опасения, что мы можем не успеть завершить все требуемые работы по пирохимии в соответствии с установленными сроками, попробовали изучить то, что можно сделать, усовершенствовав гидрометаллургию. В чём была основная проблема? Было принято считать, что для использования водной технологии надо выдержать ОЯТ 5–7 лет, чтобы топливо «остыло» и перестало интенсивно выделять тепло. Мы потратили три года для разработки методов, позволяющих сократить срок послереакторной выдержки ОЯТ до переработки до 2–2,5 лет. Преимущество пирохимии в том, что топливо можно забирать на переработку всего спустя два месяца после его выгрузки из реакторной установки. Таких параметров гидрометаллургия не достигнет никогда. По крайней мере, оставаясь экономически эффективной. Отсюда и возникла идея комбинировать два метода – водный и пирохимический. При этом гидрометаллургический метод был разработан не только комбинированный, но и полный – на случай страховки, так как промышленное использование пирохимии нигде в мире не освоено и риски при её внедрении объективно существуют.

Впервые идея комбинированной технологии была озвучена в 2011 году, а её автором стал главный научный сотрудник ВНИИНМ Владимир Волк. Справедливости ради, стоит подчеркнуть, что в дальнейшем исходное предложение было полно-

стью переработано и от него, по сути, осталась лишь сама идея сочетания гидрометаллургических и пирохимических процессов переработки. Жизнь показала, что реализовать эту идею оказалось совсем не просто. В первую очередь в «Прорыве» решалась проблема минорных актинидов – наиболее опасной части радиоактивных отходов в ОЯТ, обладающих долгим периодом потенциальной биологической опасности и, соответственно, наиболее жёсткими требованиями к их изоляции. Идеологами проекта «Прорыв» было принято решение актиниды в отходы не допускать – извлекать при переработке топлива и затем, в перспективе, дожигать их в реакторах. Проект «Прорыв» предусматривает последующее дожигание извлечённых из топлива актинидов в реакторе БРЕСТ. Концепция такова: плутоний вместе с америцием и нептунием включается в топливную композицию быстрого реактора и обращается там, не выходя больше за пределы топливного цикла, а все остальные отходы требуют отдельного обращения. Так, например, кюрий может храниться до распада в плутоний, который можно вводить в топливо быстрых реакторов либо же сразу сжигать кюрий в жидкосольевых реакторах (ЖСР).

« П Р О Р Ы В » И Э В О Л Ю Ц И Я П У Р Е К С - П Р О Ц Е С С А

МИХАИЛ ЛОГУНОВ

Кандидат технических наук, радиохимик

Переход от военной технологии извлечения оружейного плутония к переработке топлива ядерных энергетических реакторов произошёл в середине 1970-х годов. Это был качественный скачок, когда, оставив прежними принципы, перешли от простых технологий к более сложному их наполнению. Приведу пример, чтобы проиллюстрировать, насколько более сложную задачу пришлось решать. Когда растворяли стандартные урановые блоки для выделения оружейного плутония, растворы оставались чистыми, как слеза. Их почти не надо было фильтровать — практически отсутствовали взвеси и было очень мало химических примесей. Что это значит? После простой фильтрации раствор отправляли на экстракцию, которая работала стабильно, как «часы». В случае растворения ОЯТ энергетических реакторов резко возрастало количество двух видов примесей. Первый — это механические примеси, которые забивают перетоки в экстракционных аппаратах, тем самым практически останавливая технологический процесс. Военная технология не позволяла эффективно осветлять растворы с ОЯТ энергетических реакторов, так как взвеси стали другого типа, более мелкие, фильтры требовалось регенерировать, а этот процесс не был отработан. Второй тип — химические примеси, которые могли дать осадок, забивающий перетоки уже в ходе процесса экстракции раствора, очищенного от механических примесей. Помимо этого в военном топливе не было сложных химических составляющих, которые присутствовали в топливе с гражданских реакторов и оказывали значительное влияние на переработку, мешая процессу разделения.

ПУРЭКС-процесс изначально был предназначен для выделения только урана и плутония, все остальные элементы отправлялись в отходы. И если с отходами от переработки ОЯТ военных реакторов проблем не было, то отходы от топлива гражданских реакторов потребовали поиска новых решений, так как содержали значительное количество минорных актинидов, таких как нептуний, америций, кюрий, а также технеций — активный элемент с длительным периодом полураспада. Он

не слишком токсичный, но очень неприятный с точки зрения его влияния на технологию процесса. На стадии разделения урана и плутония технеций при переходе от военных технологий к гражданским стал давать непрогнозируемый эффект, препятствуя разделению урана и плутония. Энергетики заинтересованы, чтобы топливо вырабатывало больший ресурс через повышение выгорания. «Маяк» начал перерабатывать топливо, когда выгорание составляло 25 МВт*сут/т топлива. Сейчас реакторы ВВЭР-440 достигли производительности 50 МВт*сут./т топлива. И если для них такой показатель близок к пределу, то ВВЭР-1000 с этой отметки стартовали. Сейчас уже достигнуто 70 мВт*сут./т, и будет больше. К чему это приводит? В ОЯТ копится все больше осколочных элементов, и, как следствие, взвеси становятся всё мельче и мельче, при этом их количество растёт. Эти проблемы в значительной мере решили в период 70-х годов, была проведена большая работа, создали новые методы очистки, системы фильтрации и экстракционной переработки.

Следующий качественный технологический скачок оказался связан с реализацией проекта «Прорыв». Более того, этот проект кардинально изменил ситуацию, в том числе в технологиях осветления раствора. На «Маяке» до сих пор используются так называемые насыпные фильтры, которые плохо задерживают мелкие взвеси. Работать с такими фильтрами при переработке топлива быстрых реакторов практически невозможно. На «Маяке» по заказу проекта «Прорыв» были разработаны и реализованы методы мембранного осветления, которые нигде в мире до этого времени не применялись. Далее. При использовании прежних методов выделения урана из ОЯТ необходимо производить две ступени очистки, следствием которых является удвоенное количество радиоактивных жидких отходов. Что предлагает «Прорыв»? Экстракция, а затем кристаллизация. Причём метод кристаллизации предложен не только для выделения урана, но и для смеси уран-плутоний-нептуний. Благодаря этой технологии при переходе от процесса экстракции к кристаллизации объём жидких отходов сокращается в 5–6 раз.

Атомная энергетика должна развивать технологии для быстрых реакторов и переходить на замкнутый топливный цикл, пусть в перспективе 20–30 или даже 60 лет.

Технология ПУРЕКС для соответствия параметрам, обозначенным в «Прорыве», потребовала серьёзной модификации.

РАСЧЁТНЫЕ КОДЫ

ВЛАДИМИР **КАЩЕЕВ**

Директор отделения, занимающегося технологиями, связанными с переработкой облучённого топлива и обращением с РАО, кандидат технических наук

Ещё одно отличие «Прорыва» от других технологий – наличие расчётных кодов, помогающих установить временные границы и связи между различными стадиями технологии переработки облучённого топлива. Оптимизация этого процесса имеет большое значение, поэтому при разработке проекта было принято решение обеспечить его хорошим математическим сопровождением. Безопасность работы реактора ещё до его строительства уже давно рассчитывается при помощи математических моделей, в то время как для процессов переработки топлива такие модели раньше не применялись и в «Прорыве» разработаны впервые. Верифицировать их можно лишь после запуска проекта, и если это получится, то их можно будет использовать при проектировании других заводов по переработке ОЯТ и при конструировании оборудования, что позволит значительно сократить объём лабораторных испытаний, а также ускорить разработку новых технологий. Сегодня перед нами стоит задача запустить объекты «Прорыв» и приступить к практической реализации идей и технологий, заложенных в проекте. Была проведена колоссальная подготовительная научная и технологическая работа, и теперь мы хотим увидеть её реальное воплощение на действующем заводе. Проверить правильность наших расчётов и экспериментов на реальном производстве. Мы тщательно проработали все этапы и имеем все основания ожидать положительного практического результата.



Один из возможных путей развития атомной энергетики – осуществить замыкание топливного цикла через быстрые реакторы.





ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

АНДРЕЙ ШАДРИН

Научный руководитель разработки технологий обращения с ОЯТ проекта «Прорыв», доктор химических наук

На сегодня ВНИИНМ разработал технологию фабрикации топлива и два метода переработки ОЯТ: комбинированный (пиро + гидро) (пирохимическая часть разрабатывается в НИИАР и в Институте высокотемпературной электрохимии УрО РАН) и чисто гидрометаллургический. Иными словами, институт сделал всё для начала работ по проектированию завода по переработке ОЯТ на основе комбинированной водно-пирохимической технологии, с учётом возможности возникновения задержки в промышленном освоении пирохимии. Лично у меня нет сомнений в том, что пирохимическая технология реализуема, но переход от лабораторных

испытаний к промышленному применению может внести коррективы по времени реализации проекта. На этот случай и предусмотрена возможность перехода на чисто гидрометаллургическую технологию. Последние два года ведутся работы по снижению стоимости переработки ОЯТ, и сейчас это основная задача. Если рассуждать глобально, я считаю, что атомная энергетика должна развивать технологии для быстрых реакторов и переходить на замкнутый топливный цикл, пусть в перспективе 20–30 или даже 60 лет. В противном случае у атомной энергетики просто нет перспектив. И в этом смысле «Прорыв» — это прототип светлого будущего, к которому мы должны стремиться. ©

ВЗГЛЯД

**Как визуализация
данных помогает решить
климатические проблемы
человечества**

ПИТОНА

Для наиболее правильного достижения целей, поставленных в Парижском соглашении по ограничению изменений климата, необходимо учитывать все виды энергии, которые способны сократить выбросы парниковых газов. Но как собрать эти огромные данные и тем более представить их в визуальном плане для осознания глобальной проблемы человечества? Этот вопрос решили сотрудники АНО ДПО «Техническая академия Росатома», которые не только вошли в тройку победителей конкурса по визуализации данных, организованного МАГАТЭ, но и представили свой проект на международной конференции по изменению климата и роли атомной энергии, прошедшей в октябре в Вене. Работа руководителя проекта в проектом офисе «Подготовка персонала ядерной инфраструктуры» Ивана Андрюшина и специалиста по международной деятельности в международном центре по подготовке персонала ядерной инфраструктуры Евгения Варсеева представляет собой анимированную визуализацию большого массива данных о выбросах CO_2 по странам в зависимости от различных показателей для каждой из стран. Визуализация подготовлена с помощью языка программирования Python – современного средства-стандарта для анализа данных. «Вестник Атомпрома» отправился в гости к молодым учёным, с тем чтобы и вопросы задать, и проблему человечества оценить визуально.



ЕВГЕНИЙ **ВАРСЕВ**



ИВАН **АНДРЮШИН**

В чём заключается современный подход к визуализации данных относительно атомной энергетики? Насколько сложно эти данные собирать? Откуда и как вы их получали?

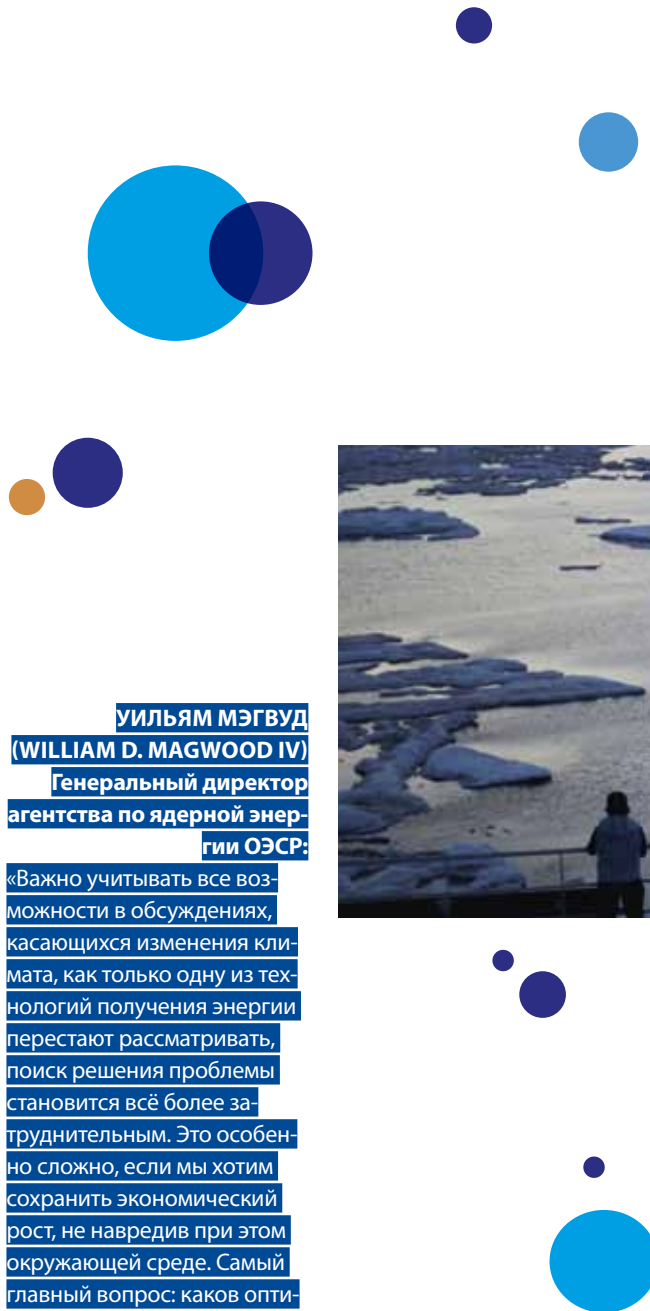
Е.В.: В современном мире нас окружает огромное количество информации, поэтому для того, чтобы привлечь внимание общественности к какой-то проблеме, мало просто говорить о ней, необходимо представить её таким образом, чтобы она выделялась в этом информационном поле и обращала на себя внимание. Программные средства сегодня позволяют представить огромный пласт данных в виде привлекательных диаграмм, при обсуждении специфических тем использовать образы, понятные и близкие каждому.

