

Multi-D
engineering

РОССИЯ

RUSSIA

Atomic Project

Атомный проект



ОРГЭNERГОСТРОЙ

#30
2019

2019 ГОД — ГОД РОССИИ ВО ВЬЕТНАМЕ И ГОД ВЬЕТНАМА В РОССИИ

Е X P O



3-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ
ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА

EXPO-RUSSIA VIETNAM

РОССИЙСКО-ВЬЕТНАМСКИЙ МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫЙ БИЗНЕС-ФОРУМ

R U S S I A

ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ

- Энергетика
- Машиностроение
- Транспорт
- Телекоммуникации и связи
- Горнодобывающая промышленность
- Химическая промышленность
- Медицина
- Геология

- Сельское хозяйство
- Образование
- Высокотехнологичные и инновационные отрасли

■ Отдельным блоком на выставке представлены:
агропромышленный комплекс, сельскохозяйственная
техника, пищевая промышленность, товары народного
потребления.

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА

- Российско-Вьетнамский межрегиональный бизнес-форум ■ биржа контактов
- круглые столы совместно с отраслевыми министерствами

V I E T N A M

WWW.ZARUBEZHEXPO.RU
facebook.com/zarubezhexpo
instagram.com/zarubezhexpo
#ExpoRussiaVietnam

ОРГКОМИТЕТ: ОАО «ЗАРУБЕЖ-ЭКСПО»
+7 (495) 721-32-36 | info@zarubezhexpo.ru
119034, Москва, ул. Пречистенка, 10

Атомный проект

ВЫПУСК ТРИДЦАТЫЙ

Будет представлен участникам:

- XI Международного форума «АТОМЭКСПО-2019» (15-16 апреля 2019 г., Сочи)
- XX Международного научно-промышленного форума ICEF и 21-й специализированной выставки «Энергетика. Электротехника. Энерго- и ресурсосбережение» в рамках форума (14-17 мая 2019 г., Нижний Новгород)

Atomic Project

ISSUE THIRTY

АТОМНЫЙ ПРОЕКТ

Информационно-аналитический журнал для специалистов в области атомного машиностроения

№ 30, апрель, 2019 г.

Учредитель-издатель

ООО «РИЦ «Курьер-медиа»

Генеральный директор

Г. П. Митькина

Сайт в Интернете

www.kuriermedia.ru

Журнал создан

при содействии:

- АО «Нижегородская инжиниринговая компания «Атомэнергопроект» (НИАЭП).
- ООО «Центр информационных и выставочных технологий» «НДЦ-Экспо».

Журнал зарегистрирован

в Управлении Федеральной службы по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций по Нижегородской области. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ТУ 52-0093 от 25.12.2008 г.

Главный редактор

Г. П. Митькина
8-902-68-00-589

Допечатная подготовка

ООО «РИЦ «Курьер-медиа»

Адрес издателя и редакции

603006, Нижний Новгород, ул. Академика Блохиной, д. 4/43

Телефон

(831) 461-90-16

Факс

(831) 461-90-17

E-mail: ra@kuriermedia.ru,
direktor@kuriermedia.ru

Тираж выпуска

1500 экз.
на бумажном и CD-носителях

Дата выхода в свет

10.04.2019 г.

Типография

ООО «Срочная печать»
Нижний Новгород,
ул. Новая, 36

Распространяется бесплатно
почтовой рассылкой

В свободной продаже отсутствует

Перепечатка, копирование материалов, опубликованных в журнале, без согласования с редакцией не допускается. Ответственность за достоверность рекламных материалов несут рекламодатели

ДАТА В ИСТОРИИ

Ядерному обществу России – 30 лет 4

СОБЫТИЕ

Г. Юрьева. «Великий шелковый путь» российских атомщиков 5

Т. Сушкова. «Успешная реализация новых китайских проектов потребует слаженной работы всех участников» 8

ПЕРСПЕКТИВА

Г. Митькина. «Мы хотим изменить качество жизни в Арктике» 10

П. Чурухов. «Речь идет о создании новой отрасли, превышающей по масштабам сегодняшнюю атомную энергетику» 14

КОРИФЕИ

Плененные ядерной физикой 18

НОВЫЕ ИМЕНА

И. Грошева. Будущее – за нанoeлектроникой! 22

ПСР В ДЕЙСТВИИ

Б. Титов. Бережливые технологии как область практического взаимодействия Госкорпорации «Росатом» и регионов (на примере Нижегородской области) 24

ИННОВАЦИИ

Г. Аркадов, В. Павелко, С. Слепов. Предиктивная аналитика как практически значимый для атомной отрасли цифровой инструмент 26

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

Планетарно-цвечочные (циклоидальные) редукторы и механизмы на их базе 27

Редакционный совет журнала
«Атомный проект»

Зверев Д. Л. – генеральный директор-генеральный конструктор АО «ОКБМ Африкантов», д. т. н.

Седаков А. Ю. – первый заместитель директора РФЯЦ-ВНИИЭФ, директор филиала РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю. Е. Седакова», д. т. н.

Дмитриев С. М. – ректор Нижегородского государственного технического университета имени Р. Е. Алексеева, д. т. н.

Титов Б. М. – директор Нижегородского института экономического развития (НИЭР), академик Международной академии реальной экономики, к. э. н.

Петрунин В. В. – первый заместитель генерального директора-генерального конструктора АО «ОКБМ Африкантов», д. т. н.

Катин С. В. – научный руководитель филиала РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю. Е. Седакова», д. т. н.

Чернышев А. К. – заместитель научного руководителя РФЯЦ-ВНИИЭФ, д. ф-м. н.

Акимов Н. Н. – главный конструктор по АСУ объектами атомной энергетики и ТЭК филиала РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю. Е. Седакова», д. т. н.

Скородумов С. Е. – главный конструктор промышленных реакторных установок АО «ОКБМ Африкантов», к. т. н.

Ивашкин Е. Г. – проректор по учебной работе Нижегородского государственного технического университета имени Р. Е. Алексеева, к. т. н.

Хвойнов В. Н. – директор по маркетингу и коммуникациям филиала РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю. Е. Седакова»

Леонтьев Н. Я. – начальник отдела научно-технического развития АО «Инжиниринговая компания «Атомстройэкспорт», к. э. н.

Певницкий Б. В. – начальник научно-исследовательского отдела ИТМФ РФЯЦ-ВНИИЭФ

Опыт разработки и внедрения новых технологий строительства АЭС	28
Отечественные кабели для атомной промышленности	30
Российские промышленные компьютеры BLOK и отечественные операционные системы: гарантия совместимости и конкурентоспособности	31
Уралхиммаш развивает атомное направление	32
Лакокрасочные материалы холдинга ВМП для антикоррозионной, специальной защиты и декоративной отделки конструкций объектов атомной энергетики	33
ЮБИЛЕЙ	
За сто лет от паровоза до ядерного реактора	34
О. Кожекина. УЭХК – мировая история обогащения урана	36
Р. Топорков. В авангарде атомных технологий	41
Калининская атомная станция: 35 лет успешной истории	44
БУДУЩЕЕ ОТРАСЛИ	
В центре внимания – дети	48
УСЛУГИ ДЛЯ АЭС	50
АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	52

Ядерному обществу России – 30 лет

«Вся энергия – приблизительно 98 процентов, – накопленная на Земле, заключена в трех элементах: уране-238, тории или взаимозаменяемом дейтерии и литии. И только в оставшиеся приблизительно два процента укладываются нефть, газ и уголь. Поэтому атомная энергетика неизбежна».

Е. П. Велихов

17 апреля 1989 года в Москве в Колонном зале Дома Союзов состоялась Учредительная конференция Ядерного общества СССР (с 1995 года – Ядерное общество России). Первым президентом Общества был избран один из его организаторов, в то время директор ИАЭ им. И. В. Курчатова академик Евгений Павлович Велихов.

Советское Ядерное общество было создано по подобию общественных организаций, которые уже с 1954 года стали появляться сначала в Америке, а потом и в других странах, где активно использовалась атомная энергия. Ядерные общества чаще всего объединяют в своих рядах физических лиц, чем отличаются от атомных форумов, куда входят компании и предприятия. Членом такого общества может стать не только профессионал, но и любой человек, интересующийся использованием атомной энергии.

Главная цель деятельности Ядерного общества СССР была определена из необходимости способствовать восстановлению престижа атомщиков после чернобыльских событий, содействовать дальнейшему развитию безопасного использования атомной энергии и создать неформальную атмосферу как дополнительную возможность общения специалистов в своей профессиональной среде. Вскоре Ядерное общество СССР стало членом общеевропейской федерации (ENS), включавшей в себя 26 аналогичных обществ из 23 стран. Представители нашего Ядерного общества А. П. Александров, Ф. М. Митенков и Е. И. Игнатенко в разное время были избраны Почетными членами ENS.

Все эти годы Ядерное общество последовательно вносило свой вклад в деятельность,



Е. П. Велихов – первый президент Ядерного Общества СССР

направленную на укрепление международного сотрудничества и поддержку активной молодежи.

В советский период в ряды Ядерного общества входило до 3,5 тысячи человек. С распадом СССР произошел довольно резкий провал в численности, но на сегодняшний день численность ЯОР вновь приближается к трем тысячам членов. Наиболее сильные региональные представительства общества находятся в Обнинске, Волгодонске, Санкт-Петербурге и Нижнем Новгороде.

В 90-е годы, в период застоя в отрасли, Ядерное общество сыграло заметную роль в том, что был образован Минатом России. Общеизвестно, что первый президент РФ Б. Н. Ельцин, так же, как и Е. Т. Гайдар, считали атомное министерство ненужным. Но оно всё-таки было создано в 1992 году по результатам совещания, на котором важную роль сыграло Ядерное общество и его тогдашний президент Николай Николаевич Пономарёв-Степной.

Отношение общественности к атомщикам в 90-е годы было очень сложным. Еще кропотливо раны, нанесенные чернобыльской аварией. Было трудно работать с населением, которое любое публичное выступление встречало в штыки.

Сегодня многое выглядит по-другому. Госкорпорация «Росатом» ведёт активную информационную работу, поэтому Ядерное общество концентрируется на тех направлениях, которые прямо вытекают из его устава.

Это историческая часть, история отрасли и передача знаний от ветеранов к молодым. На сегодняшний день в России нет единой структуры отрасли. Атомная отрасль не состоит из одного лишь Росатома, хотя на него и приходится львиная доля. Но в целом отрасль шире, чем одно ведомство. Поэтому Ядерное общество, как структура, объединяющая в этом смысле всю отрасль без изъятий, занимается вопросами истории и исторического наследия.

Другое важное направление – привлечение молодежи. Члены Общества видят свою задачу в создании среды, в которой молодые атомщики могли бы свободно общаться с ветеранами и друг с другом – для расширения кругозора и для знакомства с традициями и историей отрасли. Стране нужны будущие стратеги отрасли, которых уже сегодня нужно отбирать среди молодых специалистов, дополнительно обучать, давать возможность напрямую пообщаться со стратегами сегодняшними, теми, кто определяет развитие отрасли в наши дни. Хороших системных стратегов много не бывает, их нужно кропотливо искать. С этой целью создано и активно работает Молодежное отделение Ядерного общества России.

Еще одно направление – экспертная работа, прежде всего, в таких ситуациях, когда требуется консолидированное мнение максимально широкого круга участников.

У нашей страны есть большие достижения в области прикладных физических исследований, серьезные наработки в ядерной энергетике, в освоении Арктики, космоса, мы рассчитываем занять серьезные позиции в области практического применения термоядерной энергетике. В развитие всех этих направлений вот уже три десятилетия вносит свой вклад Ядерное общество России.

«Великий шелковый путь» российских атомщиков

«Китайско-российское всеобъемлющее партнёрство и стратегическое взаимодействие достаточно зрелое, стабильное и крепкое. Среди отношений мировых держав они отличаются своим высочайшим уровнем, богатейшим содержанием и важнейшим стратегическим значением».

Си Цзиньпин,
Председатель Китайской
Народной Республики

«Такого формата взаимодействия у нас нет ни с одной другой страной. Речь идёт об очень чувствительных, уникальных разработках российских учёных и специалистов».

Владимир Путин,
Президент Российской Федерации

7 марта 2019 года в Пекине состоялась торжественная церемония подписания генерального контракта на сооружение энергоблоков №7 и №8 АЭС «Тяньвань», а также контракта на технический проект на сооружение блоков №3 и №4 АЭС «Сюйдапу».

Документы подписали представители инженеринговой компании «Атомстройэкспорт» и Китайской национальной ядерной корпорации (CNNC).

Подготовка контрактов велась в соответствии с подписанным в июне 2018 года в ходе визита Президента РФ Владимира Путина в Китай стратегическим пакетом соглашений, определившим основные направления развития сотрудничества между Россией и Китаем в сфере атомной энергетики на ближайшие десятилетия. Принятые в ходе встречи руководители документы по атомной энергетике подписали генеральный директор Госкорпорации «Росатом» Алексей Лихачев и руководитель государственного энергетического управления КНР Нур Бекри.

В летопись сотрудничества России и Китая таким образом была внесена новая историческая страница – подписанный в Пекине пакет соглашений и контрактов по разным проектам стал крупнейшим за всю многолетнюю историю совместной работы. Что касается атомной энергетики, то подписанный пакет документов может стать стратегическим не только для России и КНР, но и для всего мирового атомного сообщества.

Правительством Поднебесной поставлены амбициозные задачи по развитию страны, требующие огромной работы. Подъем уровня жизни миллиардного населения невозможен без опережающего развития энергетического сектора экономики. По-прежнему опираться на угледобычу не позволяет и экологическая угроза, нависшая над большей частью страны. Загрязнение воздуха является одной из самых серьезных проблем для Китая – ежегодно на борьбу с ним тратится около 6% ВВП.



Торжественная церемония подписания генерального контракта на сооружение энергоблоков №7 и №8 АЭС «Тяньвань». Пекин, 7 марта 2019 г.

Поэтому руководство Китая неизбежно должно было заниматься проблемой диверсификации используемых энергоисточников. Ставка была сделана прежде всего на мирный атом. В соответствии с утвержденным в стране планом XIII пятилетки к 2020 году КНР должна иметь не менее 58 ГВт атомной генерации и вести строительство 30 реакторов (в настоящее время в Китае статус действующих имеют 46 блоков, строящихся – 11 блоков). К 2030 году на атомных станциях планируется производить от 120 до 150 ГВт электроэнергии, и для реализации этих планов необходимы гигантские объемы строительства.

Для выполнения такого объема работ необходим надежный стратегический партнер, и КНР сделала выбор в пользу Росатома. Почетному признанию наших заслуг предшествовала долгая и кропотливая работа. Достаточно вспомнить, что на территории Китая строительством АЭС занимались не только наши специалисты, но и другие участники так называемой «большой атомной тройки» – Франция и Соединенные Штаты. О своих планах на строительство нового реактора на АЭС «Сюйдапу» уже заявляли американцы. Но остро нуждающийся в скорейшем наращивании атомных мощностей Китай сделал другой выбор.

Это стратегическое партнерство отнюдь не было само собой разумеющимся подтверждением близких политических позиций двух стран.

В конце 2011 года, после анализа причин, приведших к катастрофе АЭС «Фукусима», был

выработан новый, крайне жесткий перечень требований по безопасности атомных энергетических блоков. Государственный совет КНР принял «План безопасного развития атомной энергетики на 2011-2020 годы». После того, как в августе 2016 года состоялся энергетический пуск референтного блока ВВЭР-1200 на Нововоронежской АЭС-2 – первого в мире «постфукусимского» реактора поколения III+, были сделаны выводы о дальнейшем направлении развития китайской атомной энергетики. На протяжении всего строительства китайские специалисты посещали НВАЭС-2, пристально изучали каждый этап строительства, оценивали уровень безопасности станции. Сделанные выводы и были положены в основу нового беспрецедентного по объемам Соглашения между энергетическими корпорациями двух стран.

Уникальность подписанного в июне 2018 года соглашения определяется не только его стоимостью, но и тем, что уже начато поступательное движение вперед сразу по нескольким высокотехнологическим проектам, не имеющим аналогов в мировой атомной отрасли.

«На Тяньваньской площадке у нас фактически выработан формат совместного проектирования и сооружения станции российскими и китайскими специалистами. Мы продолжаем совместно сооружать в Китае самые современные блоки поколения 3+, более того, договорились о начале сооружения энергоблоков ВВЭР-1200 на новой для нас площадке. У нас масштабные планы по развитию сотрудничества в атомной сфере, причем не только

в области АЭС большой мощности», – так оценил предстоящее сотрудничество глава Росатома **Алексей Лихачев**.

Речь, прежде всего, идет о совместном сооружении седьмого и восьмого блоков на площадке Тяньваньской АЭС. Атомная электростанция «Тяньвань» – самый крупный объект российско-китайского экономического сотрудничества. Сооружение первых двух блоков станции вела российская компания «Атомстройэкспорт» (ASE) в соответствии с российско-китайским межправительственным соглашением, подписанным еще в 1992 году. Пуск первой очереди станции (энергоблоки №1 и №2) состоялся в 2007 году. В сентябре 2018 года была запущена реакторная установка четвертого энергоблока.

Новым контрактом предусмотрено сооружение реакторных установок ВВЭР-1200, которые относятся к новейшему поколению 3+. Российская сторона будет проектировать «ядерный остров» станции, а также поставит ключевое оборудование для новых блоков Тяньваньской АЭС. Сроки сжатые, в 2021 году запланировано выйти на заливку первого бетона в фундаментную плиту Тяньваня - 7. Пуск блока №7 запланирован на 2026 год, блока №8 – на 2027 год.

Еще одним важнейшим направлением сотрудничества станет серийное сооружение АЭС российского дизайна на новой площадке в Китае. Это очень значимый шаг по расширению российской экспансии на китайском рынке. Отдельный контракт предусматривает сооружение на площадке АЭС «Сюйдапу» двух энергоблоков с реакторами ВВЭР-1200. Пуск блоков №3 и №4 АЭС «Сюйдапу» запланирован на 2028 год. Кстати, на будущее соглашением предусмотрена и возможность сооружения новых блоков.

Договор по АЭС «Сюйдапу» является для Росатома необычным и первым в своём



8 июня 2018 года. Главы КНР и России после подписания пакета соглашений о стратегическом сотрудничестве

роде. Во-первых, потому, что первые два энергоблока, уже установленные на станции, произведены американской компанией Westinghouse. Таким образом, после поставки российского оборудования, в истории атомной энергетики появится прецедент одновременной работы установок разных производителей. Итоги такого своеобразного эксперимента могут изменить весь мировой энергетический рынок.

Другой отличительной особенностью является то, что исполнение контракта не потребует от Росатома никаких средств: всё финансирование в полном объеме берёт на себя китайская сторона, тогда как поставка

оборудования только на начальном этапе оценивается в сумму \$5 млрд.

Заметим, что Китай сыграл свою роль в истории как американской Westinghouse, так и нашего Росатома. Контракт на строительство первых двух блоков АЭС «Тяньвань» Министерство атомной энергетики России подписывало в 1997 году, после десятилетнего перерыва в строительстве новых энергоблоков – помимо всего прочего, это был и знак доверия советскому опыту. Росатом сполна использовал эту поддержку для того, чтобы не только восстановить бывшие компетенции, но и развить их – и этот опыт, эти навыки наших атомщиков оказались востребованы Китаем.





На выставке СИА в Шанхае. Ноябрь 2018 г.

Точно так же китайские заказчики с уважением отнеслись к американской компании, но у Westinghouse перерыв в строительстве АЭС составлял почти 30 лет – и это оказалось главной причиной того, что выбор был сделан не в пользу американских специалистов.

Как итог: 6 ноября 2018 года в рамках I Международной выставки импортных товаров (СИА) в Шанхае Россия и Китай подписали контракт на разработку технического проекта для блоков № 7 и №8 Тяньваньской АЭС, а также исполнительные контракты по быстрому реактору CFR 600. А всего через пять месяцев состоялась торжественная церемония подписания генерального контракта.

Сооружение китайского демонстрационного реактора на быстрых нейтронах (CFR-600) установленной электрической мощностью 600 МВ – еще одна важная сторона сотрудничества двух стран. Проект реактора разрабатывают китайские атомщики, а российские специалисты, имеющие большой практический опыт в создании и эксплуатации быстрых реакторов, будут осуществлять поставку отдельных элементов реактора и топлива для него.

Энергоблоки с реакторами на быстрых нейтронах весьма перспективны, поскольку позволяют замкнуть ядерный топливный цикл и значительно уменьшить объемы радиоактивных отходов. Наша страна – признанный в мире лидер в технологиях строительства реакторов на быстрых нейтронах. Только у нас существует действующая экспериментальная база для проведения исследований по проблематике «быстрых» реакторов, у нас ведется строительство самого мощного в мире многоцелевого исследовательского ядерного реактора на быстрых нейтронах МБИР.

Опыт партнерства по реакторам на быстрых нейтронах у наших стран накоплен уже достаточный. Еще в 1988-1990 годах Корпорацией CIAE были проведены исследования и практические работы, позволившие правительству КНР включить в государственную программу строительство экспериментального реактора CEFR-25, начиная с 1996 года. Сотрудничество с российскими атомщиками в этом направлении началось в 1992 году. Концепция энергоблока, технические требования и основные компоненты реактора были разработаны совместными усилиями CIAE и сразу несколько российских коллективов. На втором этапе сотрудничества был разра-

ботан технический проект CEFR и, поскольку технические требования, предъявленные китайской стороной, значительно превышали действующие на тот момент в России ограничения по радиационной безопасности, наши разработчики получили прекрасный опыт, использованный позднее при проектировании и строительстве в России реактора БН-800. В марте 1995 было заключено соглашение между Минатомом и Китайской корпорацией атомной энергетической промышленности о сотрудничестве в области создания на территории КНР экспериментального реактора на быстрых нейтронах. В начале 1999 года CIAE получила разрешение на строительство реактора CEFR и после того, как в 2000 году соглашение о строительстве CEFR стало межправительственным, к проекту подключились крупнейшие предприятия Росатома.

В Китайском институте атомной энергии с участием России был построен и в 2010 году запущен CEFR (The China Experimental Fast Reactor) – экспериментальный реактор на быстрых нейтронах с жидкометаллическим натриевым теплоносителем тепловой мощностью 65 мегаватт. В первую очередь реактор предназначен для подготовки китайского об-

служивающего персонала для будущих промышленных «быстрых» реакторов.

Строительство «быстрого» реактора CFR-600 Китай начал в конце 2017 года. ОКБМ Африкантов и CNNC подписали исполнительные контракты по проекту строительства демонстрационного реактора на быстрых нейтронах CFR 600 в провинции Фуцзянь. Стороны договорились о комплексном сотрудничестве: поставке уникального оборудования, обучении китайских специалистов, предоставлении лицензий на право пользования российскими расчетными кодами, а также экспертизе документации.

На подписании присутствовали глава «Росатома» Алексей Лихачев и руководитель Агентства по атомной энергии КНР Дзянь Ке-цзян. При поддержке руководителей государств скорость и качество работы российско-китайской команды по этому масштабному проекту оказались впечатляющими.

Наконец, Москва и Пекин будут сотрудничать в поставках в Китай российских радионуклидных тепловых блоков, которые являются основными элементами радиоизотопных термоэлектрических генераторов для нужд китайской лунной программы.

Работы по разработке, изготовлению и поставке радионуклидных тепловых блоков космического назначения мощностью 120 Вт успешно осуществляются в Саровском ядерном центре. Тепловые блоки мощностью 120 Вт – одна из последних разработок РФЯЦ ВНИИЭФ, получившая международное признание в 2016 году в Женеве на Международной выставке изобретений, где саровские физики представили тепловой блок и транспортно-упаковочный комплект для него. Работа саровчан получила золотые медали салона и многочисленные дипломы, а также специальный приз иранского Института изобретателей и исследователей.

Планы развития атомной энергетики в Китае предусматривают создание более 100 тепловых атомных реакторов, и это самый большой энергетический рынок в мире. Быть стратегическим партнером в таком проекте – это не только большая честь и ответственность, но и новые большие возможности, которые открываются перед ГК «Росатом».

Галина ЮРЬЕВА
Фото: ASE, rosatom.ru



Тяньваньская атомная электростанция, КНР

Алексей Банник:

«Успешная реализация новых китайских проектов потребует слаженной работы всех участников»

7 марта в Пекине между Инжиниринговым дивизионом Госкорпорации «Росатом» и предприятиями корпорации CNNC подписан генеральный контракт на блоки 7 и 8 Тяньваньской АЭС, а также контракт на технический проект на блоки 3 и 4 АЭС «Сюйдапу». Об особенностях реализации этих важных проектов мы побеседовали с вице-президентом по проектам в Китае АО ИК «АСЭ» Алексеем Банником.

– Алексей Юрьевич, в соответствии с подписанными контрактами для строительства новых блоков на обеих станциях будет применен проект АЭС с ВВЭР-1200 Санкт-Петербургского проектного института. Претерпит ли исходный проект ЛАЭС-2 некие изменения в связи со спецификой площадки или требованиями заказчика?

– Действительно, все четыре новых блока будут возводиться по проекту АЭС с ВВЭР-1200. Исходный проект будет немного изменен, как по причине специфики площадок, так и в соответствии с требованиями заказчика. Что касается особенностей площадки, влекущих определенные изменения в проекте,



А. Ю. Банник

то это, прежде всего, другие грунты, климат и особенности водоснабжения. Если говорить о требованиях заказчика, то здесь есть ряд специфических требований, связанных с ядерной, радиационной, пожарной безопасностью и воздействием на окружающую среду.

– То есть, требования китайской стороны к вопросам безопасности более жесткие?

– Я бы так не сказал. Но в соответствии с китайскими нормами все аспекты вышеперечисленных областей безопасности должны быть обязательно учтены в проекте. И если будут какие-то отличия в требованиях российских и китайских норм, мы их, конечно, учтем, но необязательно, что они в действительности будут. Еще китайская сторона обычно требует учитывать опыт предыдущих проектов. А в данном случае это проект 3-го и 4-го блоков Тяньваньской АЭС. Не секрет, что при создании этих блоков уже были использованы некоторые решения проекта ЛАЭС-2. Но все же, безусловно, есть определенные отличия блоков 3, 4 от второй очереди Ленинградской станции. Поэтому по проекту блоков 7, 8 мы обсудим с заказчиком, что нужно использовать,





чтобы, с одной стороны, достичь современного уровня безопасности, с другой, – учесть положительный опыт эксплуатации, а также добиться экономии.

– А готовы ли площадки под строительство или требуется в полном объеме проведение изыскательских работ?

– Площадка для строительства седьмого и восьмого блоков принципиально готова. Сейчас там идут работы по сносу горы и выравниванию, но в принципе это хорошо знакомая нам площадка, где мы строили уже блоки 1-2, и 3-4. Поэтому дополнительных объемных изысканий там не требуется. Что касается площадки для третьего и четвертого блоков АЭС «Сюйдапу», то китайская сторона подготовила полностью эту площадку под сооружение шести блоков. Мы будем участвовать в сооружении блоков 3-4.

