

ВЕСТНИК АЭМ 2.0

А

Корпоративное издание группы компаний
«Атомэнергомаш»
№ 2 2022

СТРОИТЕЛЬСТВО
РЕАКТОРА РИТМ-200
ДЛЯ ЛЕДОКОЛА «ЯКУТИЯ»

16

ЗДОРОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ:
МИРНЫЙ АТОМ
НА СЛУЖБЕ У МЕДИЦИНЫ

20

«ЦЕННЫЕ ЛЮДИ АЭМ»:
КАК УСТРОЕН НОВЫЙ
КОНКУРС ДИВИЗИОНА

26



АТОМЭНЕРГОМАШ
РОСАТОМ

РЕАКТОРЫ НАСТОЯЩЕГО И БУДУЩЕГО

КАКИЕ РЕАКТОРЫ БУДУТ ОПРЕДЕЛЯТЬ АТОМНУЮ ЭНЕРГЕТИКУ XXI ВЕКА 06

От редакции

Ровно год назад, во втором номере «Вестника АЭМ 2.0», мы выбрали главной темой реактор ВВЭР-1200. Росатом возводит энергоблоки с этим реактором по всему миру, а Атомэнергомаш играет ключевую роль в производстве этого флагманского для Госкорпорации продукта. Нынешний выпуск журнала мы посвятили другим атомным реакторам, в разработке и производстве которых активно участвует АЭМ. Все они по-разному устроены и имеют разное назначение, а объединяет их то, что это самые перспективные и самые инновационные машины, с которыми связано будущее мировой атомной отрасли.

ВВЭР-ТОИ — это новая глава в книге водо-водяных энергетических реакторов. Он отличается повышенной мощностью, улучшенными технико-экономическими показателями, в его работе активно используются новейшие информационные технологии.

Реакторы на быстрых нейтронах, в разработке которых Россия держит неоспоримое лидерство, открывают еще более широкие перспективы развития атомной энергетики. В первую очередь это переход к двухкомпонентной ядерной энергетической системе, которая решает задачи не только в сфере энергетики, но и в области экологии, поскольку реакторы БН работают на том, что сейчас считается отходами, — на облученном ядерном топливе.

И наконец, МБИР — самый мощный в мире исследовательский реактор, на котором ученые будут ставить эксперименты и проверять научные гипотезы. МБИР открывает новые возможности не только в области непосредственной выработки электричества, но и в других сферах, например в ядерной медицине.

Приятного и полезного чтения!



*Юлия Тихонова,
начальник управления
корпоративных коммуникаций АЭМ*

№ 3

июль — август 2022

Тема следующего номера:

Импортозамещение

В прошлом году АЭМ построил уникальный испытательный стенд для проектов СПГ. За это компания удостоилась премии «Лидер машиностроительной отрасли» в категории «Нефтегазовая промышленность — импортозамещение».

Читайте в следующем номере: какое оборудование АЭМ еще может заместить и какие цели ставит на ближайшее будущее.



02

События

Новости АЭМ
и Росатома

06

Тема номера

Больше реакторов,
хороших и разных
*Роль АЭМ в производстве
перспективных российских
ядерных реакторов*



14

Взгляд

Расчеты в условиях
неопределенности
*Что такое CFD-технологии
и какую роль они играют
в атомной отрасли*

16

Ракурс

«Якутия»
шаг за шагом
*На «ЗиО-Подольске»
продолжается
изготовление реакторов
для новейшего российского
ледокола*



20

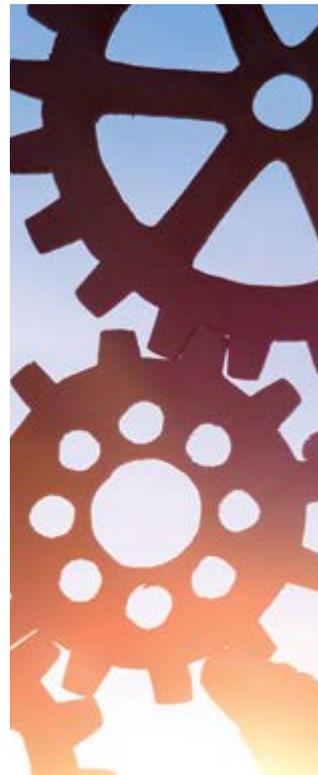
Наука

Здоровое излучение
*Технологии ядерной
медицины в России и в мире*

Ваш АЭМ

24

ЗОЖ-амбассадоры
*Кристина Кузнецова:
«ЗОЖ — это осознанная
жизнь»*



26

Важен вклад
каждого
*Подробности
о конкурсе
«Ценные люди АЭМ»*

28

Промышленный
арт
*Как в цехах
машиностроительного
гиганта создают
произведения искусства*

Фото на обложке: Андрей Радченко

ВЕСТНИК АЭМ 2.0



№ 2 май — июнь 2022
Корпоративный журнал
группы компаний
«Атомэнергомаш»

Учредитель:
АО «Атомэнергомаш»
Главный редактор:
Алла Дмитриевна Недова
E-mail: adnedova@аем-group.ru
Адрес редакции: 115184, г. Москва,
Озерковская наб., д. 28, стр. 3

Журнал подготовлен
при участии:
ООО «Фабрика прессы»
Адрес: 105082, г. Москва,
ул. Большая Почтовая, д. 43–45,
стр. 3, этаж 3, ком/рм 1/1–11
Тел.: +7 (495) 640-08-38/39

Отпечатано в типографии
«Зетапринт». Адрес: 115088,
г. Москва, 2-й Южнопортовый
проезд, д. 26А, стр. 31
Подписано в печать: 11.05.2022
Тираж: 999 экз.
Распространяется бесплатно



Укрупненным планом

Петрозаводсмаш выполнил укрупненную сборку корпусов главных циркуляционных насосных агрегатов (ГЦНА) для энергоблока № 7 АЭС «Тяньвань»

Сначала собрали направляющие аппараты — устройства внутреннего насыщения ГЦНА. Затем их соединили с фланцами, после чего конструкцию поместили в сферический корпус и выполнили кольцевой шов. Сборка со сферой выполнена на всех четырех корпусах ГЦНА.

Корпус ГЦНА на атомной станции обеспечивает циркуляцию теплоносителя из реактора в парогенераторы. Он работает под давлением теплоносителя около 160 атмосфер и при температуре 300 градусов. В состав оборудования реакторной установки одного энергоблока входят четыре ГЦНА.

Ключ к «Чукотке»

ОКБМ Африкантов приступило к изготовлению оборудования реакторной установки РИТМ-200 для атомного ледокола «Чукотка»

РИТМ-200 — это установка с двумя реакторами тепловой мощностью 175 МВт каждый. РУ имеет высокий ресурс, коэффициент использования установленной мощности и период непрерывной работы, а также минимальное количество перегрузок активной зоны. Сама установка потребляет энергии меньше, чем предшественники, что обеспечивает лучшие эксплуатационные характеристики ледокола в целом.

ОКБМ Африкантов производит, в частности, ключевое оборудование парогенерирующего блока: блок труб и устройств, внутрикорпусную шахту и крышку реактора. Изготовление корпуса реактора и финальная сборка проходят на заводе ЗиО-Подольск.

Также ОКБМ завершило работу над перегрузочным комплексом, который предназначен для перегрузки активных зон реакторных установок РИТМ-200. В процессе эксплуатации атомных ледоколов необходимо проводить целый ряд работ, связанных со вскрытием реактора, выгрузкой отработавших тепловыделяющих сборок (ТВС), загрузкой новых ТВС, монтажом реакторного оборудования и обеспечением физического пуска.

«Чукотка» — четвертый в серии универсальных атомных ледоколов проекта 22220. Его ввод в эксплуатацию планируется в 2026 году.



300 °C —

при такой температуре работает ГЦНА на АЭС



С первым тестом

Завершились первые испытания российского насоса для перекачки сжиженного газа на стенде, где тестируют критическое оборудование СПГ-проектов

Стенд построен на площадке НИИЭФА им. Д. В. Ефремова в Санкт-Петербурге и введен в эксплуатацию в декабре 2021 года. Это крупный лабораторный комплекс, позволяющий испытывать насосы, детандеры и компрессоры. Он стал первой в Европе испытательной площадкой для оборудования средне- и крупнотоннажных заводов СПГ. Конструкцию стенда разработали отечественные специалисты, а все оборудование для него поставили российские предприятия.