Атомная энергетика, безусловно, является одной из таких специфических тем, поэтому мы с моим коллегой с удовольствием приняли вызов МАГАТЭ по визуализации больших данных. Мы давно работаем в отрасли и прекрасно понимаем все сильные и слабые стороны ядерной энергетики, но лишь относительно недавно задумались над проблемой изменения климата. Изучив публикации на эту тему, окружив себя соответствующей литературой, мы поняли, что фундаментальное воздействие на окружающую среду в результате деятельности человека может быть снижено за счёт более широкого применения низкоуглеродных источников энергии. Атомная энергетика — ключевой элемент для отказа от углеводородной энергетики.

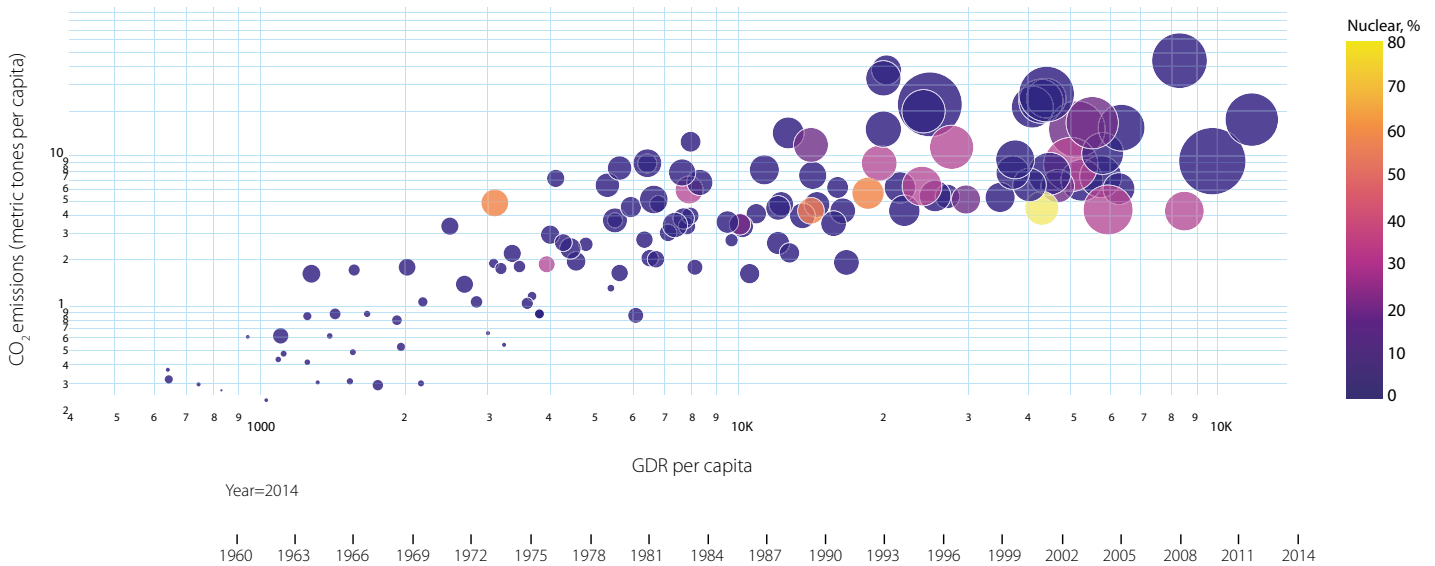
И.А.: Для того, чтобы передать эту мысль максимально ёмко и красочно, мы использовали язык программирования и общедоступный массив больших данных — статистику по экономическим параметрам 217 стран мира. Массив собирался уважаемой организацией — Всемирным банком, и находится в открытом доступе. Обработав массив из 50 тысяч записей, мы распределили их на временном интервале, за который они были собраны — 55 лет, и представили в виде анимированной диаграммы.

**УИЛЬЯМ МЭГВУД
(WILLIAM D. MAGWOOD IV)**
Генеральный директор
агентства по ядерной энер-
гетики ОЭСР:

«Важно учитывать все возможности в обсуждениях, касающихся изменения климата, как только одну из технологий получения энергии перестают рассматривать, поиск решения проблемы становится всё более затруднительным. Это особенно сложно, если мы хотим сохранить экономический рост, не навредив при этом окружающей среде. Самый главный вопрос: каков оптимальный баланс технологий и методов, который позволит нам достичь успеха?»



ROLE OF NUCLEAR POWER IN CLIMATE CHANGE MIGRATION



А что даёт новый взгляд на роль атомной энергетики? Иными словами – что нового может узнать человек о своём влиянии на изменения климата?

Е.В.: В первую очередь важно подчеркнуть решающую роль атомной энергетики в решении проблемы изменения климата. Вообще эта проблема обсуждается мировым сообществом довольно активно в течение последних двадцати лет со времён небезызвестного Киотского протокола, а новая волна обсуждения поднялась после подписания в 2015 году парижского соглашения 195 странами и ЕС. Предпосылки для обсуждения изменения климата более чем серьёзные – самые очевидные последствия этого изменения видны невооружённым глазом: три последних года поочерёдно били рекорды самых тёплых лет за всю историю наблюдений. Причём последствия этого потепления настолько серьёзны, что мы можем говорить только о снижении масштаба этого воздействия, вернуться к экологическому состоянию 50-летней давности уже просто невозможно. Причиной глобального изменения климата в первую очередь являются выбросы углекислого газа, одним из главных источников выбросов, в свою очередь, является энергетический сектор. Атомная энергетика – прекрасный пример высокоёмкого безуглеродного источника энергии, работа которого не зависит от внешних условий. К сожалению, положительные стороны ядерной отрасли очевидны только нам, специалистам, и если посмотреть отношение к атомной энергогенерации во всём мире, то картина вырисовывается не в пользу атома – уж слишком много скептиков, в первую очередь в Европе, где сразу несколько стран с большой долей атомной энергетики открыто заявляют об отказе от неё в ближайшем будущем. Это накладывает отпечаток не только на общественное мнение, но и на отношении молодёжи и будущих кадров.

ЛЮ ЧЖЭНЬМИН

Заместитель Генерального секретаря ООН по экономическим и социальным вопросам:

«Атомная энергия может оказать содействие в достижении целей устойчивого развития в повестке на 2030 год и задач Парижского соглашения по климату. С её низкими выбросами CO₂ атомная энергетика уже сегодня вносит свой вклад в сокращение выбросов и может это делать в будущем. Действующие атомные электростанции помогают предотвратить выбросы от 1 до 2 гига тонн эквивалента CO₂ в год, если говорить об альтернативах в виде газовой или угольной генерации».



ЛИ ЙОНГ
Генеральный директор
Организации Объединённых
Наций по промышленному
развитию (ЮНИДО):

«Доступная всем, надёжная и зелёная энергетика является ключевым фактором в промышленном развитии. Я приветствую дискуссию на этом форуме, посвящённом влиянию на климат и преимуществам ядерных технологий в этой области. Необходимо учитывать все технологические решения, которые позволят достичь целей ООН по борьбе с изменением климата и целей устойчивого развития».

АГНЕТА РИЗИНГ
Генеральный директор
Всемирной ядерной
ассоциации:

«Мировая атомная промышленность готова приложить усилия к тому, чтобы спасти нашу планету от изменения климата. Технология уже готова, она есть. Цепочка поставщиков готова. И наши кадры готовы. Но для того, чтобы достичь цели, нам также нужна и поддержка властей. Иначе возможности атомной энергетики не будут учтены или будут использованы не в полной мере».

И.А.: В нашей стране и с первым, и со вторым всё гораздо лучше — Росатом по-прежнему лидер в строительстве новых блоков, госкорпорация по привлекательности для молодёжи является работодателем номер один. Представить преимущества атомной энергетики в историческом аспекте и привлекательном для широкой публики виде, с использованием современных компьютерных технологий — это и есть открыть новый взгляд на её роль в решении проблемы изменения климата. Мы надеемся, что высокая ооновская трибуна, на которой представлялись результаты конкурса, как нельзя лучше послужит для продвижения образа атомной энергетики как передового и экологически чистого источника энергии.

Как исправить степень отрицательного воздействия на климат?

И.А.: Это очень правильный вопрос, на который нет простого ответа. Согласно прогнозам специалистов, в том числе тех, кто выступал на конференции МАГАТЭ, посвящённой роли атомной энергетики в проблеме изменения климата, для того чтобы снизить воздействие на окружающую среду, нам необходимо в первую очередь снизить долю угольной энергетики в мировом энергетическом секторе. Самый простой на первый взгляд способ — заменить угольные мощности ядерными и возобновляемыми источниками, что, кстати, с успехом делает Росатом как внутри страны, так и на мировой арене. Но для решения глобальной проблемы усилий госкорпорации мало, необходимы консолидированные усилия мирового сообщества. Наши прогнозы и прогнозы мировых экспертов говорят о возможном решении — темпы строительства на уровне 30 энергоблоков в год по всему миру. Однако мы понимаем, что такие темпы на сегодняшний день нереальны как с точки зрения воли мировых держав, так и просто с точки зрения возможностей промышленности. Поэтому наиболее практичные сценарии включают широкомасштабное внедрение новых технологий: реакторов малой мощности и так называемых гибридных систем, которые включают комбинацию из источников элетрогенерации нескольких типов. Они и стали ключевыми темами на конференции МАГАТЭ по климату.

Как вы проводили свою работу? Сколько она заняла времени?

Е.В.: Мы с моим коллегой — единственные участники конкурса, победившие командой. Это не первая наша совместная работа, знаем друг друга давно и хорошо знаем сильные и слабые стороны друг друга, мы использовали их при подготовке работы. Я предложил идею Ивану, он сформировал структуру работы и выбрал инструмент. Над поиском данных пришлось повозиться. Знаете, не так много репрезентативных, надёжных источников данных находится в открытом доступе. Однако нам удалось найти необходимые данные в сжатые сроки. После того как первая версия проекта была готова, начался итерационный

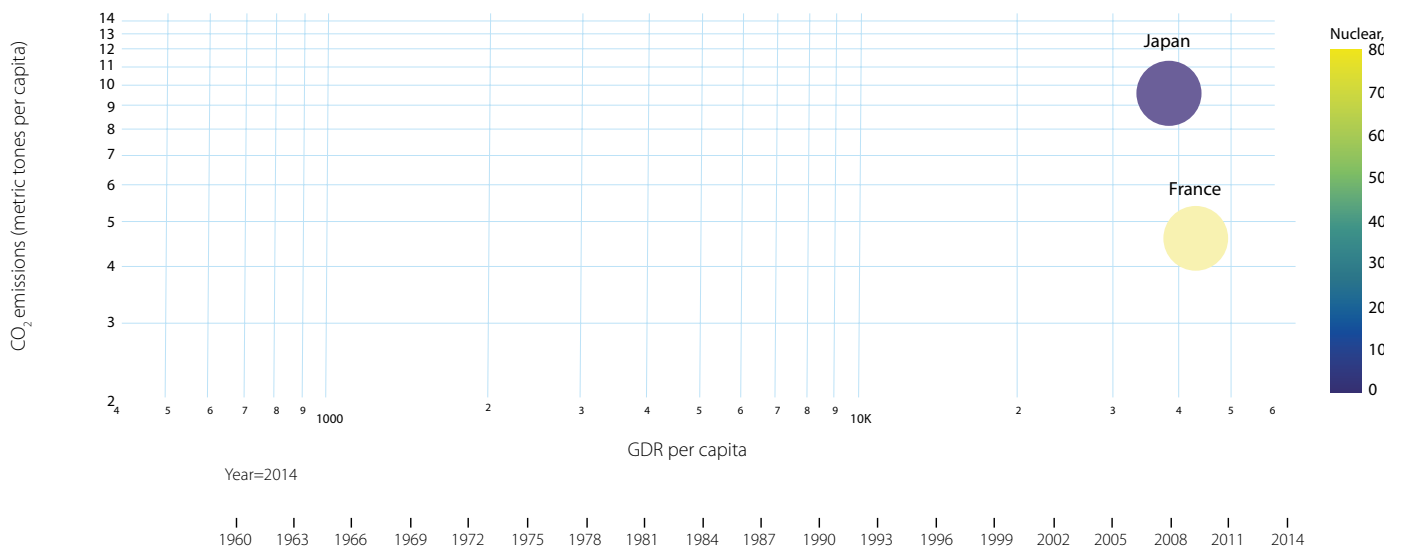


КОРНЕЛ ФЕРУЦЭ

**Исполняющий обязанности генерального
директора МАГАТЭ:**

«Сложно представить, каким образом могут быть достигнуты цели по сокращению выбросов парниковых газов, если в ближайшие десятилетия не будет увеличена доля атомной энергии в энергобалансе».

ROLE OF NUCLEAR POWER IN CLIMATE CHANGE MIGRATION



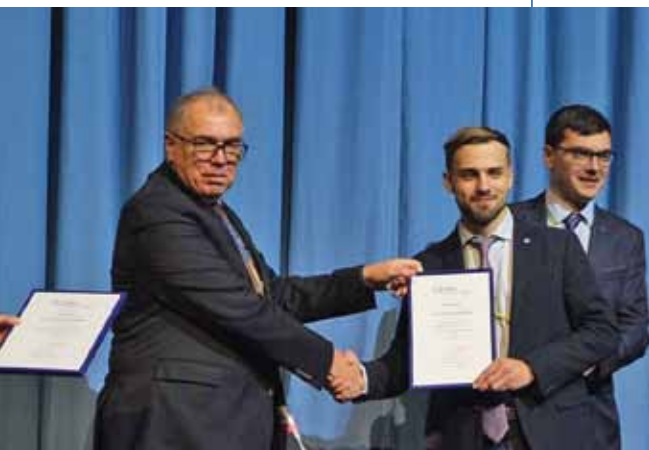
НАША СПРАВКА:

Термин «большие данные» (big data) характеризует совокупности данных с возможным экспоненциальным ростом, которые слишком велики, слишком неформатированы или слишком неструктурированы для анализа традиционными методами. Наука о данных (data science) – это междисциплинарная область, которая использует научные методы, процессы, алгоритмы и системы для извлечения знаний из структурированных и неструктурированных данных. С её помощью можно делать прогнозы и принимать решения, используя аналитику и машинное обучение

процесс его улучшения, в ходе которого мы обменивались мнениями в поиске правильного решения. Но подготовка анимации – это только полдела. Для представления на конкурс необходимо было также подготовить короткое и ёмкое описание проекта и основных идей, которые мы хотели донести, и эту задачу я взял на себя. Так как мы занимались проектом факультативно, в свободное от работы время, в общей сложности потребовалось около месяца, чтобы довести его до логического завершения. В результате у нас получился продукт, который мы с гордостью представили на рассмотрение конкурсной комиссии МАГАТЭ и заслуженно стали одними из победителей.