– Предыдущие блоки Тяньваньской АЭС предусматривали совместную работу российских и китайских специалистов не только в плане возведения станции, но и в плане проектирования. Сохранится ли эта практика при строительстве блоков АЭС «Сюйдапу»? Какую часть работ будет выполнять российская сторона, а какую – китайские проектировщики?

– Схема совместной работы российских и китайских специалистов доказала свою успешность. Поэтому схема работы по блокам 7-8 не будет существенно отличаться от нашего предыдущего опыта. Мы будем отвечать за проектирование «ядерного острова», за выдачу технических требований и контроль интерфейсов по станции в целом, за концепцию безопасности и за подготовку основных документов для лицензирования – PSAR и FSAR. Китайская сторона будет отвечать за

проектирование «неядерного острова» и поставку все оборудование для него. Мы, в свою очередь, будем поставлять основное оборудование «ядерного острова» и оборудование, важное для безопасности АЭС. Предусмотрено участие российских специалистов на площадке сооружения на всех стадиях проекта.

– На площадке блоков АЭС «Сюйдапу» будет работать та же российско-китайская команда или прибавятся новые участники?

– Да, это, прежде всего, будет та же российско-китайская команда. Но у нас появляется новый партнер – Ляонинская корпорация по атомной энергии. К счастью, в ней работают большое число специалистов, наших давних друзей, которые раньше работали над сооружением тяньваньских блоков, чему мы, конечно, очень рады.

– А планируется ли привлекать наши собственные силы к реализации проекта?

– По разделению работ новые блоки ничем не отличаются от предыдущих, третьего и четвертого Тяньваньских блоков. Это значит, что строительно-монтажные работы в полном объеме взяла на себя китайская сторона. Поэтому сегодня мы не планируем привлекать собственные силы в том виде, в каком мы привлекаем их на другие площадки. Но, возможно, нам понадобятся специалисты для работы в представительствах, непосредственно на площадках в качестве кураторов, отвечающих за контроль правильности выполнения китайской стороной тех или иных строительно-монтажных работ.

– Алексей Юрьевич, в связи с увеличением объема работы планируется ли

рост численности сотрудников, занятых в китайском проекте?

– Увеличение планируется, но не кратное. Потому что мы хотим сохранить численность китайской дирекции на оптимальном уровне. Проекты похожие, и этим надо обязательно воспользоваться, чтобы не раздувать штат. Но что касается нашего представительства непосредственно в Китае, то площадки расположены слишком далеко друг от друга, в разных провинциях Китая, поэтому у нас не получится оставить одну команду сразу для двух площадок. В Сюйдапу придется создать структуру, практически полностью повторяющую структуру представительства в Ляньюньгане на площадке сооружения ТАЭС, тем более, что это требование контракта, и от него нельзя уклониться.

– И, наконец, один из самых важных вопросов: каковы сроки выполнения проектов?

– В соответствии с контрактом, срок заливки первого бетона на блоке №7 Тяньваньской АЭС – май 2021 года, через пять месяцев планируется «первый бетон» на третьем блоке АЭС «Сюйдапу», еще через пять месяцев – «первый бетон» на блоке №8 Тяньваньской АЭС, и снова через 5 месяцев – «первый бетон» блока №4 «Сюйдапу». То есть, шаг между блоками 7 и 8 Тяньваньской АЭС составляет 10 месяцев, а между седьмым блоком Тяньваньской АЭС и третьим блоком новой для нас площадки «Сюйдапу» – пять месяцев. Задачи по срокам поставлены очень амбициозные, и их выполнение потребует четкой и слаженной работы всех участников проекта.

Татьяна СУШКОВА

Алексей Лихачев:

«Мы хотим изменить качество жизни в Арктике»

В феврале 2019 года Совет Федерации одобрил закон, наделяющий ГК «Росатом» функциями инфраструктурного оператора Северного морского пути. Согласно закону на Росатом возлагаются функции по оказанию государственных услуг в области морской деятельности и по управлению государственным имуществом в районе Северного морского пути и прилегающих территорий.

Финансовая обеспеченность проекта «Северный морской путь» заявлена в 587 миллиардов рублей, из них бюджетное финансирование – не менее 266 миллиардов.

Северный морской путь – или Северный морской коридор – кратчайший морской путь между Европейской частью России и Дальним Востоком. Законодательством Российской Федерации этот коридор определен как «исторически сложившаяся национальная единая транспортная коммуникация России в Арктике».

Северный морской путь проходит по морям Северного Ледовитого океана – Баренцеву, Карскому, Лаптевых, Восточно-Сибирскому, Чукотскому и частично – Тихого океана (Берингово море). Длина Северного морского пути от Карских Ворот до бухты Провидения составляет около 5600 км.

Современный Северный морской путь – это итог многовекового освоения северных окраин России. Его история начинается с первых плаваний поморов в XI–XIII веках, а идея практического использования пути

была высказана русским дипломатом Герасимовым еще в 1525 году. Осваивали арктическое морское побережье сибирские казаки и «промышленные люди». Русский царь Михаил Фёдорович, правление которого приходится на 1613–1645 гг., под страхом смертной казни запрещал торговцам добираться из Архангельска морским путем, дабы оградить регион от проникновения английских и голландских моряков, известных колонизацией многих земель.

В годы холодной войны Арктика была «закрытым» регионом – не столько в силу суровости климата, сколько в силу ее значения для стратегического баланса сил СССР и США, обилия военных объектов. Регион стал постепенно открываться для сотрудничества только в конце 1980-х.

В 1991 году Северный морской путь был открыт для международного судоходства.

24 января 2013 года вступил в силу федеральный закон, согласно которому были законодательно закреплены границы пути; ледокольная и лоцманская проводка судов по нему отнесены к сфере деятельности субъектов естественных монополий. Распоряжением правительства РФ от 15 марта 2013 года для управления Северным морским путем было создано Федеральное государственное казенное учреждение «Администрация Северного морского пути». Согласно поправкам от 29 декабря 2017 года в Кодекс торгового мореплавания РФ, суда под российским флагом обладают исключительным правом

на перевозку по Севморпути нефти, природного газа, газоконденсата и угля, добытых на территории Российской Федерации (эта норма не относится к уже заключенным контрактам на перевозку).

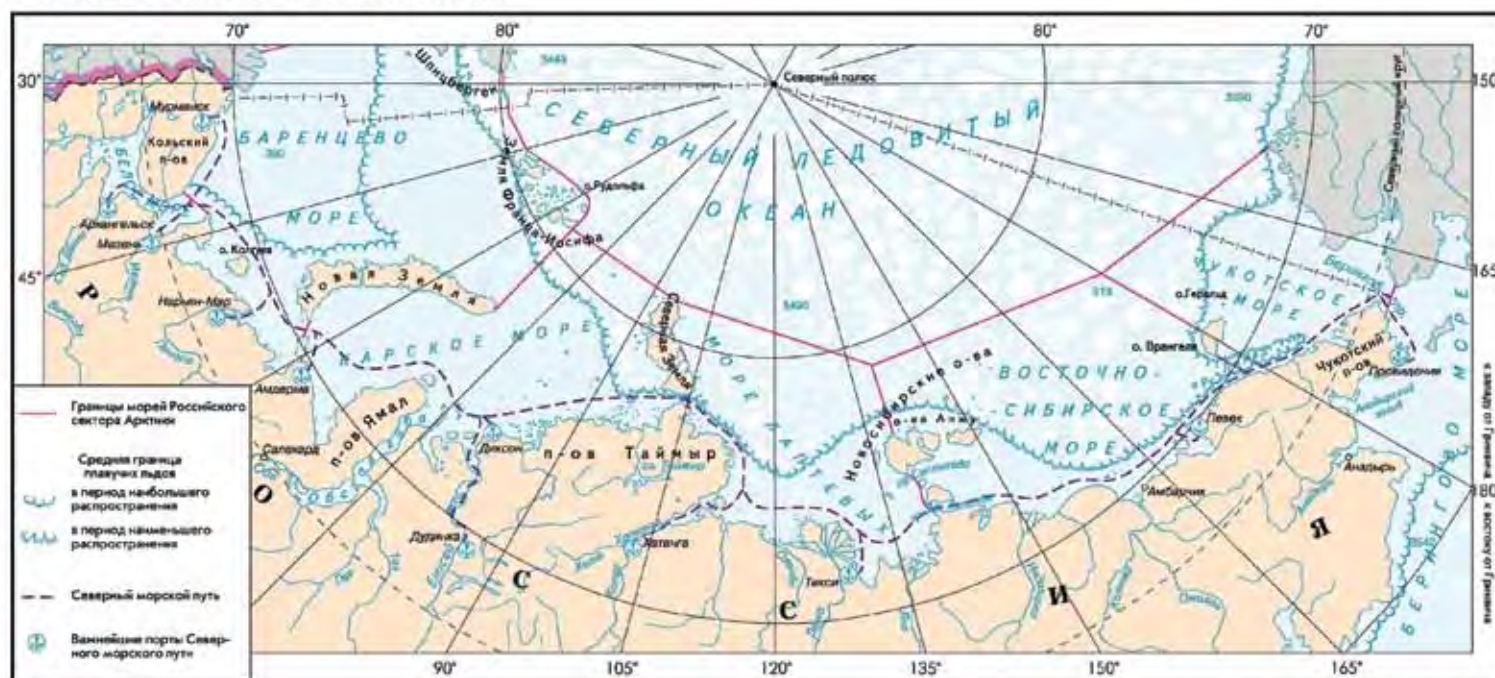
К Северному морскому пути в транспортном отношении тяготеют крупные экономические районы Крайнего Севера нашей страны, занимающие территорию в 11 млн кв. км (!) Это две трети всей территории России. Он является важнейшей национальной транспортной магистралью, связующим звеном между европейской и азиатской частями страны. В то же время Севморпуть – альтернативный и кратчайший водный путь между Европой и севером Азиатско-Тихоокеанского региона с северо-западным побережьем США и Канады.

Преимущества Северного морского пути – в сокращении расстояний морских перевозок на две-три тысячи миль по сравнению с расстоянием из портов Балтии через Суэцкий канал. При этом отпадают транспортные затраты, связанные с транзитом грузов через иностранные государства, с проходом судов через Суэцкий канал и затраты на обслуживание транспортов в иностранных портах. Северный морской путь сокращает расстояние перевозки грузов от Мурманска до Владивостока по сравнению с путем через южные моря в два раза.

В советское время рекордный объем перевозок по СМП был достигнут в 1987 году – перевезено 6,6 млн тонн грузов.

В 2017 году объем грузоперевозок по Северному морскому пути составил 10,7 млн

МОРЯ РОССИЙСКОГО СЕКТОРА АРКТИКИ



Масштаб 1:25 000 000



Арктическая экспедиция Росатома

тонн (в 2016 году – 7,5 млн тонн). За тот же 2017 год Администрация Севморпути выдала 662 разрешения судам на плавание, в том числе 107 разрешений – судам, плавающим под иностранным флагом.

«КЛЮЧ» К РАЗВИТИЮ РУССКОЙ АРКТИКИ

1 марта 2018 года, выступая с посланием Федеральному собранию РФ, президент России **Владимир Путин** заявил, что Северный морской путь станет «ключом к развитию русской Арктики и регионов Дальнего Востока». Была поставлена задача сделать Севморпуть «по-настоящему глобальной, конкурентной транспортной артерией» и увеличить к 2025 году грузопоток до 80 млн тонн в год. Реализовывать эту задачу предстоит Росатому.

Известно, что мировой грузопоток пока обходит Севморпуть стороной. В лучший, пиковый по показателям 2013 год, когда не было ни санкций, ни второго русла Суэцкого канала, по Северному морскому пути прошло 71 судно. По Суэцкому каналу столько проходит за день. Ведь «самый короткий» вовсе не означает «самый простой» или «самый удобный». И тем не менее Северный морской торговый путь уверенно выходит на первый план в вопросе стратегии развития России.

Чем же обусловлены далеко идущие планы руководства нашей страны превратить Северный морской путь в территорию экономического партнерства? Безусловно, огромным интересом, который проявляют к активизации работы на Северном морском пути азиатские страны – Япония, Южная Корея и КНР.

Во-вторых, непрерывно растущим внутренним грузооборотом. Общий объем перевозок

грузов по Северному морскому пути вырос в 2018 году до 20,2 млн тонн, а в нынешнем уже бьет рекорды – только в феврале – по сравнению с тем же периодом прошлого года – грузов перевезено вдвое больше. В целом же грузооборот Севморпути в 2019 году ожидается на уровне 26-30 миллионов тонн.

И наконец, огромную роль в новом освоении Севморпути призван сыграть технический потенциал Росатома.

«Чтобы реализовать поставленную задачу, мы в Росатоме планируем работу сразу по нескольким направлениям. Необходимо иметь мощную арктическую атомную ледокольную группировку, и в наших планах значится обновление ледокольного парка, строительство новых атомных ледоколов (в том числе с использованием смешанного финансирования, когда из федерального бюджета выделяется только 50% требуемых средств). Вторая глобальная задача – создание новой инфраструктуры в этом регионе и модернизация действующей», – заявил глава Росатома **Алексей Лихачев**.

Россия обладает единственным в мире атомным ледокольным флотом, призванным решать задачи обеспечения национального присутствия в Арктике. Именно с его появлением и началось настоящее освоение Крайнего Севера. На сегодняшний день атомный флот России насчитывает 11 действующих ледоколов, но реализация амбициозных планов требует его обновления, поэтому на Балтийском заводе по заказу Росатома идет строительство трех новых универсальных атомных ледоколов проекта 22220. Головной ледокол «Арктика» и первый серийный ледокол «Сибирь» уже спущены на воду, второй серийный атомный ледокол «Урал» находится на стапелях. Сроком сдачи «Арктики»

обозначен 2019 год, в декабре начнутся ее ходовые испытания; сдача «Сибири» намечена на 2020 год, «Урала» – на 2021 год.

Универсальные атомные ледоколы проекта 22220 мощностью 60 МВт станут самыми большими и мощными в мире по сравнению с действующими атомоходами. Длина судна составит 173,3 метра, ширина – 34 метра, водоизмещение – 33,5 тысячи тонн. Эти ледоколы смогут проводить караваны судов в арктических условиях, пробивая лед толщиной до трех метров.

Принято также решение о строительстве на Дальнем Востоке ледокола «Лидер», который будет в два раза мощнее даже будущих универсальных ледоколов – это уже третье поколение. «Лидер» сможет развивать так называемую коммерческую скорость – 10-12 узлов или 18-20 километров в час. В этом случае Россия получает совершенно новое качество конкурентоспособности Северного морского пути на мировом рынке. «Лидер» способен проходить 4-метровый лед, то есть, лед максимальной толщины в Арктике.

Эти суда создаются под разные задачи. Если универсальные ледоколы ЛК-60 будут обеспечивать ту часть Северного морского пути, где льды тяжелые, но нет многолетних, то задача «Лидера» – обеспечивать круглогодичную проводку судов в восточной части Севморпути с коммерческой скоростью. Таким образом можно будет обеспечивать работу транспортных судов по Северному морскому пути фактически круглый год.

С развитием восточного маршрута непременно появится транзитное международное судоходство. Кроме того, поставки по морю дают возможность диверсифицировать рынки



«Арктика» строится

сбыта наших полезных ископаемых, мы сможем легко доставлять их в Азию, не ограничивая себя тесными рамками сотрудничества с ЕС в условиях всевозможных санкций.

Важным является и решение о продлении эксплуатации реакторной установки действующего ледокола «Ямал» до 200 тысяч часов, в этом случае ледокол сможет работать до 2028 года. Ведутся научно-исследовательские работы по ледоколам «Таймыр» и «Вайгач». Ресурс реакторных установок этих судов уже продлен до 200 тысяч часов, следующий шаг – продление до 235 и 260 тысяч часов соответственно, в таком случае их эксплуатация возможна до 2025 и 2027 года.

Решается задача по увеличению периода эксплуатации ледоколов. Если 8-9 лет назад среднее время пребывания ледокола в Арктике составляло 158 суток в год, то в 2017 году это уже 278 суток. Реально довести время эксплуатации ледокола до 10 месяцев.

В 2019 году ожидается приемка дизельного портового ледокола «Обь», который будет работать как буксир. Судно мощностью 12 МВт сможет эффективно работать во льду толщиной 1,5 м на скорости 2 узла и развивать скорость 4 узла в битом льду толщиной до пяти метров.

Совершенно новое направление – строительство ледоколов, работающих на сжиженном природном газе. Их можно строить гораздо дешевле и быстрее, чем атомные. Эскизный проект и основные технические решения для такого типа судов уже проработаны.

21 февраля начальник управления дирекции Северного морского пути Росатома **Александр Ольшевский** в рамках международной конференции «Арктика 2019» сообщил, что Госкорпорация в течение двух лет намерена создать ситуационный центр арктического судоходства в Мурманске. Центр будет заниматься прокладкой оптимальных маршрутов во льдах между образующимися трещинами, что позволит оптимизировать расходы судовладельцев, при этом работать Центр будет круглосуточно. Претензии иностранных судоходных компаний, осуществлявших транзитные рейсы по Севморпути, к тому, что его администрация работала только в будние дни и в рабочее время – одна из важных при-

чин того, что количество транзитных рейсов в акватории уже несколько лет не увеличивалось. В правительство страны уже представлен проектный план, где предусмотрено создание штаба морских операций, который бы организовывал ледокольную проводку и организовывал плавание судов.

СТРАНА ЛЕДЯНОГО УЖАСА ИЛИ ТЕРРИТОРИЯ ДЛЯ ЖИЗНИ?

Арктика – загадочный уголок планеты, где природа сохранилась практически в первозданном виде. Белые медведи и северные олени, огромные ледники и подводные вулканы, климатические загадки и почти неисчерпаемые природные ресурсы... Долгое время Арктика считалась не приспособленной для жизни человека. Норвежский полярный исследователь Фритъоф Нансен называл Арктику Страной ледяного ужаса.

Россия впервые заявила о своих правах на арктические территории в 1916 году. Министерство иностранных дел направило зарубежным государствам ноту о включении в состав своей территории всех земель, «расположенных к северу от азиатского побережья Российской Империи». СССР в меморандуме Народного комиссариата иностранных дел от 4 ноября 1924 года, направленном всем государствам, подтвердил положения ноты 1916 года о принадлежности РСФСР всех земель и островов, составляющих северное продолжение Сибирского материкового плоскогорья.

Вопрос о границах советской арктической зоны был урегулирован в постановлении Президиума ЦИК СССР от 15 апреля 1926 года «Об объявлении территорией Союза ССР земель и островов, расположенных в Северном Ледовитом океане». Территорией СССР объявлялись все «как открытые, так и могущие быть открытыми в дальнейшем земли и острова, расположенные в Северном Ледовитом океане к северу от побережья Союза ССР до Северного полюса в пределах между меридианом 320 градусов 4 минуты 35 секунд восточной долготы от Гринвича..., и меридианом 168 градусов 49 минут 30 секунд западной долготы от Гринвича...» Исключение составляли

земли и острова, принадлежность которых иностранным государствам была ранее признана советским правительством – архипелаг Шпицберген и остров Медвежий, закрепленные Парижским договором от 9 февраля 1920 года за Норвегией.

В 1979 году СССР уточнил восточные границы своих полярных владений с «168 градусов 49 минут 30 секунд» на «168 градусов 58 минут 49,4 секунды».

В 2001 году Россия впервые направила в Комиссию ООН по границам континентального шельфа представление о расширении своих внешних границ по арктическому шельфу. Основанием послужили исследования рельефа морского дна, в ходе которых выяснилось, что подводные хребты Ломоносова и Менделеева, проходящие по дну Северного Ледовитого океана, являются продолжением Сибирской континентальной платформы. Заявка была отклонена.

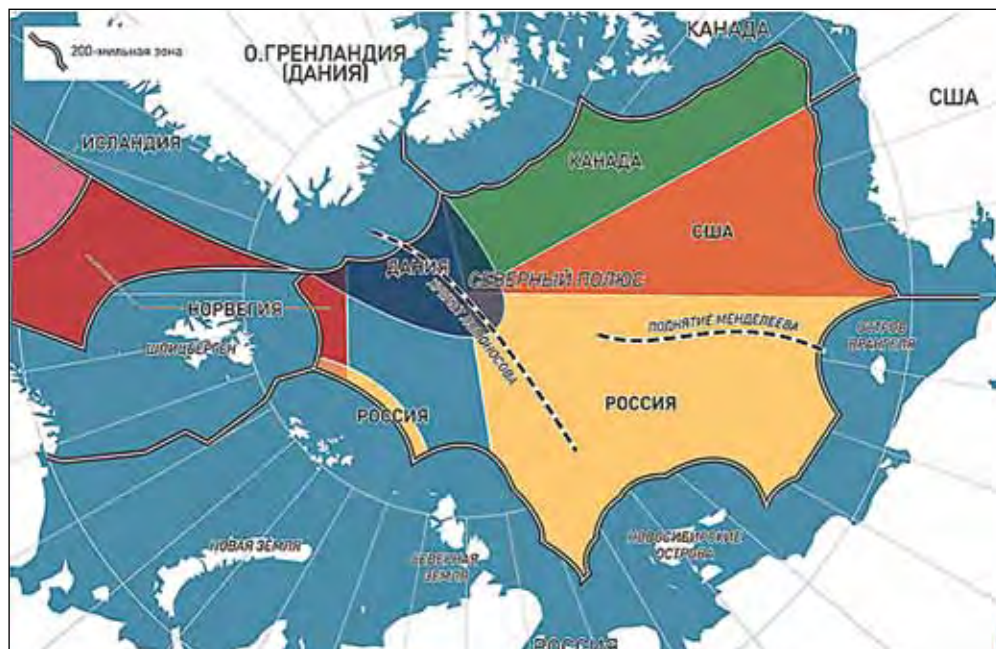
2 мая 2014 года президент РФ Владимир Путин подписал указ «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации», согласно которому российская часть Арктики включает Мурманскую, Архангельскую области; Республики Коми и Якутия; Красноярский край; Ненецкий, Чукотский, Ямало-Ненецкий автономные округа, а также «земли и острова, расположенные в Северном Ледовитом океане и некоторые улусы Якутии, которые были объявлены территорией СССР постановлением Президиума ЦИК СССР от 15 апреля 1926 г.».

В августе 2015 года Россия направила в Комиссию ООН по границам континентального шельфа новую заявку, дополненную результатами последних исследований. Ее презентация в ООН состоялась 9 февраля 2016 года, процесс рассмотрения заявки может занять до пяти лет. В случае ее одобрения площадь российского континентального шельфа увеличится на 1,2 млн кв. км. Общая площадь арктических владений России в настоящее время составляет порядка 3 млн кв. км (18% всей территории РФ), в том числе 2,2 млн кв. км суши, где проживает более 2,5 млн человек. Это менее 2% населения России (146,8 млн) и более 54% от общего населения всей Арктики (4,6 млн).

«Наши арктические территории мы воспринимаем как территории для жизни, несмотря на то, что условия для проживания там сложные и требуют новых технологий, которые обеспечили бы комфорт для пребывания наших граждан в арктическом регионе», – отметил заместитель главы правительства РФ **Дмитрий Rogozin**.

По оценкам экспертов в Арктике содержится порядка половины от всех запасов редкоземельных полезных ископаемых на планете, огромные месторождения углеводородов. Только по газу объем потенциальных запасов в арктической зоне РФ оценивается в 2,5 трлн м³. Здесь производится более 90% никеля и кобальта, 60% меди, извлекается около 80% газа и 60% нефти, большая часть алмазов России. При этом потенциальные запасы составляют свыше 70-90% от общероссийских. По словам секретаря Совета безопасности РФ **Николая Патрушева**, Арктика обеспечивает 11% национального дохода России, здесь создается 22% объема общероссийского экспорта.

Никакой транзит не даст нам того роста ВВП, который дает разработка собственных месторождений в Арктике и современная и эффективная система их транспортировки. Поэтому основная задача – обеспечить реализацию мегапроектов в этом регионе. Компании, работающие в Арктике, например,



Карта Арктики с границами государств

НОВАТЭК, контролирующий завод «Ямал СПГ» (первая очередь на 5,5 млн тонн запущена в декабре 2017 года), способен обеспечить почти половину заявленного президентом ожидаемого объема грузопотока в 80 млн тонн. По Северному морскому пути идут также грузы «Газпром нефти», ЛУКОЙЛа, Норникеля и других компаний. Внутренние перевозки между портами акватории Севморпути превышают значения транзита в пятьдесят (!) раз.

«Мы понимаем колоссальную ответственность, которая ложится на Росатом. Нет сомнений, что мы справимся с нарастающими задачами в части нашего ледокольного флота и использования Северного морского пути как транспортной магистрали. Но мы еще хотим изменить качество жизни в Арктике. Это строительство инфраструктуры, новые источники энергии, не допускающие загрязнения этого очень хрупкого арктического региона. Мы к этой работе уже приступили и считаем, что у нас есть достойный потенциал, чтобы реализовать ее в сроки, которые нам поставили президент и правительство РФ», — озвучил планы Госкорпорации **А. Е. Лихачев**.

Одна из ключевых проблем в деле разработки Арктики — организация энергообеспечения. Жизнь в Арктике существует, только если есть тепло. А тепловую энергию нельзя накопить, ее нужно постоянно вырабатывать. Для энергообеспечения у Росатома есть стандартное решение — модульные атомные реакторы. Одной из наиболее успешных наработок, безусловно, является плавучая атомная станция «Академик Ломоносов». ПАТЭС — это уникальный, созданный впервые в истории человечества объект атомной энергетики, который можно перемещать по водным пространствам, ставить в любой точке мира. Первая и пока единственная в мире ПАТЭС будет запущена на Чукотке в декабре текущего года. Местом ее размещения станет Певек — самый северный город России.

В настоящее время ведется также разработка оптимизированного плавучего энергоблока (ОПЭБ). Это будет самоходное судно, предназначенное для снабжения электроэнергией комплексов по разработке природных ископаемых, удаленных населенных пунктов, где спрос на электричество высок и нехватку мощностей генерации приходится компенсировать дизельными установками. В частности, он может стать



«Академик Ломоносов» в Мурманске

надежным энергоисточником для комплексов по разработке арктического шельфа.

Проект ОПЭБ учитывает опыт, полученный при создании ПАТЭС «Академик Ломоносов», и включает ряд новаций. Планируемая мощность — на 30% выше по сравнению с мощностью ПАТЭС, а размеры и масса реакторной установки — существенно меньше.