Первым тестируемым на нем оборудованием стал крупнотоннажный криогенный СПГ-насос ЭНК 2000/241, который был разработан и изготовлен в ОКБМ Африкантов. Насос предназначен для отгрузки СПГ из резервуара хранения в танки судна-газовоза.



*Олег Шумаков,
директор по газонефтехимии
АО «Атомэнергомаш»:*

«ЭНК 2000/241 — самый производительный российский СПГ-насос. Его испытания длились три месяца — гораздо дольше, чем тестируется аналогичное зарубежное оборудование. Мы отработали все возможные и невозможные режимы. Испытания подтвердили надежность и работоспособность оборудования, а также компетенции машиностроительного дивизиона Росатома по созданию новых высокотехнологичных продуктов для газовой отрасли».

Турция ждет барботер

ЗиО-Подольск отгрузил оборудование для энергоблока № 3 АЭС «Аккую» в Турции

Изготовленное и отгруженное оборудование — это барботер, который входит в систему компенсации давления реакторной установки. Это один из важных элементов оборудования реакторного острова АЭС. Аппарат изготавливается из аустенитной хромоникелевой стали и предназначен для конденсации пара, поступающего из первого контура реакторного отделения.

Технический проект аппарата разработали специалисты АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС». Рабочую конструкторскую документацию — сотрудники ЗиО-Подольска, они же сопровождают изготовление изделия.

15-тонный аппарат доставляется на АЭС комбинированным способом: на автоприцепе барботер отправится с завода до порта в Санкт-Петербурге. Там его перегрузят на судно, которое и доставит его в Турцию.

Это не первый барботер, изготовленный ЗиО-Подольском. Оборудование завода успешно эксплуатируется уже на АЭС «Тяньвань» в Китае, АЭС «Куданкулам» в Индии, на блоках второй очереди Ростовской и Ленинградской атомных станций.



15 тонн —

столько весит один барботер на АЭС





Видеть насквозь

Росатом начнет производить аппараты МРТ

Отечественные магнитно-резонансные томографы с напряженностью магнитного поля 1,5 тесла будет производить компания «Русатом Хэлскеа». Серийное производство наладят к 2026 году.

Предприятия Росатома имеют большой опыт в разработке высокотехнологичного оборудования для диагностики и терапии. Аппараты для контактной лучевой терапии производились еще в советское время, сейчас выпускается оборудование нового поколения: например, гамма-терапевтический комплекс «Брахиум».

Отечественные МРТ, которые планирует выпускать «Русатом Хэлскеа», будут решать самый широкий спектр медицинских задач. МРТ-диагностика входит в перечень рекомендованных методов обследований для более чем 30 видов заболеваний, в том числе для беременных женщин и детей. Мощности производства компании позволят выпускать до 65 единиц МРТ ежегодно.

66% составила доля Ленинградской АЭС в обеспечении электроснабжения Санкт-Петербурга и Ленобласти в марте 2022 года. То есть две из трех лампочек в Северной столице работают сейчас на атомной электроэнергии



Поймай его, если сможешь

На Нововоронежской АЭС создадут установку по исследованию нейтрино

Инициаторами проекта стали Объединенный институт ядерных исследований (г. Дубна) и Воронежский государственный университет. В качестве площадки выбран инновационный энергоблок № 6 Нововоронежской АЭС. Там находится современный реактор ВВЭР-1200, который является мощнейшим источником нейтрино на Земле: он испускает 600 квинтиллионов нейтрино в секунду.



Нейтрино — невероятно крошечная частица, которая удерживает пристальное внимание ученых. За исследования нейтрино вручили больше Нобелевских премий, чем за работы о каких-либо других частицах, но все же она изучена мало. Наши коллеги считают, что с помощью установки им удастся продвинуться в исследованиях и лучше понять основы физики и устройство Вселенной. Условия на Нововоронежской АЭС — одни из самых привлекательных в мире для изучения этой частицы.



Евгений Якушев,
начальник отдела Объединенного института ядерных исследований:

«Для осуществления программы нейтринных исследований требуется высокая точность измерений. Необходима всеобъемлющая информация как о потоке нейтрино, так и о радиоактивных фонах, связанных с космическим излучением и остаточной естественной радиоактивностью. На АЭС установят высокочувствительные детекторы, которые будут контролировать поток нейтрино, а также бета-, гамма- и нейтронные фоны. Дополнительно мы создадим 3D-анализатор фона космического излучения».



333
ТОННЫ —
масса нового
статора
генератора
Калининской
АЭС

Статор поставил задачу

На энергоблоке № 2 Калининской АЭС на штатное место установили новый статор генератора

По сравнению с прежним, новый статор обладает улучшенной конструкцией, хорошо отработанной в производстве и успешно зарекомендовавшей себя в эксплуатации на тепловых и атомных электростанциях. С помощью нового оборудования количество отпускаемой потребителям электроэнергии увеличится.

Доставка и установка статора оказалась нетривиальной задачей. Чтобы привезти многотонный агрегат с завода-изготовителя в Санкт-Петербурге на Калининскую АЭС, использовали специальный железнодорожный транспортер. Для его перемещения в машинный зал энергоблока использовались специальная порталная система и гидравлическая скиддинг-система. Сложнейшие операции по подъему и установке статора на штатное место были проведены с помощью сцепленных в пару мостовых кранов машинных залов первого и второго энергоблоков.

Монтаж на Курской-2

На строящейся Курской АЭС-2 смонтирован статор самого мощного в России турбогенератора

Статор — важная часть генератора. Именно в нем механическая энергия турбины преобразуется в электрическую. А еще это самый тяжелый элемент оборудования на АЭС. Его масса составляет 440 тонн, длина — 9 метров.

В город Курчатова статор прибыл на уникальном железнодорожном транспортере, предназначенном для перевозки тяжеловесных и негабаритных грузов. Передовая конструкция платформы не имеет основания: груз под действием своего веса зажимается между раздвижными частями платформы, чем обеспечивается его надежное крепление. Затем с железнодорожного транспортера оборудование перегрузили на 1000-тонную самоходную баржу, управляемую с помощью дистанционного пульта. На ней тяжеловес доставили к месту монтажа.



Олег Шперле,
директор проекта по сооружению Курской АЭС:

«Подготовка к монтажу статора началась год назад. Учитывая массу оборудования, потребовался особый подход к выполнению транспортных и погрузочно-разгрузочных работ. Статор установлен на штатное место в здании турбины первого энергоблока. Эта операция выполнялась с применением специализированной порталной системы подъема и перемещения и длилась около 12 часов».



1255 МВт —

мощность
генератора
в реакторной
установке ВВЭР-
ТОИ. Он будет
вырабатывать
на 25% больше
электроэнергии,
чем сейчас
производят две
электрические
машины
на действующей
Курской АЭС





Реактор ВВЭР-ТОИ собирают на заводе Атоммаш в Волгодонске

Фото: Андрей Раченко

Больше реакторов, хороших и разных

С того момента, как на первом в СССР и Европе атомном реакторе Ф-1 была получена ядерная реакция, прошло три четверти века. Все это время атомная наука бурно развивалась: реактор дал электроэнергию, «ушел под воду», строятся планы полетов в космос на корабле с ядерным двигателем. В мире работают десятки разновидностей реакторов, причем у каждого — свои особенности и назначение

В одном из прошлых номеров «Вестника АЭМ 2.0» мы подробно рассказывали об одном из флагманских продуктов Росатома — реакторе ВВЭР-1200. А в этой статье поговорим о трех других технологиях, в развитии которых активно участвуют предприятия АЭМ: новейшем реакторе ВВЭР-ТОИ, реакторе на быстрых нейтронах и будущем исследовательском реакторе МБИР.

ВВЭР-ТОИ: СМЕНА ПОКОЛЕНИЙ

Первым из трех реакторов рассмотрим ВВЭР-ТОИ. Хотя бы потому, что сегодня водо-водяные энергетические реакторы

составляют большинство в мировом атомном парке.