Что такое Python и его номер в индексе ТЮВЕ?

И.А.: Как мы уже говорили, современный подход к визуализации данных с использованием современных программных средств позволяет по-новому взглянуть на роль атомной энергетики в решении проблемы изменения климата, а также помогает привлечь новую аудиторию к проблеме. Одним из наиболее гибких программных инструментов для анализа данных на сегодняшний день является язык программирования Python – по сути, признанный стандарт в области анализа больших данных, номер три в индексе ТЮВЕ. Индекс оценивает популярность языков программирования на основе подсчёта



ХЁСОН ЛИ

Глава межправительственной группы экспертов по изменению климата:

«Для того чтобы зафиксировать рост среднегодовых температур на уровне 1,5 градуса Цельсия, следует действовать в трёх направлениях. Во-первых, это повышение энергоэффективности. Во-вторых, повышение уровня электрификации. И в-третьих, декарбонизация производства электроэнергии. Атомная энергетика может внести вклад в декарбонизацию энергосистемы в течение ближайших 30 лет, несмотря на вызовы, которые перед ней стоят, включая экономическую эффективность в сравнении с ископаемыми видами топлива. В борьбе с изменением климата должны быть использованы все возможности».

результатов поисковых запросов. Поэтому неудивительно, что для визуализации массива из более чем 50 тысяч записей в этой работе мы использовали его для визуализации данных из реферируемого банка данных – Всемирного банка.

Утверждается, что с увеличением доли ядерной энергии в энергетическом балансе страны уровень выбросов CO₂ снижается. Почему это происходит? Чем в этом смысле хуже возобновляемые источники энергии?

Е.В.: Дело в том, что основная причина изменений климата – повышение концентрации углекислого газа в атмосфере, а главные источники углекислого газа – сельское хозяйство и энергетическая отрасль. Так как АЭС при работе углекислый газ в атмосферу не выбрасывает, они являются чистой альтернативой угольным станциям. Ситуацию с уменьшением выбросов CO₂ прекрасно иллюстрирует наша визуализация. На диаграмме видно, что страны с высокой долей ядерной электрогенерации (например, Франция) имеют меньшие показатели по выбросам CO₂. Главное преимущество атомной энергетики перед возобновляемыми источниками энергии – масштаб и условия работы. Атомные станции могут работать в так называемом базовом режиме, снабжая регион сотнями гигаватт электричества вне зависимости от погодных условий и времени суток. Тем не менее нельзя забывать про слабые стороны АЭС – они требуют значительных капитальных затрат на строительство, поэтому в краткосрочной перспективе неизбежно взаимовыгодное сосуществование атомных и возобновляемых источников энергии.

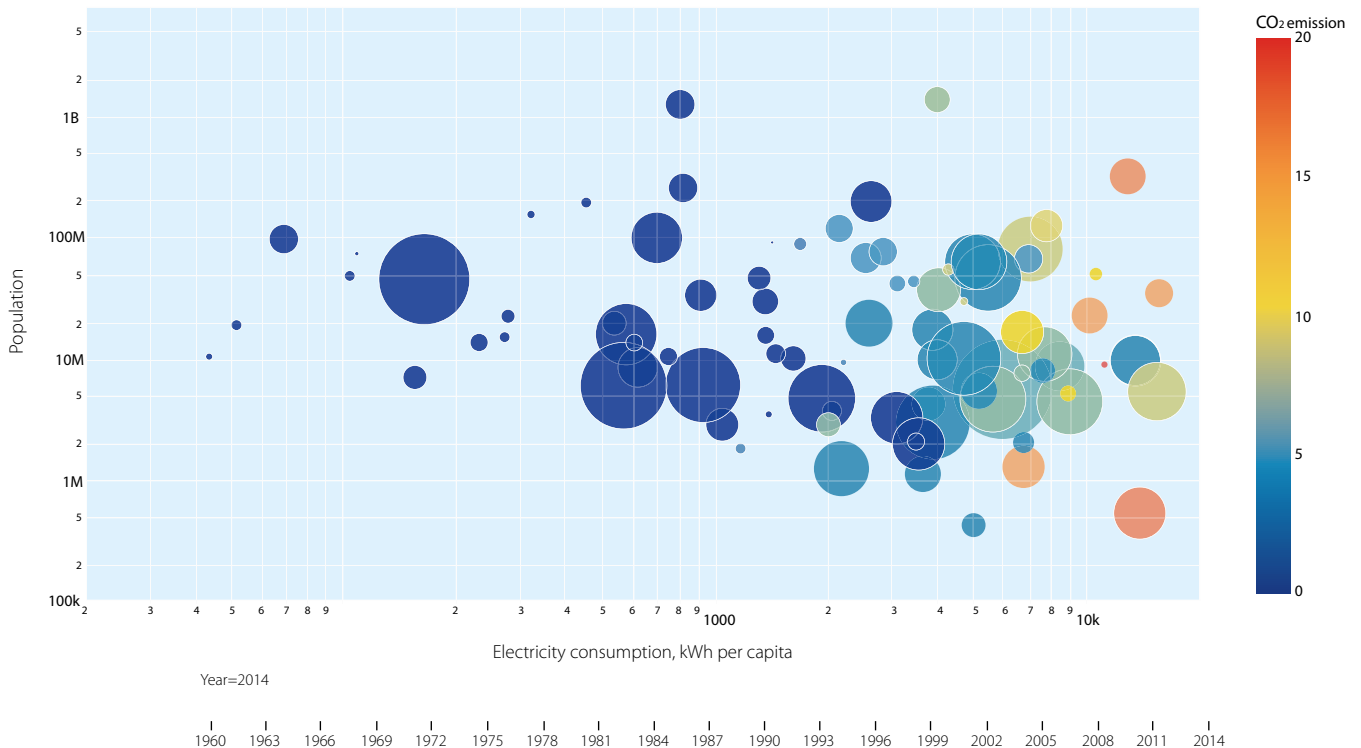
Давайте теперь немного поговорим о конкурсе МАГАТЭ: в чём его задача и каково значение для решения климатических проблем?

И.А.: Конкурс МАГАТЭ по визуализации данных проводился как отдельное событие в рамках первой конференции агентства по изменению климата. Его целью являлось создание «креативной аналитической визуализации данных о роли ядерной энергетики в решении проблемы изменения климата». Проведение конкурса явилось, по сути, демонстрацией возможностей современных технологий для двух целей, приоритетных в агентстве – коммуникация с общественностью и анализ больших массивов данных. Поэтому и выступления победителей конкурса, и последовавшая за ними панельная дискуссия о роли визуализации данных подтвердили высокий потенциал современных технологий data science и big data в атомной отрасли.

А как проходила непосредственно сама презентация?

Е.В.: Презентация проходила в штаб-квартире МАГАТЭ в присутствии около 50 участников конференции. В первой части подсекции победители представляли свои работы: мотивацию, данные и инструменты, которыми они пользовались. Второй частью мероприятия стала панельная дискуссия при участии руководителя секции аналитики МАГАТЭ, последовавшая за выступлением победителей. Участники ответили на вопросы публики и модератора заседания, подчеркнув, что данное мероприятие – отличный пример демонстрации потенциала технологии data science и big data в атомной отрасли.

ROLE OF RENEWABLES IN CLIMATE CHANGE MIGRATION



Многие эксперты утверждают, что никакой проблемы глобального потепления не существует. Что вы можете им ответить?

Е.В.: Во-первых, нужно говорить не просто о глобальном потеплении, а именно о глобальном изменении климата, ведь в результате влияния человеческой деятельности на окружающую среду всё чаще происходят экстремальные события – ураганы, засухи, пожары. Потепление – только одно из последствий. Согласен, скептиков, отрицающих глобальное изменение климата, очень много. Чего скрывать, я и сам пару лет назад был в их числе. Но обычно всех скептиков в данном вопросе объединяет одно – они не знакомы с результатами конкретных исследований состояния климата. Читать научные работы довольно скучное занятие, да и требует некоторых усилий для понимания, гораздо проще заявить, что всё это ерунда и ничего не доказано. Между тем в последнее время появляется всё больше материалов на эту тему, написанных простым, популярным языком. Причём это именно научные материалы, которым присущи все свойства научных работ, они проверяемы и воспроизводимы. Поэтому таким скептикам, которых много и среди моих друзей и знакомых, я обычно отвечаю фразой, которую любил повторять один из замечательных преподавателей во времена моей учёбы в МИФИ: «Учите матчасть». Я призываю проявить любопытство к этой теме всех, ведь она касается каждого из нас, не важно представителем какой отрасли мы являемся. ©

ФАТИХ БИРОЛЬ
Исполнительный директор
международного энергетического
агентства ОЭСР:

«Мировые выбросы достигли рекордных уровней. Растёт опасное несоответствие между докладами о выбросах, конференциями, планами правительств и тем, что происходит на самом деле. Растёт число докладов, дискуссий, выступлений, но выбросы по-прежнему увеличиваются. Задача властей – тех, которые озабочены проблемами изменения климата и энергетической безопасности, – обеспечивать поддержку действующих АЭС, создавать условия для продления их срока эксплуатации, а все страны мира должны рассмотреть возможности новых технологий, таких как малые модульные реакторы. Мы сейчас не в той ситуации, чтобы выбирать из технологий только «любимчиков».

БЛАГОПРИЯТНЫЙ ПРОГНОЗ



Где и как создают
самый большой в
России ветропарк

Армавирский ветровой коридор — так называют некоторые районы Республики Адыгея. Из-за близости Чёрного моря и особенностей рельефа ветер дует здесь постоянно, и так продолжается миллионы лет. Поэтому именно Адыгея выбрана местом реализации масштабного проекта в области зелёной энергетики. Здесь создаётся самый большой в России ветропарк.



Каждая лопасть ветрового колеса – как 15-этажный дом, 50 метров высотой. Диаметр самого ротора – больше 100 метров. Его поднимает 500-тонный кран. Таких ветрогенераторов будет 60, а вырабатываемой ими электроэнергии хватит на ближайший город Майкоп. Это один из самых нестандартных проектов российской атомной энергетики.

АЛЕКСАНДР КОРЧАГИН
Генеральный директор АО «Новавинд»:

«И атомная энергетика, и ветроэнергетика не осуществляют выбросов в окружающую среду. Как вы сможете видеть, ветроустановки стоят перед кукурузным полем. Рядом поле пшеничное. Атомная энергетика и ветроэнергетика – это две высокотехнологичные области. И если с атомной энергетикой всё понятно, то про ветроэнергетику скажу, что в ней применяются новейшие материалы, новейшие технологии. Они используются и в генераторах, и в конструктивных особенностях башни, а также в композитных материалах, которые применяются и в гондоле, и в лопастях».

Задача ветропарков заключается в том, чтобы обеспечивать энергией районы, которые не являются промышленными центрами и не требуют сверхмощностей атомной станции. После окончания строительных работ здесь останется лишь несколько человек персонала. Подстанция аккумулирует энергию со всех ветрогенераторов. Вокруг подстанции можно увидеть чернозём, который на следующий год будет засеян. Каждый ветрогенератор занимает лишь небольшой пятючок земли. Ключевой элемент всей энергоустановки – это фундамент. Его части уходят под землю на 22 метра. Всё это позволяет выдерживать энергоустановке колоссальные нагрузки. В тот момент, когда мы писали эти строки, на высоте скорость ветра достигала почти ста километров в час.

АНДРЕЙ НЕСТЕРУК**Заместитель руководителя дивизиона «Ветроэнергетика» по обеспечению жизненного цикла ветропарков:**

«Давайте взглянем на элемент анкерной корзины. Она забетонирована на всю глубину. На глубину больше, чем мы видим здесь в наружной части, в бетон. И всё это создаёт значительную жёсткость, которая и позволяет ветроэнергетической установке быть устойчивой к любым ветрам».

Технологию создания ветропарков Росатом осваивает, сотрудничая с одним из самых известных голландских производителей ветрогенераторов. Каждая установка собирается из крупных узлов прямо на месте строительства. Каждый отдельный сегмент крепится к следующему. И так у нас с вами на глазах растут секции.

65% каждой такой установки делается в России. Точки производства – Волгодонск, Омск, Московская область, Санкт-Петербург. Мощность ветрогенератора – около 2,5 мегаватта. На первом этапе будут производиться только они, но в будущем появятся более мощные генераторы – около 4 мегаватт. А значит, и более мощные установки. Технологическая линия как раз сейчас создаётся на территории Атоммаш в Волгодонске.



Каждая лопасть ветрового колеса – как 15-этажный дом, 50 метров высотой. Диаметр самого ротора – больше 100 метров. Его поднимает 500-тонный кран.

АЛЕКСАНДР КОРЧАГИН**Генеральный директор АО «НоваяВинд»:**

«Сегодня мы видим порывистый сильный ветер. При 15 метрах в секунду машины обычно паркуются и останавливаются, чтобы поймать наиболее комфортный ветер от 6 до 12 метров в секунду, который позволяет эффективно вырабатывать электроэнергию».

В строительстве ветропарка принимают участие около 60 специалистов. На каких-то участках сборка ведётся в две смены. Запуск парка в Республике Адыгея запланирован на конец 2019 года.

АЛЕКСАНДР КОРЧАГИН

Генеральный директор АО «Новавинд»:

«Сегодня мы реализуем программу трансфера таких технологий, то есть фактически обучаем персонал, привозим производственные линии. С нашей стороны это не требует каких-то сложных доработок этих технологий. И мы загружаем российскую промышленность с точки зрения производства всех узлов и агрегатов для данной ветроустановки».