Атомная отрасль накопила значительный научно-технический задел в части ядерных энергетических установок для подводных лодок, ледокольного флота и аэрокосмических аппаратов, который можно использовать для разработки конкурентоспособных и эконо-

мически эффективных энергоисточников в условиях Арктики — атомных станций малой мощности (АСММ), работающих без перегрузки топлива более восьми лет при минимальном обслуживании. Пилотные проекты таких АСММ могут быть реализованы за 4–6 лет, а сроки создания серийных АСММ, отработанных на пилотных проектах, определяются специалистами от трех до четырех лет.

Госкорпорация «Росатом» участвует в создании большого промышленного кластера в российской арктической зоне. Он будет создан в ходе реализации проекта по освоению свинцово-цинкового Павловского месторождения на Новой Земле. Переработкой свинцово-цинковых руд Павловского займется будущий горно-обогатительный комбинат, который построит горнорудный дивизион Росатома «Атомредметзолото».

Павловское месторождение свинцово-цинковых руд, открытое в 2001 году, является одним из крупнейших в России. Его запасы оцениваются в 47,7 млн тонн руды (2,49 млн тонн цинка, 549 тыс. тонн свинца и 1194 тонны серебра). На Новой Земле планируется создать горнодобывающий производственный комплекс по добыче и переработке свинцово-цинковых руд мощностью до 3,5 млн тонн руды в год. После выхода на проектную мощность, запланированного на 2023 год, предприятие станет одним из лидеров в РФ по объемам выпуска цинкового и свинцового концентратов и сможет функционировать на утвержденных запасах не менее 20 лет.

Для Госкорпорации ключевым фактором в освоении месторождения является использование цинка — он востребован во многих технологиях и продуктовой линейке Росатома. Свинцовый концентрат в полном объеме планируется поставлять в Китай, а цинковый — частично реализовывать на внутреннем рынке, частично экспортировать в страны Евросоюза.

Освоение Арктики — самый глобальный проект, который стоит сейчас перед Россией. Это необходимое условие развития нашей страны как морской державы; фактор, определяющий экономический и технологический рост государства. Для такой высокотехнологичной компании, как Росатом, это серьезный полигон для проверки отработанных технологий. Есть уверенность, что проверка будет выдержана с честью.

Галина МИТЬКИНА
Фото: www.rosatom.ru, РГО,
vtorlommet.ru



Павловское месторождение на Новой Земле

Виталий Петрунин:

«Речь идет о создании новой отрасли, превышающей по масштабам сегодняшнюю атомную энергетику»

Удивительные встречаются истории. В «Таинственном острове» Жюль Верна, изданном без малого 150 лет назад, когда в мире господствовали паровые машины, а двигатель внутреннего сгорания еще не вышел за пределы исследовательских лабораторий, герои размышляют о том, как будет жить мир, «когда весь уголь будет сожжен». Знаменитый писатель устами инженера Сайреса Смита пророчески предрек, что вместо угля люди будут использовать воду: «Водород и кислород, которые входят в ее состав, явятся неисчерпаемым источником света и тепла, значительно более интенсивным, чем уголь».

Надо полагать, что классику приключенческой литературы уже тогда было известно, что теплотворная способность водорода в несколько раз выше угля, ведь hydrogenium к тому времени почти сто лет был известен просвещенному миру. А в двадцатом веке, когда нефть и газ потеснили уголь на топливной площадке, оказалось, что и бензин с керосином, и солярка, и даже метан уступают водороду по теплотворной способности более чем втрое.

Жюль Верн оказался провидцем. В наши дни моторному топливу, питающему двигатели внутреннего сгорания, пришедшие на смену паровым котлам, подоспела замена. И это — водород, который является одним из самых экологически чистых энергоносителей, известных человечеству. Если КПД лучших двигателей внутреннего сгорания находится в пределах 35 процентов, то у водородных топливных элементов этот показатель существенно выше, а эффективность преобразования в электричество в них достигает до 90 процентов.

Какова же «водородная» реальность наших дней?

В следующем году на летних Олимпийских играх, которые пройдут в Токио, японцы планируют использовать транспорт только на водородных топливных элементах, а Олимпийскую деревню будут обеспечивать горячей водой и электричеством станции, работающие исключительно на водороде. Уже сейчас в Японии насчитывается более 30 тысяч автомобилей и автобусов, работающих на водородных топливных батареях; к 2025 году их число должно вырасти до 200 тысяч. Япония намерена первой в мире построить общество, основанное на использовании водорода.

И вот уже совершенно фантастическая информация. Работающий на водороде седан, созданный компанией Honda, показал



В. В. Петрунин (справа) и Н. Н. Пономарев-Степной

расход водорода в объеме 0,9 литра на 100 километров (!). А в Германии осенью 2018 года начал курсировать первый в мире поезд на водородных топливных элементах, способный развивать скорость до 140 километров в час и без дозаправки проезжать около 1000 километров. К 2021 году в Германии будут эксплуатировать около дюжины водородных поездов.

А вот каковы темпы роста водородных технологий: если в 2016 году мультикоптер на водородных топливных элементах, разработанных в Институте проблем химической физики РАН, установил мировой рекорд, продержавшись в воздухе 3 часа 10 минут, то уже в феврале 2019 года южнокорейский дрон на водородных топливных элементах провел в небе почти 11 часов, израсходовав при этом лишь 390 грамм жидкого водорода.

Наступает эра водорода. Как двигатели внутреннего сгорания за несколько десятилетий заменили паровые машины, так и водородные топливные элементы вытеснят современные машинные поршневые двигатели. И не только их. Еще в 2009 году в Италии в промышленном пригороде Венеции ввели в строй первую в мире электростанцию, работающую на водороде. С тех пор

и это направление водородной энергетики активно развивается на планете, к примеру, в той же Японии действует госпрограмма создания бытовых автономных водородных станций — в стране их уже несколько тысяч.

Становится все более очевидно, что водородная энергетика способна совершить подлинную энергетическую революцию и вывести нашу цивилизацию на новый технологический уклад.

Здесь уместно сказать, что наша страна одной из первых в мире применила водород в качестве моторного топлива. В 1941 году в блокадном Ленинграде, где небо перекрывалось дирижаблями, наполненными водородом, наши умельцы отработанную воздушно-водородную смесь из дирижаблей приспособили к топливным системам полторок ГАЗ-АА, от движков которых крутились лебедки аэростатов. Рассказывают, что на водороде двигатели полторок работали даже в закрытом помещении, не загрязняя воздух и не причиняя никакого неудобства людям. Ведь при сгорании водорода выхлопных газов не образуется, только небольшое количество водяного пара.

Именно эта, экологическая, сторона дела стала в наши дни одним из важнейших фак-

торов повышения интереса к водородной энергетике.

О содержании и перспективах развития водородной энергетики мы беседуем с первым заместителем генерального директора-генерального конструктора АО «ОКБМ Африкантов», доктором технических наук, профессором **В. В. Петруниным**. Как известно, в конце прошлого года Госкорпорация «Росатом» включила водородную энергетику в перечень приоритетных направлений технологического развития отрасли, и именно ОКБМ Африкантов поручена оценка и разработка проектных предложений по промышленному производству водорода на так называемых атомных энерготехнологических станциях (АЭС).

– Виталий Владимирович, известно, что в семидесятых годах в Советском Союзе началась разработка программ водородной энергетики. Что мы сделали на протяжении 40 лет, и почему в последние годы возник такой всплеск интереса к водородной теме?

– Действительно, еще в советское время, а именно в середине семидесятых годов, у нас зародилось направление атомно-водородной энергетики. Тогда инициатором работ выступал Курчатовский институт, а курировала их Академия наук Советского Союза под руководством академика Александрова, у которого за это направление отвечал академик Валерий Алексеевич Легасов, продвигавший тему водородной энергетики.

Водород нужен в народном хозяйстве прежде всего для нефтеперерабатывающих заводов, потому что без него невозможно получить качественное моторное топливо или керосин для авиационных двигателей. Кроме производства моторного топлива, водород нужен для получения удобрений, к примеру, аммиака: на один атом углерода там приходится четыре атома водорода, который откуда-то нужно получить. Водород также используется в металлургии.

Этот газ на Земле весьма широко распространен; вода, вся органика, метан и углеводороды – это все водород, но там он находится в связанном состоянии. И человечеством давно придуманы способы получения чистого водорода при помощи так называемой паровой конверсии углеводородов, или электролиза воды. Но эти процессы проходят при очень высоких температурах: нижний предел температур при паровой конверсии метана – около 700 градусов. Процесс газификации угля, в результате которой также выделяется водород, проходит при температуре 900 градусов, а термохимическое разложение воды на водород и кислород происходит при температурах выше 1000 градусов Цельсия.

Получается, что для того, чтобы обеспечивать технологический процесс получения водорода, нужно достичь высоких температур, получить которые возможно путем сжигания тех же углеводородов. Практическая реализация этих технологий уже тогда, в семидесятых годах, то есть, задолго до нынешней рыночной и конкурентной экономики, показывала неэффективность данных подходов: для получения водорода из метана до 40 процентов того же метана надо было сжигать. В данном случае это равнозначно тому, что топить печь ассигнациями.

И потому в семидесятых годах Курчатовский институт предложил, чтобы ОКБМ в качестве конструктора атомных реакторов было подключено к идее создания высокотемпературного реактора, способного без сжигания



В апреле 1988 года совершил первый полет самолет Ту-155 на водородном топливе

углеводородов обеспечивать вот такой высокий уровень температур, необходимых для получения водорода.

– Правильно ли я понимаю, что тогда речь шла не о водородной энергетике, а просто о поиске оптимального, более эффективного способа получения водорода?

– Нет-нет. Изначально это направление так и называлось «атомно-водородная энергетика», где в едином комплексе должны работать ядерная установка с высокотемпературным реактором и химико-технологический блок по производству водорода. Реактор вырабатывает тепло, которое используется при конверсии углеводородов. В семидесятых и восьмидесятых годах даже журнал выпускался под редакцией академика Легасова, который так и назывался «Атомная и водородная энергетика». Там было очень много публикаций на эти темы. Я в 1976 году пришёл молодым специалистом на работу в ОКБМ, и меня как раз определили на это направление. Больше десяти лет я занимался проектированием, конструировал стенды и разрабатывал технологии для реализации данной задачи.

В середине семидесятых годов ОКБМ получило техническое задание на создание высокотемпературного газоохлаждаемого реактора, ВТГР. И мы под научным руководством Курчатовского института стали этим заниматься, в кооперации с большим количеством других институтов, поскольку необходимо было создание материалов, которых в то время просто не существовало, формировалась другая конструкция реактора, где замедлителем и отражателем нейтронов являлся графит. Словом, новаций было много.

Мы выполнили колоссальное количество научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в обоснование создания такого реактора, у нас были разработаны и доведены до стадии реализации первые проекты. Первый реактор, технический проект которого мы разработали, назывался ВГ-400. Не поверите, но у нас в ОКБМ до сих пор есть законсервированный стенд мощностью 15 электрических мегаватт, то есть, втрое больше мощности первой атомной станции в Обнинске. Мы довели его до пуска и начали выполнять различные

работы: нужно было отработать парогенератор, высокотемпературный теплообменник, газодувки и другое оборудование.

То есть, проект был выполнен. И было выпущено Постановление Совета Министров СССР «О создании и внедрении в народное хозяйство атомных энерготехнологических комплексов на базе ВТГР», которым предусматривалось создание пилотных станций в пяти городах страны. Причем, три из них ставились непосредственно для обеспечения водородом химических и нефтехимических предприятий, таких, как комбинат по производству удобрений в Котласе и нефтехимический комплекс в Нижнекамске. Подобное постановление в то время означало, что мы дошли до стадии реализации проекта. То есть, мы на всех уровнях доказали, что с помощью высокотемпературных реакторов производить водород гораздо выгоднее, нежели жечь нефть и газ. Это одно. И второе, что тогда было не особенно актуально, но весьма важно в наши дни, мы предлагали путь существенного сокращения выбросов CO₂ в атмосферу.

Дальнейшая история такова. Постановление вышло летом 1987 года, в разгар перестройки, в стране уже наступали сложные времена. А в начале девяностых не стало Советского Союза. И этот прорывной атомно-водородный проект, как и многие другие наши наработки, в частности, создание атомных станций теплоснабжения в Горьком и Воронеже с реактором АСТ-500, был свернут.

– Надо полагать, что Советский Союз был не единственным, кто занимался высокотемпературными реакторами? Атомная энергетика в то время хорошо развивалась и в Европе, и в Америке, и в Японии.

– Да, мы здесь не пионеры. Тему создания высокотемпературных реакторов мы осваивали с помощью немцев, у них с 1967 по 1988, то есть, более 20 лет работал высокотемпературный реактор в Юлихе – это на самом западе Германии – на котором была достигнута температура 950 градусов. Немцы охотно делились своим опытом, и в семидесятых годах наши специалисты не вылезали из Юлиха. Кроме этой экспериментальной АЭС немцы построили и большую станцию

ТНТ-300, она проработала почти пять лет. Потом вмешалась политика, Германия стала отказываться от ядерной энергетики, но сегодня немецкие ядерщики активно работают в других странах, в частности, в Китае, где по немецким технологиям построен топливный завод, производящий шаровые твэлы.

В целом до девяностых годов в мире работало пять станций с высокотемпературными реакторами: две в Германии, две в США и одна в Англии. В 1998 году исследовательский высокотемпературный реактор был пущен в Японии, а в 2000 году в Китае, где его помогли спроектировать немцы.

– А у нас до сих пор нет такой работающей станции. Получается, что мы на этом направлении потеряли почти три десятилетия?

– Девяностые годы были тяжёлыми, но мы их преодолели, продолжая поддерживать технологию. Надо сказать, что наши руководители, я имею в виду Минатом, находили различные способы поддержания лучших наработок и сохранения научного потенциала. В частности, с 2005 года действовал международный проект, так называемый газотурбинный модульный газовый реактор, ГТ-МГР, в котором мы участвовали совместно с американцами, французами и японцами. В рамках этого проекта продвигали различные НИОКРы, связанные с созданием АЭС на базе высокотемпературного газоохлаждаемого реактора с гелиевым теплоносителем. Специалисты ОКБМ, в том числе и я, десять лет занимались этой проблемой и очень многое сделали. В результате этой работы у нас с американцами создана совместная интеллектуальная собственность.

Важно отметить, что высокотемпературные газоохлаждаемые реакторы относятся к четвертому поколению реакторов, в них совершенно невозможна авария с расплавлением топлива, то есть, здесь исключены радиоактивные выбросы при любой запредельной аварии.

Вот сейчас для атомных станций, продвинутых, относящихся к поколению «3+», придумываются различные системы и строятся всевозможные ловушки на тот случай, если произойдет нештатная ситуация и топливо расплавится. То есть, мы просто постулируем, что в данном реакторе топливо может плавиться, поэтому нужно сделать так (и этого требуют нормативы), чтобы никакого воздействия на окружающую среду не было ни при каких обстоятельствах.

А в высокотемпературном реакторе ничего такого не нужно, температура плавления уникального топлива здесь 1600 градусов. При любой аварии, даже оставляя реактор без охлаждения, достичь этой температуры невозможно! Причём, это определено не только расчетным путем, немцы проводили эксперимент на своем реакторе – они его полностью отключали, оставив без аварийной защиты. И в результате при отсутствии циркуляции теплоносителя реактор расхолаживался в окружающую среду, а температура топлива доходила до 1500 градусов и дальше снижалась, не достигая температуры плавления.

Возвращаясь к вопросу о потерянных годах, надо сказать, что и в других странах в конце прошлого века и начале нынешнего данное направление не получило должного развития. Прежде всего, потому, что не были в полном объеме и должным образом проведены НИОКРовские работы, не были отлажены все технические решения, поспешили с реализацией, что породило много проблем с эксплуатацией таких станций. Сегодня ни в Англии, ни в Германии, ни в США данные реакторы не работают. Это во-первых. А во-вторых, данная технология просто опередила время. В те годы не было востребованности в новой энергетике ни у общества, ни у экономики. Сегодня эта востребованность вполне ощутима.

– В прошлом году Госкорпорация определила водородную энергетику в качестве приоритетного направления развития и, насколько известно, ОКБМ поручено про-

вести оценку проектных предложений по промышленному производству водорода на атомных станциях. То есть, речь идет о восстановлении наработок восьмидесятых годов?

– Госкорпорация развивает разные бизнесы, и теперь дошла до технологии атомной водородной энергетики. Мы сейчас с воодушевлением воссоздаем и восстанавливаем кооперацию всех тех институтов и специалистов, которые занимались этой проблемой в восьмидесятых годах, по сути, проводим ревизию на предмет готовности к работе всей задействованной в этом деле цепочки организаций.

Да, за эти годы Китай ушёл вперёд нас в этой тематике. Но Россия обладает уникальным потенциалом, и у нас есть все шансы, чтобы занять здесь передовые позиции. Во-первых, у нас есть технология создания высокотемпературных реакторов, и надо лишь приложить некоторые усилия для того, чтобы построить первый реактор и затем его тиражировать. Во-вторых, у нас есть сырьё, углеводороды, из которых производят водород, а в ближайшие лет 30 основной технологией его производства останется конверсия метана, прежде всего потому, что пока гораздо дороже использование технологий прямого расщепления воды, требующих температур более 1000 градусов; для таких технологий попросту нет готовых материалов.

В последний год было много дискуссий, споров, проходили конференции и различные совещания в Госкорпорации по вопросам, связанным с водородной энергетикой. В итоге мы разработали и представили в Росатом программу НИОКРовских работ для реализации этого направления и сформировали дорожную карту реализации проекта, подготовили технико-экономическое обоснование, подтверждающее, что четырехблочная атомная энерготехнологическая станция мощностью по 600 мегаватт каждый блок может производить один миллион тонн водорода в год, при этом себестоимость водорода будет на уровне



полтора долларов за килограмм, что обеспечивает конкурентоспособность технологии.

Сегодня в мире ежегодно потребляется более 70 миллионов тонн водорода. К 2030 году этот объем удвоится, а к 2050 году выйдет на уровень 500 миллионов тонн. В ближайшей перспективе потребление водорода увеличится в десять раз! Перед нами открывается огромная бизнес-ниша, сопоставимая по объему с выработкой электроэнергии атомными электростанциями.

– Виталий Владимирович, в информационном пространстве последних лет интерес к водороду связан по большей части с топливными элементами и автомобилями на водороде. А в обыденном сознании энергетику отождествляют преимущественно с электричеством. Но мы говорим о водородной энергетике, а ваши коллеги, в частности, академик РАН Пономарев-Степной, идут дальше и говорят о построении водородной экономики, которая выведет нас на новый экономический уклад. Что такое водородная экономика?

– Если взять весь объем энергии, необходимой человечеству, то электрическая энергия будет занимать в нем только 30 процентов; 70 процентов приходится на остальные виды энергии, это так называемое высокопотенциальное тепло, получаемое сегодня за счет сжигания нефти, газа и угля. В результате мы говорим о загрязнении атмосферы выбросами CO₂, которые, кстати, сегодня котируются. Мы предлагаем получать это высокопотенциальное тепло в полном объеме за счет использования водорода, что практически сведет до минимума загрязнение атмосферы, что снимает с повестки дня тот самый парниковый эффект и дальнейшее повышение температуры на планете. Это глобальный вызов и одновременно шанс для человечества. При этом мы доказываем, что этот способ производства гораздо дешевле, атомно-водородная энергетика позволяет получить необходимую обществу энергию с меньшими затратами.

На сегодняшний день все технические и прочие вопросы, связанные с транспортировкой водорода, его хранением и использованием, уже решены. Мир полным ходом идет к широчайшему обращению и использованию водорода. Если не сжигать метан, на что настроена действующая сегодня инфраструктура, а использовать технологию ВТГР, потребуются модернизация действующей инфраструктуры и создание новой. По сути, речь идет о создании новой отрасли, превышающей по масштабам сегодняшнюю атомную энергетику. Мы говорим о водородной экономике, потому что реализация этой идеи затронет все стороны нашей жизнедеятельности.

Вот простой пример. Газпром, с которым мы контактируем, тоже стал заниматься водородной тематикой. Почему? Перекачка газа осуществляется компрессорными станциями, которых – посмотрите на протяженность нашей страны – огромное количество. Каждая станция работает на газе, ее потребляемая мощность 16 мегаватт. Добавив 10 процентов водорода в газовую смесь, направляемую в камеры сгорания компрессорных станций, можно снизить выбросы CO₂ на порядок. При этом не потребуются менять оборудование.

А что касается автомобилей, то надо признать, что в разрезе потребления на транспорт приходится довольно небольшой объем водорода. Но уже сегодня понятно, что со временем все движки будут переведены на водород, что тоже потребует создания своей



В Германии курсируют поезда на водороде



Водородная заправка в Японии

инфраструктуры, включающей заправочные станции. И уже сегодня они очень активно строятся в Японии, которая, наряду с некоторыми другими странами, приняла стратегию перехода к водородной экономике.

– А не случится так, что мы, наладив на атомных энергетических комплексах производство водорода, выстроим экономику новой «трубы», теперь уже водородной? И будем поставлять благословенным развитым странам новое топливо, как сейчас гоним туда газ? Смотрите: немцы уже наладили серийное производство водородных поездов, японцы создали всю линейку водородных двигателей для всех типов машин, китайцы намерены заняться производством машин на топливных элементах...

– В отличие от поставок газа или нефти, водород – продукт с высокой добавленной стоимостью, поэтому нет ничего зазорного в том, что мы можем быть одним из крупных поставщиков водорода в мире. Более того, надо стремиться к тому, чтобы занять существенную долю в мировом производстве водорода. И я абсолютно уверен, если мы не интенсифицируем работу на этом направлении, не подсуедемся, то те же китайцы очень скоро нас опередят. Они уже впереди, там в этом году на опытно-промышленной станции должны пустить два блока по 250 мегаватт с высокотемпературными реакторами. И я знаю, что в перспективе они видят свою энергетику водородной, в том числе и потому, что задыхаются от выбросов.

Задача развивать производство водорода только для того, чтобы поставлять его на экспорт, не стоит. Прежде всего, мы будем снабжать им свою промышленность. А это значит, что мы будем развивать водородную инфраструктуру, делать накопители энергии, двигатели. Здесь нет простых и легких реше-

ний, я не строю иллюзий, что на этом пути все у нас будет мягко да гладко, что не будет противников и препятствий.

Но сегодня мы готовы к реализации атомно-водородной энергетики, есть уверенность, что эта тема войдет в национальный проект, куда уже попали атомные станции малой мощности. Надо сделать первую референтную атомную станцию с химико-технологическим производством водорода. А параллельно выстраивать стратегию развития в стране водородной экономики.

Мы же говорили о том, что к 2050 году в мире будет производиться 500 миллионов тонн водорода. И если допустить, что мы хотим занять нишу в 10 процентов, то есть, сохранить наше нынешнее положение, которое мы занимаем на рынке углеводородного топлива, то нам нужно производить в год 50 миллионов тонн водорода. То есть, надо построить несколько десятков атомных энерготехнологических станций. И тут возникает некая стратегическая цель, потому что неразумно строить эти станции абстрактно, их надо сажать рядом с большими химическими или нефтехимическими комплексами. Постановлением СМ СССР 1987 года, о котором я упоминал, как раз такой вариант и предусматривался. А это значит, что переход к водородной энергетике потребует создания и реализации в стране плана новой индустриализации. Это и будет новая водородная экономика, о которой говорит мой учитель и наставник, академик РАН Николай Николаевич Пономарев-Степной, утверждённый в Росатоме научным руководителем направления атомно-водородной энергетики.

– Виталий Владимирович, благодарю Вас за эту беседу. Надеюсь, что эпоха водорода начнется еще на нашем веку.

Петр ЧУРУХОВ

Плененные ядерной физикой

«Открытие деления урана и принципиальной возможности цепной реакции урана предопределило судьбу века и мою».
Я. Б. Зельдович

«Физика – это моя жизнь...»
Ю. Б. Харитон

Они родились с разницей в одну неделю и десять лет. В начале тридцатых годов молодой ученый Юлий Харитон создал в Институте химической физики лабораторию горения – и там проводил свои исследования юный Яков Зельдович. В 1943 году началась работа над атомным проектом в группе, возглавляемой Ю. Харитоновым, – в нее вошел и Я. Зельдович. Участники атомного проекта переехали в Саров, где жили и работали практически безвыездно, в строжайшей изолированности от внешнего мира, почти четверть века – и все эти годы Харитон и Зельдович были неразлучны в своей деятельности.

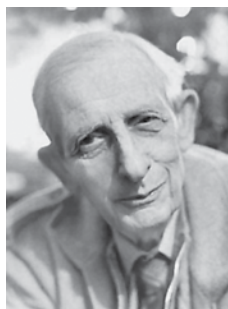
На двоих у них было шесть золотых Звезд Героев Социалистического Труда, семь Сталинских и две Ленинских премии, девять Орденов Ленина и множество других государственных наград.

Весной 2019 года исполнилось 115 лет со дня рождения Юлия Борисовича Харитона и 105 лет со дня рождения Якова Борисовича Зельдовича.

Юлий Харитон родился 14 (27) февраля 1904 года в Санкт-Петербурге. Мальчишкой Юлик интересовался буквально всем: историей, физиологией, физикой, изучал языки, особенно немецкий, который был главным языком науки в те годы. Но победила в конце концов физика. Окончив школу в 15 лет, хотел поступить в Технологический институт. Его не приняли – ведь парню еще не исполнится шестнадцать.

Как писал позже Ю. Б. Харитон в автобиографии, он «начал работать с 1917 года. Сначала работал вечером, одновременно с учёбой в школе до 1919 года в качестве курьера, затем каталогизатора в библиотеке. С 1919 по 1920 год работал учеником механика в мастерских службы телеграфа Московско-Виндаво-Рыбинской ж. д. В 1920 году поступил в Ленинградский политехнический институт им. Калинина, который окончил в 1925 году по физико-механическому факультету со званием инженера-физика. С 1921 года, одновременно с учёбой в Политехническом институте, начал работать в Ленинградском физико-техническом институте».

Юлий Борисович вспоминал об учебе в Политехническом институте: «Мне повезло: я попал в тот поток, где курс общей физики читал Абрам Федорович Иоффе. Прослушав две-три его лекции, я понял, что самым интересным является не электротехника, которой я то время увлекался, а физика. И вот несколько позже, когда я узнал, что в Политехническом институте существует год назад организованный физико-механический факультет, во втором полугодии, т. е. с начала 1921 года,



Ю. Б. Харитон



Я. Б. Зельдович

перешел на этот факультет. Лекции Абрама Федоровича оставили незабываемое впечатление... Уж очень просто, необычайно просто, отчетливо он выводил знаменитые формулы коэффициентов теплопроводности, диффузии, внутреннего трения газов, и как-то так случилось в моей жизни, что именно с этими коэффициентами мне пришлось иметь дело. И неизменно, когда я что-нибудь начинал считать, передо мной возникала фигура Абрама Федоровича, стоящего у доски и выводящего эти формулы».

После первого курса Иоффе поручил нескольким студентам составить и в дальнейшем прочитать на семинаре рефераты. Юлию Харитону досталась тема «Работы Резерфорда в области строения атома». Так состоялось первое знакомство с ядерной физикой, интерес к которой никогда уже потом не покидал его.