История технологии ВВЭР берет отсчет в 1955 году, когда в Институте атомной энергии (сейчас это Курчатовский институт) появился проект первого отечественного водо-водяного реактора. Он был реализован на первом блоке Нововоронежской АЭС в 1960-х. Технология активно развивалась в 1970–80-х годах, большой успех был у реакторной установки ВВЭР-440 — АЭС с ними строились не только в Советском Союзе, но и в других странах. В конце 1970-х было запущено новое поколение реак-

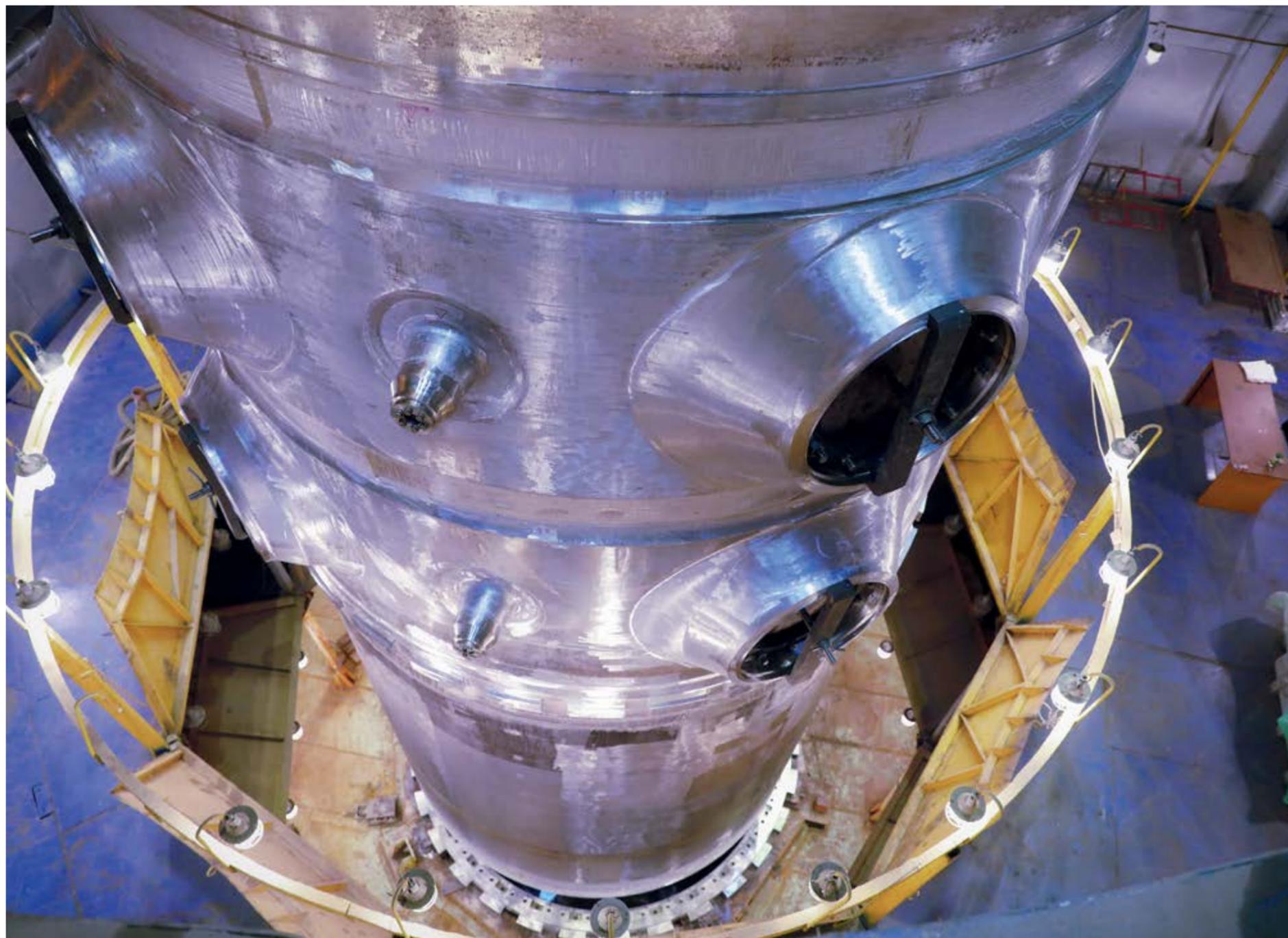
торов ВВЭР-1000, получившее активное развитие в СССР и ставшее основой экспорта атомных технологий для России. Следующий шаг в развитии водо-водяных реакторов связан с установкой повышенной мощности ВВЭР-1200. Сегодня эксплуатируются четыре таких блока в России и один в Беларуси, еще несколько блоков с ВВЭР-1200 строится или запланировано на АЭС за рубежом.

Сегодня в летописи водо-водяных реакторов пишется новая страница — она посвящена проекту ВВЭР-ТОИ. Как и ВВЭР-1200, он относится к новейшему поколению реакторов III+, только еще мощнее, экономичнее и безопаснее. Два блока с этими реакторами уже строятся на Курской АЭС-2.

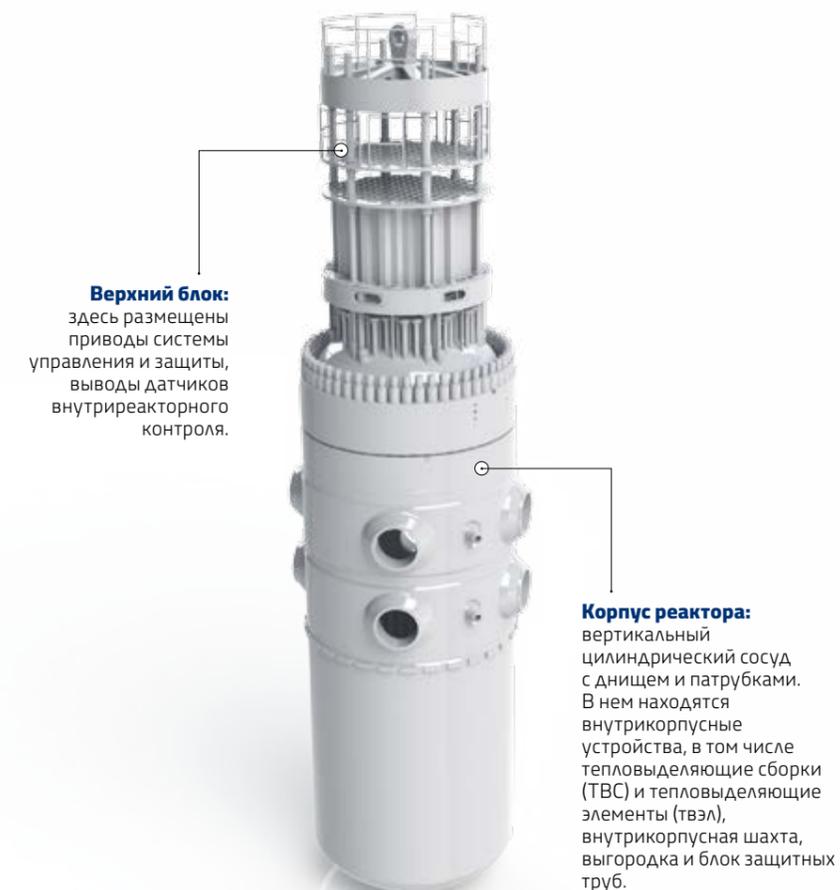
Главным конструктором ВВЭР-ТОИ, как и других отечественных водо-водяных энергетических реакторов, выступило подольское ОКБ «ГИДРОПРЕСС». ТОИ расшифровывается как «типовой оптимизированный информатизированный», а основой проекта стали технические решения хорошо зарекомендовавшего себя ВВЭР-1200.

Изготовление первой реакторной установки ВВЭР-ТОИ началось в 2018 году на Атоммаше, а в апреле 2021 года корпус реактора и парогенераторы для первого блока Курской АЭС-2 уже отгрузили. Всего на станции будет четыре энергоблока с ВВЭР-ТОИ, мощность каждого составит 1200 МВт.

Несмотря на то что новый реактор основан на технологии ВВЭР-1200, у установок есть существенные различия. Во-первых, ВВЭР-ТОИ изготовлен из безникелевой стали. Технология предусматривает четыре сварных шва вместо шести, как у корпуса ВВЭР-1200, а в активной зоне сварные соединения и вовсе исключены, что улучшает эксплуатационные характеристики, поскольку радиационное воздействие на швы минимальное. 340-тонный корпус реактора способен выдерживать давление в 250 атмосфер, что выше рабочего в 1,4 раза. Все это позволит после 60 лет



Как устроен ВВЭР-ТОИ



ПАРАМЕТРЫ:

3300 МВт	— тепловая мощность
163 шт.	— количество ТВС в активной зоне
94 шт.	— количество ОР СУЗ
60 лет	— срок службы



Вверху: Корпус реактора помещают в подземный кессон для проведения гидравлических испытаний. Слева: ВВЭР-ТОИ готовится к отгрузке на Курскую АЭС-2

работы продлить срок службы корпуса еще как минимум на 20 лет.