Республика Адыгея не только стала местом первого большого ветропарка Росатома, но и таким тестовым полигоном для отработки всех нюансов технологии. Одна из самых сложных логистических операций проекта — доставка 50-метровых лопастей. В Адыгею их привозили из Новороссийского порта автопоездами. В караване лишь две машины, а скорость их перемещения достигала всего 50 километров в час. В кабинах автопоездов по два водителя. Второй при необходимости выходит на улицу и управляет задней площадкой, чтобы хоть как-то вписать автопоезд в поворот. Даже с минимальным углом поворота автопоезд занимает весь перекрёсток шоссе.

1→

Технологию создания ветропарков Росатом осваивает, сотрудничая с одним из самых известных голландских производителей ветрогенераторов.



1→



С помощью ветра можно получить около 30% энергии от той, что сейчас производят все электростанции в стране.

СЕРГЕЙ КИСЕЛЁВ
Механик-водитель:

«Машина ДПС закрывает, отсекает встречную полосу. Машина прикрытия ещё тоже выходит. И уже тягач проходит по встречной полосе. Выходит второй водитель, подключает пульт сзади и уже вручную выкруливает».

В ноябре прошлого года лопасти приходилось завозить даже по снегу. Хотя здесь, на юге России, хорошо, если он выпадает пару раз за зиму. Тем не менее все стресс-тесты непогоды строящийся ветропарк прошёл на отлично. И уже в июне этого года здесь был собран первый ветрогенератор. Сейчас к работе готовы 30 установок, то есть половина парка, а работы по монтажу остальных приостанавливаются только на высоте в периоды очень сильных ветров, когда дует больше 15 метров в секунду. ©

ПЁТР АКСАНИЯ

Директор филиала АО «НоваВинд» в Волгодонске:

«На данном этапе работают две бригады. Порядка 22 человек, они работают в две смены, собирают комплекты ветроэнергетической установки: гондола-ступица-генератор. На сегодняшний день уже собрано порядка 43 таких комплектов».

С помощью ветра можно получить около 30% энергии от той, что сейчас производят все электростанции в стране. Причём Россия считается крупнейшим ветродромом мира. Больше всего ветра на архипелаге Новая Земля и на Сахалине. Станции, возможно, появятся на Кольском полуострове и даже в районе Санкт-Петербурга. Но в первую очередь ветровая энергетика нужна сельскохозяйственным районам на юге страны. Там планируется создать от 6 до 10 ветропарков. Ещё одним центром ветроэнергетики в России будет Ставропольский край. И как раз сейчас здесь начинается создание второго ветропарка: 84 установки, общая мощность – 210 мегаватт. Одновременно со строительством здесь же, в Ставропольском крае, будет подобрана ещё одна новая площадка, где установят уже 150 ветрогенераторов.

Таких ветрогенераторов будет 60, а вырабатываемой ими электроэнергии хватит на ближайший город Майкоп.





ФЁДОР БУЙНОВСКИЙ

НАРАЩИВАТЬ СКОРОСТЬ АДАПТАЦИИ



Год от года скорость изменений нарастает. В стремительно меняющейся реальности успех сопутствует только тем, кто способен быстро обучаться мыслить по-новому. Пока Россия с трудом, но успевает адаптироваться к флуктуациям глобальных трендов. Возможно, умение выходить в лидеры, находясь на самом краю, одна из глубинных особенностей нашей страны.

К этому нашему умению восстанавливаться из руин, раз за разом отменять, казалось, неизбежный бесславный конец относятся с уважением многие народы. Индусы, например, приводят Россию в качестве примера того, как из технологически отсталого государства можно превратиться в лидера по ряду технологий и диктовать свои условия мировому рынку.

Но, возможно, мы лидируем на этих рынках ещё и потому, что эти ниши большие игроки уже покинули или вот-вот покинут, устремившись в другие перспективные потоки будущего. О том, куда несётся стремительный поток истории и что несёт нам каждый новый поворот его русла, представили Джой Ито, директор лаборатории MIT Media Lab, и профессор Джефф Хоуи, редактор журнала Wired — авторы книги «Сдвиг». Они изложили девять основополагающих принципов функционирования новой системы правил и ценностей, формирующейся буквально на наших глазах.

Эмерджентность против авторитета

Интернет дал нам возможность обмениваться мнениями и найти свои «группы интересов». Эти группы образовали системный организм, объединённый общими характеристиками и действиями. Это и есть эмерджентность — системность и коллективный разум превосходили авторитет единиц, лишённый общей силы и разнообразия. Результат — рождение качественно лучших идей, представляющих интересы и взгляды многих. Авторитарная власть «сверху — вниз» постепенно уступает власти сообществ.

Притягивание против проталкивания

Отныне в мире, где всё находится на расстоянии клика, больше нет необходимости обременять себя ненужными в данный момент знаниями, оборудованием, капиталом. Всё нужное мы «притягиваем» в момент возникновения нужды в этом. Всё происходит в динамике и постоянно обновляется, потому что информация и материальные ресурсы удовлетворяют актуальный на конкретный момент спрос. Как пример, аутсорсинг: при необходимости мы прибегаем к экспертному мнению или услуге. Кроме того, временно привлечённые сотрудники — это свежий взгляд «со стороны».

Притягивание действует как рычаг, при помощи которого современные коммуникационные технологии и снижение стоимости инноваций смещают силу от центра на периферию, делая возможными неспрогнозированные открытия и давая новаторам возможности дать ход своим умениям. И, что лучше всего, люди получают возможность найти не только то, в чём нуждаются, но и то, о необходимости чего они даже не подозревали.

Компасы против карт

Наше будущее слишком непредсказуемо, и цель может измениться уже в пути. Сейчас куда важнее понимать общее направление своего движения, быть гибким, а не концентрироваться на детальном маршруте к конкретному пункту. План и видение пути, разумеется, тоже нужны, но в условиях перемен важнее следить за траекторией движения, а не вглядываться в карту, чтобы сделать ещё один шаг.

Риск против безопасности

Пора принять, что мы живём в эпоху колоссальных возможностей и рисков. Интернет подарил нам знания и молниеносный способ коммуникации, взамен нам пришлось пожертвовать безопасностью личных данных. Чтобы совершить технологический прорыв, инвестору приходится идти на большой риск, ведь сегодня как никогда трудно предугадать, какая идея окажется успешной. Мы рискуем безопасностью данных ради новых возможностей. Время смириться, что у нас не выйдет обезопасить себя от всего. Но, рискуя, мы можем совершить новые открытия.

Неповиновение против покорности

Инновации требуют креативности, а креатив требует свободы от ограничений. «Никто еще не получил Нобелевскую премию за выполнение того, что ему говорят, или следование чьим-то наброскам», — пишут авторы книги. Компаниям со строгими порядками пора адаптироваться к переменам и позволить творить и «не повиноваться», если они хотят генерировать новое.

Конечно, грань между полезным и вредным тонка и будет видна лишь в ретроспективе, но творчество, гибкость и продуктивные перемены требуют ставить существующие законы и правила под сомнение, уверены Ито и Хоуи.



Практика против теории

Сегодня ждать, строить планы и проверять теории нет времени — всё слишком быстро меняется. Чтобы успеть, нужно просто делать, а потом уже совершенствовать. Запуск продукта и программное обеспечение больше не требуют большого капитала. Мы можем позволить себе эксперимент, теоретически не обоснованный. Не упустить и эффективно использовать главные ресурсы нашей эпохи — время и идею — можно лишь на практике.

Разнообразие против квалификации

Чем меньше человек знаком с дисциплиной, тем вероятнее, что он отыщет решение проблемы, — установили в Гарвардской бизнес-школе. Эксперты, учившиеся в одних и тех же университетах, получили не только большой объем знаний, но и одинаковый набор методов и «слепых пятен». Люди же «извне» имеют другой опыт и подходы. Поэтому диверсификация опыта важнее повышения уровня квалификации, ведь именно она позволяет открывать новые подходы и находить самые невероятные решения.

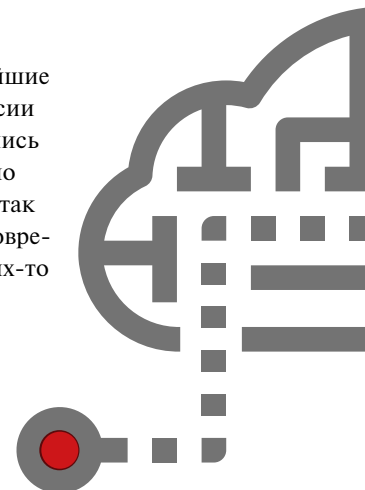
Устойчивость против силы

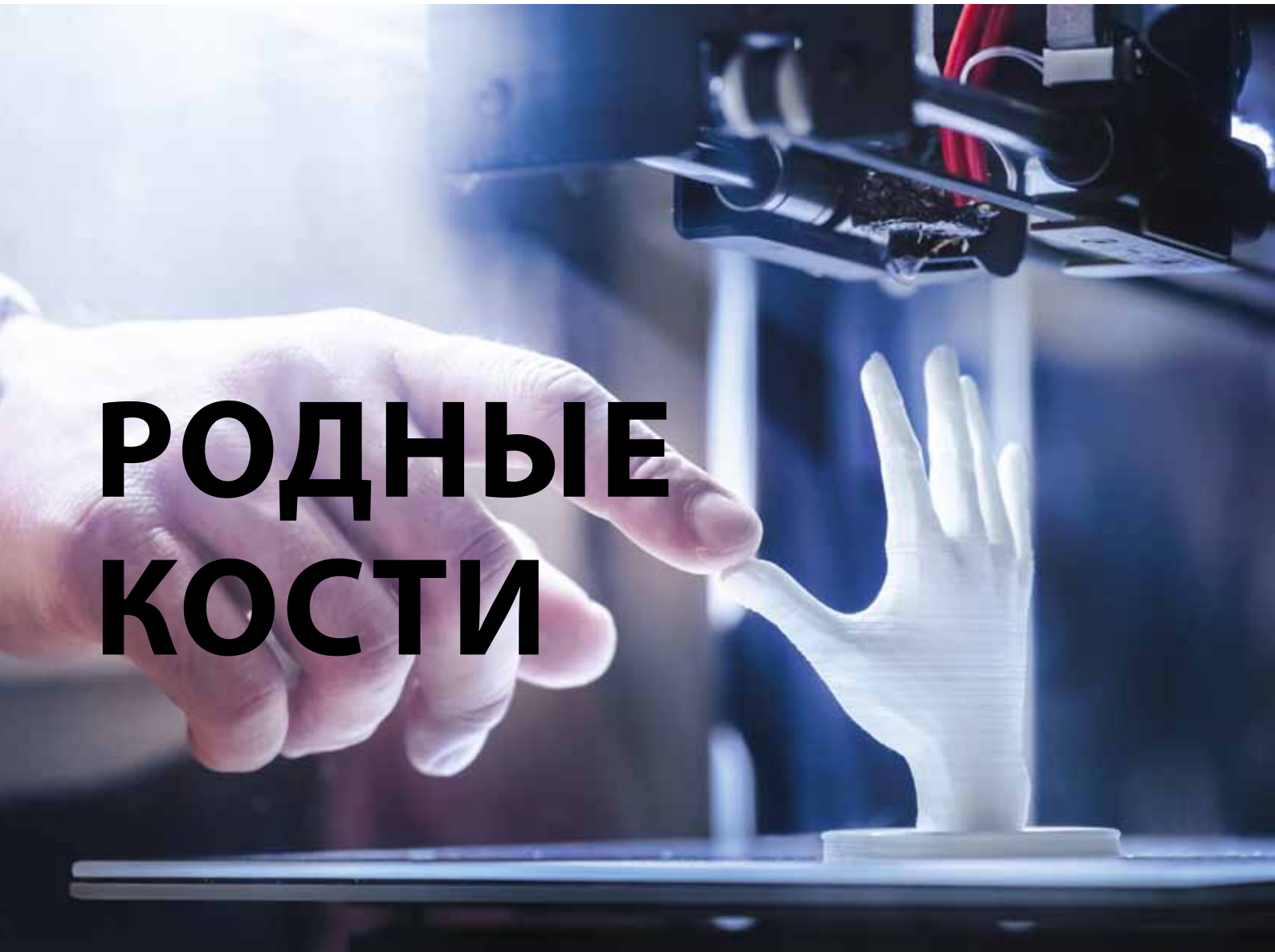
В этом принципе скрыта аллегория о сильном дубе, который может снести порывом ветра, и устойчивой, гибкой тростинке, которая на ветру лишь покачнется. Ветер перемен, несущий как технологические прорывы, так и новые опасности, всё время испытывает современный мир на прочность. Сегодня выживут не те, кто тащит на себе багаж ресурсов, планов и систем безопасности — сильные и громоздкие компании, а организации, готовые адаптироваться, которые двигаются налегке и смогут быстро восстановиться после очередного «урагана».

Система против объектов

Наука щедро одарила нас технологичными объектами, но сами по себе они не представляют никакой пользы. Задача будущего — внедрить эти технологии и создать системы гармоничного полезного взаимодействия этих объектов. Их полезность будет измеряться потенциалом системного взаимодействия, а не индивидуальными характеристиками. А значит, от нас требуются системность и масштабность мышления.

Каким образом это видение будущего будут внедрять у себя глобальные технологические компании, мы увидим в ближайшие год-два. Хотя уже сегодня появляются удивительные профессии и специальности, о существовании которых мы не догадывались каких-нибудь лет 10 назад: комьюнити-менеджер, инженер по синтетической биологии, специалист по большим данным и так далее. Все эти люди занимаются деятельностью, о которой современные физики-атомщики даже не подозревают. А ведь каких-то неполных сто лет назад ядерная физика была инновацией. ●





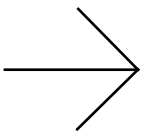
РОДНЫЕ КОСТИ

Кто и когда создаст в России полный цикл массового производства индивидуальных медицинских имплантатов?