Там же, в Политехническом, юноша познакомился с Н. Н. Семеновым, который вел практические упражнения по физике. «Важнейшим событием моей жизни, – говорил потом Харитон, – была фраза Семенова: «Зайдите ко мне вечером...». «Вечерком» Николай Николаевич Семенов рассказал своему студенту, что А. Ф. Иоффе организует Физико-технический институт: «Там будет моя лаборатория. Я приглашаю Вас...»

...Яков Зельдович появился на свет в Минске 8 марта 1914 года. Через несколько месяцев началась Первая мировая война, и его родители переехали в Санкт-Петербург. В 1930 году Яша окончил школу и сразу же устроился на работу в Институт механической обработки полезных ископаемых. Юный вундеркинд хотел постигнуть сразу всё. Он перешел на работу лаборантом в Институт химической физики, одновременно занимаясь на заочном отделении физмата Ленинградского университета. Обучение в университете ему не понравилось, и он решил посещать лекции физмата Политехнического института, который, правда, тоже бросил. Так уж получилось, что диплома о высшем образовании у него никогда не было. Зельдович занимался самостоятельно и только тем, что его интересовало – физикой, химией, иностранными языками. Он фонтанировал новыми идеями и обладал талантом на пальцах показать экспериментаторам теорию, а теоретикам объяснить суть эксперимента, ставить перед ними задачи, всегда мог разобраться в нестыковках между теорией и практикой. Диапазон его познаний удивлял коллег: в физике он был неограничен.

Несмотря на то, что у Я. Б. Зельдовича не было диплома о высшем образовании, его зачислили в аспирантуру Института химической физики. А когда был создан Физико-технический институт во главе с А. Ф. Иоффе, академик пригласил неугомонного парня к себе в группу. Это произошло как раз в то время, когда английский физик Джеймс Чедвик открыл нейтрон и родилась ядерная физика.

В 1936 году Я. Б. Зельдович защитил кандидатскую, а через три года – докторскую диссертацию. Потом он шутил: «Да будут благословенны те времена, когда ВАК давала разрешение на защиту ученых степеней лицам, не имеющим высшего образования!»

ДЕЛО ВСЕЙ ЖИЗНИ

Еще в 1928 году, возвращаясь из Англии от Резерфорда через Берлин, Ю. Б. Харитон удивился тому, как легкомысленно немцы воспринимают Гитлера. Он был поражен количеством фашистской литературы. Молодой физик, заехавший в Берлин на встречу с матерью, проживавшей там с 1910 года, интересовался у немецких коллег, как они относятся к нацистам. Те только посмеивались: «опереточные мальчишки» не опасны, серьезно к ним не следует относиться. Муж матери профессор-фрейдист Эйтингтон сказал: «Это чепуха, над ними все смеются, это просто мода. Через несколько лет о них забудут». Но именно тогда, по воспоминаниям Ю. Б. Харитона, он понял, что надо заниматься взрывчатыми веществами и «вообще оборонными проблемами».

«Первые сведения об открытии деления ядер урана, пришедшие в Советский Союз в февральских тетрадях английских и немецких журналов за 1932 год, вызвали у советских физиков такое же волнение, как у физиков всего мира. Среди сотрудников ленинградской группы институтов – ЛФТИ, ИХФ, РИАН – начались обсуждения внезапно возникших вопросов о практической возможности использования энергии деления, возможности осуществления цепной ядерной реакции и ядерного взрыва. Начались экспериментальные и расчетные работы по новой увлекательной тематике. Вскоре многим из участников работы и руководителям институтов стало ясно, что необходимы серьезные усилия для того, чтобы работа приобрела нужные масштабы», – писал Ю. Б. Харитон.

На рубеже 1930-1940-х годов в США и Германии были проведены фундаментальные работы по цепной реакции и расщеплению ядра. На Запад эмигрировало много ученых из Германии, которые принесли слухи о нацистской атомной бомбе.

Юлий Харитон и Яков Зельдович к этому времени давно уже работали вместе над проблемой деления ядер урана. Сначала встречались по вечерам, так как расчеты нейтронно-ядерных цепных реакций были для них «внеплановыми»: ими занимались «на общественных началах», ничего за это не получая. Харитон руководил лабораторией взрывчатых веществ, Зельдович вел теоретические исследования. Поначалу никто и не думал о ядерной бомбе, однако физики уже обнаружили и наблюдали ядерные превращения, да и в Физтехе про-

изошли перемены: Игорь Васильевич Курчатов неожиданно оставил физику твердого тела и занялся новой областью науки. Этот резкий и внезапный поворот многих удивил. Чувствовалось, что начинается что-то совсем новое и очень важное. Ученые поняли, что задача настолько велика, что ее решению следует посвятить все свое время.

В октябре 1939 года их работы по ядерной физике были опубликованы в «Журнале экспериментальной и теоретической физики», потом в «Успехах физических наук». В одной из работ рассматривалась возможность развития цепной реакции, возникающей в уране-238 под воздействием быстрых нейтронов. Во второй статье Зельдович и Харитон исследовали возможность цепной реакции на медленных нейтронах в природном уране. Будущий нобелевский лауреат И. Е. Тamm так оценил их

работу: «Это открытие означает, что может быть создана бомба, которая разрушит город в радиусе 10 километров». Такая оценка была исключением — большинство советских ученых скептически относились к возможности использования атомной энергии. Тем не менее, директор Института химической физики академик Н. Н. Семенов, ознакомившись с результатами расчетов, обратился в Народный комиссариат нефтяной промышленности, в ведении которого находился тогда институт, с письмом о необходимости широкого развертывания работ по созданию ядерного оружия. Обращение осталось без ответа.

На 4-й Всесоюзной конференции по физике ядра, состоявшейся в ноябре 1939 года в Харькове, Ю. Б. Харитон делал доклад о работе, выполненной им совместно с Зельдовичем. Из него следовало, что «из расчетов, которые

на первый взгляд приводят к пессимистическим выводам, видно, однако, по какому пути можно идти для осуществления цепной реакции. Достаточно повысить в уране концентрацию изотопа 235, чтобы реакция оказалась возможной. Если, с другой стороны, в качестве замедлителя вместо водорода использовать дейтерий, то поглощения в замедлителе практически не будет, и реакция, очевидно, также будет осуществима. Оба пути кажутся сейчас довольно фантастическими, если вспомнить, что для осуществления реакции необходимы тонны урана. Однако принципиально возможность использования внутриядерной энергии открыта».

После выступления на конференции возникла дискуссия об использовании деления ядра в качестве источника энергии или для взрывов, но никто из присутствующих всерьез не считал, что это дело близкого будущего.

В отличие от американских физиков, которые сумели убедить свое правительство в необходимости работы над новым сверхоружием, советские ученые с такими идеями к руководству не обращались. А. Ф. Иоффе в докладе, сделанном в Академии наук в декабре 1939 года, отмечал, что представляется маловероятным использование результатов ядерной физики в практических целях, а П. Л. Капица в 1940 году по этому же поводу заметил, что для осуществления ядерных реакций потребуется больше энергии, чем они могут отдать. Было бы весьма удивительным, сказал он, если бы возможность использовать атомную энергию превратилась в реальность.

Запад был уже втянут в войну с Германией, а Советский Союз после подписания пакта Молотова-Риббентропа пребывал в довольно благодушном настроении. Этот пакт привел к прекращению обмена информацией между советскими и западными учеными. В марте 1940 года в Англии появился секретный меморандум «О конструкции супербомбы, основанной на цепной ядерной реакции», о котором в СССР не было известно. И все же какая-то информация до наших ученых доходила. В 1940 году по инициативе академика Вернадского, сын которого жил в США, создали комиссию по изучению вопроса: сколько в стране запасов урана? От физиков в неё вошли Курчатов, Капица, Иоффе, Вавилов, Харитон. Оказалось, что в отсутствие спроса единственный рудник закрыт, запасы урана неизвестны...

С началом войны с фашистской Германией ленинградские физики заняли свое место в строю защитников Родины. Многие ученые ушли на фронт, трудились на оборонных предприятиях. Физико-технический институт Иоффе был эвакуирован в Казань. Харитон создавал новые взрывчатые вещества и боеприпасы — сначала в Ленинграде, потом в Казани, а в 1942 году в Москве.

В 1941-1942 годах советская разведка стала получать сведения о том, что в США в строжайшей тайне разрабатывается атомная бомба. 28 сентября 1942 года Сталин подписал распоряжение о возобновлении в СССР работ по урановой проблеме. Курчатов составил список участников проекта. В него вошли Алиханов, Кикин, Харитон и Зельдович. Курчатов предложил Харитону возглавить группу по работе над конструкцией бомбы. Тот поначалу отказывался: его захватила другая работа — современное минное и противотанковое оружие. Юлий Борисович вспоминал:

«Однажды приглашает меня Игорь Васильевич и предлагает перейти работать к нему. Война в разгаре. Мы занимаемся нужным для победы делом — и вдруг такое предложение!



Сообщение ТАСС о первом в СССР ядерном взрыве



Орденосцы

Я возражаю: считаю своим долгом до конца войны работать для фронта... А Курчатов объясняет: мы должны заботиться о будущей безопасности страны, нельзя упускать время. Уговаривать Курчатов умел... Естественно, я согласился...

А перед Яковом Зельдовичем с началом войны была поставлена задача создания совершенно нового оружия – ракетного. Первые испытания знаменитой «Катюши» были неудачными: при запуске она взрывалась в воздухе, не долетая до цели. К удивлению конструкторов, Зельдович очень быстро нашёл причину. Он рассчитал внутреннюю баллистику снаряда, что позволило внести исправления в конструкцию «Катюши», и она «встала на ноги». Уже осенью 1941 года под Оршей батарея залпового огня впервые вышла на боевые позиции и нанесла поразивший противника удар. До конца войны гитлеровцам так и не удалось разгадать тайну снаряда, придуманного Зельдовичем.

В 1943 году Якова Зельдовича перевели в Москву, в группу Курчатова.

Работая над новой поставленной задачей, Харитон и Зельдович совместными усилиями пытались определить критическую массу урана-235. Получалось около 10 килограмм. Позже выяснилось, что они ошиблись в пять раз, но именно эта ошибка вселила в них уверенность: бомбу сделать можно.

Постановление ГКО от 8 апреля 1944 г. № 5582сс обязало Народный комиссариат химической промышленности спроектировать в 1944 году цех по производству тяжёлой воды и завод по производству шестифтористого урана, а Народный комиссариат цветной металлургии – обеспечить получение на опытной установке 500 кг металлического урана, построить к 1 января 1945 года цех по производству металлического урана и поставить Лаборатории № 2 – так называлась группа И. В. Курчатова – десятки тонн высококачественных графитовых блоков.

24 июля 1945 года в ходе Потсдамской конференции президент США Трумэн сообщил Сталину, что у США «теперь есть оружие необыкновенной разрушительной силы». Сталин не стал интересоваться подробностями, из чего Черчилль сделал вывод, что тот «ничего не понял и не в курсе событий». Но в тот же вечер Сталин дал указание Молотову переговорить с Курчатовым об ускорении работ по атомному проекту.

А 6 августа 1945 года военно-воздушными силами США был подвергнут атомной

бомбардировке японский город Хиросима, 9 августа – Нагасаки. Эти события коренным образом изменили политическую и военную обстановку в мире. С этого момента направление материальных и людских ресурсов на создание атомного оружия в СССР приобрело масштабы, многократно превосходящие все предыдущие затраты по этой тематике.

9 февраля 1946 года в своей речи на предвыборном собрании избирателей Сталинского избирательного округа города Москвы, проходившей в Большом театре, Сталин произнес: «Я не сомневаюсь, что если мы окажем достойную помощь нашим ученым, они сумеют не только догнать, но и превзойти в ближайшее время достижения науки за пределами нашей страны». Затраты на науку в 1946 году были увеличены втрое. Было объявлено о большом повышении зарплаты ученым.

Атомную бомбу надо было получить как можно скорее, без оглядки на затраты. В городе Сарове – сверхсекретном Арзамасе-16, по личному указанию Сталина над созданием термоядерного оружия стали параллельно работать две группы лучших физиков страны. Группы имели кодовые неофициальные наименования – одна называлась «Израиль», вторая – «Египет». Их работу координировал И. В. Курчатов. «Израилем» руководил Юлий Борисович Харитон. В группу входили Яков Зельдович, Исаак Кикоин, Лев Ландау, Андрей Сахаров и другие известные физики. Зельдович был начальником теоретического отдела, и его часто именовали Главным теоретиком.

Многие удивлялись: почему Курчатов позвал в Арзамас-16 именно Харитона – мягкого, интеллигентного человека, который всегда был исключительно вежлив, никогда не ругался, не мог стукнуть кулаком об стол. Но Харитон обладал особенностью, которая отмечалась всеми, кто его знал: феноменальной ответственностью. Он часто повторял: «Надо знать в десять раз больше того, что мы делаем» – коллеги называли это правило «критерием Харитона».

В 1948 году у США было уже 56 атомных бомб. Объединенный комитет начальников штабов разработал чрезвычайную доктрину «Полумесяц», которая предусматривала «мощное воздушное нападение, использование разрушительной и психологической мощи атомного оружия против жизненно важных центров советского военного производства». Было скрупулезно подсчитано, сколько миллионов советских людей погибнет и на сколько

процентов снизится промышленный потенциал СССР.

Советские физики работали с полным напряжением сил. Ю. Б. Харитон знал наизусть тысячи чертежей, сидел в своем кабинете до глубокой ночи и рано утром всегда был на работе. Он проверял каждую деталь перед испытаниями и, к примеру, лично возглавлял разработку нейтронного запала для первой бомбы. Как и все участники атомного проекта, он создавал, что они работают над оружием сдерживания, которое делает невозможным одностороннее применение ядерного оружия и, значит, сохранит мир.

«ВЫПОЛНЕН ДОЛГ ПЕРЕД СТРАНОЙ И НАРОДОМ»

Отсутствие информации создавало благоприятную почву для различных фантазий. Еще когда отечественный атомный проект только набирал силу, а США оставались единственными обладателями атомной бомбы, в народе, как бы для равновесия, стали поговаривать о своем, уже будто бы имеющемся оружии колоссальной силы. Только с креном в низкие температуры – с упоминанием о бомбах, мгновенно замораживающих всё окрест.

Как известно, для конструкции первой советской атомной бомбы были использованы полученные благодаря разведке достаточно подробная схема и описание первой испытанной американской атомной бомбы. Для этого специалистами Арзамаса-16 был выполнен большой объем тщательных экспериментальных исследований и расчетов, подтвердивших достоверность полученных разведданных. Учитывая государственные интересы в условиях накаленных отношений между СССР и США в тот период, а также ответственность ученых за успех первого испытания, любое другое решение было бы просто легкомысленным. Более эффективные конструкции, которые уже тогда виделись советским физикам, могли подождать. Они и отрабатывались в последующие годы.

В 1949 году накануне первого испытания атомной бомбы в Кремле состоялась единственная встреча Харитона со Сталиным. После доклада Харитона Сталин спросил: нельзя ли из одной бомбы при таком же количестве плутония сделать две бомбы? Харитон ответил, что это технически невозможно. Других вопросов Сталин не задавал. Уже после смерти И. В. Сталина Харитон и Зельдович поняли, что сделать две бомбы было можно. Собственно, все последующие годы работа над атомным оружием шла в трех направлениях: сокращение веса заряда, увеличение его мощности и повышение надежности. Так, уже следующая советская атомная бомба получилась более чем в два раза мощнее первой, сделанной наподобие американской. Ее диаметр был существенно меньше копии американской бомбы, и она была почти в два раза легче.

Успешное испытание первой советской атомной бомбы было проведено 29 августа 1949 года на специально построенном полигоне в Семипалатинской области. Харитон наблюдал испытательный взрыв с расстояния в семьдесят километров. По окончании удачного экспериментального могущественный глава органов госбезопасности Лаврентий Берия, поцеловав Харитона в лоб, сказал: «Вы не представляете, какое было бы несчастье, если бы она не сработала».

Проведенное испытание было строго засекречено. Лишь 3 сентября 1949 года самолет специальной метеорологической разведыва-

тельной службы США взял пробы воздуха в районе Камчатки, в которых американские специалисты обнаружили изотопы, указывающие на то, что в СССР был произведен ядерный взрыв. Президент США Гарри Трумэн публично заявил об этом 23 сентября, после чего последовало следующее заявление ТАСС: «...Считаем необходимым напомнить о том, что еще 6 ноября 1947 года министр иностранных дел СССР В. М. Молотов сделал заявление относительно секрета атомной бомбы, сказав, что «этого секрета давно уже не существует». 8 марта 1950 года заместитель председателя Совета Министров СССР Климент Ворошилов официально заявил о наличии в СССР атомной бомбы.

«У нас была сверхзадача: в кратчайшие сроки создать сверхмощное оружие, которое могло бы защитить нашу Родину. Когда удалось решить эту проблему, мы почувствовали облегчение, даже счастье, ведь, овладев новым оружием, мы лишили другие страны возможности применить его против СССР безнаказанно, а значит, оно служит миру и безопасности. Все, кто принимал участие в Атомном проекте, сознавали это и работали, не считаясь ни со временем, ни с трудностями, ни со здоровьем...», — вспоминал об этом периоде своей жизни Ю. Б. Харитон.

«Работа с Курчатовым и Харитоновым дала мне очень многое, — писал в своих воспоминаниях Я. Б. Зельдович. — Но главным было внутреннее ощущение того, что выполнен долг перед страной и народом. Это дало мне определенное моральное право заниматься впоследствии такими проблемами, как частицы и астрономия, без оглядки на практическую их ценность».

Их титанические усилия позволили Советскому Союзу, несмотря на общее отставание в техническом развитии и последствия войны, в удивительно короткое время ликвидировать монополию США на термоядерное оружие.

Многие десятилетия после успешного испытания ядерной бомбы Ю. Б. Харитон и Я. Б. Зельдович — выдающиеся учёные XX столетия — оставались особо засекреченными советскими академиками.

После атомной бомбы была водородная. Создание водородного оружия — выдающееся приоритетное достижение советских физиков. Его изобретателем считается А. Д. Сахаров, но делалась бомба в Арзамасе-16, которым руководил Харитон. Водородный заряд имел габариты первой американской атомной бомбы, но в 20 раз превосходил ее по мощности.

На посту научного руководителя Саровского ядерного центра Ю. Б. Харитон оставался в течение 46 лет, вплоть до 1992 года, когда он стал почетным научным руководителем ВНИИЭФ. Исключительный талант ученого и организатора науки позволил ему успешно руководить основными направлениями научной и конструкторской работы института. По трудоспособности и выносливости ему не было равных, как и в творческом долголетии. Почти половину столетия он являлся председателем Научно-технического совета Минатома по ядерному оружию.

В отечественном атомном проекте приняли участие немало блестящих ученых и руководителей. Но и среди этих выдающихся людей Юлий Борисович был явлением. Уникальность его заключалась в том, что он был не только физиком-теоретиком, но и выдающимся экспериментатором, конструктором-технологом, создателем системы производства, эксплуатации и испытаний ядерного оружия.



Он взял на себя и нес полноту ответственности не только за все, что касается разработки ядерного оружия и его непрерывного прогресса, но и за безопасность производства, испытания и эксплуатацию этого не имеющего аналогов по разрушительной силе оружия.

Ю. Б. Харитон первый сформулировал требования к безопасности ядерного оружия, говорил о недопустимости ядерного взрыва при всех случайных ситуациях, в которых может оказаться ядерное оружие. Благодаря его требовательности до сих пор не происходило серьезных срывов, неудач и аварий с ядерным оружием.

Он был творцом истории не только ядерного оружия нашей страны, но и многих человеческих судеб, посвятив свою жизнь науке, которая спасла мир от ужасной по своим последствиям войны. Его исключительная деятельность и творческие достижения поражают и вызывают изумление. Ю. Б. Харитон — создатель целого ряда научных школ в самых разнообразных направлениях физики и техники. Среди его учеников — выдающиеся ученые.

К негромкому голосу этого человека прислушивались все лидеры нашего государства от Сталина до Ельцина. В том, что Минатом — единственный из гигантов отечественного ВПК — уцелел и продолжает существовать и развиваться, во многом его заслуга.

Один из первых сотрудников КБ-11 в Сарове А. А. Бриш в книге своих воспоминаний



писал: «Из всех людей, с кем я работал, я особенно верил Харитону. По науке, по морали, по отношению к жизни. Я понял, что это — идеальный человек. За свою жизнь я много людей встречал, но Харитон был выше всех. У остальных я замечал какие-то недостатки, а Харитон — идеален».

Я. Б. Зельдович внёс огромный вклад во многие области науки и техники. Он был уникальным по широте своих интересов — от физики горения и взрыва — через ядерное оружие — до самых глубин астрофизики и космологии. Знаменитый английский ученый Стивен Хокинг признавался, что до встречи с Яковом Борисовичем был убежден, что «Зельдович» — это псевдоним целой группы ученых, настолько разносторонними были его достижения. И. В. Курчатов называл его гением, а Л. Д. Ландау говорил, что ему не известен ни один физик, исключая Ферми, который обладал бы таким богатством идей, как Зельдович.

На счету выдающегося ученого — десятки престижных премий и наград крупнейших научных центров. За успехи в области теоретической физики он стал лауреатом Премии Фридмана, получил медаль Поля Дирака, золотые медали имени Курчатова, Брюса, Мансона, Льюиса, высшую награду Британского Королевского астрономического сообщества, удостоен почетного звания иностранного члена нескольких иностранных академий в Германии, США, Венгрии, Великобритании. Его именем названа малая планета — астероид номер 11438.

«Он был плёнён наукой. Она была альфой и омегой его жизни. Догадка, экспериментальный факт и его теоретическое объяснение интересовали его больше всего на свете, причём не только из области физики», — писал о нем друг и соратник Б. П. Захарченко. А сам Яков Борисович признавался: «Конечный результат, физическая истина интересует меня почти независимо от того, кто её найдёт первым. Хватило бы мне сил понять её первым...»

Р. С. Они шли рядом многие десятилетия своей жизни. В 1984 году коллеги и ученики даже устроили для них празднование совместного 150-летнего юбилея: 80 лет Харитону и 70 лет Зельдовичу.

«Мне очень повезло в жизни: в течение примерно 25 лет я работал с фантастически интересным человеком и совершенно исключительным ученым — Яковом Борисовичем Зельдовичем... Для меня годы, проведённые вместе с ним, дружба, которая соединяла нас долгие годы, останутся годами огромного счастья. Решая какую-нибудь сложную проблему, мучаясь над ней, в глубине души я всегда знал, что есть Зельдович. Стоило прийти к нему, и он всегда находил решение любого самого сложного вопроса, причём делалось это ещё и красиво, изящно».

Ю. Б. Харитон

При подготовке статьи использованы источники:
Ю. Б. Харитон; Эпизоды из прошлого. — Саров, ВНИИЭФ, 1999. — 184 с;
Яков Борисович Зельдович (воспоминания, письма, документы) / Под ред. С. С. Герштейна и Р. А. Сюняева. — Изд. 2-е, доп. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008;
allabout.ru/a10726.html;
sergeyurich.livejournal.com/330023.html;
proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=511;
la-belaga.livejournal.com/452594.html;
liveinternet.ru/users/agoll/post327067961.

Будущее – за наноэлектроникой!

«Будущее – за наноэлектроникой», – убежден старший научный сотрудник филиала РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю. Е. Седакова», кандидат физико-математических наук Александр Пузанов. Более 10 лет он занимается проблемой спецстойкости электронных систем. За работу в этой области трижды удостоен персональной премии Госкорпорации «Росатом» молодым ученым.

– Александр, в декабре 2018 года стало известно, что Вы в третий раз признаны лауреатом премии Госкорпорации «Росатом». Какие чувства испытали на этот раз?

– Те же самые, что в первый и во второй раз – радость и гордость за признание результатов работы на таком высоком уровне. К этим чувствам, гамме эмоций невозможно привыкнуть. Причем, состав участников конкурса от нашего института (уверен, что и от других тоже) с каждым годом становится все сильнее, тем приятнее снова оказаться в числе победителей.

– Какая Ваша научная работа отмечена премией в этом году?

– Представленная на конкурс работа была посвящена разработке локально-неравновесных физико-топологических моделей дефектообразования и переноса носителей заряда в сверхвысокочастотных полупроводниковых приборах при радиационном воздействии. Это важно для определения и обеспечения стойкости радиоэлектронной аппаратуры специального назначения при улучшении технико-экономических показателей за счет существенного сокращения затрат на стадии разработки, испытаний и совершенствования их эксплуатационных характеристик. Для достижения поставленной задачи необходимо было решить ряд научных вопросов, касающихся радиационной физики твердого тела и полупроводниковых приборов. Несмотря на то, что исследования в данной области ведутся более полувека, большое число «скрытых параметров», не проявляющихся при нормальном функционировании электронных систем, существенно снижает повторяемость результатов в процессе испытаний и усложняет прогнозирование поведения изделий при радиационном воздействии. Поэтому постоянно возникают новые методики проведения экспериментов и новые математические модели радиационной реакции. Дело в том, что существующие модели зачастую «не работают» для современных субмикронных полупроводниковых приборов, динамика физических процессов в которых носит сложный комплексный нелинейный характер. В работе представлен комплекс математических моделей, позволяющий решить



А. Пузанов (слева) и его научный руководитель С. В. Оболенский

указанную задачу в локально-неравновесном приближении; обсуждаются некоторые результаты моделирования, а также особенности вычислительной реализации предложенных алгоритмов на суперкомпьютерах и высокопроизводительных рабочих станциях.

Практическим результатом моей научной работы явилось создание пакета прикладных программ для расчета переходных ионизационных процессов в полупроводниковых структурах. Экспериментально и теоретически были определены допустимые электротепловые режимы работы мощных биполярных транзисторов сверхвысокочастотного диапазона в условиях комплексного воздействия электрических перегрузок и ионизирующего излучения в составе ряда приборов. Это позволило повысить их устойчивость к внешним дестабилизирующим воздействиям. Результаты работы внедрены в разработки НИИИС.

– Какие цели Вы ставили перед собой в начале пути, какие ставите на данном этапе?

– Первой задачей, решенной мной, когда я пришел на работу в НИИИС, стала интерпретация результатов серии облучательных экспериментов. Это потребовало значительной модификации существующей математической модели и ее программной реализации. В значительной степени эта задача в дальнейшем определила направление моих научных исследований.