ВВЭР-ТОИ предполагает другую компоновку оборудования. Например, парогенераторы располагаются в два ряда по два парогенератора в каждом, а не вокруг ядерного реактора, как в предыдущих установках. Сами парогенераторы тоже модернизированы: длина каждого увеличена на метр, они стали объемнее и производительнее. В конструкции теперь отсутствует коллектор пара в верхней части парогенератора. Пар выходит

из одного патрубка, который напрямую соединен с паропроводом.

Впервые для российских водо-водяных энергетических реакторов предусмотрена осевая симметрия в плане, при которой парогенераторы размещаются в одну линию, а некоторые элементы первого контура зеркально повторяют друг друга. Это упрощает конструкцию и обеспечивает экономию материалов и расходов.

Еще одно отличие от предыдущих проектов с ВВЭР-1200 — его «типизация» за счет использования информа-

ционных технологий. Вне зависимости от того, где будет строиться АЭС, разработчики и изготовители оборудования смогут пользоваться единой информационной базой с существующими отработанными решениями и адаптировать их к конкретному проекту.

Реактор для первого блока Курской АЭС-2 уже отгружен. Ведутся строительные и монтажные работы на площадке сооружения станции замещения, развернуты работы на объектах вспомогательного и обеспечивающего назначения. В задачу

ближайшего времени входит обеспечение готовности транспортно-технологической схемы к монтажу реактора. «Монтаж корпуса реактора — это ключевое событие сооружения энергоблока, которое знаменует активную фазу монтажа оборудования РУ и от которого ведется отсчет до начала пусконаладочных работ на АЭС», — отмечает заместитель генерального конструктора — начальник отделения по авторскому надзору и сопровождению эксплуатации АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС» Антон Мартынов.

РЕАКТОРЫ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ

Реакторы, в которых теплоносителем является вода, — далеко не единственные. Сегодня перспективы развития атомной энергетики связывают во многом с реакторами на быстрых нейтронах, где в качестве теплоносителя используется расплавленный натрий. По распространенной среди атомщиков версии, аббревиатура БН означает «быстрый натриевый». Такие реакторы разрабатывались в разных странах мира, но наибольших успехов в разработке этого направления достигла наша страна. Только у нас действуют энергетические реакторы этого типа — БН-600 и БН-800 на Белоярской АЭС, а также разрабатывается новый, более мощный реактор БН-1200М. Разработку конструкции реакторов БН осуществляет ОКБМ Африкантов.

Реакторы на быстрых нейтронах нацелены на то, чтобы довести до совершенства технологию замкнутого ядерного топливного цикла, которую часто связывают с мечтой человечества о вечном двигателе. Суть в том, что реактор может работать на том, что считается отходами — на отработавшем ядерном топливе (ОЯТ). ОЯТ, которое производится в тепловых реакторах, нужно безопасно хранить, что весьма непросто. Либо перерабатывать, а это могут делать реакторы на быстрых нейтронах. Для них эти отходы — вполне пригодное топливо.

Развитие технологии БН началось в 1959 году с создания экспериментальных реакторов в Физико-энергетическом институте. В 1973-м состоялся энергопуск реактора БН-350, который проработал 25 лет, подтвердив надежность и безопасность.

В 1980 году запущен энергоблок № 3 Белоярской АЭС с реактором БН-600. Он до сих пор успешно эксплуатируется в коммерческом режиме. Коэффициент использования установленной мощности энергоблока поддерживается на стабильно высоком уровне в 75–80%, выход долгоживущих газоаerosольных радионуклидов в окружающую среду отсутствует, а выход инертных радиоактивных газов пренебрежимо мал и составляет меньше 1% от нормальных показателей.

Действующая лицензия разрешает эксплуатацию реактора БН-600 до 2025 года. Но по результатам анализа, выполненного в ОКБМ, реактор может работать и дольше: сейчас идут работы по обоснованию 60-летнего срока эксплуатации.

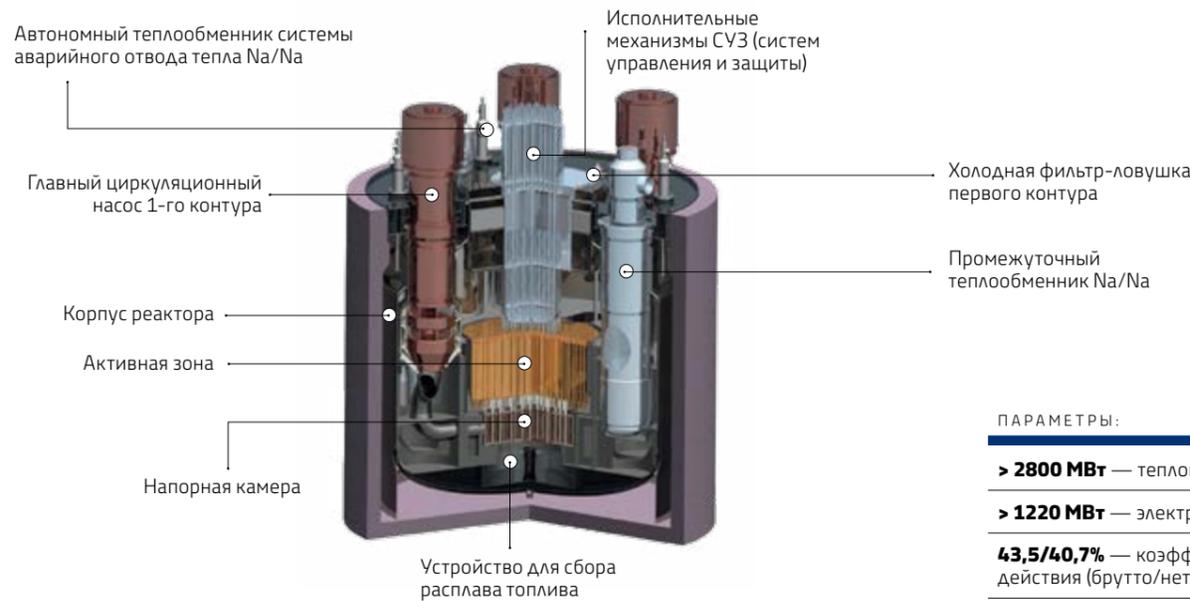
Следующий шаг в разработке реакторов этого типа — БН-800, который



Справа: реактор БН-800 в энергоблоке № 4 Белоярской АЭС
Внизу: Белоярская АЭС, где эксплуатируются реакторы БН-600 и БН-800



Как устроен реактор БН-1200М



ПАРАМЕТРЫ:

> 2800 МВт — тепловая мощность

> 1220 МВт — электрическая мощность

43,5/40,7% — коэффициент полезного действия (брутто/нетто)

в 2016 году был запущен на 4-м блоке Белоярской АЭС. Его тепловая мощность по сравнению с предшественником увеличена на 42%, электрическая доведена до 880 МВт. БН-800 стал самым мощным в мире действующим энергетическим реактором на быстрых нейтронах.

Однако новая разработка ОКБМ Африкантов сможет в скором будущем улучшить эти показатели. Речь идет о реакторе БН-1200М, тепловая мощность которого будет составлять не менее 2800 МВт, а электрическая — 1220 МВт. Техническая концепция БН-1200М принята и одобрена как отвечающая требованиям, предъявляемым к реакторам IV поколения. На научно-техническом совете Росатома, который состоялся в конце 2021 года, проект БН-1200М был одобрен для сооружения в качестве пятого энергоблока Белоярской АЭС.

Реакторы на быстрых нейтронах чрезвычайно важны для стратегии развития

отечественной атомной энергетики, в которой обозначен переход к двухкомпонентной ядерной энергетической системе. С одной стороны, есть реакторы ВВЭР на тепловых нейтронах (основа современной атомной энергетики), а с другой стороны — быстрые реакторы. Если их эксплуатировать в сочетании друг с другом, получится замкнутый ядерный топливный цикл (ЗЯТЦ). Это позволит расширить топливную базу — например, вовлечь в этот цикл плутоний, образующийся при облучении в ядерных реакторах урана-238 — основного изотопа природного урана, и уменьшить объемы радиоактивных отходов, благодаря «дожиганию» содержащихся в них долгоживущих изотопов. То есть решаются сразу обе ключевые проблемы атомной энергетики: ресурсная, связанная с ограниченностью запасов природного урана, и экологическая, связанная с ростом объемов отработавшего ядерного топлива.