ЕВГЕНИЙ ГРИГОРЬЕВ

Компания «РусАТ» планирует в 2021 году начать серийное производство на 3D-принтерах российских индивидуальных медицинских имплантатов. Предполагается создать полную производственную цепочку с использованием российского оборудования и технологий — начиная от изготовления порошка до ПО и конечного изделия. Это будет первое подобное производство в России. Об особенностях и преимуществах использования аддитивных технологий в медицине, рынке имплантатов и перспективах проекта «Вестнику Атомпрома» рассказал исполнительный директор компании «РусАТ» Евгений Григорьев.



Евгений Александрович, расскажите, пожалуйста, об истории развития 3D-печати в контексте её применения в медицине, а также особенностях и преимуществах этой технологии для изготовления имплантатов.

Первые технологии 3D-печати возникли достаточно давно, и изначально в качестве материала использовали пластик. Пионерами можно считать такие компании, как 3D Systems (США) и EOS (Германия), а также целый ряд производителей, запатентовавших свои решения в области аддитивных технологий и их применения. К концу 2010 года истёкшие сроки патентной защиты на технологии подтолкнули целый ряд производителей, в том числе тех, кто ранее не интересовался технологиями печати (в том числе металлами), к созданию собственного оборудования. Этот период можно считать точкой начала роста рынка аддитивных технологий и началом внедрения этих технологий в промышленность, которая ранее достаточно скептически относилась к зарождающейся непроверенной технологии и огра-

В процессе создания участок по производству имплантатов, и по плану он должен начать работать к концу 2020 года.

Сегодня хирург делает рентген-снимок, далее по этому снимку, используя пластиковую печать или просто ручную, изготавливаются макеты костей и имплантата. Если макет подходит, на его основе вытачивают имплантат.

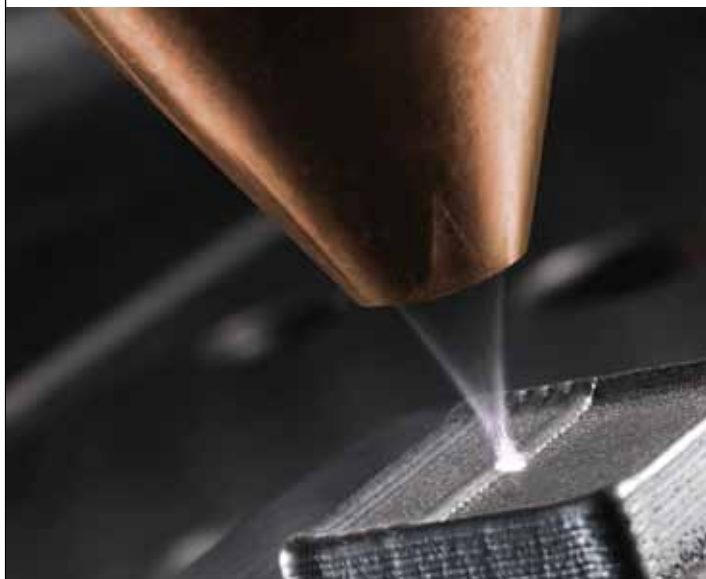
ничивала рынок её применения сугубо прототипами. Основной же среди многих разработанных на тот момент времени технологий стала технология slm (селективное лазерное плавление), применяемая для печати металлами и их сплавами и сохраняющая и по сегодняшний день лидерство на рынке технологий аддитивного производства.

Основными игроками на этом рынке стали американская 3D Systems, а также немецкие Concept Laser, SLM Solutions и EOS. В 2017 году на рынок вышла компания GE Additive, купившая Concept Laser и шведскую компанию Arcam. Российские машины начали появляться в виде опытных образцов в 2015–2016 годах. Одну из первых таких машин сделал Росатом, и по сегодняшний день этот принтер успешно работает в ЦНИИТМАШ.

В России также и ряд других компаний начали выходить на этот активно развивающийся рынок. Также активно развиваются технологии и производство принтеров, работающих с пластиком. Есть ряд компаний, которые делают подобные машины хорошего качества и поставляют их не только на внутренний рынок, но и на мировой, но для металлической 3D-печати у нас, как правило, используют импортное оборудование. История создания технологии печати имплантатов связана с развитием 3D-принтеров, как один из результатов поиска потенциальных направлений их применения.

В чём эффективность производства имплантатов на аддитивном оборудовании?

Прежде всего эта технология позволяет создавать уникальные по форме имплантаты, конфигурация которых будет в точности соответствовать участку костной ткани, требующей восстановления. Помимо этого при изготовлении имплантатов стандартными методами – резкой, токарной и фрезерной обработкой – поверхность получается гладкая, и чтобы имплантаты хорошо приживались, её приходится огрублять. Использование аддитивных технологий не только сразу решает эту проблему, так как поверхность получается более шероховатая, но и даёт возможность создавать пористые структуры, которые значительно лучше приживаются в теле человека.



Аддитивная печать имплантатов – стык медицины и высоких технологий. Как осуществляется подобная стыковка? Врач делает рентген, смотрит, какая должна быть конфигурация кости, определяет требуемые параметры имплантата, а затем вы его изготавливаете в соответствии с заявленными врачом требованиями?

Цепочка более интересная, но в традиционной медицине это происходит таким образом: хирург делает рентген-снимок, далее по этому снимку, используя пластиковую печать или просто ручную, изготавливаются макеты костей и имплантата. Если макет подходит, на его основе вытачивают имплантат. Если требуются типовые имплантаты, например, части к тазобедренному суставу, то, как правило, берется уже готовый набор стандартных образцов, из которых прямо во время операции подбирается наиболее подходящий, подгоняется и имплантируется пациенту.

Мы предлагаем более инновационный метод изготовления имплантатов: сначала проводится томография повреждённых частей тела, далее по этому файлу строится 3D-модель, которая загружается в специализированное ПО для виртуальной реконструкции костного элемента, затем проводится цифровое планирование операции и создание необходимых узлов для крепления имплантата к кости. После проведения этих этапов на SLS 3D-принтере печатается пластиковый макет имплантата для примерки изделия. Если образец подходит, то на его основе печатают имплантат из медицинского титанового порошка для проведения операции и вживления в организм пациента. Наш метод производства имплантатов сокращает время с момента обращения пациента к врачу до проведения операции в несколько раз.



Для печати разных имплантатов, как правило, используется один и тот же материал – медицинский титан порошковый высокочистый. Это позволяет печатать различные имплантаты на одном 3D-принтере.

На какой стадии находится реализация вашего проекта? Вы собираетесь наладить полный цикл производства – начиная от изготовления порошков, принтеров и заканчивая печатью конечного изделия?

На сегодня разработано ПО, идёт его тестирование и отладка. В процессе создания участок по производству имплантатов, и по плану он должен начать работать к концу 2020 года. До этого необходимо получить сертификацию, дающую право производить медицинские изделия. Изготовление порошков предполагается наладить на Чепецком металлургическом заводе, который является производителем высокотехнологичной титановой продукции. Создание собственного производства титановых порошков целесообразно по нескольким причинам. В мире в целом дефицит подобного высокотехнологичного сырья, к тому же оно подпадает под ограничения на поставку в Россию, поскольку может быть использовано в разных целях. При импорте порошка также встаёт вопрос, связанный с сертификацией, возможно, даже придётся тестировать каждую ввезённую партию. При собственном производстве этот вопрос решается гораздо проще. Для печати разных имплантатов, как правило, используется один и тот же материал – медицинский титан порошковый высокочистый. Это позволяет печатать различные имплантаты на одном 3D-принтере. В зависимости от размера рабочей камеры машины можно загрузить примерно 20 разных имплантатов и изготавливать их одновременно. Такой метод экономически эффективен, ведь чем больше изделий печатаешь при одной загрузке, тем ниже оказывается их себестоимость. Мы используем 3D-принтеры собственной разработки, что позволит нам эффективно использовать этот способ и влиять на себестоимость изделий.





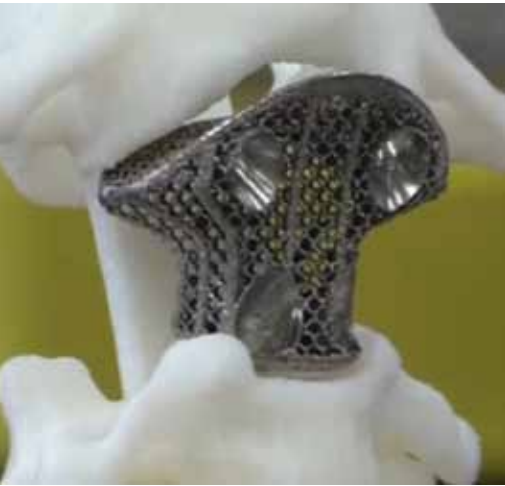
На рынке сегодня наблюдается дефицит подобного рода изделий? Каковы будут конкурентные преимущества вашей продукции?

Сегодня имплантаты в основном заказывают за рубежом. В России также есть компании – производители имплантатов, но они изготавливают типовые образцы, под которые врачам приходится подгонять кости пациента. Наша технология позволит, наоборот, изготавливать имплантат под кость. Есть и российские производители индивидуальных имплантатов, но их доля невелика, большинство же производит типовые, а не индивидуальные изделия. В целом, в России дефицита имплантатов нет. Проблема в другом. Во-первых, при заказе за границей имплантат приходится долго ждать, а во-вторых, его цена оказывается довольно высока. Поэтому нашими конкурентными преимуществами прежде всего будут высокая скорость поставки и более привлекательная цена. Как правило, имплантат, заказанный за границей, приходится ждать от двух недель до месяца. Мы ставим цель поставлять индивидуальный имплантат в течение 5 дней, максимум недели. Цена, по нашим расчётам, будет ниже на 15–20%. При этом мы рассчитываем, что наша продукция будет более качественная. Однако самое главное преимущество – удобство для врачей, ведь наше ПО решает целый ряд задач по изготовлению и конфигурации имплантата, в том числе моделируя и саму операцию.

Что представляет собой процесс сертификации? Сертифицируется вся производственная цепочка или её отдельные звенья?

Процесс сертификации достаточно сложный. Нужно сертифицировать не только конечный продукт – имплантат (к слову, опытные образцы наших имплантатов уже прошли доклинические испытания на животных), но и производство в целом. Оно должно отвечать всем требованиям к изготовлению медицинских изделий: к персоналу, технологическому процессу, соответствующей упаковке и так далее. Набор требований достаточно большой. Несколько облегчает задачу то, что не нужно сертифицировать само производство порошка. Использовать при производстве медицинский титановый порошок – вот это требование есть. Первые партии порошка, видимо, будут импортные, но с запуском производства на ЧМЗ необходимость в закупках отпадёт.

В России также есть компании – производители имплантатов, но они изготавливают типовые образцы, под которые врачам приходится подгонять кости пациента. Наша технология позволит, наоборот, изготавливать имплантат под кость.



Имплантат, заказанный за границей, приходится ждать от двух недель до месяца. Мы ставим цель поставлять индивидуальный имплантат в течение максимум недели. Цена, по нашим расчётам, будет ниже на **15–20%**.



Когда вы планируете начать поставки готовой продукции и какую долю рынка вы рассчитываете занять в краткосрочный период?

Мы планируем в течение 2020 года завершить создание производства и осуществить его сертификацию, а в 2021 году начать изготовление имплантатов. Объём российского рынка изделий для травматологии и ортопедии составляет порядка 20 млрд рублей, из которых 17 млрд — это импорт, а 3 млрд — отечественное производство. В рамках этих 3 млрд мы, используя свои конкурентные преимущества, рассчитываем занять нашей продукцией порядка 20% рынка. Затем посмотрим, как будет развиваться ситуация. Если спрос на наши изделия будет расти — можно без проблем нарастить объёмы, так как мы используем принтеры собственной разработки и в любой момент можем произвести дополнительные машины. Но это вопрос будущего. На сегодняшний день программа-минимум — занять 20% от объёма внутреннего производства. К слову, если посмотреть на стратегию успешных компаний, внедряющих прорывные решения, например Apple, её доля на рынке мобильных устройств составляет от 15 до 20%. И этого вполне достаточно для того динамичного развития и повышения капитализации которое ежегодно показывает компания, занимая новые рынки. При этом в каждом из них устойчиво поддерживая сегмент своего потребителя. Может, и нам тоже не стоит стремиться охватить весь рынок, но занять нишу с нашими клиентами с уникальным для рынка продуктом.

Вы вышли на рынок, что дальше? Будете совершенствовать технологию, оптимизировать производство?

Следующий этап — переход к цифровизации производства и отладка этого процесса. Мы хотим добиться того, чтобы врач-

хирург благодаря нашему ПО мог проще, быстрее и эффективнее проводить операции. В рамках нашего проекта разрабатываются специальные программы, в том числе программа моделирования имплантатов из титановых сплавов с применением новых технологий. Это фактически формирование нового способа реализации. Сегодня к врачу привозят набор имплантатов, он его вскрывает, выбирает, какой лучше подойдёт пациенту, применяет в операции, а остальные возвращает назад. После возврата производитель опять дополняет набор, заново стерилизует, упаковывает и снова отправляет врачу. Переупаковка, пересылка — это затраты. Наша технология позволит от этого уйти, быстрее планировать операции и снижать затраты, как следствие — операция будет обходиться пациенту гораздо дешевле. Сегодня в России есть компании, производящие индивидуальные имплантаты. Однако они используют импортные принтеры и порошки, а их доля на рынке крайне невелика. Доминируют стандартизированные образцы, под которые подгоняются кости пациента. Мы будем первыми, кто создаст в России полный цикл массового производства индивидуальных имплантатов, создаваемых под конкретного человека на базе аддитивных технологий с использованием отечественных принтеров и порошков. ©

ЭВОЛЮЦИЯ СИСТЕМЫ

Комплектующие АСУ ТП переходят на отечественную электронную компонентную базу

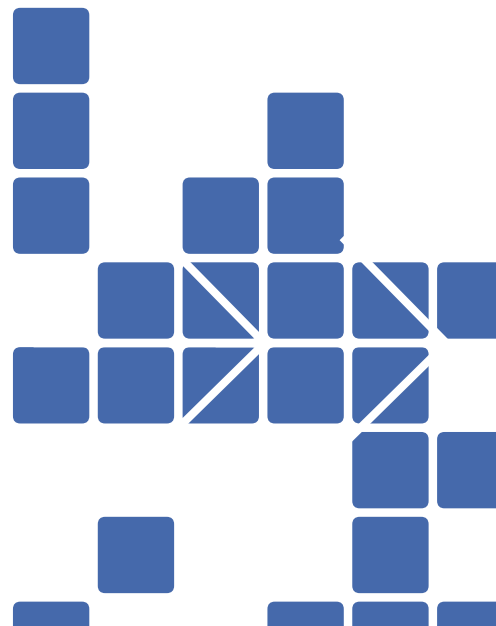


АЛЕКСАНДР КУЛАЙ

Можно ли создать новое поколение АСУ ТП, опираясь на отечественную компонентную базу электроники, и как скоро российские производители смогут её обеспечить? Об этом и других насущных проблемах отечественной электронной компонентной базы (ЭКБ) «Вестнику Атомпрома» рассказали руководитель Управления мониторинга и тендеров АО «РАСУ» Андрей Гордеев и руководитель направления АО «РАСУ» Александр Кулай



АНДРЕЙ ГОРДЕЕВ





Давайте для начала проясним терминологию: понятие «электронная компонентная база» сегодня что в себя включает и какие, собственно, объёмы входят в ЭКБ?