Со временем все сильнее стала ощущаться необходимость обобщения разнородных математических моделей реакции изделий микро- и наноэлектроники на воздействие специальных факторов, а в последнее время – факторов космического пространства. Дело в том, что с уменьшением геометрических размеров рабочих областей полупроводниковых структур все сильнее начинает

сказываться вероятностный характер сбоев и отказов из-за стохастической природы взаимодействия проникающих излучений с веществом на микроуровне. При этом в большинстве исследований расчетная оценка стойкости носит детерминированный характер. Имеющие место немногочисленные вероятностные модели основаны на предположении существования технологического разброса параметров полупроводниковых структур до облучения, либо существенно опираются на результаты статистической обработки экспериментальных данных, что, в конечном счете, в обоих случаях сводится к расчетам по детерминированным моделям с разным набором параметров. Таким образом, необходимо дальнейшее развитие математических моделей полупроводниковых элементов с учетом вероятностной природы их сбоев и отказов на микроуровне, что является предметом моих научных интересов в настоящее время.

– Александр, какие достижения являются предметом Вашей особой гордости?

– В конце 2015 года мы совместно с коллегами из ННГУ им. Н. И. Лобачевского и ИФМ РАН впервые предложили методику тергерцового детектирования процессов формирования и стабилизации кластера радиационных дефектов в полупроводниковых структурах. Мой вклад заключался в разработке математической модели ионизационной реакции детектора. Пробные эксперименты для больших длин волн подтвердили принципиальную возможность детектирования ультрабыстрых радиационно-индуцированных переходных процессов в материалах, однако был выявлен ряд технических сложностей, над устранением которых мы продолжаем работать.

В прошлом году я разработал локально-неравновесную диффузионно-дрейфовую модель переноса носителей заряда в полупроводниках при воздействии субпикосекундных импульсов ионизирующих излучений. В настоящее время при помощи данной модели мы оцениваем сечение сбоев микросхем при воздействии тяжелых заряженных частиц космического пространства, сравниваем полученные результаты с экспериментальными данными с целью верификации и дальнейшего уточнения модели.

Конечно, нельзя не отметить и защиту кандидатской диссертации, которая явилась интегральным результатом моей работы в период 2007-2011 гг.

– У Вас есть жизненный девиз – принцип, кредо – которым Вы руководствуетесь?

– Никогда не сдаваться! При решении поисковых задач это очень важно, ведь неизвестен не только путь к решению, но и сам факт существования решения. Важно уметь признавать свои ошибки и слушать других – это позволяет находить новые пути, которые приведут к результату. Очень тяжело, но иногда необходимо отступить, чтобы «увидеть за деревьями лес». Для этого нужно уметь переключаться между задачами.

– Если заглянуть к истокам, кем мечтали стать в детстве, что определило Ваш профессиональный выбор?

– Я вырос в семье ученых. Мои бабушка и дедушка – кандидаты исторических наук, отец – кандидат технических наук, работал в НИИПИ «Кварц». В детстве я мечтал стать конструктором. Мне нравилось смотреть, как работает техника, особенно строительная. Со временем любимым школьным предметом стала физика, и к 9 классу решил, что пойду учиться на радиофизический факультет Университета Лобачевского, как и мой отец.

– Что же подтолкнуло Вас к научным исследованиям? И какое направление выбрали?

– Мне всегда было интересно узнавать что-то новое. Свое направление научной деятельности я называю вычислительной радиационной физикой полупроводниковых приборов. Оно предполагает теоретический характер работы. С другой стороны, наш институт в основном занимается прикладными разработками, поэтому я также провожу и экспериментальные исследования.

– Какие черты характера помогают в занятиях наукой?

– Я думаю, что для ученого-теоретика прежде всего важны умение концентрироваться, усидчивость и способность выявлять причинно-следственные связи. Это позволяет собрать из ряда разрозненных фактов стройную теорию и предсказать на ее основе новые явления. Можно провести сравнение работы ученого со сбором картины из множества фрагментов при условии отсутствия значительной их части. При этом «границными условиями» новой теории выступают ее непротиворечивость существующим фактам и теориям.

– Что касается ближайших планов, какую вершину Вы наметили покорить в дальнейшем?

– В ближайших планах поступление в докторантуру по направлению «Твердотельная электроника». Также я читаю лекции на физическом и радиофизическом факультетах Университета Лобачевского, весной буду подавать документы на звание доцента.

– Чему посвящается свободное время? Удастся ли отвлечься от научных изысканий в выходные дни?

– Еще в детстве я научился играть в шахматы. В школе это увлечение переросло в полупрофессиональные занятия. Я участвовал в соревнованиях областного уровня, занимал призовые места, выполнял норматив 1 разряда. Однако в старших классах стало гораздо сложнее совмещать подготовительные курсы в университете и шахматные турниры и, наверное, поэтому больших успехов в шахматах я не достиг. Но в студенческие годы я с удовольствием посещал шахматную секцию при университете. Сейчас мы с друзьями иногда собираемся и проводим блиц-турниры по

шахматам, а также участвуем в различных командных турнирах.

Среди других увлечений можно выделить рыбалку. Я, конечно, только рыбак-любитель и ловлю рыбу исключительно, когда отдыхаю на турбазах. В последнее время, впрочем, иногда мы выезжаем на рыбалку с коллегами после работы. Думаю, это начинание будем развивать.

– Кого Вы считаете своим научным наставником и кто из представителей научного сообщества сыграл особую роль в становлении молодого ученого Александра Пузанова?

– В мир науки меня привел доктор технических наук, профессор, заместитель проректора по научной работе ННГУ им. Н. И. Лобачевского, по совместительству ведущий научный сотрудник НИИИС Сергей Владимирович Оболенский, который и сейчас является моим научным руководителем. С 2006 года под его руководством мной успешно защищены курсовая, дипломная и диссертационная работы. Большую роль в моем становлении как ученого сыграли оппоненты по диссертации: В. А. Козлов (ИФМ РАН) и Д. И. Тетельбаум (НИФИ ННГУ им. Н.И. Лобачевского). Я также хочу поблагодарить коллег и руководителей за плодотворные дискуссии и конструктивную критику.

– Желаем дальнейших успехов!

**Ирина ГРОШЕВА
Фото: А. ПАУЗИН**

Р. С. «РЕЗУЛЬТАТЫ ЕГО РАБОТЫ УНИКАЛЬНЫ»

**С. В. Оболенский,
научный руководитель:**

– Я познакомился с Александром Пузановым в 2005 году, когда он пришел на кафедру электроники выполнять курсовую работу. Еще будучи студентом, он много труда вкладывал в освоение современных физических методов компьютерного моделирования, уделял значительное внимание вопросам планирования и организации эксперимента. В рамках своей производственной деятельности он регулярно выезжает в экспедиции в российские ядерные центры для проведения испытаний различной аппаратуры и полупроводниковых приборов на специфичность. Безусловно, проведение экспериментов на мощных моделирующих установках требует большой кропотливости при подготовке и проведении облучательного эксперимента. Это позволило ему отработать на практике компьютерные модели, которые легли в основу его научной работы. С поставленными задачами Александр справляется отлично. Результаты его работы уникальны, они позволили качественно апробировать разработанные им компьютерные модели.

Бережливые технологии как область практического взаимодействия Госкорпорации «Росатом» и регионов

(на примере Нижегородской области)

Передовой опыт Росатома в области «бережливых» технологий лег в основу Национального проекта «Повышение производительности труда и поддержка занятости». Между Госкорпорацией и Министерством экономического развития РФ подписано соглашение о сотрудничестве, в рамках которого Росатом выступает партнером по распространению лучших практик ПСР на территории страны.

ГК «Росатом» с 2017 года оказывает регионам РФ поддержку во внедрении в различных сферах технологий бережливого производства, основанных на методах Производственной системы Росатома. Один из флагманских проектов, результаты которого наиболее заметны жителям – «Бережливая поликлиника» (повышение эффективности деятельности лечебных учреждений).

С начала 2018 года в Нижегородской области по инициативе губернатора Глеба Никитина реализуется совместный проект правительства Нижегородской области и Госкорпорации «Росатом» «Эффективная губерния». В течение прошлого года в «Эффективную губернию» было вовлечено 356 предприятий и учреждений с 1051 проектом. Нижегородская область стала первым регионом России, где проекты по внедрению бережливых технологий реализовали сразу в нескольких ключевых сферах: промышленности, сельском хозяйстве, образовании, здравоохранении, социальной защите, государственном и муниципальном управлении. Нижегородский опыт уже решили перенять в Самарской, Рязанской, Кемеровской, Сахалинской областях и Республике Башкортостан. Делегации этих регионов побывали в Нижегородской области в течение 2018 года.

13-14 марта текущего года в Нижнем Новгороде собрались представители 20 регионов РФ, чтобы перенять опыт Госкорпорации «Росатом» по развитию технологий бережливого производства. Лучшие практики атомной отрасли в части повышения эффективности производственной деятельности обсуждались в рамках Управляющего совета проекта «Комплексная оптимизация производства Госкорпорации «Росатом».

В мероприятии приняли участие генеральный директор Госкорпорации «Росатом» Алексей Лихачёв, губернатор Нижегородской области Глеб Никитин, представители Минэкономразвития РФ, вице-губернаторы регионов России и руководители крупнейших предприятий страны, топ-менеджеры Росатома, главы городов, главные врачи медучреждений и эксперты.

«Мы стали новаторами в стране по сотрудничеству региона с крупнейшей высокотехно-



В Нижегородском кремле прошло совещание с участием губернатора Нижегородской области Глеба Никитина и руководителя Госкорпорации «Росатом» Алексея Лихачева

логичной корпорацией. Участие Госкорпорации «Росатом» в реализации наших проектов заслуживает отдельной благодарности. Начав проект с промышленности, мы договорились, что будем расширять спектр сотрудничества практически на все сферы жизни региона, – отметил в ходе совещания **Глеб Никитин**. Основная цель всех улучшений – сделать жизнь горожан более удобной, комфортной, государственные услуги – более доступными. Реализация проекта в Нижнем Новгороде тем более важна, что здесь проживает около 40% населения региона. У нас есть и другие муниципалитеты, которые вышли в пилотную зону, например, Бор и Городец. Мы будем постоянно увеличивать количество проектов и участников процесса», – добавил губернатор.

«Именно в Нижнем Новгороде мы встретили полное взаимопонимание. Нам очень интересно, как наши технологии работают не только в производстве, но и в муниципальном управлении. Конечным приобретателем всех этих изменений должен стать человек. Люди дадут окончательную оценку, получается или нет, а мы сделаем все, чтобы эта оценка была как можно более высокой», – сказал **Алексей Лихачев**.

Восемь рабочих групп Управляющего совета по внедрению Производственной системы

Росатома (ПСР) вынесли на пленарную сессию предложения по дальнейшему развитию Производственной системы как на уровне отрасли, так и по всей стране. Эти инициативы легли в основу решений Управляющего совета. Тематика рабочих групп, в частности, касалась тиражирования технологий ПСР в городах присутствия Росатома и на предприятиях компаний – поставщиков Госкорпорации; повышения эффективности в сфере проектирования атомных станций; подготовки новых лидеров ПСР с учетом взрывного спроса на данную компетенцию по всей стране; аккумулирования и тиражирования лучших практик бережливого производства.

Участники Управляющего совета также ознакомились с результатами внедрения технологий Производственной системы Росатома на предприятиях и в социальных организациях Нижегородской области. Губернатор региона Глеб Никитин высоко оценил итоги сотрудничества с Госкорпорацией, отметив, что за год работы совместного проектного офиса они существенно превзошли начальные ожидания: «Стало очевидно, что это не просто формальная смена вывески, а реальные изменения, замеченные объективными способами контроля. Если в поликлинике очередь сокращается в три раза, время ожидания в семь раз, это без-

условные результаты для конкретных людей. Точно так же в промышленности. Буквально за полгода на ряде предприятий увеличилась производительность труда от двух до семи раз».

Социальная сфера обычно пребывала на втором плане в части организационных нововведений, и мало что изменялось десятилетиями. Но вот, к примеру, клиническая больница №3 при Приволжском окружном медицинском центре бережливые технологии начала внедрять в конце 2018 года. И если успешные примеры «бережливых поликлиник» в регионе есть, то «бережливый стационар» – новация.

Как это происходило? Сначала провели тщательный анализ всех этапов – от знакомства с пациентом до его выписки. На каждом оптимизировали излишки. За столь короткий срок достигнутые результаты уже впечатляют.

Бережливые технологии начинаются с порога. Вместо безликих указателей – цветные маркеры. Напольная навигация позволяет пациентам не заблудиться и добраться куда нужно, при этом время в пути сокращается в два раза.

По словам главного врача больницы **Анжелики Родиной**, была внедрена новая система в операционном блоке, и уже через два месяца на операционном столе стали выполнять на одну операцию больше, а это потрясающие результаты, ведь благодаря им количество пролеченных пациентов за год увеличилось на 15%. Такой вот получился социальный эффект.

Что еще изменилось? Время обследования пациентов сократилось вдвое. Все пациенты зарегистрированы в электронной базе. Новшество и электронный лист ожидания госпитализации. Этот список можно долго продолжать. Улучшения почувствовали прежде всего сами пациенты, причем, даже в бытовых мелочах.

По словам Алексея Лихачёва, полученные результаты – основание для расширения внедрения технологий ПСР: «В регионе нашего присутствия мы несем большую социальную нагрузку и готовы расширять применение технологий «бережливого» производства. Предприятия разбросаны по всей стране: от Калининградской области до Дальнего Востока. Мы заинтересованы в повышении качества жизни на территориях нашего присутствия, ведь там живут и работают наши сотрудники. Производственная повестка атомной отрасли жизненно зависит от их настроения, от их вовлеченности. Кроме того, Росатом – национальная корпорация. Внедряя современные передовые технологии, мы нацелены, в первую очередь, на то, чтобы внести вклад в развитие нашей державы».

Алексей Лихачёв высоко оценил уровень сотрудничества с руководством региона: «Нижегородская область стала своеобразной фабрикой процессов развития бережливого производства, и она имеет шанс стать столицей современных управленческих технологий в Российской Федерации».

По словам вице-губернатора **Евгения Люпина**, в 2018 году внедрение бережливых технологий начали на 18 предприятий региона.

Согласно сообщению вице-губернатора, по предварительным оценкам внедрение принципов и инструментов бережливого производства позволило повысить производительность труда на предприятиях от 7 до 21%. И власть готова помогать таким компаниям дополнительно. В прошлом году в качестве мер региональной поддержки многие предприятия области получили субсидии на закупленное оборудование в объеме до 5 млн рублей.

Практически с самого начала в процесс активно включилось ПАО «Завод «Красное Сормово» – один из флагманов гражданского отечественного судостроения, в том числе атомного.

Президент «Объединенной судостроительной компании» **Алексей Рахманов** подчеркнул, что бережливые технологии вводились на «Красном Сормове» не точечно, а сразу на всем производстве корпусных секций целого сухогруза.

«Новый заказ Государственной транспортной лизинговой компании не был бы подписан, если бы мы не смогли обеспечить стапельные места для производства 11 сухогрузов, которые попросила компания. В этом большая заслуга бережливых технологий», – сказал он.

По словам генерального директора завода **Михаила Першина** основным результатом внедрения бережливых технологий стало сокращение цикла строительства судна с девяти до семи месяцев. А, например, время изготовления дна сократилось почти вдвое.

В любом смелом начинании не обойтись без рекордов. Пример тому – компания «Узола» в Балахне Нижегородской области. За месяц предприятие теперь изготавливает не 80 линейных модульных шкафов автоматизированных систем управления, как это было раньше, а 500. Эффективность предприятия повысилась после внедрения бережливых технологий. Таким образом, оно увеличило производительность в 12,5 раза!

Возможность изготавливать больше продукции позволила увеличить зарплату рабочим на 20%, не прибегая к сокращению персонала. Более того, набор сотрудников на предприятие продолжается. Для работы на новых высокотехнологичных рабочих местах – управлении станком лазерной резки металла и линиями профилирования – уже принято семь операторов станков с ЧПУ.

Эффективность завода повысилась благодаря внедрению принципов «бережливого производства». На предприятии организовали более рациональную сборку изделий, сократили время переналадки станков, выполнили реконструкцию производственных помещений, переставили уже имеющееся оборудование и ввели в строй автоматизированную металло-прокатную линию.

Большой интерес участников вызвала презентация проекта Lean Smart City, объединяющего элементы двух подходов: бережливого производства и «умного города». «Бережливый умный город» реализуется на родине отечественного атомного проекта в Сарове. О нём рассказал глава городской администрации **Алексей Голубев**.

Платформа «Умный Саров», с помощью которой каждый житель может обратиться в администрацию со своими конкретными предложениями по управлению городским хозяйством, появилась в интернете 1 июня прошлого года, а Lean Smart City – 3 октября. В проект вовлечены муниципальные предприятия и клиническая больница. Цель – повышение эффективности работы и качества предоставляемых горожанам услуг. В ноябре 2019 года руководство города рассчитывает презентовать результаты от реализации проекта.

Опыт Сарова уже подхвачен в других «атомных» городах России. Города-пилоты станут площадками по тестированию передовых цифровых и инженерных решений, организационно-методических подходов и правовых моделей, применяемых для цифрового преобразования в сфере городского хозяйства. О том, как эти практики реализуются в Полярных Звездах (Мурманская область) и Балакове (Саратовская область), рассказывали участникам Управляющего совета представители этих муниципалитетов.

Статус «пилота» позволяет претендовать на приоритетную поддержку Министра России при

реализации проектов «Умного города», в том числе на получение федеральных субсидий. Правительство и сами муниципалитеты также активно привлекают инвесторов к проекту.

Как заявил на одной из конференций глава Росатома, никакой альтернативы двум главным миссиям корпорации – обороноспособности и атомной энергетики – нет и не будет. Но есть ли третья миссия? А. Е. Лихачев видит ее в технологическом лидерстве корпорации в России и в мире. Есть целый ряд вопросов, решить которые необходимо для развития атомной отрасли. Зачастую ровно те же вопросы важны для развития страны. «В определенном смысле мы формируем будущее России, и от нас зависит, каким оно будет», – отметил глава Росатома.

Им также было особо подчеркнуто, что безопасность и наука – системные условия существования отрасли. И что он не устанет говорить об этом и попросил очень серьезно осмыслить эти вопросы.

Ведущими предприятиями Росатома в Нижегородской области являются: Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики (ВНИИЭФ) в Сарове, Научно-исследовательский институт измерительных систем им. Ю. Е. Седакова (ФНПЦ «НИИИС»), Инжиниринговая компания «Атомстройэкспорт» (АСЭ), ОКБМ Африкантов.

Профильными базовыми вузовскими структурами в регионе являются Саровский физико-технический институт НИЯУ МИФИ и Образовательно-научный институт ядерной энергетики и технической физики им. академика Ф. М. Митенкова НГТУ им. Р. Е. Алексеева.

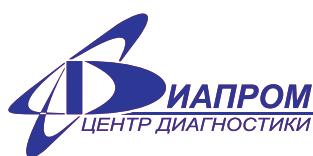
Как отметил Глеб Никитин, очень приятно, что столь знаковое событие прошло именно в Нижегородской области. «Это результат совместной работы правительства региона с Госкорпорацией «Росатом». Хотелось бы отметить формат мероприятия, который позволил на практике познакомиться с внедрением «бережливых технологий». Проект «Эффективная губерния» уже превзошел наши ожидания. Мы все показатели практически перевыполняем за счет интереса и вовлеченности. Люди начинают понимать, что это действительно работает. По своей инициативе приходят руководители организаций и предлагают включить их в проект». И еще: «Хотелось бы тиражировать этот опыт, и мы уже предложили правительству РФ пока в рабочем формате проработать тему создания университета или образовательной организации, которая бы позволила опыту Нижегородской области и Росатома использовать для того, чтобы обучать представителей различных регионов», – добавил губернатор.

В этом контексте Нижегородскую область можно рассматривать как региональную экспериментальную площадку федерального значения для отработки «бережливых технологий» как в производственной, так и в социальной сферах.

Борис ТИТОВ,
директор ООО «НИЭР», к.э.н., доцент

Справка: ООО «Нижегородский институт экономического развития» имеет продолжительный опыт работы как в сфере региональных исследований, так и в сфере организационно-экономического обеспечения инвестиционных программ и проектов и непосредственного участия в публичных обсуждениях, в том числе, на предприятиях и организациях Росатома, и при необходимости может принять участие в гуманитарном обеспечении дальнейшей реализации сотрудничества Госкорпорации и региона.

Предиктивная аналитика как практически значимый для атомной отрасли цифровой инструмент



**Аркадов Г. В.,
Павелко В. И.,
Слепов М. Т.
АО «НТЦ «Диапром»**

Цифровизация экономики, являясь государственной программой, в каждой конкретной отрасли требует внедрения современных технологий сбора, хранения и обработки данных. Формируется новый взгляд на задачи диагностирования АЭС в связи с новым модным направлением обработки данных под названием предиктивная аналитика. Зададимся важнейшими вопросами:

- какая именно трансформация процесса диагностирования АЭС ожидается в связи с внедрением предиктивной аналитики?
- какие именно объекты диагностирования нуждаются более всего в предиктивной аналитике?
- как внедриться новым информационным технологиям в обработку диагностических потоков информации АЭС?
- есть ли уже разработанные и внедрённые предикторы в системах диагностирования АЭС, которые можно предложить для тиражирования на промышленных объектах России?

На базе собственного опыта диагностирования РУ [1-3] мы сформулировали следующие принципы развития предиктивной аналитики:

1. С внедрением предиктивной аналитики ожидается, что диагностирование АЭС трансформируется в сторону:

- построения новых предикторов ресурса, прочности, надёжности, вибросостояния за счёт анализа данных большей размерности, на большую временную глубину, с прогнозом на длительную перспективу;
- увеличения наблюдаемости необслуживаемого в эксплуатационных условиях оборудования первого контура РУ;
- обоснованного прогноза ресурса незаменяемого при продлении срока эксплуатации оборудования (корпус РУ, шахта).

2. Методы предиктивной аналитики диагностирования РУ должны разрабатываться и внедряться, прежде всего, для стационарных систем диагностирования (ССД) РУ, включая систему комплексного диагностирования (СКД). В ней расширение диагностического

функционала практически безгранично: в процессе настройки СКД экспертам предоставляется возможность конструировать свои предиктивные диагностические признаки по централизованному потоку измерений ССД и АСУ ТП.

3. Универсальная программная платформа (УПП), на которой построена СКД, уже содержит настраиваемое программное обеспечение, реализованное на методах предиктивной аналитики. УПП может устанавливаться и на мобильные диагностические комплексы. Внедрёнными на РУ ВВЭР стационарными системами диагностирования, число которых перевалило за сотню, накоплены беспрецедентные по диагностической ценности многолетние БД. Они должны стать экспериментальной основой развития методов предиктивной аналитики.

4. Разработка предикторов, поддерживающих обслуживание оборудования по состоянию, а не по регламенту, более всего актуальна для роторного оборудования и арматуры.

5. В реакторной диагностике недостаточное внимание уделялось нейронно-сетевым самообучающимся методам сжатия многомерной информации для обнаружения аномалий на ранней стадии. Недостаточное внимание

уделялось методам предиктивной фильтрации для улучшения качества неразрушающего контроля.

6. Не разработаны также числовые предиктивные критерии для продления назначенного срока эксплуатации РУ, учитывающие как параметры надёжности и ресурса, так и фактического нагружения оборудования и восстановительные работы на ППР.

7. Облачные технологии предиктивной аналитики должны внедряться по защищённым информационным каналам Концерна РЭА, прежде всего, для экспертной поддержки эксплуатации со стороны поставщиков систем диагностирования.

1. Аркадов Г. В., Павелко В. И., Усанов А. И. Виброшумовая диагностика ВВЭР. М.: Энергоатомиздат, 2004. 344 с.
2. Аркадов Г. В., Павелко В. И., Финкель Б. М. Системы диагностирования ВВЭР. М.: Энергоатомиздат, 2010. 391 с.
3. Аркадов Г. В., Павелко В. И., Слепов М. Т. Виброакустика в приложениях к реакторной установке ВВЭР-1200. М.: Наука, 2018. 595 с.

**Приобрести книги можно на сайте
<https://digitaldiagnostics.ru/>**

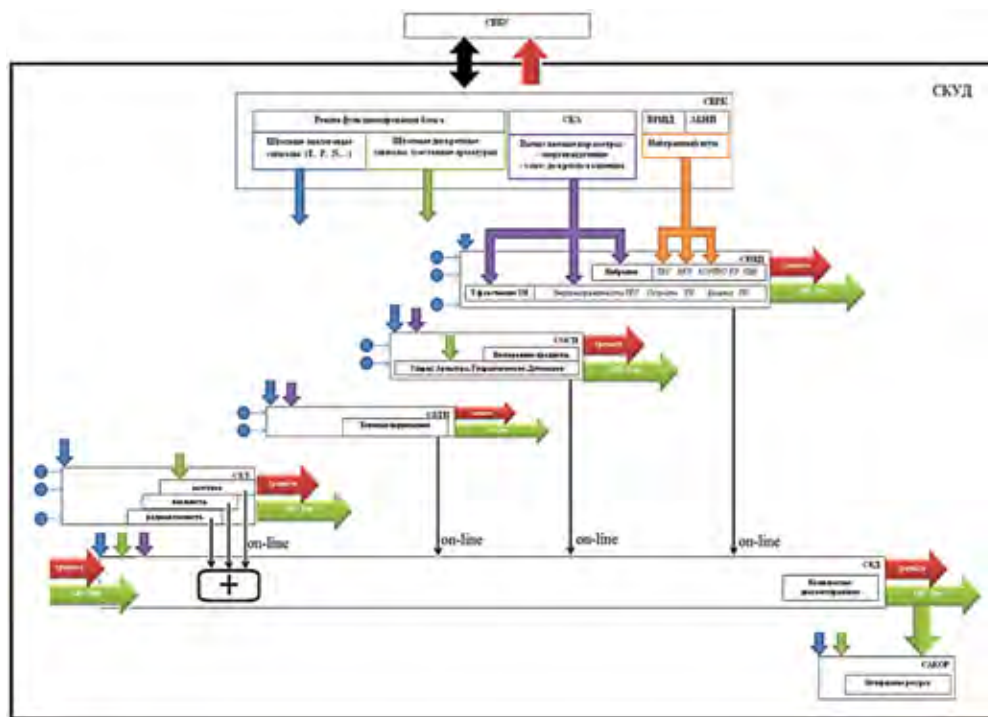


Рис. 1. Потоки диагностической информации в подсистемах СКД

Планетарно-цевочные (циклоидальные) редукторы и механизмы на их базе



ООО «АВВИ»

Россия, Марий Эл, г. Йошкар-Ола,
ул. Крылова, 53а
Тел: 8362-63-83-76, факс: 8362-64-09-83
E-mail: avvi@avvi.ru
Сайт: www.avvi.ru

Вопросы импортозамещения, особенно после усиления санкций, коснулись и редукторостроения, особенно высокоточного.

Циклоидальные редукторы, как правило, используются в роботостроении, станкостроении, системах автоматизированного управления мобильными роботами и системами как наземного, так и воздушного применения.