Контрольная сборка исследовательского реактора МБИР на Атоммаше

МБИР: НОВЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ

Развитие реакторов на быстрых нейтронах невозможно без постоянных научных изысканий, смелых экспериментов и проверок гипотез. Не все идеи можно проверить и попробовать в лабораториях. Научная работа на уже действующих АЭС тоже довольно ограничена. И сегодня Росатом создает уникальную исследовательскую ядерную установку — МБИР, многоцелевой исследовательский реактор на быстрых нейтронах.

Исследовательские ядерные реакторы — это кузница передовых

идей атомной энергетики. В нашей стране есть быстрый исследовательский реактор — БОР-60, но он введен в эксплуатацию в 1968 году и в скором времени исчерпает свой ресурс. Его и заменит МБИР. Технические характеристики нового реактора намного превосходят показатели БОР-60 и позволят решать широкий спектр научных и конструкторских задач, а исследования можно будет проводить в несколько раз быстрее.

Помимо основного, натриевого, МБИР будет содержать еще три независимых контура. Они проходят через

активную зону реактора и позволяют создавать особые условия для облучения материалов. Помимо натрия, теплоносителями в реакторе выступают свинец и гелий.

МБИР сможет выдавать очень мощный поток нейтронов, именно на этом будут основаны эксперименты. Среди них есть и фундаментальные исследования (например, изучение свойств «темной материи»), и прикладные: разработка изотопов для ядерной медицины, облучение моделей топливных стержней, исследования материалов, из которых будут создавать корпуса

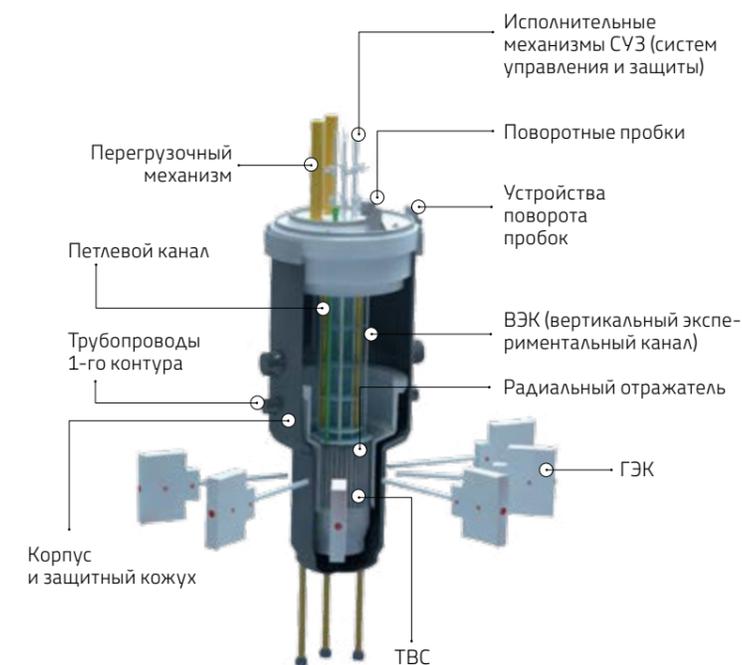
реакторов АЭС будущего. Без МБИР развитие двухкомпонентной ядерной энергетики шло бы гораздо дольше.

Новый исследовательский реактор строится там же, где находится его предшественник, БОР-60, — на территории Научно-исследовательского института атомных реакторов в городе Димитровграде. После завершения стройки Россия получит объект, сравнимый по значимости с Международной космической станцией — здесь тоже будут ставить уникальные эксперименты команды ученых из разных стран, а Димитров-

град станет, без преувеличения, международным кластером атомной науки и энергетики.

Сооружение площадки под МБИР идет с опережением сроков. В апреле 2022 года в Димитровград доставили корпус нового реактора, изготовленный на Атоммаше. Агрегат длиной 12 метров и весом в 83 тонны неделю везли на специальном транспорте, теперь предстоит установить его в проектное положение. Физический пуск МБИР запланирован на 2027 год, а весь научно-исследовательский комплекс должны сдать в эксплуатацию в 2028 году.

Как устроен МБИР



ПАРАМЕТРЫ

≈ 150 МВт — тепловая мощность

≈ 40 МВт — электрическая мощность

83 т — вес готового корпуса реактора

550 мм — высота активной зоны

50 лет — срок службы

4 м — диаметр

Расчеты в условиях неопределенности

Для атомной отрасли CFD-технологии — относительно новые: широкое распространение они получили в последние пятнадцать лет. Наибольший опыт их применения на всех этапах жизненного цикла реакторной установки наработал ОКБ «ГИДРОПРЕСС». Поговорим о том, что такое CFD-технологии и какую роль они играют в науке и на производстве

Василий Волков,
начальник группы отдела технологий поддержки
жизненного цикла ОКБ «ГИДРОПРЕСС»

ЦИФРОВАЯ АЛЬТЕРНАТИВА

Аббревиатура CFD расшифровывается как Computational Fluid Dynamics, или, по-русски: вычислительная гидроаэродинамика. Эта научная дисциплина появилась с развитием компьютерных технологий, она дополняет экспериментальные и теоретические подходы к конструированию, а иногда выступает и в качестве альтернативы им.

Для наукоемких технологий, которые везде и всюду используются в атомной отрасли, знания имеют критически важное значение: чем больше имеешь информации о теплофизических процессах в оборудовании, тем надежнее и безопаснее будет АЭС. CFD-расчеты повышают этот уровень знаний, а также снижают затраты на разработку новых конструкций. Они позволяют предсказать характеристики будущего оборудования, провести сравнение различных конструкций еще на стадии проектирования.

Реальные эксперименты — занятие крайне затратное по времени и по деньгам, а CFD-коды частично заменяют и дополняют их математическими расчетами. Эти коды описывают непосредственно физику процесса и поведение среды. Они универсальны, то есть могут применяться для различного оборудования без привязки к конструкции. Получается, что при помощи CFD можно

рассчитать поведение среды и для насосов, и для реакторов, и для парогенераторов (и даже аэродинамику автомобиля или самолета).

Например, эксперименты на гидравлических стендах ограничиваются определенным диапазоном чисел Рейнольдса. За пределами возможностей большинства экспериментальных установок оказывается также диапазон очень высоких температур. Многие исследования связаны со слишком большим масштабом в пространстве и недоступны для моделирования. Во всем этом может помочь технология CFD. Таким образом, сроки и стоимость проектирования новых конструкций реакторного оборудования существенно сокращаются, а качество возрастает.

АНАЛИЗ В НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Без CFD не обойтись при расчете абсолютно новых проектов, когда конструкторское решение неизвестно, нет референтности, нет экспериментальных данных. Например, при расчетах для реакторов средней и малой мощности. МАГАТЭ уже сейчас позволяет применять CFD-расчеты для обоснования безопасности реакторной установки при условии проведения анализа неопределенности.

CFD находятся на стыке теоретических и практических знаний, программирования и физики. Современная наука движется в направлении мультифизичности и связи различных направлений в единые. Один из самых актуальных вопросов развития CFD — как увязать расчет одномерным и трехмерным кодом в одной модели. Это необходимо, чтобы рассчитывать ту часть исследуемой области, где преобладают трехмерные процессы (например, места соединения труб, где потоки смешиваются), и в то же самое время ту часть, где течение одномерное, по прямой.

БЕНЧМАРКИНГИ И КОНФЕРЕНЦИИ

Чтобы оценить возможность и точность применения CFD-кодов для решения различных практических вопросов, проводят международные бенчмаркинги (эталонные тестирования). Обычно в подобных мероприятиях

участвуют десятки организаций из разных стран мира. Им отправляют исходные данные проведенного ранее эксперимента, и они их считают своими CFD-кодами. Затем полученные результаты сравнивают, условно побеждает та команда, чьи результаты оказались наиболее близкими к эталонным. Команда ОКБ «ГИДРОПРЕСС» участвовала в нескольких международных бенчмаркингах, организованных АЯЭ ОЭСР совместно с МАГАТЭ, и преуспела в них. В расчетах течения теплоносителя в ТВС россияне заняли второе место, а при верификации CFD-кодов для проблем водородной безопасности — первое.

АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС» регулярно проводит конференции молодых специалистов. Такие мероприятия — отличное начало для представления работ и хороший старт научной деятельности. Я и сам участвовал в такой конференции и считаю, что она помогла мне лучше понимать практические требования нашего опытно-конструкторского бюро.

В рамках международной научно-технической конференции «Обеспечение безопасности АЭС с ВВЭР» создана секция «Вопросы разработки, верификации и применения CFD-кодов в атомной энергетике». Думаю, что подобную секцию нужно создать и в рамках конференции молодых специалистов.

«Якутия» шаг за шагом

На «ЗиО-Подольске» продолжают работы по изготовлению корпуса реактора РИТМ-200 для ледокола «Якутия». Что сейчас происходит на заводе — в нашем фотоматериале

На заводе выполнили уникальную операцию — приварили четыре гидрокамеры к корпусу реактора. Сложность ее в том, что сварка изделий диаметром 830 мм проводится в неповоротном положении. В ходе работ применяется технология управляемой сварки, которая позволяет контролировать сварочные деформации для получения заданных значений геометрических размеров. Шов толщиной 82 мм подвергается нескольким видам контроля, а именно: цветной дефектоскопии, рентгеновскому и ультразвуковому контролю. Эту технологию разработали специалисты «ЗиО-Подольска».

Недавно на заводе успешно завершились гидроиспытания первого парогенерирующего блока (ПГБ) реакторной установки РИТМ-200 для «Якутии». Этот вид контроля проводится, чтобы проверить прочность и плотность оборудования, работающего под давлением. Внутренний объем корпуса реактора заполняют конденсатом, затем в корпусе постепенно поднимают давление до 270 атмосфер. После снижения давления до 216 атмосфер специалисты обследуют корпус на отсутствие деформаций и течей. Результаты гидроиспытаний подтвердили прочность и надежность конструкции. Сейчас «ЗиО-Подольск» готовится к контрольной сборке корпуса первого ПГБ реакторной установки с внутрикорпусными устройствами и крышкой.

Кроме того, на штатное место в стапель чистой сборки установлен второй ПГБ. Теперь заводчанам предстоит установить внутрикорпусные устройства, приварить 12 кассет парогенераторов в зоне фланца, провести гидроиспытания и выполнить контрольную сборку с комплектующими. После чего оба аппарата будут готовы к отгрузке.



Гидрокамеры предназначены для циркуляции охлаждающей среды внутренней полости реактора



Руководитель
направления ОТК
Марина Андропова
следит за обеспечением
качества оборудования

4,5

ТОННЫ —

вес одной гидрокамеры
для корпуса реактора
РИТМ-200



Золотые руки — принято говорить
о высококлассных специалистах.
Один из таких профессионалов —
слесарь по сборке металлоконструкций
Сергей Горелов



Приварка
гидрокамеры — одна
из самых сложных
технологических
операций по сборке
корпуса РИТМ-200

Здоровое излучение

Ядерные технологии ассоциируются в основном с энергетикой, атомными ледоколами, работающими в Арктике, кто-то вспомнит Большой адронный коллайдер и опреснение морской воды. А еще мирный атом используется в медицине: благодаря ему врачи спасают сотни тысяч людей ежегодно и решают сложнейшие задачи в онкологии, кардиологии, эндокринологии, неврологии и других дисциплинах



Петр Фелогов / ТАСС

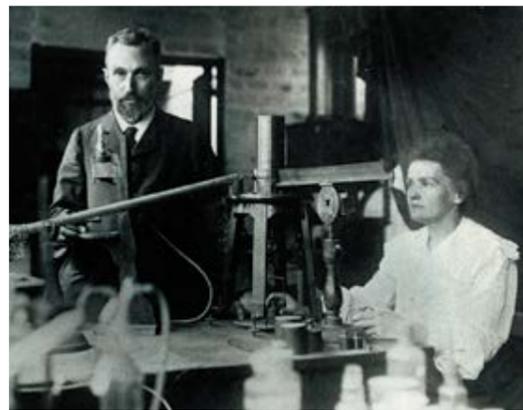


Отец советской физики, академик Абрам Федорович Иоффе в лаборатории

влияние на целый ряд наук. В среде ученых и медиков возник большой интерес к возможностям, которые открывает радиация. Например, действие рентгеновских лучей и радия было замечено сразу, и их стали использовать для уничтожения злокачественных опухолей уже на следующий год после открытия.

В силу и возможности радиации верили не только ученые. Начало XX века ознаменовалось многочисленными попытками заработать на важном открытии. В начале XX века большой популярностью пользовались минеральная вода и даже зубная паста, содержащие радиоактивные вещества.

Однако ни шарлатанство, ни попытки нажиться на загадочной радиации не могли остановить прогресс. В 1918 году в Петрограде под руководством Иоффе основано одно из первых в мире специализированных научных и лечебных учреждений рентгенорадиологического профиля (сейчас это Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. академика А. М. Гранова). Здесь были проведены основополагающие научные исследования, посвященные влиянию рентгеновских лучей на организм, заложены основы лучевой терапии заболеваний.



Супруги Пьер и Мария Кюри открыли радий, полоний и другие радиоактивные элементы

ЛУЧ СВЕТА В ТЕМНОМ ЦАРСТВЕ

В конце XIX века в науке произошли три серьезных открытия, повлиявших на развитие медицины в целом и предопределивших ядерную ее часть. В 1895 году немецкий физик Вильгельм Рентген изучил и впервые описал основные свойства излучения, названного им «икс-лучами» (с немецкого X-Strahlen — «неизвестные лучи»). Кстати, «рентгеновскими» их стали называть с легкой руки его ученика, российского физика Абрама Федоровича Иоффе. В 1896 году впервые была обнаружена и описана естественная радиоактивность. А еще через два года, в 1898-м, супруги Пьер и Мария Кюри открыли новый химический элемент, названный радием, то есть «лучистым». Его радиоактивность в миллион раз выше, чем у урана.

Каждое из этих трех открытий позже было удостоено Нобелевской премии — таким значительным оказалось их



ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

Следующие важные открытия были сделаны в 1930-е. Сначала были разработаны методы внутривенного и внутримышечного введения радионуклидов при лечении рака, а затем американские ученые Гленн Теодор Сиборг и Эмилио Джинно Сегре впервые выделили новый элемент — технеций-99m (Tc-99m), с помощью которого и по сей день производится более 80% всех процедур в области ядерной медицины. Эта наука отныне стала развиваться в двух направлениях: лечение и диагностика.

Начиная с 1940-х по обе стороны океана велись разработки по созданию оборудования, без которого сегодня трудно представить себе современную медклинику. После открытия ядерного магнитного резонанса в жидкостях и твердых телах (Нобелевская премия 1952 года) был создан прототип современного томографа (МРТ). Позже в США построили первый прототип позитронно-эмиссионного томографа (ПЭТ), а в СССР выпустили гамма-терапевтический аппарат для облучения глубоко расположенных опухолей. С середины 1980-х годов как само производство радионуклидов, так и их применение в терапии уже были поставлены на поток.

ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ

Сегодня под ядерной медициной в узком смысле подразумеваются диагностика и терапия, использующие радиоактивные вещества. Оба эти направления клинической медицины развивались одновременно.

Диагностику проводят как *in vitro* (в пробирке), так и *in vivo* (в теле). В первом случае образцы тканей взаимодействуют с радиоактивными изотопами — такой метод называется радиоиммунным анализом. Во втором случае исследования осуществляют с помощью диагностических аппаратов: делают радиометрию, сцинтиграфию (наиболее простой способ аппаратной радионуклидной диагностики, обеспечивающий двухмерную картину), однофотонную эмиссионную компьютерную томографию, которая обеспечивает более высокое разрешение и точную локализацию очагов поражения, позитронно-эмиссионную томографию (КТ) и магнитно-резонансную томографию (МРТ). Ядерные технологии помогают выявить опухоли, метастазы и рецидивы, определить степени распространенности опухолевого процесса и оценить эффективность терапии.