А.К.: ЭКБ – это электрорадиоизделия, а также электронные модули нулевого уровня, представляющие собой совокупность электрически соединённых единиц. Они образуют функционально и конструктивно законченные сборочные единицы, которые предназначены для приёма, обработки, преобразования, хранения, передачи информации или формирования энергии и, выполненные на основе несущих конструкций, обладают свойствами конструктивной и функциональной взаимозаменяемости. Определение сложное, но важна каждая его часть. Собственно, ЭКБ – это те элементарные составные части, из которых создаётся радиоэлектронная аппаратура. Начиная с таких простых изделий, как резисторы и конденсаторы, и заканчивая сложными, как, например, система на кристалле или в корпусе.

Сейчас применяется несколько тысяч типоминималов ЭКБ. Задача унификации важна для сокращения этого перечня.

А.Г.: Существует различная трактовка того объёма, что входит в ЭКБ, в нашем случае это то, без чего завод-производитель не может выпустить электронные функциональные модули. Это активные и пассивные компоненты, электросоединители и кабельная продукция, используемая внутри изделия, это различные установочные элементы, которые влияют на электрические характеристики, заземление и стабильность аппаратуры в переходных режимах – словом, наша трактовка номенклатуры достаточно широка. Фактически, имея базовый комплект ЭКБ, завод-изготовитель в состоянии произвести из него функционально законченный модуль, чтобы дальше использовать в составе АСУ ТП и электротехнического оборудования.

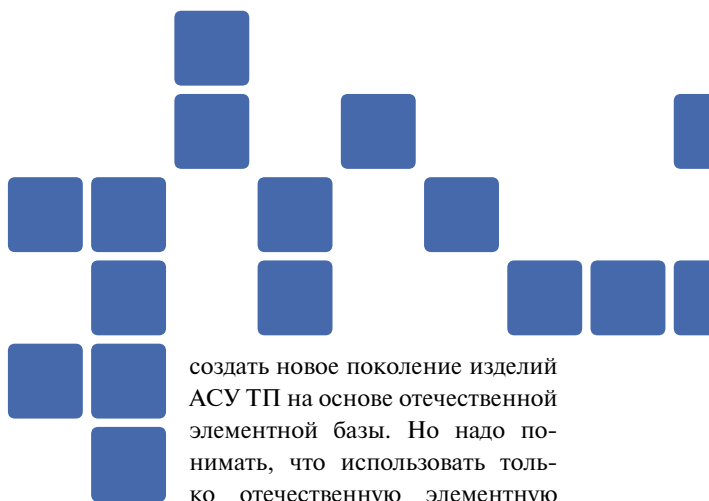


На первом этапе мы планируем, собрав потребность отраслевых предприятий и используемую ими номенклатуру, провести унификацию в пределах отрасли – хотя бы по использованию компонентов аналогичного назначения.

Без зарубежных компонентов мы сами собрать АСУ ТП сможем? А если да, то придётся ли создавать заново всю ЭКБ своими силами? В состоянии ли мы самостоятельно создавать АСУ ТП, которые славятся на весь мир?

А.Г.: С точки зрения эволюции системы АСУ ТП появление и выход на рынок современного оборудования произошло в условиях, когда на российском рынке уже доминировали зарубежные поставщики и изготовители. Изделия предыдущего поколения АСУ ТП, разработка которого закончилась в 70-х годах, конечно, были основаны на отечественной элементной базе. Сегодня мы работаем в тех условиях, в которых оказались эволюционно.

А.К.: Действительно, исторически сложилось так, что начиная с 90-х годов во всём мире, в том числе и в России, господствовала иностранная компонентная база и соответствующие технические решения. Оборудование АСУ ТП также разрабатывалось на её основе. Но сейчас тенденцию можно переломить. Министерством промышленности и торговли РФ при участии экспертных сообществ разработана стратегия развития электронной промышленности на период до 2030 года. Основной упор в ней сделан на развитие гражданского рынка, это касается и автоматизированных систем управления технологическими процессами в том числе. В рамках реализации стратегии мы видим, что можно будет



создать новое поколение изделий АСУ ТП на основе отечественной элементной базы. Но надо понимать, что использовать только отечественную элементную базу не получится, потому что в ближайшее время отечественные производители не смогут обеспечить полную номенклатуру необходимых изделий ЭКБ. Поэтому надо выделить наиболее важные ключевые компоненты оборудования, и в первую очередь активные компоненты.





Сколько времени займёт переход полностью на отечественную ЭКБ?

А.К.: Приказ по организации работ по ЭКБ издан ГК 2 августа этого года, мы в самом начале пути. Идёт сбор информации по актуальным модулям и элементной базе. Точные сроки можно будет определить, только когда мы проанализируем полный объём полученной информации. Пока скажу так: если мы сможем разработать новое поколение АСУ ТП на существующей отечественной элементной базе, то на разработку и испытания понадобится порядка трёх лет. Если же существующей отечественной элементной базы будет недостаточно, придётся планировать работы по разработке новой необходимой нам отечественной ЭКБ, что потребует ещё примерно три года.

А.Г.: В любом случае работа предполагает этапность. На первом этапе мы планируем, собрав потребность отраслевых предприятий и используемую ими номенклатуру, провести унификацию в пределах отрасли — хотя бы по использованию компонентов аналогичного назначения. Таким образом можно сократить номенклатуру по позициям, чтобы в дальнейшем мероприятия по импортозамещению были бы более эффективными. Мы уже сейчас видим: предприятия, выпускающие аналогичную

продукцию с сопоставимыми техническими характеристиками, используют ЭКБ разных заводов, разных типов и марок в одних и тех же схемотехнических решениях. Это можно поправить достаточно оперативно. Затем возможна замена на серийно выпускаемую аппаратуру либо проведение НИОКРов по созданию новых образцов с тем, чтобы совместить инвестиционные мероприятия с развитием существующих компетенций. По какому бы сценарию ни развивались работы, речи об упрощении, сокращении функций по безопасности и надёжности АСУ ТП не идёт. Никакого ухудшения потребительских свойств аппаратуры и параметров назначения произойти не может.

Когда мы изучим ситуацию, поймём объём применяемых зарубежных модулей и ЭКБ, то сформируем программу по созданию нового поколения оборудования на основе отечественной ЭКБ.

Проблемы импортозамещения сегодня уже как-то сказываются на производстве АСУ ТП?

А.Г.: Вопрос непростой, поскольку есть технологические сложности, связанные с применением тех или иных компонентов, а есть ограничения поставок. И эти ограничения подвержены политическим рискам. Ряд компонентов, используемых в АСУ ТП, подпадает под экспортные ограничения стран-производителей. Уже имеются случаи, когда заводам-изготовителям либо отказывали в поставке, либо выдвигали неадекватные условия по идентификации конечного пользователя, либо вообще без объяснения причин давали понять, что сотрудничества не будет. Это воспринимается нами как серьёзная логистическая проблема. Хорошо, что наши предприятия провели определённые преобразования в своих схемотехнических решениях и нашли способы замены одних зарубежных производителей на других без ухудшения производительности аппаратуры. Но это возможно далеко не по всем позициям.

На сегодняшний день доля импортных комплектующих в составе аппаратуры по всей номенклатуре составляет от 70 до 100%. Согласитесь, такая зависимость критична. Потенциальные экспортные ограничения касаются 7–10% технологических компонентов иностранного производства. Эти ограничения характерны прежде всего для Западной Европы и для США и практически не затрагивают китайский, корейский сегменты рынка, то есть Юго-Восточную Азию.



ЭКБ – это те элементарные составные части, из которых создаётся радио-электронная аппаратура.

Известно, что есть сложности унификации, применяемой к ЭКБ оборудования для АЭС. Какие именно?

А.Г.: В моём представлении это прежде всего необходимость проведения полного цикла всех испытаний аппаратуры после произведённых замен. Даже если замена была совсем незначительной, в соответствии с нормативными документами нужно подтверждать заново все свойства устойчивости к внешним воздействующим факторам, к электромагнитной совместимости, к информационной безопасности. Такие испытания возможны только в составе изделия в сборе на представительском комплексе АСУ ТП. Это всё реально, но требует затрат и времени, и финансов. В противном случае мы не обеспечим главное – безопасность, что недопустимо.

По какому бы сценарию ни развивались работы, речи об упрощении, сокращении функций по безопасности и надёжности АСУ ТП не идёт.

А.К.: Второй аспект заключается в том, что ранее не было унификации между различными предприятиями – производителями оборудования. Внутри своих изделий они старались унифицировать технические решения и ЭКБ, а между предприятиями такая работа не велась. Соответственно применяются разные технические решения и разная электронная компонентная база. Сейчас применяется несколько тысяч типонаименований ЭКБ. Задача унификации важна для сокращения этого перечня. Что, в свою очередь, важно для импортозамещения. Но при унификации необходимо находить баланс. Ведь в лучшем случае, когда замена осуществляется PIN-TO-PIN, то есть замещающий компонент садится в старые посадочные места, доработка не требуется, но требуются испытания. При замене на функциональный аналог в случае пассивных элементов потребуется как минимум переработка топологии изделия, печатных плат. В случае активных элементов, скорее всего, потребуется и переработка программного обеспечения. Всё это несёт дополнительные издержки. Также при заменах оборудование не должно потерять в своём функционале, безопасности и других характеристиках.

С точки зрения финансовой экономии наверняка придётся переверстать бюджет задействованных в импортозамещении предприятий? Насколько безболезненным окажется для РАСУ и предприятий этот процесс?

А.Г.: У большинства предприятий есть определённый технологический запас. Ближайшие проекты в перспективе двух лет они в состоянии выполнить. С одной стороны, предприятия обеспечивают специальные условия хранения ЭКБ, поддерживают пролонгированные гарантийные обязательства, создают на складах неснижаемые запасы. С другой стороны, есть уже парк выполненных поставок, которые надо сопровождать, ремонтировать, поставлять запчасти, так что полностью отказаться от применения электронных компонентов иностранного производства будет невозможно ещё очень долго. Срок службы технических средств АСУ ТП – 10 лет. Срок эксплуатации энергоблока по современному дизайну – до 70–80 лет. И на все это время надо сохранить преемственность. Разрабатываются специальные планы управления старением, управления конфигурацией уже поставленного оборудования на завершающих этапах жизненного цикла, эти затраты так или иначе включены в бюджет. Планируя поставку, запуская производство, каждый раз предприятие-изготовитель закладывает туда те затраты, неизбежные в конце жизненного цикла. И это тот источник, который позволит реализовать мероприятия по импортозамещению.



А.К.: Работы по импортозамещению подразумевают как минимум проведение испытаний оборудования. Если же речь идёт про замены микросхем на функциональные аналоги и переход на другую архитектуру, то это приводит к перепроектированию печатных плат и переработке ПО. По сути, это полный цикл по разработке нового изделия. Мы считаем, что целесообразно не просто заниматься импортозамещением ЭКБ в существующем оборудовании, а ставить задачу по разработке нового поколения оборудования АСУ ТП с новыми улучшенными техническими характеристиками с точки зрения функционала и безопасности, включая информационную, на основе отечественной ЭКБ. А также попытаться эти изделия унифицировать с другими отраслями, в первую очередь это касается топливно-энергетического комплекса. В рамках стратегии развития электронной промышленности на период до 2030 года предусмотрены различные меры государственной поддержки при разработке отечественного радиоэлектронного оборудования на основе отечественной элементной базы. В частности, начиная со 109-го постановления правительства предусмотрено 50%-ное субсидирование со стороны государства. С 2020 года Минпромторг России планирует увеличить субсидирование до 70%. Кроме этого рассматриваются варианты обнуления налога на добавленную стоимость, снижения социальных выплат для предприятий радиоэлектронной промышленности, некоторые другие меры, включая поддержку экспорта высокотехнологичной продукции. Когда мы изучим ситуацию, поймём объём применяемых зарубежных модулей и ЭКБ, то сформируем программу по созданию нового поколения оборудования на основе отечественной ЭКБ. С этой программой мы попробуем найти поддержку в Минпромторге России на предоставление частичного субсидирования затрат на проведение соответствующих НИОКР и других государственных мер поддержки. ●

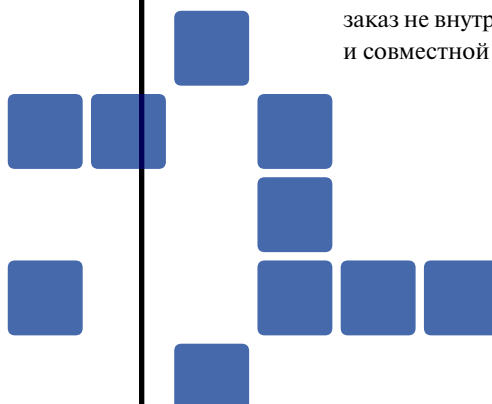


СЕРГЕЙ БУРНОС

Заместитель начальника управления поддержки новых бизнесов ГК «Росатом» – руководитель проектного офиса диверсификации ОПК и импортозамещения

Занимаясь импортозамещением, мы с самого начала должны ориентироваться не только на российский рынок, а стремиться стать лидерами мирового уровня. Именно поэтому проектные решения, технологии, оборудование, а также элементная база, которые мы производим и применяем, изначально должны отвечать самым строгим мировым требованиям, быть конкурентоспособными.

Говоря об электронно-компонентной базе (ЭКБ), в первую очередь применяемой в составе приборов и модулей АСУ ТП для АЭС, госкорпорация «Росатом» сейчас активно занимается её унификацией, так как применяемая ЭКБ включает порядка 5 тысяч номенклатурных единиц. Этот объём возможно и необходимократно сократить без ущерба качеству и другим характеристикам, что даст возможность сформировать большой заказ, который в перспективе позволит локализовать соответствующее производство в нашей стране. По нашей оценке, только отраслевая потребность в ЭКБ на ближайшие 5–7 лет в денежном выражении составляет около 100 млрд рублей. Безусловно, для решения такой масштабной задачи правильно и эффективно будет распределить этот заказ не внутри одного Росатома, а в координации и совместной деятельности с другими отраслями.





НАТАЛИЯ ФЕЛЬДМАН

КАК ВЫЖИТЬ В ЧЁРНОЙ ДЫРЕ, ИЛИ ЗАЧЕМ ОБСУЖДАТЬ НЕВОЗМОЖНОЕ?

Когда Константин Циолковский в начале XX века говорил о космических ракетах и полётах к звёздам, его считали чудаком и подсмеивались над ним. А буквально через полвека началось освоение космоса. В юмористическом фантастическом романе Дугласа Адамса «Автостопом по Галактике» ситуация развивается гораздо более динамично. Герой пытается защитить свой дом от сноса, и это кажется ему самым важным в жизни, но буквально в этот же день уничтожают Землю «для строительства межгалактической трассы», а Артур Дент чудом остаётся в живых и становится настоящим космическим путешественником.

Кто знает, как повернётся наша жизнь завтра или через год? 13 июля астрофизическая космическая лаборатория «Спектр-РГ» была выведена на суборбитальную траекторию и уже начала заниматься изучением Вселенной. В конце октября были получены первые снимки Большого Магелланова облака, отдельных скоплений звёзд и «хребта» галактики. В Информационных центрах по атомной энергии считают, что к любым поворотам судьбы нужно готовиться заранее, поэтому мы спросили у физика-теоретика Валериана Юрова, каковы перспективы человечества по освоению космоса, есть ли у нас шансы найти внеземные цивилизации и почему мы их до сих пор не обнаружили, а также узнали эффективный способ выживания в чёрной дыре.

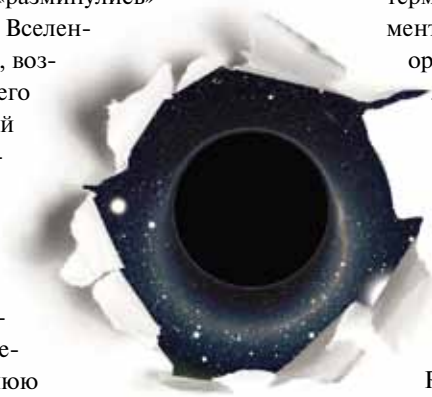




Валериан Юров – PhD университета Колумбия-Миссури (США), кандидат физико-математических наук (Россия), доцент-исследователь, старший научный сотрудник Лаборатории астрофизики и космологии ИФМНИИТ Балтийского федерального университета им. И. Канта.

Валериан, есть ли у человечества шанс встретиться с «братьями по разуму»?

В середине XX века Энрико Ферми сформулировал свой знаменитый парадокс: Вселенная существует почти 14 миллиардов лет и непостижимо велика, соответственно, вероятность появления разумной жизни неоспорима. Но до сих пор официального подтверждения существования других цивилизаций нет. Существует несколько объяснений этого парадокса. Во-первых, человечество по космическим меркам — это младенец, и, может быть, мы просто «разминулись» во времени. Во-вторых, если во Вселенной и возникает разумная жизнь, возможно, она не достигает нашего уровня развития. Но есть другой способ сделать Вселенную обитаемой, и достаточно быстро. Мы можем сами колонизировать нашу Галактику примерно за 2 миллиона лет. Это могут сделать зонды фон Неймана — самовоспроизводящиеся космические корабли. Прилетев в соседнюю звёздную систему, корабль начинает добывать полезные ископаемые, строит свою точную копию, и она отправляется к следующей звезде. Если оснастить его искусственным интеллектом, загрузить в корабль эмбрионы и снабдить ИИ соответствующими программами и алгоритмами, то на месте посадки со временем возникнет цивилизация, и так человечество за пару миллионов лет заселит нашу галактику.



Космическая лаборатория «Спектр-РГ» уже находится на пути к цели, и её задача – построить полную карту Вселенной в рентгеновском диапазоне. Она будет изучать и скопления галактик, и массивные чёрные дыры. Фотографии «окрестностей» чёрной дыры уже получены этой весной. А сможет ли человек самостоятельно изучить эти объекты и есть ли шанс выжить в чёрной дыре, как это показано, например, в фильме «Интерстеллар»?

Во-первых, вам подойдёт не всякая чёрная дыра, а только сверхмассивная — такие, как правило, находятся в центрах галактик, причём родная галактика нас не устроит, потому что наша чёрная дыра недостаточно велика. Нужна чёрная дыра в несколько миллионов солнечных масс.

Её мы сможем отыскать, например, в центре Туманности Андромеды. Во-вторых, эта чёрная дыра должна вращаться. В-третьих, нужно падать в неё в точке полюса, то есть по центру. У сверхмассивных вращающихся чёрных дыр сингулярность представляет собой не точку, а окружность, и если человек падает внутрь этой окружности, у него есть призрачный шанс уцелеть, а не растянуться в длинную цепочку из молекул. В-четвёртых, хорошо бы, чтобы эта чёрная дыра была электрически заряжена, но это уже не обязательное условие.

Валериан, расскажите, как связано изучение Вселенной с человечеством? Какую пользу это приносит?

Всё, что входит в состав человеческого тела, — это остатки звёзд первого поколения. Можно сказать, что мы пепел звёзд, и это не будет поэтической метафорой. В звёздах происходит термоядерная реакция, и все химические элементы, в том числе и те, из которых состоит наш организм, образовались в результате слияния лёгких элементов — водорода и гелия. Кроме того, если говорить о возможной пользе космических объектов для человечества, то теоретически вы можете взять чёрную дыру размером с маленькую гору и использовать её как термоядерный реактор — естественно, если придумаете, как с ней взаимодействовать, чтобы не провалиться за горизонт событий.

Рано или поздно наши мечты и фантазии, связанные с расширением горизонтов, становятся реальностью. Не зря же большинство космических аппаратов названы в честь известных астрономов (например, «Гершель») или имеют общее значение «первооткрыватель», «первопроходец»: «Пионер», «Вояджер», «Рейнджер» и др. Человечество всегда манил космос, а сейчас у нас становится всё больше возможностей, позволяющих изучать его и начинать осваивать хотя бы Солнечную систему. Кто знает, может быть, через 50 лет в курсе ОБЖ одна из тем будет посвящена тому, как выжить в чёрной дыре? ☉

Космическая обсерватория «Спектр-Рентген-Гамма» («Спектр-РГ») – международный российско-германский проект. Эта орбитальная астрофизическая обсерватория для изучения Вселенной в рентгеновском диапазоне, построенная в НПО имени Лавочкина, включает два телескопа: eRosita, созданный Институтом вневременной физики общества имени Макса Планка (Германия), и ART-XC, разработанный Институтом космических исследований РАН и изготовленный Всероссийским научно-исследовательским институтом экспериментальной физики в Сарове.



| 56 | лица

вестник атомпрома
ноябрь №9 2019

ВЕЛИКИЙ

И

Насколько важна
грамотность
сотруднику
атомной отрасли?

МОГУЧИЙ

В госкорпорации в очередной раз состоялось тестирование на знание правил русского языка. Вы спросите: а так ли уж важно в наши дни грамотно писать и говорить? И что есть грамотность сегодня? Ведь если понимать её в самом простом значении, то это орфография и пунктуация, не так ли? Госкорпорация – это управляющая организация. Управление в этом огромном и сложном организме происходит посредством текстов, то есть документов. Соответственно, как говорит главный специалист по русскому языку в госкорпорации Алла Панкратова, «мы с вами понимаем, что документ – это наше лицо. И если мы пишем безграмотно, то у нас вовсе не лицо, а кислая мина. Впрочем, сегодня и этого мало. Ведь конкуренция на рынке услуг, которые предоставляет ГК, весьма высока, и произвести какой-то качественный продукт уже недостаточно. Нужно уметь так его преподнести, чтобы вовремя опередить конкурентов. Поэтому сегодня мало одного умения грамотно писать. Чтобы быть грамотным, надо уметь чётко формулировать свои мысли».

Каждый год в отрасли проводятся Дни грамотности, и в идее тестирования сотрудников на знание русского языка преследуются две задачи. Во-первых, авторы тестирования дают людям возможность проверить свой уровень грамотности, причём тестируемые видят, какие именно правила русского языка забыли. Отсюда и вторая задача – объяснить им эти правила. Как рассказала Алла Панкратова, тестирование проводилось не только в самой госкорпорации, но и ещё в нескольких организациях. Однако только в ГК при наведении курсора на допущенную ошибку всплывало «окошко» с правилом. То есть у тестируемых была возможность повторить правила орфографии и пунктуации. Безусловных победителей в этом году сразу несколько, и мы задали каждому из них два вопроса: откуда такое стремление к грамотной речи и письму и как это помогает в вашей работе? →



**ДМИТРИЙ
ТЕСЛЕНКО**

Заместитель директора
Департамента правовой
и корпоративной работы



Если честно, никогда над вопросом в такой постановке не задумывался. Пишу и говорю так, как научили в детстве. Что-то происходит на автомате, какие-то правила приходится вспоминать.

Внутренне порассуждать на тему правописания пришлось один раз. Произошло это в момент общения в мессенджере. В условиях «т9», автозамен и так далее, а также того, что собеседники сейчас, как правило, вообще не переживают по поводу соблюдения каких-либо правил, возникла мысль: «Так, может, ну их, все эти запятые и вводные слова?! Понимают ведь и так, на ошибки не указывают». Мысль отогнал – стараюсь и дальше общаться грамотно. Рассматриваю это, в том числе, как знак уважения к собеседнику, а также к старшему поколению, родителям и преподавателям, которые искренне вкладывали в меня силы и время, стараясь научить чему-то важному. На мой взгляд, это правильно и естественно – уметь писать и говорить на своём родном языке, тем более на таком богатом и красивом, как русский. Кроме того, далеко не у каждого в мире есть такая возможность:

твой родной язык, не привезённый откуда-то, а свой, уникальный, с тысячелетней историей. Нужно это ценить.

**МАРИНА
ГОРДИНСКАЯ**

Советник директора по государственной политике в области
РАО, ОЯТ и ВЭ ЯРОО



Никогда не задавалась таким вопросом: почему я люблю грамотно и правильно писать. ...

Меня с детства учили, что грамотность – это тот фундамент, на котором строится всё развитие личности, а грамотное письмо – признак образованности человека, его культуры, это вежливость автора письма по отношению к адресату. Есть хорошее мнение, что первое впечатление о человеке складывается от того, какая на нём обувь – чистая, ухоженная или грязная и немытая. Просто почувствуйте разницу, какую обувь будете носить с большим удовольствием! Точно так же дело обстоит и с грамотностью. Как только видишь, что человек неправильно пишет, так сразу же с плюса на минус меняется отношение к нему. Хочу процитировать Аму Мом: «Следите за вашей речью. Она показатель того, что вас наполняет!»

Буквально недавно услышала стихотворение Константина Фролова-Крымского «Мы русские». Там есть такие очень верные строки:

«Язык наш многогранный, точный, вечный,
То душу греет, то разит, как сталь.
Способны ль мы ценить его безмерно
И знать его, как знал датчанин Даль? ...
... Патриотизм не продают в нагрузку
К беретам, сапогам или пальто.
И коль вам стыдно называться русским,
Вы, батенька, не русский. Вы – никто!»

А как помогает грамотность в моей работе? Усложняет её, поскольку мы с коллегой посчитали необходимым всю корреспонденцию за подписью нашего руководителя подвергать нормоконтролю и дополнительно к своим обязанностям выполняем эти функции. I→

**АНЖЕЛИКА
ЕЛЕСИНА**Главный специалист
Казначейства

Умение грамотно писать и говорить необходимо каждому человеку, оно помогает как в личных, так и в деловых коммуникациях, какую бы профессию мы ни выбрали.

В моей повседневной работе при оформлении сделок в рамках внутригруппового финансирования грамотность в её чистом виде вроде и не особенно требуется, так как большинство оформляемых финансовых документов носит типовой характер и многие процессы автоматизированы. Тем не менее есть ещё документы, которые необходимо тщательно проверять на этапе их подготовки, до подписания предприятиями отрасли, чтобы обеспечить предоставление финансирования в запланированные сроки.

Грамотность однозначно помогает мне и при подготовке проектов договоров, в том числе нестандартных, и дополнительных соглашений для внесения изменений в действующие договоры в сжатые сроки. Надеюсь, что и департаменты, участвующие в согласовании грамотно подготовленных проектов, тратят меньше времени на их проверку и подготовку комментариев к ним. Кроме того, мы часто консультируем коллег с предприятий отрасли по вопросам заключения договоров и оформления сделок в рамках внутригруппового финансирования в части порядка и сроков их оформления. При этом требуется не только правильно расставлять знаки препинания, но и излагать мысли понятно, лаконично, последовательно и непротиворечиво, а в этом направлении нет предела совершенству. Огромное спасибо организаторам Дня грамотности за то, что помогают нам поддерживать себя в тонусе и вдохновляют на постоянное развитие!



**ЕЛЕНА
КОЛПАКОВА**

Помощник директора по государственной политике в области РАО, ОЯТ и ВЭ ЯРОО по вопросам документационного обеспечения

Для меня грамотно и правильно писать и говорить по-русски – это проявлять уважение к своим собеседникам, к себе и к родному языку. Умение грамотно, чётко и ясно излагать свои мысли – кратчайший путь к взаимопониманию и налаживанию контактов с другими людьми.