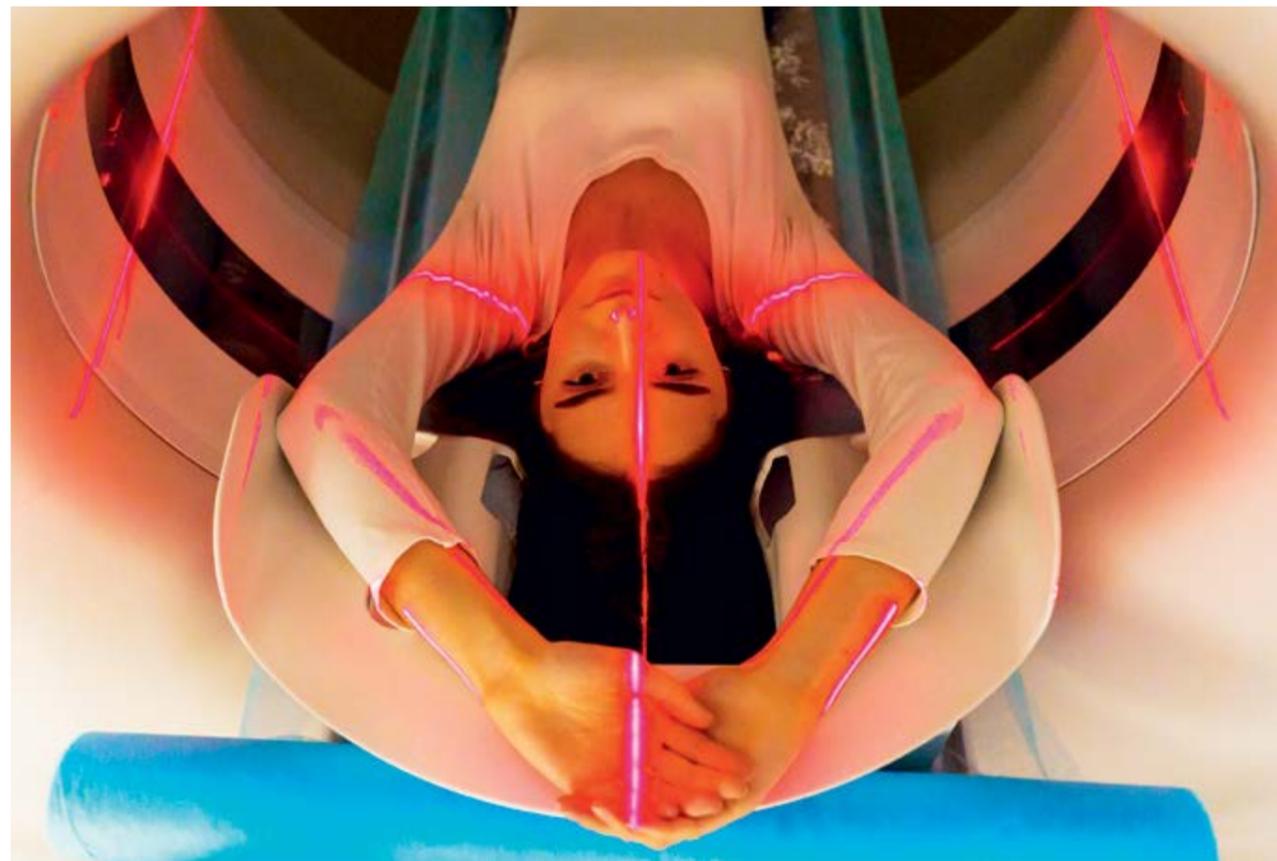
Лучевая терапия обычно применяется к раковой опухоли: она может повредить ДНК раковой ткани, что приводит к гибели клеток. Чтобы избежать от облучения здоровые ткани, сформированные пучки излучения направляются под несколькими углами воздействия. Они пересекаются именно на опухоли, обеспечивая там гораздо большую поглощенную дозу, чем в окружающей здоровой ткани.

ЯДЕРНАЯ МЕДИЦИНА И РОСАТОМ

Технологии ядерной медицины представлены в мире широко, и Россия как одна из ведущих стран — носителей атомных технологий играет в этой сфере важную роль. Центр научно-технических и производственных компетенций в ядерной медицине — Госкорпорация «Росатом». Наша компания — крупнейший игрок на мировом рынке по количеству и объему поставляемых сырьевых изотопов. Российская радиоизотопная продукция поставляется более чем в 20 стран мира. Госкорпорация производит закрытые источники ионизирующего излучения для медицины и источники для использования производителями при эксплуатации медицинских установок, обеспечивает изготовление нескольких видов конечных форм лекарственных препаратов и выпуск радиоизотопных генераторов. Разрабатываются и готовятся к запуску серийного производства новые виды медтехники, используемой в лучевой

Одно из достижений ученых, работающих в области ядерной медицины, — диагностика с помощью компьютерной томографии

терапии, например для гамма-терапевтических аппаратов, комплексов лучевой терапии и другой аппаратуры. Модернизацией и созданием новых образцов медицинской техники занимается компания «Русатом Хэлскеа» (дивизион Госкорпорации, аккумулирующий экспертизу в области технической физики и автоматизации, входящий в «Русатом Хэлскеа», еще в 1970-х производил аппарат для контактной лучевой терапии «АГАТ». Сегодня ему на смену пришло новое поколение аппаратов: гамма-терапевтический комплекс «Брахимум», а в 2022 году регистрационное удостоверение получит комплекс лучевой терапии на базе ускорителя электронов «Оникс» — 6 МэВ (КАТ-6). Кроме того, компания запустила проект по разработке отечественных магнитно-резонансных томографов. Серийное производство планируется к 2026 году. У отечественной ядерной медицины богатая история и перспективное будущее, поскольку потребность в высокотехнологичной ядерной диагностике и терапии растет с каждым годом. У нас есть все возможности для развития собственных отечественных технологий, организации полноценного производства современной медицинской техники и высокотехнологичного оборудования. Росатом планирует построить сеть центров ядерной медицины по всей стране. Если планы осуществляются, можно будет смело сказать, что ожидания отцов — основателей отрасли мы оправдали.



Главные вехи ядерной медицины в России и мире



В 2021 году в Росатоме стартовал проект «ЗОЖ-амбассадоры 2.0 — гонка дивизионов»: на предприятиях выбрали 180 сотрудников, которые ведут здоровый образ жизни и готовы делиться своими знаниями и опытом с коллегами. На страницах нашего журнала мы будем знакомить вас с лидерами здорового образа жизни Атомэнергомаша.

Кристина Кузнецова: «ЗОЖ — это осознанная жизнь»

Сотрудница ОКБМ Африкантов Кристина Кузнецова в прошлом году вошла в топ-15 ЗОЖ-амбассадоров Росатома. Глядя на фотографии этой девушки, сложно поверить, что спорт стал важной частью ее жизни совсем недавно, да и путь к ЗОЖ был непрост. Мы попросили Кристину поделиться своей историей и правилами жизни

К ЗОЖ МЕНЯ ПРИВЕЛО ОТЧАЯНИЕ. В 2018 году я была волонтером на чемпионате мира по футболу — встречала, провожала иностранных и российских болельщиков. Всем волонтерам была положена форма. В анкете указала самый большой размер — в то время я была довольно крупной и весила 110 кг. Когда уже дома примерила форму, я увидела, что штаны трещат по швам. Мне было стыдно. Тогда и поняла, что так дальше нельзя.

Я СТАЛА ИЗУЧАТЬ ВОПРОСЫ ЗДОРОВЬЯ, ПИТАНИЯ И ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК, А МЕСЯЦА ЧЕРЕЗ ПОЛТОРА СБРОСИЛА СВОИ ПЕРВЫЕ 16 КГ. На тот момент, когда я подала заявку в проект «ЗОЖ-амбассадоры Росатома», у меня уже было минус 40 кг. Я не только занималась самообразованием, но и выучилась на фитнес-тренера. Была наставником в одном из клубов Нижнего Новгорода, участвовала в проектах по похудению. Так что у меня уже был опыт, я могла показать результаты — не только свои, но и тех, кто ко мне обращался.

НА ТРЕНЕРА ВЫУЧИЛАСЬ РАДИ СЕБЯ, А НЕ ДЛЯ ТОГО, ЧТОБЫ ЗАРАБАТЫВАТЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ДЕНЬГИ. Я не работаю в фитнес-клубах, занимаюсь больше волонтерскими проектами. Начала с изучения собственного тела, чтобы понять, как выстроить его работу правильно.

КОГДА УВИДЕЛА ОБЪЯВЛЕНИЕ О НАБОРЕ ЗОЖ-АМБАССАДОРОВ РОСАТОМА, ПОДУМАЛА, ЧТО МОГУ ПОМОЧЬ ЛЮДЯМ. Возможно, кто-то, познакомившись с моей историей, тоже захочет что-то изменить в своей жизни и поймет, что все возможно.

В СЕРИАЛЕ «ТРИГГЕР» ЕСТЬ ГЕРОЙ — ПСИХОЛОГ, КОТОРЫЙ ЛЕЧИТ ПРОВОКАЦИОННОЙ ТЕРАПИЕЙ. Смысл в том, что пациент должен осознать свою боль, увидеть причину, с чего началась проблема, принять ее — и после этого начинаются перемены. В области ЗОЖ похожая история: человек должен сам понять, что это для него важно. Увидев пользу даже от одной полезной привычки, он скажет: «Хорошо, идем дальше!» Большой результат начинается с одного маленького движения.

ЗОЖ — ЭТО НЕ МОДНЫЙ ТЕРМИН, А ОБРАЗ ЖИЗНИ. ОСОЗНАННОЙ ЖИЗНИ. Моя задача как амбассадора — показать, что это может каждый, что это легко. Человек, привыкший проводить вечер на диване с телевизором, может понять, что отдых бывает и другой. Что макароны с сосисками можно заменить чем-то легким и полезным, но не менее вкусным.

ЧТОБЫ ВЕСТИ ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ, НЕОБЯЗАТЕЛЬНО БЫТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ СПОРТСМЕНОМ, УЧАСТВОВАТЬ В СОРЕВНОВАНИЯХ И ЗАНИМАТЬ ПЬЕДЕСТАЛ. Достаточно ходить пешком, подниматься по лестнице, нормально питаться, пить нужное количество чистой воды. Даже работу на грядке или приусадебном участке можно превратить в тренировку.

МОЯ КОМАНДА — ЭТО КОЛЛЕГИ, РАБОТНИКИ ОКБМ. АКТИВНЫХ УЧАСТНИКОВ В НЕЙ УЖЕ БОЛЬШЕ 100. Среди них есть люди, которые в команде с прошлого года. Когда они пришли в проект «ЗОЖ-марафон Росатома», они вели малоподвижный образ жизни, мучились с лишним весом и даже не знали, какие упражнения делать можно, а какие нельзя. Я их плавно вводила в ЗОЖ: кому-то помогла бросить курить, а кто-то начал бегать свои первые полумарафоны. Я горжусь ими.



Важен вклад каждого

В 2021 году на предприятиях машиностроительного дивизиона прошел конкурс «Ценные люди АЭМ». Его главная цель — отметить работу тех, кто своей повседневной деятельностью вносит наибольший вклад в достижения всего дивизиона

КАК УСТРОЕН КОНКУРС

Инициатором конкурса выступил генеральный директор Атомэнергомаша Андрей Никипелов. Суть проекта можно описать в двух предложениях: любой сотрудник машиностроительного дивизиона может отметить достижения своих коллег. Для этого нужно номинировать коллегу, отметив его профессиональные достижения и личные качества.

«В положении о конкурсе сказано, что мы отмечаем клиентоцентричность, соответствие отраслевым ценностям и правилам декларации о партнерстве, — объясняет Наталья Спичак, руководитель проекта. — За этими официальными словами скрывается то, что мы по-настоя-

щему ценим в людях: надежность, ответственность, умение слушать и слышать, готовность прийти на помощь и уважение ко всем коллегам на любом уровне».

Выбор лауреатов происходит путем голосования. Анкеты номинантов с рассказом о достижениях публикуются на странице конкурса.

400

СОТРУДНИКОВ отмечено в 2021 году в машиностроительном дивизионе



Андрей Никипелов,
генеральный директор АЭМ:

«Атомэнергомаш сегодня — это около 20 тысяч сотрудников. Всегда ли мы знаем тех, кто своим трудом помогает достигать целей не просто в рамках предприятия, но и целой отрасли? К сожалению, из-за большой загрузки даже непосредственные руководители не всегда могут заметить и оценить вклад каждого. Поэтому в конкурсе «Ценные люди АЭМ» о достижениях коллег рассказывают сами сотрудники».



В 2022 году больше всего голосов получила Светлана Бусова, уполномоченный по экспортному контролю АЭМ

«Многие номинанты были очень рады, что их вклад отметили, — раньше они не получали таких наград. А тем, кто выдвигал коллег, важно видеть, что их мнение ценно, ведь теперь не только они, но и предприятие в целом отмечают достижения номинантов», — комментирует Анастасия Большакова, координатор премии в ОКБМ Африкантов.

Пилот конкурса запущен в 2020 году в АЭМ и ЦКБМ. В 2021 году «Ценные люди АЭМ» охватили уже 12 предприятий дивизиона. С 2022 года программа проходит два раза в год. Следующий конкурс стартует в июле.

Победителей ждут дипломы и ценные призы, а некоторых — даже участие в главном отраслевом конкурсе «Человек года». Программа «Ценные люди АЭМ» позволяет отметить большее число людей, которые работают на результат.

В ЦЕНТРЕ ВНИМАНИЯ — ЛИЧНОСТЬ

Особенность конкурса «Ценные люди АЭМ» в том, что кандидатов выдвигает не руководитель, а любой сотрудник дивизиона — коллега, который сталкивался с номинантом по рабочим вопросам и остался доволен сотрудничеством. Здесь оцениваются не только профессиональные, но и личные достижения.

В управляющей компании (АО «Атомэнергомаш») из 15 лауреатов программы 2022 года больше всего голосов (97) получила Светлана Бусова, уполномоченный по экспертному контролю АЭМ. Вот что она говорит о своем выдвижении: «Мы с коллегами работаем на равных, они не мои подчиненные, я не их начальник, я просто помогаю, консультирую их. Мы продуктивно работаем вместе, и то, что меня номинировали коллеги, очень приятно».



ЦЕННЫЕ ЛЮДИ АЭМ

КОЛЛЕГИ — О ТЕХ, КОГО ВЫДВИГАЮТ

о Л. В. Телятниковой, ведущем специалисте по насосному оборудованию ООО «ААЭМ» (10 заявок и 160 голосов):

«Номинант за две недели организовал обучение новых сотрудников отдела, что позволило им сразу выйти на установленный уровень знаний, необходимый для разработки документации стадии «Технический проект» по проекту АЭС «Эль-Дабаа».

об А. В. Бирюкове, электромонтере АО «ОКБМ Африкантов», абсолютном рекордсмене по количеству выдвижений (53 заявки):

«Активно подает и внедряет предложения по улучшениям. Инициативный и трудолюбивый работник, способный взять на себя ответственность в принятии решений по сложным вопросам, находящимся в его компетенции. За 2021 год номинант подал 15 ППУ (предложений по улучшениям) и большинство из них внедрено».

о В. А. Коренюке из ЦКБМ (10 заявок):

«В сжатые сроки создал новую команду профессионалов ПСР, успешно продвигающих культуру бережливого производства в ЦКБМ и принимающих участие в обмене опытом с муниципальными организациями и органами исполнительной государственной власти в рамках программы «Эффективный регион».

167 лауреатов

награждены в 2021 году в машиностроительном дивизионе



Алексей Бирюков, электромонтер по ремонту электрооборудования 8 разряда из ОКБМ Африкантов





Фото: Андрей Радченко

Промышленный арт

Может ли машиностроение быть искусством? Тот, кто хотя бы раз был на предприятиях АЭМ, смело ответит на этот вопрос утвердительно. Наши заводы и все, что находится внутри них, смело можно называть арт-объектами

На этом фото — специальный подземный стенд, кессон, для проведения гидравлических испытаний корпусов ядерных реакторов. Он установлен на заводе Атоммаш. При гидроиспытаниях в стенд помещают опорное кольцо, на которое с помощью крана грузоподъемностью 600 тонн устанавливают в проектное положение корпус реактора, после чего его закрывают технологической крышкой. Испытания проводят в соответствии со специальной технологией, в ходе выполнения которой в корпусе реактора создают максимальное давление (24,5 МПа для реактора типа ВВЭР-1200), что выше рабочего давления в 1,4 раза. Надо отметить, что при создании реактора специалисты завода проводят 768 производственных операций, а также реактор проходит 315 точек контроля качества. Все для того, чтобы оборудование было прочным, надежным и, как показывает практика, очень красивым.