1→

**ЕЛЕНА
ТКАЧЕНКО**

Главный специалист Департамента защиты активов

Не скажу ничего нового и экстраординарного. Наверное, воспитание и традиции сыграли свою роль. С детства увлеклась чтением книг, нравились предметы гуманитарного цикла. Уроки русского языка и литературы вели прекрасные учителя, вспоминаю их с благодарностью. В семье было принято разговаривать правильно. Родители много читали, обладали широким кругозором, делились впечатлениями от прочитанных книг, путешествий, встреч с

интересными людьми. Хочется верить, что речь – не просто способ передачи информации, а такое эмоциональное впечатление от какого-то события, человека, явления, которое действительно оставляет след в душе. Полагаю, что необходимо быть правильно понятым другими людьми, избегать разночтений и двусмысленности, донести свою мысль, помочь в формировании позиции по обсуждаемому вопросу. Что касается работы, то необходимость правильного составления и грамотного написания документов возникла с самого начала моей профессиональной деятельности. Подготовка служебных документов по линии защиты активов требует, помимо профессиональных знаний и практики, наличия умения понятно и грамотно изложить материал. Важна как содержательная часть, так и форма изложения текста. Требовательность к документам, подготавливаемым в нашем департаменте, всегда была и остаётся на высоком уровне.

АЛИНА ГОРИНА

Советник Департамента правовой и корпоративной работы



Когда я говорю, то обычно не задумываюсь о том, правильно или нет я это делаю. Конечно, бывают отдельные слова, ударение в которых вызывает сомнения. Но тогда я стараюсь успеть заменить такое слово на несложный синоним или переформулировать предложение. А ещё есть несколько слов, правильное произношение которых кажется мне настолько странным и необычным, что я не могу заставить себя так говорить, даже когда знаю, что моё привычное произношение является неверным.

Грамотно писать для меня как юриста очень важно. Известно, что неточно поставленная запятая может исказить смысл написанного, а для юридически обязывающих документов это недопустимо.

Именно поэтому, на мой взгляд, работники нашего департамента и представители отраслевых юридических служб отличаются высокой грамотностью. Причём это касается не только деловой переписки, но даже, например, сообщений в мессенджерах. 🗨️

A photograph of students sitting at desks in a classroom, focused on their work. A young man in the foreground is writing with a blue pen, and a young woman next to him is looking towards the camera. A water bottle is on the desk in front of the man. The background shows other students and a window with curtains.

ЮБИЛЕЙНЫЙ ШАНС

Первого ноября стартовал отборочный тур международной юбилейной олимпиады школьников «Росатом»

Начался следующий этап отборочных туров для участия в олимпиаде для учеников 7–11 классов средних школ – теперь дистанционный. Отраслевой физико-математической олимпиаде присвоен первый уровень РСОШ по физике и второй уровень РСОШ по математике, поэтому её призёры и победители получают льготы и особые права при поступлении в вузы страны, включая НИЯУ МИФИ.

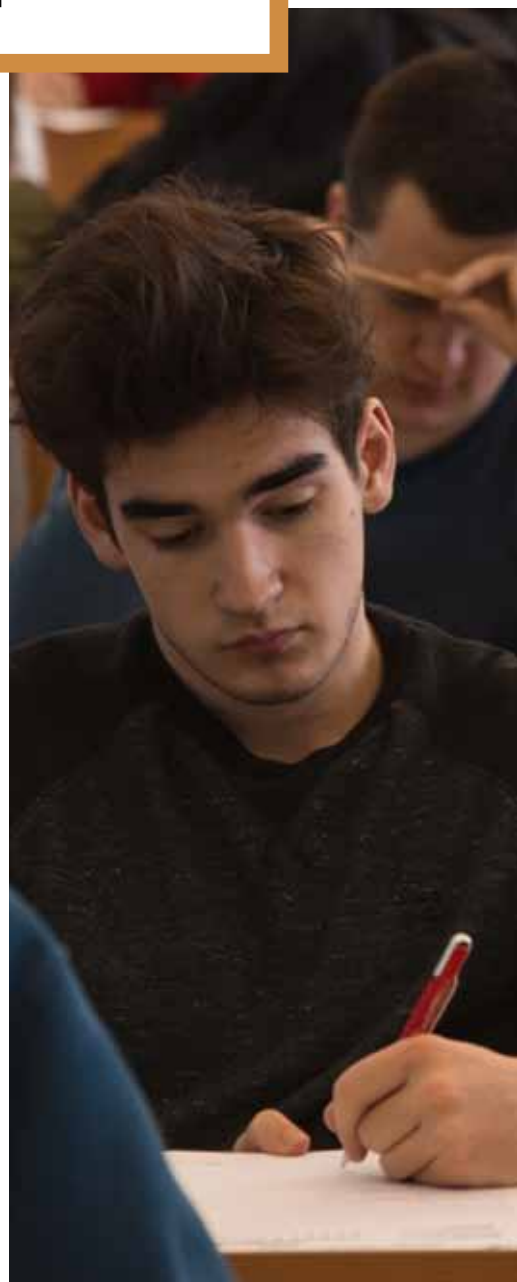




Более пяти лет олимпиада «Росатом» проводится и за пределами России, её участниками стали тысячи школьников из Армении, Казахстана, Беларуси, Монголии, Узбекистана и других стран.

Важно отметить, что финал международной юбилейной олимпиады «Росатом», организованной госкорпорацией и МИФИ, состоится в 2020 году и будет приурочен к предстоящему 75-летию атомной отрасли. Отборочный этап олимпиады включает два независимых тура – очный, который уже прошёл в Москве и в атомных центрах России в октябре-ноябре, и дистанционный, который и доступен отныне в личных кабинетах на сайте org.mephi.ru. Школьники смогут попробовать свои силы в любом из них, а при отборе в финал будет учитываться лучший из показанных результатов.

В олимпиаде прошлого года приняли участие более двадцати тысяч школьников, многие из которых впоследствии поступили в ведущие российские вузы, включая НИЯУ МИФИ. По словам проректора НИЯУ МИФИ Елены Весны, «более пяти лет олимпиада «Росатом» проводится и за пределами России, её участниками стали тысячи школьников из Армении, Казахстана, Беларуси, Монголии, Узбекистана и других стран. Иностранцы, вошедшие в число победителей или призёров олимпиады, получают квоты на обучение в любом российском техническом вузе за счёт средств федерального бюджета России».



В новом учебном году призёры олимпиады «Росатом» не из выпускных классов смогут получить 100 баллов по физике или математике при поступлении в НИЯУ МИФИ и другие вузы.



Особые права

Состязание входит в перечень олимпиад РСОШ как олимпиада по физике (1-й уровень) и математике (2-й уровень). Поэтому российские школьники, вошедшие в число победителей и призёров, также получают льготы и особые права при поступлении в вузы страны – они могут быть зачислены без вступительных испытаний или им засчитают 100 баллов за вступительное испытание. Для этого они должны сдать ЕГЭ по физике (математике) и набрать не менее 75 баллов. «Олимпиада нацелена на выявление талантов среди учеников не только выпускных, но также и средних классов. Российские вузы имеют право засчитывать абитуриентам результаты участия в олимпиадах, полученные в течение четырёх лет, и многие из них этим правом пользуются, в том числе в нашем университете», – рассказал «Вестнику Атомпрома» начальник управления организации учебной деятельности и обеспечения приёма в университет НИЯУ МИФИ Игорь Цветков. По его словам, в новом учебном году призёры олимпиады «Росатом» не из выпускных классов смогут получить 100 баллов по физике или математике при поступлении в НИЯУ МИФИ и другие вузы. Кроме того, одарённые школьники попадут в «кадровый резерв» университета и получат приглашения на учёбу в

профильных лицеях, участие в физико-математических школах и мастер-классах от вузовских преподавателей. Это позволит вузу привлечь ребят к инженерным направлениям обучения как можно раньше. «Задания олимпиады не выходят за рамки школьного курса физики и математики, хотя и требуют демонстрации глубоких знаний этих предметов. Таким образом, равные возможности предоставляются ученикам любой школы, вне зависимости от региона», – подчеркнул Игорь Цветков.

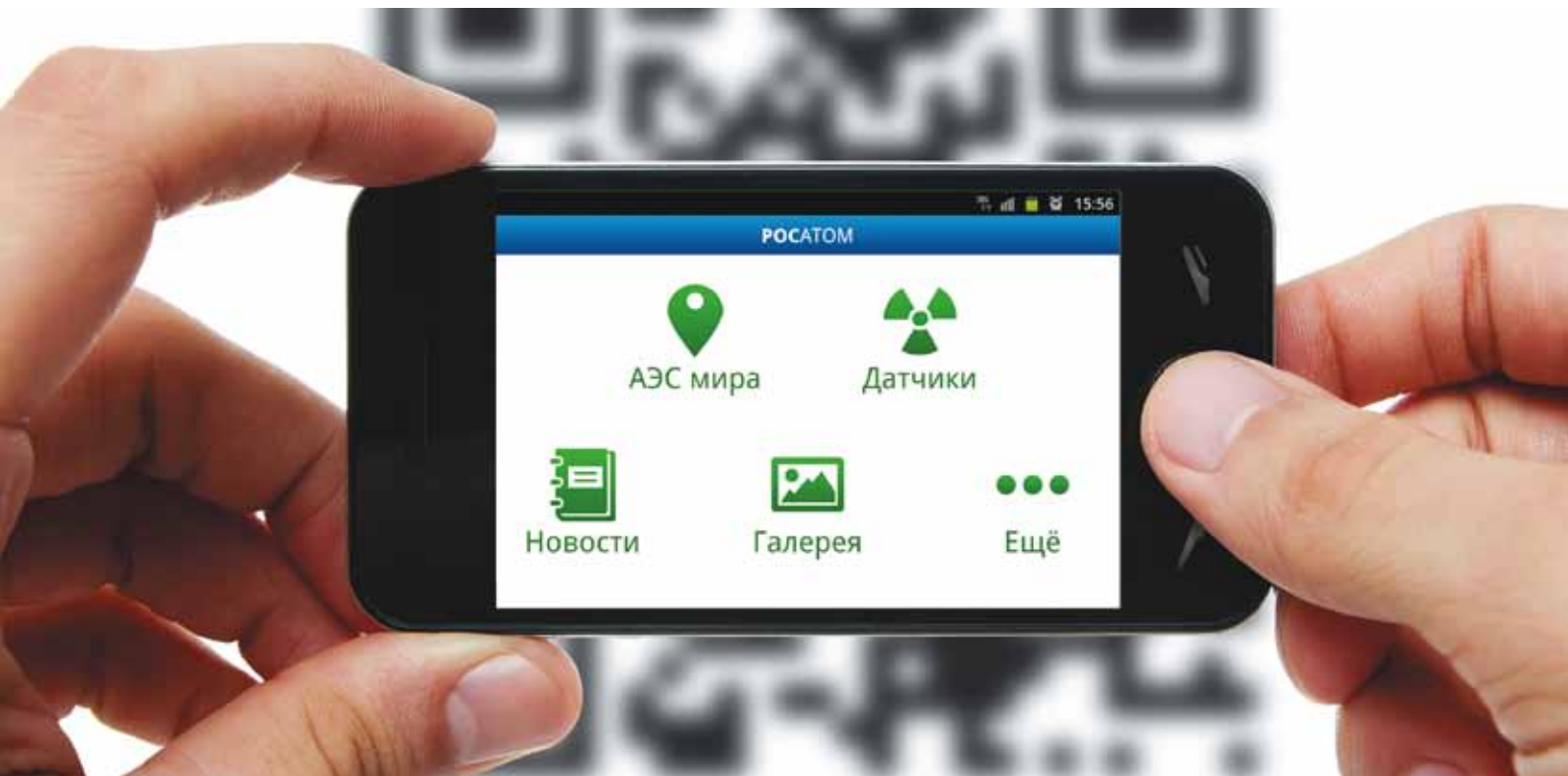
Талантливые участники олимпиады представляют интерес не только для вузов: результаты состязаний учитываются при формировании целевого набора различных предприятий, в том числе входящих в дивизионы госкорпорации «Росатом». Заключительный тур олимпиады пройдёт в очном формате в крупных городах и в атомных центрах России – Сарове, Обнинске, Лесном, Нововоронеже, Волгодонске, Балаково, Заречном, Глазове, Северске, Коврове, Дмитровграде, Озёрске, Трёхгорном, Снежинске и Курчатове. Для жителей столицы финал пройдёт в НИЯУ МИФИ: 1 марта по математике и 15 марта по физике. Перечень региональных площадок финала и график проведения заключительного тура будет размещён на сайте олимпиады в январе. ©



Прокачай МОЗГИ

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

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

ежемесячный
информационно-аналитический журнал
об атомной отрасли

ВЕСТНИК АТОМПРОМА



КАЖДЫЙ МЕСЯЦ В СВЕЖЕМ НОМЕРЕ:

- Новости атомной индустрии
- Интервью с первыми лицами атомной отрасли
 - Мнения экспертов
 - Обзоры новых продуктов
- Рассказы о развитии новых бизнесов атомных предприятий
- Исторические факты и интереснейшие биографии работников отрасли
- Материалы о развитии новых коммуникаций и современный взгляд



ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК АТОМПРОМА» ЧИТАЮТ:

- Руководители госкорпорации и департаментов Росатома
- Руководители атомных предприятий и дивизионов Росатома
 - Директора АЭС и крупнейших комбинатов
- Сотрудники пресс-служб атомных предприятий и организаций
- Руководители предприятий-партнёров и сотрудники атомной отрасли



Мы приглашаем к сотрудничеству все пресс-службы предприятий Росатома.

О достижениях ваших предприятий узнает вся отрасль!

Как с нами связаться?

Редакция: Дмитрий Чернов ■ +7 (909) 924-01-56 ■ dchernov1973@gmail.com

Коммерческий отдел: Татьяна Сазонова ■ +7 (964) 791-54-22 ■ sazonova@strana-rosatom.ru