Стоимость циклоидальных редукторов импортного производства Sumitomo, Nabtesco, Kimex (Spinea) значительно возросла в связи с резким изменением курса рубля, что при-



вело к сокращению закупок отечественными предприятиями и повернуло их лицом к отечественным производителям аналогичной продукции.

ООО «АВВИ», обладая собственными производственными мощностями, основанными на современном парке высокоточных станков с ЧПУ, сокращает сроки поставки продукции и, имея собственное конструкторское бюро, быстро и качественно проектирует редукторы под условия заказчика. На предприятии разработаны и серийно поставляются четыре модификации редукторов под направления применения (силовые, точностные, универсальные, высокоточные), причем, в отличие от импортных, наши редукторы надежно функционируют при температуре от -60°C до +90°C.

Планетарно-цевочные (циклоидальные) редукторы производства ООО «АВВИ» обладают высоким КПД (до 0,95), высокой нагрузочной способностью, малыми габаритами и низкой относительной массой; обеспечивают большие передаточные отношения в одной ступени (до 191), плавность хода, отсутствие вибраций и высокую кинематическую точность при значительном передаваемом моменте.

Такие параметры обеспечили этим редукторам высокую применимость в машиностроительных отраслях. Эпициклоидальное зацепление обладает большим КПД, чем традиционное эвольвентное, и при этом позволяет достигать в семь раз большего передаточного отношения в одной ступени. Удельная масса редукторов ПЦР (планетарно-цевочных редукторов) с ЭЦ (эпициклоидальным) зацеплением меньше аналогичного показателя эвольвентных планетарных редукторов, в 2-7 раз, что позволя-



ет либо уменьшать габариты редуктора при одинаковой нагрузочной способности, либо увеличивать нагрузочную способность при тех же габаритах.

Разработана конструкция планетарно-цевочного (циклоидального) редуктора, которая позволяет пропускать через его центральное отверстие силовые или слаботочные кабели; разработаны редукторы с вентильными двигателями, которые по диаметральным габаритам очень близки друг другу, что позволяет создавать компактные универсальные модули.

Осуществляются разработка и поставка ОПУ и редукторов РЛС лидерам производства электроприводов отечественного машиностроения. Малые габариты и небольшая масса редукторов позволяют использовать их в ОПУ устройств, в том числе и со значительными ударными нагрузками. Предполагается использовать редукторы и в мобильных транспортных средствах без водителя (МРК), приводах экзоскелетов, редукторы для систем автоматики в атомной промышленности в условиях радиации.

На базе ПЦР серийно выпускаются электромеханизмы для механизации строительной отрасли – завинчивания винтовых свай, которые в последнее время широко используются в качестве фундамента для быстровозводимых домов, заборов, рекламных конструкций и т. д.

Опыт разработки и внедрения новых технологий строительства АЭС



ОРГЭНЕРГОСТРОЙ

**115114, Российская Федерация,
г. Москва,
Дербеневская набережная, д. 7, стр. 10
Тел.: +7 (495) 287-88-72
Факс: +7 (495) 287-88-73
E-mail: post@ioes.ru
www.ioes.ru**

АО «Институт «Оргэнергострой» (АО ОЭС) – многопрофильная строительная компания, с более чем 60-летним опытом комплексного выполнения высокотехнологичных работ по возведению энергетических, нефтегазовых и промышленных объектов как в России, так и за рубежом. При участии наших специалистов была сформирована строительная инфраструктура энергетической отрасли страны, включающая строительные базы и комбинаты. На территории России и стран ближнего зарубежья практически не существует АЭС, ТЭС или ГЭС, в создании которых не принимали бы участие специалисты компании.

Исторически компания была создана в результате реорганизации Государственного проектно-изыскательского и научно-исследовательского института по проектированию организации энергетического строительства «Оргэнергострой», основанного 15 сентября 1955 года постановлением Совмина СССР №1688.

23 января 1981 года Оргэнергострой был определен головной научно-исследовательской организацией страны по вопросам «Организации, технологии и экономики АЭС, ТЭС, ЛЭП и подстанций». Во времена СССР более 120 инновационных и значительно опережающих свое время разработок института экспонировались на ВДНХ, где были по достоинству оценены и награждены 192 медалями.

В наше время АО «Институт «Оргэнергострой» является одной из ведущих российских компаний в области проектирования, инжиниринга, капитального ремонта и технического перевооружения объектов энергетики и промышленности в России и за рубежом. В штате компании трудится более 50 сотрудников с ученой степенью, которые продолжают вести успешную научно-исследовательскую деятельность, разрабатывая и внедряя новые методы, технологические инновационные решения.

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ БЕТОНИРОВАНИЯ ВНУТРЕННЕЙ И НАРУЖНОЙ ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧЕК РЕАКТОРНЫХ ЗДАНИЙ

Одним из примеров технологического лидерства компании является новая технология бетонирования внутренней (ВЗО) и наружной (НЗО) защитной оболочек реакторных зданий



современных АЭС, разработанная учеными и специалистами Оргэнергострой для проектов АЭС 2006.

Реакторное отделение, относящееся к I категории ядерной безопасности, является основным и наиболее ответственным зданием атомных электростанций, и рассчитывается с учетом различных особых воздействий техногенного и природного характера, в связи с чем требуется постоянное усовершенствование и разработка наиболее эффективных технологий строительства.

Предложенная АО «Институт «Оргэнергострой» технология, основанная на переходе на самоуплотняющиеся бетонные смеси (СУБС) с обеспечением высоты бетонирования яруса не 1,5 м, а 4 м, была апробирована и с успехом применена при возведении конструкций реакторных зданий №1 и №2 Белорусской АЭС.

Самоуплотняющаяся бетонная смесь (СУБС) способна растекаться под действием силы тяжести даже в густоармированных конструкциях. СУБС обеспечивает быструю укладку, ускоряет время строительства. Текучесть и устойчивость смеси СУБ к расслаиванию обеспечивают высокую степень однородности, минимальное образование пустот, а также возможность получения высококачественных поверхностей и долговечности конструкции. СУБС, как правило, имеет низкое водоцементное отношение, что способствует ускорению набора прочности, распалубке в ранние сроки.

Высота яруса 4 м была выбрана из соображений удобства монтажа-демонтажа опалубочных щитов – высота армопояса 12 м, что соответствует трем переустановкам опалубочной системы.

Бетонированию предшествовал специальный эксперимент, основной целью которого являлось определение величин фактического гидростатического давления бетонной смеси

на опалубку при заданном темпе бетонирования указанной выше бетонной смесью.

Эксперимент показал, что при темпе укладки бетонной самоуплотняющейся смеси 50 м³/час, с помощью бетонолитной трубы, нижние слои бетона можно исключить из гидростатического расчета через 5-6 часов, согласно показаниям датчиков давления.

Таким образом, технология бетонирования защитных оболочек реакторного здания АЭС, разработанная Институтом Оргэнергострой, обеспечивает:

- минимальное количество горизонтальных рабочих швов – по количеству перестановок опалубки (четыре яруса по три перестановки, т.е. всего на цилиндрическую часть ВЗО 12 перестановок опалубки, в отличие от традиционного метода, в котором на ярус применяется до 10 перестановок опалубочной системы, соответственно на цилиндрическую часть ВЗО до 40 перестановок), что способствует уменьшению трудозатрат на монтаж-демонтаж опалубочной системы более чем в три раза и соответственно уменьшение трудозатрат по подготовке горизонтальных рабочих швов перед последующим бетонированием также в три раза;

- исключение трудозатрат на вибрирование бетонной смеси;

- сведение к минимуму образования в бетоне ВЗО во время бетонирования каверн, раковин, пустот при недостаточном вибрировании или расслоении бетонной смеси и, как следствие, сведение к минимуму возможности ухудшения характеристик бетона по прочности и необходимости ремонтно-восстановительных работ.

Выполненные по данной технологии конструкции ВЗО и НЗО полностью соответствуют проектным требованиям и, помимо очевидных плюсов, отличаются высококачественной поверхностью полученных железобетонных конструкций, значительно сокращающей время на отделочные работы в дальнейшем.

Experience in Development and Introduction of New Technologies of NPP Construction

Joint Stock Company «Institute «Orgenergostroy» (JSC OES) is a multi-business construction company with over 60-year experience in comprehensive realization of high-technology activities on construction of power engineering, oil-and-gas and industrial projects both in Russia and abroad. The building infrastructure comprising construction bases and combines was formed with participation of our specialists. At the territory of Russia and former Soviet Union countries virtually there is no NPP, TPS or HPS in construction of which the specialists of our company have not participated.

Historically the company was founded as a result of reorganization of «Orgenergostroy» – the State design-and survey, and scientific-research institute for planning of arrangement of construction of power engineering projects founded on September 15th 1955 by Decree of Council of Ministers of USSR № 1688.

On January 23rd 1981 the Orgenergostroy was defined to be the head scientific-research organization of the country dealing with the matters related to «Arrangement, technology and economy of NPPs, TPSS, power lines and substations». During USSR period, over 120 innovative and being significantly in advance of that time pilot projects of the Institute were exhibited at the VDNKh (Exhibition of Economic Achievements), where they were highly appreciated and awarded by 192 medals.

Nowadays JSC «Institute «Orgenergostroy» is one of the leading Russian companies in design, engineering, overhaul and technical upgrading of power engineering and industrial projects in Russia and abroad. Over 50 postdoctoral research fellows are in the company staff and keep dealing with scientific-research activities developing and introducing new methods and technologically innovative concepts.

NEW TECHNOLOGY OF CONCRETING OF INTERNAL PROTECTIVE SHELL AND OF OUTER PROTECTIVE SHELL OF NPP REACTOR BUILDING

One of the examples of technological leadership of the company is a new technology of concreting of internal protective shell (IPS) and of outer protective shell (OPS) of NPP Reactor building of modern NPP. The technology was developed by Orgenergostroy specialists for NPP-2006 Projects.

Reactor building, referred to nuclear safety category I, is the main and the most critical building of NPPs. It is designed taking into account various special impacts of man-induced and natural effect. That is why permanent improvement and development of the most efficient construction technologies is required.

The proposed by JSC «Institute «Orgenergostroy» technology based on adoption of self-compacting concrete mixes (SCCM) and provision of concreting tier height of not 1.5m but 4m was tested and successfully applied in construction of Reactor buildings №1 and №2 of Belorussian NPP.

The SCCM is able to flow back under gravity, filling completely the form and reaching full compaction even in densely reinforced structures. The SCCM provides quick placement, reduces construction time and is uniformly distributed in the reinforced concrete structures. SCCM flowability and stability with regard to segregation provides high degree homogeneity, formation of minimum number of voids and obtaining high quality surfaces and structure durability. The SCCM, as a rule, has low W/C ratio that contributes to acceleration of maturing and to dismantling of forms at early stages.

4m tier height was assigned based on convenience of installation-dismantling of form boards – the reinforcement tier height is 12 m that corresponds to three re-installation of shuttering system.

Tier height of 4m was selected based on convenience for installation-dismantling of form boards – height of reinforcement tier is 12m that corresponds to three re-installations of shuttering system.

Concreting was preceded by a special experiment, the main task of which was to determine the values of actual hydrostatic pressure of the concrete mix against the forms under set rhythm of placement of the above mix.

The results of the experiment demonstrated that in case the rhythm of placement of SCCM is 50m³/h using tremic pipe, the lower courses of concrete may be excluded from hydrostatic calculations within 5-6 hours pursuant to pressure gauge readings.

To meet designers' requirements, limiting the max. horizontal load from newly placed concrete

on facing elements and channel-forming elements – not more than 1.5m of newly placed concrete mix when concreting 4m-high tier – a method limiting the rhythm of concrete mix supply in each tier was developed.

Thus the technology of concreting of NPP Reactor building protective shells developed by Orgenergostroy provides:

- min. number of horizontal construction joints – in terms of the number of replacement of forms (4 tiers per 3 replacement, i.e. all in all – for OPS cylindrical part;

- 12 form replacements, as alternatively to traditional method when up to 10 replacements of shuttering system per 1 tier are applied. Accordingly, up to 40 replacement per OPS cylindrical part) that contributes to reduction of labor input for installation-dismantling of the shuttering system by more than 3 times and accordingly reduces labor input for preparation of horizontal construction joints before next concreting by 3 times as well;

- exclusion of labor input for concrete mix vibration;

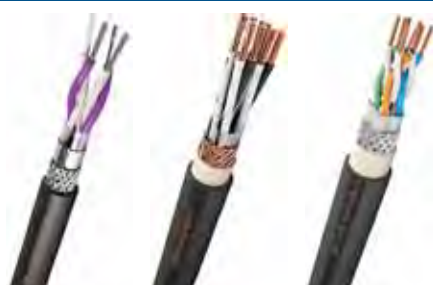
- minimization of the number cavities, honeycombs and voids in case of irregular vibration, or minimization of concrete mix segregation and as a result – minimization of possibility of deterioration of concrete strength characteristics and minimization of necessity in repairs and recovery works.

The IPS and OPS structures built applying said technology are completely in compliance with design requirements and, besides the evident positive features, differ by high quality surface of resulted reinforced concrete structures, reducing significantly the time for finishing works in future.





КАБЕЛИ ДЛЯ АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



ООО «Донкабель»
Россия, 347540, Ростовская область,
г. Пролетарск, ул. Транспортная 2-в/1
Тел.: (86374)9-77-44, 9-94-98
E-mail: info@donkabel.ru
Сайт: www.donkabel.ru
www.gerda.ru



ООО «Донкабель» – производитель кабельной и электромонтажной продукции для нужд различных отраслей промышленности, в том числе для атомной энергетики. Предприятие успешно развивается в кабельной отрасли с 1994 года.

Завод оснащен современным оборудованием ведущих мировых производителей (NIEHOFF, SKET, SAMP, FLYMCA, DEXSEN, MAPRE, SETIC, SICORA), что способствует выпуску продукции со стабильными параметрами и улучшенными эксплуатационными характеристиками. Наличие испытательной базы позволяет проводить приемо-сдаточные и периодические испытания в полном объеме.

На предприятии разработана, функционирует и совершенствуется система менеджмента качества, которая сертифицирована на соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Политика в области качества направлена на производство качественной кабельной и электромонтажной продукции, отвечающей требованиям потребителей.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ КАБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ООО «ДОНКАБЕЛЬ», КОТОРЫЕ МОГУТ ПРИМЕНЯТЬСЯ В АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ:

- кабели силовые для нестационарной прокладки марки КУСИЛ
- кабели контрольные и монтажные марок КУИН, ГЕРДА, МКЭШВ
- кабели для передачи данных марки КВИП
- кабели для пожарной и охранной сигнализаций марки КУИН-СП
- кабели силовые гибкие для нестационарной прокладки марки КУСИЛ-КГТП
- кабели и провода установочные марок КУИН-Пу, КУИН-Ку
- кабели судовые марки ГЕРДА-КСд
- кабели термоэлектродные марки ТЕРК
- рукава металлические марки ГЕРДА-МГ.

Вся продукция предприятия сертифицирована в соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования»,

ГОСТ Р и Федеральным законом №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Также имеются лицензии Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору на конструирование и изготовление соответствующей продукции.

Более подробно ознакомиться с номенклатурой продукции можно на сайте НПП «ГЕРДА» (<http://www.gerda.ru/>) в разделе «Кабельная продукция».

Российские промышленные компьютеры BLOK и отечественные операционные системы: гарантия совместимости и конкурентоспособности

В марте 2019 года завершена серия успешных испытаний современных промышленных безвентиляторных платформ BLOK Industrial и BLOK Rugged под управлением ведущих отечественных операционных систем. Испытания проведены в рамках технологических партнерств АО «РТСофт» лучшими российскими компаниями – производителями ОС. Цель испытаний: обеспечить потребителей современной техники максимальными гарантиями совместимости, снизить издержки и риски потребителей аппаратуры и операционных систем в процессах разработки и производства сложных и ответственных, критичных к надежности и безопасности систем управления.

В качестве аппаратных валидационных платформ использовались линейки BLOK на базе мощных и энергоэффективных встраиваемых (embedded) микропроцессоров компании Intel Core i7 и Xeon E3 поколений Skylake (6th) и Kaby Lake (7th).

Испытания подтвердили корректную работу целевых платформ с актуальными версиями лучших отечественных операционных систем: LICS 1000 v.5 (ИПУ РАН), Astra Linux SE 1.5/1.6 «Смоленск» (АО «НПО РусБИТех»), ЗОСРВ «НЕЙТРИНО» (ООО «СВД Встраиваемые Системы»), ALT Linux (ООО «Базальт СПО»).

Объекты проверки: установка ОС штатными средствами, режимы загрузки, про-



верка работы сетевой инфраструктуры (5 x GbEthernet), каналов USB 2.0/3.0, встроенного GPU, мультимедийных портов 3 x DisplayPort и HD Audio, дисковой подсистемы SATA 6 Гбит/с с промышленными SSD, последовательных портов. В ряде случаев испытания проведены с импортированными в БЛОК модулями доверенной загрузки серии «Соболь 4.0» (ООО «Код Безопасности»).

Валидированные для БЛОК отечественные операционные системы – это развитые программные платформы мирового класса, отвечающие самым современным требованиям для использования их в ответственных, критичных к надежности и безопасности приложениях в различных секторах экономики РФ. В том числе в атомной энергетике.

В соответствии с действующими официальными соглашениями, клиенты АО «ПТСофт», работающие на платформах BLOK Industrial или BLOK Rugged, получают не только

гарантии совместимости и соответствующее снижение рисков владения сложными аппаратными и программными продуктами, но и снижение собственных операционных издержек за счет возможности приобретения машин серии BLOK вместе с лицензиями на операционные системы по стандартной стоимости, с режимом гарантии и технической поддержки.

АО «РТСофт» рекомендует применение отечественных ОС для любых ответственных российских и зарубежных проектов, где критически важными являются высокий уровень государственной сертификации и лицензирования, высокие требования безопасности и надежности, отсутствие экспортных ограничений, современный уровень и развитость продуктов, выгоды и удобства работы с лидирующими клиентоориентированными компаниями.

Российские безвентиляторные промышленные компьютеры высокой надежности серий BLOK Industrial и BLOK Rugged предназначены для создания ответственных систем с длительным жизненным циклом. Разработаны и произведены в России в рамках промышленных стандартов для атомной энергетики и ГОСТ РВ. Гарантия на аппаратные платформы BLOK от 3 до 7 лет.

Дополнительную информацию о продукто-
вых линиях BLOK можно посмотреть на сайте
<http://blok.rtsoft.ru/>



The infographic is a circular diagram with a central logo and six segments, each representing a different product or service. The background is a collage of industrial images. The central logo is a blue circle containing a white stylized 'S' with a flame-like shape inside.

- СТРОИТЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ**
Уникальные объекты – гордость России
 - ✱ Футбольный стадион «Казань-Арена»
 - ✱ Футбольный стадион «Санкт-Петербург»
 - ✱ Олимпийский стадион «Фишт» в Сочи
- КОТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**
История и традиции с 1939 г.
- БЕСШОВНЫЕ ТРУБЫ**
Новые технологии производства
 - ✱ Бесшовные трубы электрошлаковой выплавки и ковано-сверленные
- СИЛЬФОННЫЕ КОМПЕНСАТОРЫ**
- СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТРУБОПРОВОДОВ**
отводы гнутые, переходы, тройники, фланцы
- Высокопроизводительное оборудование**
 - ✱ Все виды компенсаторов: осевые, угловые, карданные, разгруженные, сдвиговые, стартовые
- ПЕКОВКИ, ШТАМПОВКИ, ОТЛИВКИ**
 - ✱ Прессы усилием 8000 тонн
- Надежность и опыт**
 - ✱ Трубопроводы установлены на всех ТЭС и АЭС России

ЭНЕРГОМАШ

ООО «Белэнергомаш-БЗЭМ»
г. Белгород, ул. Волчанская, 165

тел.: (4722) 35-43-44
факс: (4722) 35-42-24

info@energomash.ru
www.energomash.ru

Уралхиммаш развивает «атомное» направление



ПАО «УРАЛХИММАШ»

Екатеринбург, пер. Хибиногорский, 33.
Единый телефон для заказчиков:
(343) 310-05-03
www.ekb.ru

В ноябре 2015 года ПАО «Уралхиммаш» (входит в ПАО ОМЗ) получило новую лицензию на изготовление и поставку оборудования для атомных станций. Практически сразу после этого был подписан контракт на изготовление крупной партии оборудования для АЭС «Куданкулам» (Индия). Общая масса поставки – почти 700 тонн. В июне 2016 года завод подписал второй контракт на поставку оборудования для индийских атомщиков, согласно условиям которого должен изготовить 16 единиц емкостей дополнительной системы пассивного залива активной зоны (СПЗАЗ) для энергоблоков №3 и №4 АЭС «Куданкулам».

В январе 2016 года были подписаны два контракта на изготовление и поставку оборудования для Кольской АЭС и Курской АЭС. Восемь емкостей САОЗ для Кольской АЭС уже отправлены заказчику. Четыре единицы оборудования были отгружены в адрес заказчика осенью 2016 года. Отгрузка еще четырех готовых емкостей САОЗ состоялась в 2018 году.



Автоматическая сварка листа для днища емкости для АЭС «Куданкулам»

Оборудование для атомных станций изготавливается на заводе с 1956 года. В 2004 году завод освоил изготовление транспортно-упаковочных контейнеров для Белоярской АЭС.

В 2009-2010 годах для БН-800 Белоярской АЭС завод изготовил и поставил крупную партию оборудования, тоннаж которой превысил тысячу тонн.

Такие сложные и ответственные заказы невозможно выпускать без предварительной подготовки. Причем, они требуют высокого уровня подготовки и самого производства, и инженерных служб, и сопровождения производства. Поэтому три года назад в ПАО «Уралхиммаш» взяли за цифровизацию производства. За прошедшее время была проделана огромная работа по созданию электронных справочников материалов, оснастки, инструментов и технологических операций, применя-



Проверка качества шва на корпусе аппарата

емых на заводе. Данный блок работ предшествовал внедрению системы автоматического проектирования.

Первыми были внедрены цифровые модули инженерной подготовки производства. Внедрение системы автоматического проектирования уже дало свои плоды – снижение сроков изготовления заказа составило 10%. Сейчас уже наглядно видны результаты автоматизации инженерных служб: сократилось время на согласование и тиражирование РКД. В будущем прогнозируется сокращение срока разработки РКД – при полном внедрении цифрового производства – в шесть раз.

Параллельно с инженерным программным блоком, отвечающим за подготовку производства, началась работа по внедрению производственной системы – автоматизации процессов управления изготовлением заказа непосредственно на производстве. В настоящее время проходит их обкатка в тестовом режиме.

Другим направлением по повышению эффективности производства стало оснащение службы качества современным оборудованием для проведения контролей. Стоит отметить, что за соответствием службы качества современным требованиям на предприятии следили всегда – вложения в приобретение современных приборов и обучение персонала для проведения различных контролей на самом высоком уровне уже более десяти лет происходят на постоянной основе. Достаточно сказать, что только за 2018 год были реализованы девять проектов по модернизации оборудования для нужд службы качества. Общая сумма проектов составляет 12,4 млн рублей.

Все эти мероприятия себя оправдывают, в годовом портфеле заказов контракты на оборудование для атомной отрасли занимают почти пятую часть, и ПАО «Уралхиммаш» не собирается на этом останавливаться, а планирует расширить географию поставок для предприятий атомной энергетики.



Отгрузка из цеха емкостного аппарата для Кольской АЭС

Лакокрасочные материалы Холдинга ВМП для антикоррозионной, специальной защиты и декоративной отделки конструкций объектов атомной энергетики

Научно-производственный холдинг ВМП – российская компания, основанная в 1991 г., сферой деятельности которой является разработка, производство и реализация лакокрасочных материалов промышленного назначения.

Холдинг ВМП – лидер среди российских производителей лакокрасочных материалов для антикоррозионных покрытий, рассчитанных на длительный срок эксплуатации; также является производителем материалов для формирования огнезащитных покрытий, рассчитанных на условия целлюлозного и углеводородного пожаров, и материалов для наливных полов.

В настоящее время Холдинг ВМП – это группа динамично развивающихся компаний научной, производственной и сервисной ориентации.

Холдинг осуществляет полный цикл работ: от разработки и производства продукции до ее послепродажного технологического сопровождения.

Управление системой менеджмента качества, сертифицированной на соответствие ISO 9001.2015 международной группой Bureau Veritas Certification, всех бизнес-процессов деятельности Холдинга ВМП гарантирует стабильность качества выпускаемой продукции и ее своевременную отгрузку потребителям.

Головной офис Холдинга ВМП расположен в Екатеринбурге, производственные мощности – в Екатеринбурге, Арамиле (Свердловская обл.) и Санкт-Петербурге.

Холдинг ВМП имеет представительства в Москве, Казани, Саратове, Самаре, Нижнем Новгороде, Красноярске, Воронеже и Новосибирске. Развитая дилерская сеть компании охватывает территорию России, Белоруссии, Казахстана, Киргизии, Болгарии, стран Балтии, что позволяет выстроить оптимальную логистику доставки материалов и организовать послепродажное технологическое сопровождение, как на всей территории России, так и на зарубежных объектах.

Производство лакокрасочных и огнезащитных материалов для объектов атомной энергетики является одним из приоритетных направлений деятельности компании.

Лакокрасочные материалы производства Холдинга ВМП позволяют решать широкий спектр задач в разных климатических зонах по защите конструкций на самых ответственных объектах отрасли:

- металлоконструкций и бетонных поверхностей зоны контролируемого доступа,

- металлоконструкции свободной зоны внутри станции,

- металлоконструкций, эксплуатирующихся в условиях открытой атмосферы,

- конструкций систем охлаждения станции (цирк-водоводы, брызгальные бассейны, конструкции градирен, бассейнов смешения),

- сороудерживающих решеток,
- резервуаров различного назначения;
- контейнеров для ядерных отходов.

- опор ЛЭП и порталов ОРУ
- несущих металлоконструкций внутренних помещений станций и хранилищ, требующих обеспечения огнезащиты в условиях горения целлюлозного и углеводородного пожаров.

Сейчас покрытия на основе материалов Холдинга ВМП успешно эксплуатируются на Ростовской АЭС, Нововоронежской АЭС, Калининской АЭС, Кольской АЭС, Курской АЭС, Белоярской АЭС, Ленинградской АЭС, применяются при строительстве АЭС АККУЮ (Турция), АЭС РУППУР (Бангладеш), Ленинградской АЭС-2, Белорусской АЭС, Нововоронежской АЭС-2, Курской АЭС-2.



ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

АНТИКОРРОЗИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- цинкнаполненные грунтовки
- эмали на различных полимерных основах
- материалы для зоны контролируемого доступа
- всесезонное нанесение

ОГНЕЗАЩИТНЫЕ СОСТАВЫ

- эффективность при целлюлозном и углеродном пожарах

ПОЛИМЕРНЫЕ ПОЛЫ

- эпоксидные и полиуретановые
- стойкость к агрессивным средам
- устойчивость к механическим и истирающим нагрузкам



Ново-Воронежская АЭС



Ленинградская атомная станция 2



Калининская атомная станция

www.vmp-holding.ru

**НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
ХОЛДИНГ ВМП**

г. Екатеринбург

+7 (343) 357-30-97

г. Санкт-Петербург

+7 (812) 640-55-20

За сто лет от паровоза до ядерного реактора

29 апреля 1919 года председателем Совнаркома РСФСР В. И. Лениным было подписано постановление Совета Обороны о строительстве паровозоремонтного завода в городе Подольске. Так сто лет назад было положено начало одному из крупнейших предприятий энергомашиностроительного дивизиона ГК «Росатом» в области теплообменного оборудования высокой сложности – машиностроительному заводу «ЗиО-Подольск».

Подольский паровозоремонтный завод был развернут на площадке кабельного и меднопрокатного завода, который в 1915 году затеяло, но не успело достроить Московское товарищество меднопрокатных и кабельных заводов.

Завод менял профиль, успешно выполнял планы первых пятилеток, и 8 апреля 1939 года по просьбе рабочих ему было присвоено имя наркома тяжелой промышленности Григория Константиновича Орджоникидзе. Предприятие стало называться Подольский крекинго-электровазостроительный завод имени Орджоникидзе – ЗиО.

Одновременно на заводской площадке было развернуто военное производство. До октября 1941 года, до самой эвакуации, завод выпускал в сутки по четырнадцать бронекорпусов для танков Т-40 и по пятнадцать бронекорпусов фюзеляжей для штурмовиков ИЛ-2.

В ночь с 15 на 16 октября 1941 года началась эвакуация завода в Свердловск, на территорию Уральского завода транспортного машиностроения (современный Уралтрансмаш). За две недели завод был почти полностью вывезен из Подмосквья. Тридцать эшелонов – 1092 вагона – ушли из Подольска с людьми и имуществом одного завода.

В годы Великой Отечественной войны на заводе укрепляли броней самолеты, ремонтировали танки Т-34, выпускали бронекорпуса и башни для плавающих танков Т-38.

По окончании войны, в декабре 1945 года, Совет Народных Комиссаров СССР при-



нял совершенно секретное постановление №3150-952сс «Об организации строительных управлений НКВД СССР №859 и 865», согласно которому в Подольске воссоздавался Машиностроительный завод имени Орджоникидзе. Ему предписывалось выпускать нефтеперегонную аппаратуру, котлы, котельно-вспомогательное оборудование для нефтяной, угольной и энергетической промышленности.

28 января 1946 года руководитель СССР И. В. Сталин подписал постановление СНК СССР №229-100 сс/оп «О проектировании и подготовке оборудования Горно-обогатительного завода». В этом также совершенно секретном (особая папка) документе речь шла о создании первого промышленного реактора на Урале. Согласно документу, при Подольском машиностроительном заводе им. Орджоникидзе следовало организовать Особое конструкторское бюро по констру-

циям гидропаропрессового оборудования (в 1964 году ОКБ «Гидропресс» распоряжением Совета министров СССР выделен из структуры завода в самостоятельное предприятие).

16 мая 1950 года вышло постановление правительства СССР о строительстве атомной электростанции в городе Обнинске. Это был первый практический проект использования атомной энергии для производства электричества. Через четыре года, 27 июня 1954 года, состоялся успешный пуск первой в мире атомной электростанции.

С этого времени Подольский машиностроительный завод становится одним из лидирующих советских предприятий в области разработки и поставки оборудования для АЭС. На всех атомных станциях, построенных в СССР, установлено оборудование завода. Зарубежные атомные станции в Болгарии, Венгрии, Чехии, Словакии, Восточной Германии, Финляндии с реакторами типа ВВЭР-440



Доставка заводской продукции потребителю

(более 100 шт.) и ВВЭР-1000 (более 120 шт.) также укомплектованы парогенераторами с маркой «ЗиО».

В 1958 году была изготовлена первая ядерная установка, обеспечившая успешное решение задачи по созданию ядерных паропроизводящих установок для атомных подводных лодок. Изготовителем оборудования для установки стал Подольский завод им. Орджоникидзе. Стенд представлял собой полномасштабную половину одного борта АПЛ, включающую реактор, парогенератор, насосы, трубопроводы первого и второго контуров, турбинную установку, систему управления и другие обеспечивающие системы. В 1961 году комплекс работ по созданию стенда 27/ВТ был удостоен Ленинской премии.

В 1966 году за досрочное выполнение семилетнего плана по производству машин и оборудования предприятие было награждено Орденом Ленина, а в 1976 году за заслуги в создании и производстве новой техники – Орденом Октябрьской Революции.

В 90-е годы в Подольске было освоено – впервые в России – производство новой продукции — котлов-утилизаторов для ПГУ, а с 1993 года начат выпуск оборудования для газоконденсаторных станций.

С развалом СССР время трудовых успехов сменилось чередой темных «перестроечных» лет. В 1998 году в отношении ЗиО была возбуждена процедура банкротства, затем предприятие – монополюный производитель ключевых узлов оборудования для атомных электростанций! – перешло в частные руки.



Год назад, в преддверии векового юбилея родного предприятия, заводчане высадили в заводском сквере сто молодых деревьев

В 2000 году предприятие получило название ОАО «Машиностроительный завод «ЗиО-Подольск».

В 2003 году за выдающиеся заслуги и достижения в производственной деятельности завод удостоен ордена «Слава России».

Только в сентябре 2007 года «ЗиО-Подольск» был возвращен под стратегический контроль государства, вошел в холдинг «Атомэнергомаш» и начал работать в новых условиях.

Сегодня Подольский машиностроительный завод является одним из ведущих предприятий энергетического машиностроения России. Уже более полувека он проектирует и изготавливает энергетические котельные установки для ТЭС, в т. ч. на экспорт. За этот

период изготовлено около 700 котлов, установленных на 150 электростанциях с общей электрической мощностью примерно 66000 МВт, из которых более 14000 МВт – на ТЭС стран дальнего зарубежья.

Завод является изготовителем уникального оборудования для АЭС с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем БН-350 и БН-600: корпусов реактора, промежуточных теплообменников «натрий-натрий», парогенераторов.

Новым перспективным направлением стало для заводчан реакторостроение. Самое важное достижение последних лет – изготовление реакторов силовой установки «РИТМ-200» для первого серийного универсального атомного ледокола «Сибирь». Заводчане успешно освоили и вышли на серийное производство судовых реакторных установок нового поколения. Разработанные заводскими специалистами и внедренные технические решения позволили оптимизировать процессы и существенно сократить сроки изготовления. Предприятие готово стать комплексным изготовителем всех типов реакторных установок для водных объектов.

Свой вековой юбилей «ЗиО-Подольск» встречает с уверенностью в будущее. Заводской портфель заказов по заключенным договорам на ближайшие 10 лет превышает 20 млрд рублей. По атомному направлению предприятие законтрактовано до 2022 года. Наблюдается устойчивый рост наполнения портфеля заказов и по направлению общей техники.



Гарантии качества и безопасности – наша общая цель!

Руководство и коллектив АО «ВО «Безопасность» поздравляет весь коллектив ПАО «Машиностроительный завод «ЗиО-Подольск» со 100-летним юбилеем предприятия!

Машиностроительный завод «ЗиО-Подольск» – предприятие с давней историей и традициями, производственная деятельность которого началась в 1919 году. За 100 лет работы неизменной оставалась главная цель – всемерное содействие развитию атомной промышленности России

За все эти годы ПАО «ЗиО-Подольск» выполняло работы, направленные на решение важнейших государственных задач в судьбоносные для нашей Родины дни.

Оборудование с маркой «ЗиО-Подольск» надежно эксплуатируется на атомных станциях, созданных по отечественным проектам, в нашей стране и более чем в 50 странах мира.

Сейчас ПАО «ЗиО-Подольск» – одно из ведущих предприятий атомного машиностроения России. Коллектив предприятия вносит весомый вклад в безопасность и эффективность ядерной энергетики.

Среди приоритетных задач предприятия – повышение эффективности управленческих и производственных процессов за счет внедрения Производственной Системы Ростова (ПСР).

В марте 2019 года «ЗиО-Подольск» признан лидером Производственной системы Росатома по итогам 2018 года.

Гарантированное качество и надежность продукции – важнейшие составляющие авторитета предприятия на российском и международном рынках.

За прошедшие годы между АО «ВО «Безопасность» и ПАО «ЗиО-Подольск» сложились добрые отношения, основанные на взаимном уважении и понимании общей цели: обеспечении качества и безопасности продукции, поступающей на российские и зарубежные АЭС.

Для проектов АЭС «Бушер-1», АЭС «Куданкулам», АЭС «Руппур», АЭС «Аккую» нашей организации подтверждено высокое качество оборудования 1, 2, 3, 4 классов безопасности различной номенклатуры: теплообменное оборудование; сосуды, работающие под давлением и вакуумом (емкостное оборудование); разделители сред; фильтровальное оборудование; трубопроводы, элементы трубопроводов и элементы крепления.

Мы признательны за постоянную готовность к взаимодействию, за взаимопонимание и высокую культуру работ предприятия. Не сомневаемся, что опыт нашего взаимодействия найдет свое продолжение и в дальнейшем.

Мы уверены, что профессионализм, энергия и целеустремленность позволят коллективу ПАО «ЗиО-Подольск» добиваться и дальше намеченных целей.

От имени коллектива АО «ВО «Безопасность» поздравляю ПАО «ЗиО-Подольск» со 100-летием со дня основания предприятия! Искренне желаем коллективу руководителей, инженеров, рабочих и служащих новых успехов в работе.

Генеральный директор АО «ВО «Безопасность» В. Н. Тихонов



УЭХК – мировая история обогащения урана

В 2019 году Уральскому электрохимическому комбинату исполняется 70 лет. Комбинат легендарен. Во-первых, это старейшее отечественное предприятие по обогащению урана. Во-вторых, это до сих пор крупнейшее в мире обогатительное предприятие – почти половина российских раздельных мощностей располагается в Новоуральске.

Что такое процесс обогащения (разделения)? Для использования урана как топлива или оружия необходима самоподдерживающаяся цепная ядерная реакция. Её может обеспечить изотоп уран-235. Вот только в природном материале его содержится всего 0,7%, остальное – уран-238 и следы изотопа уран-234. Но для бомбы необходимо, чтобы содержание урана-235 было не менее 90% (высокообогащённый уран – ВОУ), а для топлива – несколько процентов (низкообогащённый уран – НОУ). Обычно для повышения степени обогащения делают так: уран переводят в газообразное состояние – гексофторид урана, а потом разделяют: более лёгкий уран-235 – в одну сторону, тяжёлый уран-238 – в другую, «в отвал». Но сделать это крайне непросто: вариация изотопов по массе – всего 1,3%, и ведут они себя фактически одинаково.

Имя Уральского комбината неразрывно связано с появлением и внедрением в мировую практику так называемой газодиффузионной

технологии обогащения – технологии, которая позволила отечественным атомщикам во второй половине XX века вырваться на первое место в мире в процессе разделения урана; технологии, которая с 1950-х годов и по сей день остается самой эффективной и перспективной. На протяжении всей истории технологии все центрифуги, начиная с самых первых опытных, проходили испытания на УЭХК и только потом получали путёвку в промышленную эксплуатацию. Все они также работали и на раздельном производстве комбината.

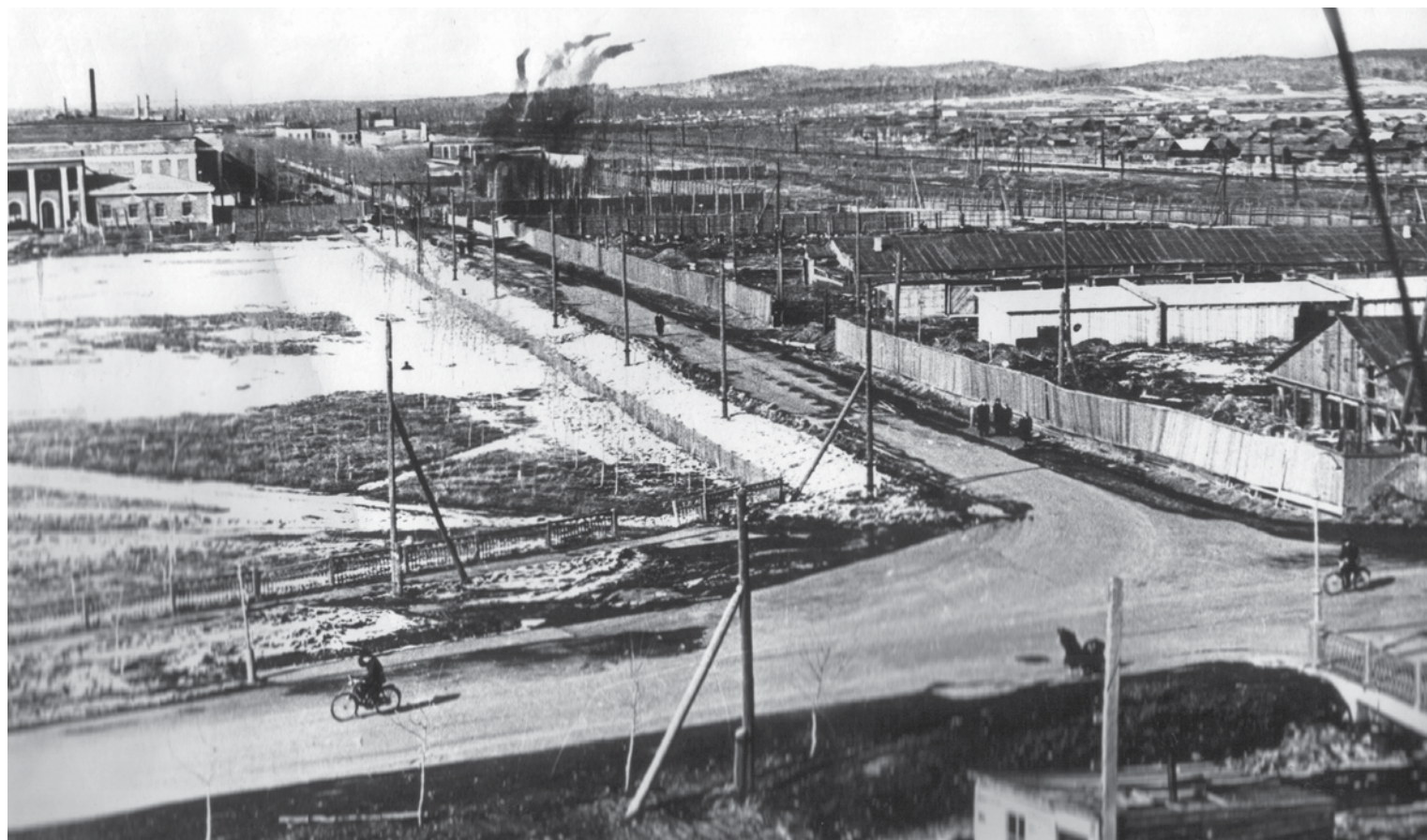
РОЖДЕНИЕ КОМБИНАТА

Все началось с атомной бомбы. Через 14 дней после атомной бомбардировки Хиросимы постановлением Государственного комитета обороны за подписью Сталина был создан Специальный комитет для руководства всеми работами по использованию атомной энергии, главой комитета назначался Лаврентий Берия. Спецкомитет был наделен чрезвычайными полномочиями по привлечению любых ресурсов, имевшихся в распоряжении правительства СССР, к работам по атомному проекту. Для непосредственного руководства научно-исследовательскими, проектными, конструкторскими организациями и промышленными предприятиями было создано Первое главное управление при Совете народных комиссаров

СССР (ПГУ), подчиненное Специальному комитету. Начальником ПГУ был назначен нарком боеприпасов Борис Ванников.

Первоочередными задачами ПГУ были организация промышленного производства урана-235 и плутония-239 (плутоний также обеспечивает самоподдерживающуюся цепную ядерную реакцию). Научную работу по плутонию курировал Игорь Курчатов, на тот момент заведующий Лабораторией №2 Академии наук СССР (ныне Курчатовский институт), созданной в 1943 году для работ по урану. Ураном занялся Исаак Кикоин – с 1945 года заместитель заведующего лабораторией №2.

Важным моментом стал выбор метода разделения урана. Для промышленного разделения изотопов урана рассматривались три способа: электромагнитный, газодиффузионный и центрифужный (при проектировании и эксплуатации получивший название газотурбинный). Все три заслушивались на техническом совете Спецкомитета. Электромагнитный дает высокую степень разделения, но производительность очень мала, и массовое производство на таком не наладишь. Физикам уже тогда виделось, что промышленное использование газовой центрифуги экономичнее. Однако разведка доносила, что американцы активно используют газовую диффузию, считая ее наиболее перспективной. В результате решение было принято в пользу газовой диффузии.



Первая промышленная площадка завода №813. 1949 год

Этот метод использует различие в скоростях движения различных по массе изотопов: если заставить их двигаться через тонкую трубочку, более быстрые и легкие молекулы урана-235 обгонят тяжелый уран-238. Для этого трубка должна быть настолько тонка, чтобы молекулы двигались по ней поодиночке. Таким образом, во-первых, ключевой момент здесь – изготовление пористых мембран для разделения. Во-вторых, важно, что степень разделения одного цикла очень невелика, и для получения ВОУ требуется множество таких циклов. А для нагнетания газа в мембраны с требуемым давлением используются мощные компрессоры, итоговое энергопотребление которых оказывается очень высоким.

Первый промышленный газодиффузионный каскад (завод Д-1) начали строить в Новомосковске в январе 1946 года. Строительство комбината было поручено Главпромстрою НКВД во главе с А. Н. Комаровским, генеральный проектировщик – ГСПИ-11, за научно-инженерную часть отвечал Исаак Кикоин. Первую продукцию Д-1 выдал в ноябре 1949 года. С 1949 года УЭХК (в то время комбинат №813) и отсчитывает свою историю.

Сразу получить 90-процентный материал тогда не удалось: сначала нарабатывали 75-процентный материал, а потом его передавали на электромагнитный сепаратор, который был создан в Лесном (тогда – Свердловск-45). В 1950 году Д-1 выдавал всего 178 граммов ядерного материала в сутки.

НА ОСТРИЕ НАУЧНОГО ПОИСКА

Разделение изотопов урана методом газовой диффузии на стадии промышленного внедрения хранило много тайн, которые только предстояло раскрыть. Чтобы форсировать этот процесс, на комбинате была создана Центральная заводская лаборатория (ЦЗЛ).

Забегая вперед, скажем, что за годы своего существования она превратилась в исследовательский центр отраслевого значения. К 1968 году в ней работало уже 620 человек. Под названием «заводская лаборатория» скрывался по существу отраслевой институт с многочисленной исследовательской тематикой. В среде ученых и конструкторов было даже придумано шуточное условное название – институт «ТРИ-У» (технологии разделения изотопов урана).

Впервые вопрос о создании ЦЗЛ был поставлен директором комбината А. И. Чуриным. 9 октября 1946 года в письме на имя начальника ПГУ Ванникова он формулирует задачи будущей лаборатории: стендовые испытания рабочих машин, вакуумной арматуры и диффузионных фильтров, изучение коррозионного действия рабочего газа.

Руководство ПГУ быстро отреагировало на послание директора, но просило подождать, пока не будет пущен опытный каскад в Лаборатории №2 АН СССР. Однако Александр Иванович настаивал на создании лаборатории на заводе №813 и предлагал использовать для нее здания двух казарм, возведение которых заканчивали строители.

Е. П. Славский, заместитель начальника ПГУ, согласился с доводами Чурина и дал команду «срочно запроектировать размещение ЦЗЛ на площадях двух строящихся казарм». Первое здание ЦЗЛ было принято уже в мае 1948 года. Между казармами впоследствии была построена перемычка, в которой разместили машинный зал для исследовательских работ с технологическим оборудованием и электроподстанцию.



Участок подготовки экспортной продукции «Челнок-1»

В ноябре 1946 года на должность и. о. начальника ЦЗЛ был назначен инженер-физик А. Д. Глухов, а в мае 1947-го начальником ЦЗЛ стал кандидат физико-математических наук П. А. Халилеев. В это время сотрудники ЦЗЛ проходили стажировку в Лаборатории №2. В сентябре 1948 года в ЦЗЛ создаются первые четыре лаборатории: контроля обогащения, химическая, опытных машин и вакуумная, а также расчетно-теоретический сектор во главе с сотрудником Лаборатории №2 Н. А. Колокольцовым. С 1952 по 1962 год его возглавлял Б. В. Жигаловский. В ноябре 1949 года научный руководитель комбината И. К. Кикоин был назначен начальником ЦЗЛ по совместительству, а его заместителем стал профессор С. В. Карпачев.

В период становления ЦЗЛ к решению отдельных теоретических вопросов привлекались выдающиеся ученые страны. Увеличение объема научно-исследовательских работ, связанных с получением конечного продукта, потребовало привлечения опытных специалистов. В 1949 году на комбинат были направлены ряд известных ученых из Свердловска.

М. Якутович был назначен заместителем научного руководителя завода, профессор Карпачев – замначальника ЦЗЛ.

Также из Свердловска прибыли кандидаты химических наук Ю. Карякин, кандидат физико-математических наук С. Сидоров, из Сухумского НИИ-5 – физико-химик профессор В. Каржавин и физик-масс-спектрометрист Н. Шеховцов.

Перечень задач ЦЗЛ был заметно скорректирован с пуском первого газодиффузионного завода. Пристальное внимание пришлось уделить проблеме потерь рабочего газа в машинах. Первоочередной задачей ЦЗЛ стало измерение изотопного состава гексафторида урана в условиях промышленного производства.

Завод Д-1 стал полигоном для отработки сложнейших научных и технологических проблем разделительной подотрасли атомной промышленности СССР... Победы и горечь временных поражений... Результат – совершенная технология промышленного диффузионного завода, послужившая прообразом для аналогичных предприятий страны.



Говоря об исключительности ЦЗЛ, нельзя не остановиться на «эволюции» масс-спектрометров, между прочим, значимой для всей отрасли. К моменту начала работ по атомному проекту в СССР не существовало масс-спектрометров, пригодных для анализа изотопного состава ГФУ. А первые поступившие на комбинат требовали существенных усовершенствований. «Родителями» улучшений стали Н. А. Шеховцов, А. Д. Глухов, А. Т. Кляшторный и другие сотрудники тогдашней лаборатории. И все же в середине 1949 года погрешность их измерений была весьма велика. В лаборатории сохранилось предание об одной забавной истории, связанной с невысокой точностью измерения. Пришедший на работу в мае 1949 года молодой специалист В. И. Казаков быстро освоил технику и стал одним из лучших масс-спектрометристов-измерителей. Идет анализ. И. К. Кикоин, стоявший рядом с прибором, нетерпеливо спрашивает: «Сколько получилось?» — «А сколько Вам надо, Исаак Константинович?» — невозмутимо отвечает Казаков.

И все же именно учеными ЦЗЛ были разработаны аналитические блоки и масс-спектрометрические устройства, ставшие прототипом современных промышленных приборов. Масс-спектрометрической лаборатории и Конструкторскому бюро отдела 16 принадлежит разработка конструкции ряда основных узлов (блоков) специализированных масс-спектрометров «Сибирь», «Гранд», «Урал», первых российских масс-спектрометров типа МТИ-350. Уже в 60-е годы масс-спектрометрическая лаборатория ЦЗЛ была, без преувеличения, ведущим центром в стране по разработке масс-спектрометрической аппаратуры для атомной промышленности. Проведены работы по модернизации масс-спектрометра МТИ-350Г, в ходе которых разработан МТИ-350ГМ, обладающий улучшенными аналитическими характеристиками, эргономическими и эксплуатационными показателями, повышенной степенью автоматизации измерений, позволяющей встраивать измерительный комплекс в АСУТП разделительных предприятий. Эта разработка позволила оснастить отрасль современным специализированным масс-спектрометрическим оборудованием отечественного производства, обладающим аналитическими и эксплуатационными характеристиками, не имеющими мировых аналогов и обеспечить полную автоматизацию масс-спектрометрических измерений изотопного состава урана в технологических потоках ГФУ.

Теоретические расчеты разделительного производства комбината — тоже грань уникальности ЦЗЛ. Сотрудники расчетно-теоретической лаборатории выполняли в большом объеме расчеты по созданию оптимальных технологических схем для действующего производства.

В 80-е годы в РТЛ под руководством И. П. Лебединского и Г. С. Соловьева был выполнен ряд оригинальных расчетно-теоретических исследований (в тесном контакте с экспериментаторами и технологами) по разделению радиоактивных и стабильных изотопов, разделению «минорных» изотопов урана и др. Позднее — проведен большой цикл работ, посвященный статическому изучению надежности и долговечности центрифуг, прогнозированию модернизации и реконструкции. Уникальность и ценность этих работ для сегодняшней модернизации основного производства УЭХК и родственных предприятий Росатома трудно переоценить.



А. А. Белоусов, генеральный директор АО «УЭХК»

Центральной заводской лаборатории нет сегодня равных во многих аспектах. Ее специалисты разработали систему государственных стандартных образцов изотопного состава урана, которые поставляются всем атомным предприятиям нашей страны и за рубежом. В этом отношении ЦЗЛ опережает, например, США и Бельгию по количеству номиналов. Огромная заслуга в этом принадлежит специалистам масс-спектрометрической лаборатории. В ЦЗЛ разработаны не имеющие аналогов уникальные стандартные образцы для контроля содержания радиоактивных примесей. Лаборатории также принадлежит и разработка (не имеющая зарубежных аналогов) стандартных образцов состава урановых материалов, аттестованных по массовой доле воды.

Говоря о достижениях ЦЗЛ, стоит отметить уникальный спектрометр энергий альфа-излучения с ионизационной камерой (СЭА-ИК), позволяющий измерять шесть счетных образцов без замены газовой смеси. Он не имеет коммерчески доступных аналогов, по ряду параметров превосходит аналогичные приборы на основе полупроводниковых детекторов, при этом прост и надежен в эксплуатации.

ЦЗЛ по-прежнему сохраняет позиции авторитетнейшего аналитического центра, оснащенного современным оборудованием, на котором высококвалифицированные сотрудники обеспечивают контроль и регулирование основного технологического процесса комбината на всех переделах, а также надежный уровень аттестации поставляемой на экспорт продукции. Более того, профессиональные услуги специалистов ЦЗЛ помогают быть успешными не только УЭХК, но и «молодым» предприятиям, образованным на базе бывших подразделений УЭХК. Это мировая лаборатория во всех смыслах этого слова.

СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ

10 октября 1955 года состоялось решение Совета Министров СССР о строительстве опытного центрифужного завода на 2 432 машин. Запустить его начали осенью 1957 года, в январе 1958-го он вышел на расчётный режим. Уже в феврале того же года приёмочная комиссия Минсредмаша составила рекомендацию, где значилось, что центрифуги показали себя надёжной технологией и имеют колоссальное преимущество перед газодиффузионной техно-

логией с точки зрения энергопотребления — в 17–20 раз меньше. Для сравнения: на начало 1958 года диффузионное производство на УЭХК потребляло 3% всей производимой в Союзе электроэнергии — 850 МВт. Тогда для обеспечения деятельности УЭХК специально была построена Верхнетагильская ГРЭС.

В мае 1958 года на научно-техническом совете Минсредмаша под председательством И. В. Курчатова было выдано заключение о целесообразности и необходимости строительства газоцентрифужного завода на основе центрифуг, спроектированных в ОКБ ЛКЗ. Строительство корпуса началось в 1960 году, оснащение — в 1961-м, и в 1962-64 годах тремя пусковыми очередями первый в мире газотурбинный завод по обогащению урана был введён в эксплуатацию в Новоуральске.

РАЗВИТИЕ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Интенсивное развитие атомной энергетики в конце 60-х — начале 70-х годов XX века повысило спрос на низкообогащенный уран для атомных станций во всем мире. По решению высшего политического руководства СССР были начаты переговоры с Комиссариатом по атомной энергии (КАЭ) Франции. 28 мая 1971 года заключен первый контракт на представление услуг по обогащению урана между Всесоюзной экспортно-импортной конторой «Техснабэкспорт» и КАЭ Франции в соответствии с заявлением Правительства СССР о готовности обогащать уран из исходного материала заказчика. Начало поставок было намечено на май 1973 года. Перед УЭХК была поставлена задача по созданию принципиально новой промышленной технологии для обеспечения принятых по контракту обязательств. По условиям контракта смешивать уран и поставлять его заказчику нужно было в жидкой фазе. Для этого на комбинате был проведен сложный комплекс работ, включающий научно-технические исследования, разработку, изготовление, монтаж специального, ранее не применявшегося оборудования, разработку технологических процессов обращения с жидким гексафторидом урана, подготовку контрольно-аналитических методов.

В 1973 году для обеспечения выполнения государственных экспортных поставок низкообогащенного урана были завершены работы по созданию технологии перелива обогащенного урана в контейнеры зарубежных заказчиков и введена в эксплуатацию первая очередь спеццеха «Челнок», благодаря чему продукция УЭХК вышла на международный рынок.

В феврале 1993 года было подписано Соглашение между Россией и США об использовании высокообогащенного урана, извлеченного из ядерного оружия. Программа, получившая неофициальное название «Мегатонны — в мегаватты», была рассчитана на 20 лет и предусматривала переработку предприятиями Росатома 500 тонн российского высокообогащенного урана (ВОУ) в низкообогащенный уран (НОУ) для изготовления топлива для АЭС.

УЭХК разработал, внедрил и запатентовал не существовавшую ранее в мире технологию переработки высокообогащенного урана (ВОУ) в низкообогащенный (НОУ)!

Одновременно остро встал проблема загрузки мощностей, львиная доля которых работала ранее на оборонку. Задел, сделанный «Челноком», позволял держаться на плаву, но Советский Союз рушился, а вместе с ним — десятилетиями отложенные связи предприятий. Но... УЭХК — это сплав опы-

та и энергии... Комбинат стал инициатором создания программы модернизации разделительного производства отрасли до 2010 года. Плановое, качественное и дисциплинированное ее выполнение, развитие, наращивание мощностей, выпуск все более реализуемой продукции...

За годы эксплуатации газодиффузионной технологии в промышленное производство было запущено десять поколений машин. Центрифуги 7-го и 8-го поколений разработаны непосредственно на УЭХК. Надежность и безопасность газодиффузионной технологии обеспечивается не только оптимальной конструкцией современных газовых центрифуг, но и многократно резервированным электропитанием, высоким уровнем аварийной защиты, высокой технологической дисциплиной и квалификацией персонала. Газодиффузионное оборудование работает без остановки десятки лет с минимальным уровнем отказов.

В 2012 году на УЭХК были успешно проведены опытно-промышленные испытания газовых центрифуг девятого поколения, и атомщиками было принято решение о пуске машин в серийное производство для последующего внедрения на всех отечественных обогатительных комбинатах. Всего же сегодня на УЭХК «трудятся» центрифуги шестого, седьмого, восьмого, девятого и более усовершенствованных поколений.

Сегодня программа развития УЭХК масштабна и включает целый спектр программ от обновления разделительных мощностей комбината до внедрения передовых информационных технологий, реализация которых позволит сохранить за комбинатом статус крупнейшего в мире обогатительного предприятия и параллельно повысить его эффективность.

Судите сами: разделительный комплекс Росатома сегодня – это 36% мирового рынка обогащения урана. УЭХК сегодня – это почти 50% обогатительных мощностей России, таким образом, доля УЭХК на мировом рынке почти 20%!

Промышленное разделение изотопов урана является основным и приоритетным направлением бизнеса предприятия. В 2018 году это направление принесло компании почти 95% общей выручки – 21,2 млрд рублей, а сумма чистой прибыли Уральского электрохимического комбината составила 5,4 млрд рублей. Большой задел на будущее для УЭХК – это модернизация оборудования в режиме non-stop. Реновация – одна из основных инвестиций. В нее в уходящем году вложено около 8 млрд рублей.

За 70 лет комбинат зарекомендовал себя надежным партнером. Все заказы, в том числе экспортные, традиционно выполняются в срок и с высоким качеством. Это определенный бонус для УЭХК, в том числе при получении будущих заказов. Сегодня Росатом активно занимается строительством атомных станций в России и за рубежом. Кроме того, Топливная компания «ТВЭЛ», в которую входит предприятие, стремится выйти на рынок АЭС зарубежного дизайна. Все это гарантия того, что УЭХК обеспечен работой на долгосрочную перспективу.

РАЗВИТИЕ НЕЯДЕРНОГО БИЗНЕСА

Сегодня на территории Новоуральска работает многопрофильный кластер. Его предприятия оказывают услуги УЭХК, а также – что самое главное – самостоятельно выходят на внешний рынок, осваивают новую, в том числе высокотехнологичную продукцию.

Так, дочернее предприятие УЭХК – ООО «Экоальянс» – единственный российский



Опытный образец двухпорошкового двухлазерного российского 3D-принтера

производитель каталитических систем. «Экоальянс» смог войти в автомобильный рынок с его жесткими конкурентными правилами и занять свою нишу. Кстати, именно «Экоальянс» поставляет каталитические блоки по проекту «Кортеж», то есть непосредственно участвует в создании автомобилей AURUS для первых лиц государства в кооперации с другими предприятиями.

Предложение от АО «Наука и инновации» выступить УЭХК индустриальным партнером проекта по созданию двухпорошкового двухлазерного российского 3D-принтера стало началом аддитивного направления. УЭХК заявился на конкурс Министерства образования и, одержав победу в конце 2015 года, получил грант.

По соглашению, Министерство образования направляло на разработку 3D-принтера 215 млн рублей, УЭХК как индустриальный партнер – 110 млн рублей, а после изготовления, запуска печати деталей – еще порядка 40 млн рублей на создание участка по сборке этих принтеров в Новоуральске. И консорциум предприятий приступил к работе. Немного позднее УЭХК стал одним из ключевых участников научно-производственного консорциума в Свердловской области «Аддитивные технологии». Протокол о его создании был подписан в июле 2016 года на главной промышленной выставке страны.

Еще одно перспективное направление – литий-ионные аккумуляторы. В НПО «Центротех» при активном участии УЭХК были разработаны накопители электрической энергии на литий-ионных аккумуляторах. При содействии Центротеха комбинат перевел весь напольный транспорт с кислотных свинцовых аккумуляторов на литий-ионные. Это безопасно и экономически выгодно.

СОЦИАЛЬНАЯ НАДЕЖДА И ОПОРА

Одна история... Одна судьба... Эти слова как нельзя лучше передают крепкую связь Новоуральска и Уральского электрохимического комбината. Так исторически сложилось.

Эффективная деятельность УЭХК напрямую влияет на территорию. Например, значительная доля в доходной части бюджета города – вклад УЭХК. В 2018 году это порядка 185 млн рублей. Еще один бонус – Соглашение

Росатома со Свердловской областью, согласно которому часть средств из дополнительных налоговых поступлений от реализации инвестпроектов и программ атомных предприятий Росатом направляет в бюджеты городов присутствия. Благодаря этому в Новоуральске «вернулось» уже около двух миллиардов рублей. Эти средства пошли на строительство и ремонт школ, жилых домов, спортивных и культурных объектов, благоустройство дворов и общественных мест.

Одно из последних торжественных событий для Новоуральска – вручение ключей от квартир в новых благоустроенных домах, построенных на счет средств Соглашения, открытие обновленной спортивной базы и другие.

Участвует УЭХК и в решении городских проблем. По инициативе Росатома во многих атомградах, включая Новоуральск, родился проект «Бережливая поликлиника». Комбинат выступил методологом и помог новоуральской медицине финансово – 8,5 млн рублей было направлено на создание call-центра, приобретение медоборудования и ремонт медучреждений. Кроме этого, профинансировал приобретение квартир на общую сумму 20 млн рублей для молодых врачей, приехавших в Новоуральск из других городов Свердловской области.

Нельзя не сказать еще об одной грани ответственности комбината – благотворительной помощи. Только в 2018 году на благотворительные цели было направлено более 6,5 млн рублей.

Много внимания УЭХК уделяет и подрастающему поколению. «Мы хотим, чтобы молодежь знала, чем мы занимаемся, и впоследствии стремилась работать в атомной отрасли», – говорит генеральный директор УЭХК Александр Белоусов. «Если раньше все было совершенно секретно, то сейчас времена изменились. Мы можем рассказывать о себе: что мы наукоемкие, технологичные, устойчивые...»

Безусловно, являясь мощным и успешным предприятием, Уральский электрохимический комбинат остается инициативным центром всех добрых мероприятий, направленных на развитие территории. И, по-прежнему, для новоуральцев «город» и «комбинат» – понятия неразделимые.

Ольга КОЖЕКИНА



Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственный научный центр Российской
Федерации – Федеральный медицинский
биофизический центр имени А.И. Бурназяна»
Федерального медико-биологического агентства

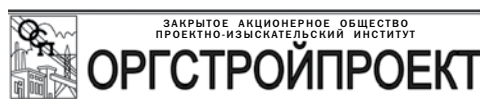


Уважаемые работники атомной отрасли!

Федеральное медико-биологическое агентство со дня своего основания движется по жизни рука об руку с атомщиками, сохраняя их здоровье и трудовое долголетие. С 1947 года по настоящее время мы занимаемся вопросами защиты человека от вредных факторов техногенной природы, включая радиацию. Трудно переоценить важность атомной энергетики для народного хозяйства. Несмотря на то, что современная атомная электростанция – это объект высочайших технологий и уровня безопасности, ответственность, лежащая на плечах операторов и других сотрудников АЭС, очень велика, что требует от них высокого профессионализма и самоотдачи.

ФМБА России поздравляет руководство, коллектив и ветеранов Белоярской АЭС и Калининской АЭС с памяtnыми датами. За 55 и 35 лет успешной работы мирный атом в ваших умелых руках изменил мир к лучшему. Мы рады, что можем своей работой внести лепту в этот процесс, а также в развитие городов Заречный и Удомля. Желаем вам успеха, постоянного развития и процветания, счастья вам и вашим близким! А на страже вашего здоровья день и ночь стоит Федеральное медико-биологическое агентство.

**Руководитель Федерального
медико-биологического агентства
Владимир Уйба**



ЗАО «ОРГСТРОЙПРОЕКТ»

**115162, Россия, г. Москва,
ул. Люсиновская, д. 70, стр. 1
Тел.: (495) 663-91-42**

Институт располагает специализированным отделом обследования и испытания строительных конструкций, работающим в тесном сотрудничестве с испытательной лабораторией, проектно-конструкторским отделом и предприятиями, занимающимися инженерно-геологическими изысканиями.

Специалистами института выполнялись работы по обследованию строительных конструкций крупнейших энергетических объектов, в числе которых: Обнинская АЭС, Ленинградская АЭС, Игналинская АЭС (Литва, в период строительства), Балаковская АЭС, Чернобыльская АЭС (после аварии), Волгодонская АЭС (возобновление строительства), Кольская АЭС, Мангышлакский энергокомбинат (г. Шевченко), Калининская АЭС. Помимо этого, наряду с обследованием строительных конструкций самых разнообразных зданий и сооружений предприятий Минсредмаша-Минатома-Росатома выполнялись обследования зданий и сооружений реакторов научно-исследовательских инсти-

тутов: НИЦ «Курчатовский институт», МИФИ, ИТЭФ, НИТИ (г. Сосновый Бор), филиала НИКИЭТ (г. Заречный).

Работы выполняются по специальной программе комплексного обследования, разработанной ЗАО «ОРГСТРОЙПРОЕКТ» на основе «Требований к обоснованию возможности продления назначенного срока эксплуатации объектов использования атомной энергии» (НП-024-2000); «Типовой инструкции по эксплуатации производственных зданий и сооружений атомных станций» (РД-ЭО-0007-93), «Методики оценки состояния и остаточного ресурса железобетонных конструкций АЭС, важных для безопасности» (РД ЭО 0447-03) и нормативных документов Росстроя. Отдел обследования строительных конструкций располагает опытными специалистами, современным оборудованием, новейшими вычислительными и программными средствами, имеет тесные связи с учеными и специалистами ведущих проектных и научно-исследовательских институтов России.



ORGSTROYPROEKT CJSC

**Build 1, 70, Ljusinovskaya st.,
Moscow, Russia, 115162
Phone: (495) 663-91-42**

The Institute incorporates a specialized building structures survey and testing division that closely cooperates with the testing laboratory, the design division and enterprises engaged in geological engineering survey. Specialists of the Institute have performed survey of building structures of the largest power facilities.

The works are performed within a special program of comprehensive survey developed by ORGSTROYPROEKT in conformity normative documents of Russian Agency for Civil and Industrial Engineering.

The building structures survey division is staffed with experienced specialists and equipped with modern machinery, state-of-the-art computing facilities and software, has close ties with scientists and specialists of the leading design and research institutes of Russia.

В авангарде атомных технологий

В 2019 году исполняется 55 лет с тех пор, как Белоярская атомная станция начала выработку электроэнергии в энергосистему Урала. Ордена Трудового Красного Знамени Белоярская АЭС им. И. В. Курчатова всегда была и остаётся на передовом направлении развития атомных технологий.

ЭНЕРГОБЛОКИ «НА ПЕНСИИ»

Белоярская АЭС – единственная атомная станция России с реакторами разных типов на одной площадке. Её первый (1964–1981 г.г.) и второй (1967–1989 г.г.) энергоблоки имели водографитовые канальные реакторы на тепловых нейтронах АМБ-100 и АМБ-200 («Атом Мирный Большой»).

Кроме производства электроэнергии, они внесли большой вклад в становление технологий атомной энергетики: на них отработались различные виды топлива и конструктивных материалов, компоновочные схемы и технические решения, эксплуатационные



И. И. Сидоров, директор БАЭС

режимы. Например, освоено перегрев пара непосредственно в реакторе, что позволило применить для АЭС турбины обычных тепловых электростанций.

В настоящее время эти энергоблоки Белоярской АЭС эксплуатируются «в режиме

остановленного блока», то есть не работают и готовятся к выводу из эксплуатации. Отработавшее ядерное топливо было выгружено из реакторов и хранится в приреакторных бассейнах выдержки. Осуществляется его вывоз на переработку на специализированное предприятие, этот процесс займёт несколько лет. Сами реакторы и другое оборудование энергоблоков законсервировано и хранится под наблюдением. В перспективе его ожидают демонтаж и утилизация.

БЫСТРЫЕ И БЕЗОПАСНЫЕ

Сегодня на Белоярской АЭС работают энергоблоки №3 и №4 с реакторами на быстрых нейтронах БН-600 (с 1980 года) и БН-800 (с 2015 года), которые принесли ей мировую известность.

По своим конструктивно-технологическим особенностям реакторы БН («Быстрый Натриевый») относятся к наиболее безопасным и экологически чистым. Они обладают свойством самозащитности: при отклонении





Блок №4

от нормального режима работы останавливают ядерную реакцию в силу естественных законов природы, даже если не получат команду от человека или автоматики. В корпусе реакторов отсутствует высокое давление (оно всего чуть выше обычного атмосферного), а сам корпус состоит из двух (основного и страховочного), вложенных друг в друга по принципу матрёшки. Реакторы имеют интегральную компоновку: оборудование первого контура, подвергающееся радиационному воздействию, заключено внутрь основного корпуса. Большая теплоёмкость и большой температурный запас у теплоносителя – жидкого натрия – в течение нескольких суток не позволят реактору перегреться, даже если он останется вообще без охлаждения.

Кроме того в БН-800 воплощены дополнительные системы безопасности пассивного принципа, то есть работающие в силу законов природы, которые никто не может «отключить». Среди них – дополнительная система противоаварийного расхолаживания реактора путём естественной циркуляции воздуха через теплообменники: тяга атмосферного воздуха, отводящего тепло, образуется без применения насосов, за счёт высоты воздухопроводной трубы. Ещё – дополнительная система противоаварийной защиты на основе стержней, взвешенных («всплывших») в потоке натрия: в случае остановки насосов, прокачивающих теплоноситель, стержни под действием естественной силы тяжести опустятся в активную зону и остановят ядерную реакцию. Внутри корпуса реактора смонтировано устройство «Поддон», способное в случае необходимости удерживать расплав топлива.

ВОЗРАСТ ЗРЕЛОСТИ

Одна из важных задач, решение которой на Белоярской АЭС вошло в сокровищницу мирового опыта – продление расчётного срока эксплуатации энергоблока с быстрым реактором промышленного уровня мощности.

Вследствие уникальности БН-600 не имелось статистических данных о ресурсных возможностях оборудования в длительной перспективе, поэтому расчётный срок экс-

плуатации назначили исходя из минимальных значений. В 2010 году, после материаловедческого обследования незаменимых элементов и замены остального оборудования, была получена лицензия Ростехнадзора на продление расчётного срока эксплуатации до 2020 года с возможностью дальнейшего продления.

В ходе подготовки энергоблока к продлению эксплуатации, которая продолжалась свыше пяти лет, была произведена масштабная модернизация всего оборудования, от турбогенераторов до информационно-вычислительных систем, от активной зоны реактора до систем перегрузки топлива, от системы радиационного контроля до каналов надёжного электропитания. Также были смонтированы дополнительные системы, повышающие безопасность энергоблока: например, теперь имеется возможность расхолаживания реактора путём естественной циркуляции через воздушный теплообменник, появился запасной пункт управления, дублирующий системы останова реактора и его поддержания в безопасном состоянии, и т. д. В продлённый срок эксплуатации БН-600 вступил полностью обновлённым, соответствующим самым строгим мировым требованиям, применяемым к новым современным энергоблокам.

В настоящее время ведётся столь же серьёзная подготовка этого энергоблока к дальнейшему продлению срока эксплуатации за горизонт 2020 года.

ШАГ В ЗАВТРА

Белоярская АЭС находится на стратегическом направлении развития атомной отрасли: создании новой технологической платформы



на основе замкнутого ядерно-топливного цикла. Это позволит вовлечь в производство не используемый сейчас изотоп урана (т. е. в десятки раз увеличит топливную базу атомной энергетики), повторно использовать отработавшее ядерное топливо других АЭС и минимизировать радиоактивные отходы, «дожигая» из них долгоживущие изотопы.

Окончательную отработку элементов замкнутого ядерно-топливного цикла с использованием смешанного уран-плутониевого топлива призван осуществить энергоблок №4 с быстрым реактором БН-800.

Сооружение его шло непросто. Решение о строительстве на Белоярской АЭС энергоблоков №4 (БН-800) и №5 (БН-1600 – в ту пору планировалась такая мощность) Совет Министров СССР утвердил ещё в 1983 году. Однако распад Советского Союза и экономические катаклизмы 1990-х надолго «заморозили» строительство. Его активизация произошла только в двухтысячных годах. Таким образом, энергоблок создавался на стыке двух исторических эпох (сооружение началось в СССР в XX веке, а завершилось в Российской Федерации в XXI веке), за период строительства коренным образом изменились политическая и экономическая системы государства, что не могло не повлиять на процессы организации работ.

Сооружение и ввод в эксплуатацию уникального энергоблока с большим количеством инновационных технических решений – ещё одна важная победа в истории Белоярской атомной станции.

Благодаря успешной эксплуатации энергоблоков Белоярской АЭС Россия сохраняет мировое лидерство в сфере быстрых реакторов. Сейчас вдогонку нашим атомщикам стремятся коллеги из Китая, Индии, Южной Кореи, Франции, интересуются технологией и другие страны.

ЗАГЛЯНЕМ В БУДУЩЕЕ

Рассматривается возможность сооружения на Белоярской АЭС энергоблока №5 с головным образцом серийного реактора БН-1200.

Инфраструктура промплощадки изначально была рассчитана на совместную работу энергоблоков №4 и №5, поэтому построить пятый блок можно будет быстрее и дешевле. Кроме того, в будущем энергоблоке за счёт современных проектно-конструкторских разработок существенно снижена материалоемкость строительных сооружений и оборудования. Позитивное влияние на себестоимость окажет и переход от уникальности энергоблоков БН-600 и БН-800 к типовому проекту для серийного строительства.

В проекте БН-1200 воплощаются наивысшие, максимально достижимые принципы безопасности: полувековой российский опыт отработки технологии быстрых натриевых реакторов привёл к венцу творения в данной сфере.

Помимо воплощения лучших эксплуатационных, конструкторских и технологических достижений своих предшественников, БН-1200 обеспечит экономические показате-

ли на уровне серийных реакторов на тепловых нейтронах ВВЭР. В будущем должна получиться двухкомпонентная система: реакторы ВВЭР и БН будут работать совместно, обеспечивая энергетические, экологические и экономические преимущества «круговорота» ядерного топлива.

ПРИОРИТЕТ – БЕЗОПАСНОСТЬ

«Безопасность – высший приоритет в деятельности Белоярской АЭС», – подчёркивает заместитель Генерального директора АО «Концерн Росэнергоатом» – директор филиала «Белоярская атомная станция» **Иван Сидоров**. Миссия атомной станции сформулирована так: «Экономически эффективная генерация и надёжное обеспечение потребителей электрической и тепловой энергией при безусловном соблюдении всех видов безопасности».

Сегодня Белоярская АЭС вырабатывает порядка 15% электроэнергии от общего энергобаланса Свердловской области, а также участвует в обеспечении потребностей города Заречного в теплоснабжении и горячем водоснабжении.

Главной же ценностью атомной станции является её трудовой коллектив, обладающий большим профессионализмом, накопивший уникальный по мировым меркам опыт, воплощающий высокую культуру безопасности и способный решать задачи любого уровня сложности.

Роман ТОПОРКОВ



Турбогенератор БН-800

Калининская атомная станция: 35 лет успешной истории



Озера, тишина и мало кому известное название местности – Удомля. Неприметный районный центр жил размеренной провинциальной жизнью. Пыльные улицы, деревянные заборы, полустанок Троица. О делах государственной важности здесь вряд ли кто помышлял. Все изменилось в 60-е годы прошлого столетия. На атомной карте Советского Союза появился новый флажок – выбор места для строительства Центральной атомной электростанции был сделан в пользу площадки на необжитом берегу озера Удомля.

Грянули судьбоносные перемены для поселка и района. Строительство атомного гиганта началось в апреле 1974 года. Возвращаясь после работы в передвижные вагончики временного поселка, мало кто представлял, как будет развиваться судьба возводимого объекта. Четыре действующих энергоблока и просторные проспекты современного атомграда, амбициозные планы развития отрасли и мощная госкорпорация с мировым именем. Люди со всей страны просто делали свою работу – постепенно поселок прирастал первыми многоэтажными жилыми домами, а первые объекты пускового комплекса складывались в единое целое – крупное промышленное предприятие. Уже в 1984 году атомщики отметили 9 мая не только День Победы, но и включение в сеть первого энергоблока Калининской атомной электростанции – современного высокотехнологичного крупнейшего предприятия в Тверской области. Спустя всего два года,

Калининская атомная станция расположена на севере Тверской области, на расстоянии:

- 150 км от Твери
- 350 км от Москвы
- 450 км от Санкт-Петербурга.

На КЛНАЭС используются реакторные установки типа ВВЭР-1000. Эти реакторы сегодня занимают ведущее место в мировой практике по высокой степени безопасности и надежности, большой единичной мощности и экономической эффективности.



В. И. Игнатов, заместитель генерального директора – директор филиала АО «Концерн Росэнергоатом» «Калининская атомная станция»

в 1986 году, был пущен второй блок Калининской АЭС. В 2004 году в рамках второй очереди состоялся пуск энергоблока №3, в 2011-м – блока №4. Сегодня все четыре энергоблока-миллионника Калининской АЭС производят 83,5% электроэнергии Тверской области.

Калининская атомная станция выдает мощность через открытое распределительное устройство в Объединенную энергосистему Центра по высоковольтным линиям на Тверь, Москву, Санкт-Петербург, Владимир, Череповец:

- «Опытная» – 750 кВ
- «Ленинградская» – 750 кВ
- «Владимирская» – 750 кВ
- «Белозерская» – 750 кВ
- «Новая-1» – 330 кВ
- «Новая-2» – 330 кВ.

ДОСТОЙНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Со дня пуска в эксплуатацию энергоблока №1 Калининская АЭС выработала более **608 миллиардов** кВт/ч электроэнергии. По итогам 2018 года Калининская атомная станция возглавила тройку самых производительных АЭС России и внесла существенный вклад в установление абсолютного рекорда по выработке электроэнергии АО «Концерн Росэнергоатом». Калининская АЭС установила рекорд по выработке электроэнергии – **35 миллиардов 187,6 миллиона кВт/ч** электроэнергии выдано в энергосистему страны. В 2018 году среднее значение коэффициента использования установленной мощности (КИУМ) энергоблоков Калининской АЭС составило 100,42%. Данный

показатель является максимальным среди атомных станций Концерна «Росэнергоатом» с реакторами типа ВВЭР.

В течение 2018 года реализованы значимые отраслевые производственные задачи, направленные, в первую очередь, на обеспечение ядерной и радиационной безопасности. В их числе: перевод в промышленную эксплуатацию энергоблока №3 на мощности 104% Nном. Соответствующее разрешение – изменение к условиям действия лицензии на эксплуатацию энергоблока №3 Калининской АЭС на уровне мощности 104% – выдано 8 июня 2018 года Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор). Эксплуатация энергоблока №3 КЛНАЭС на уровне мощности 104% проводится в соответствии с отраслевой «Программой увеличения выработки электроэнергии на действующих энергоблоках АЭС концерна «Росэнергоатом». Программа направлена на глубокую модернизацию и улучшение технических характеристик оборудования, что напрямую связано с повышением безопасности и устойчивости работы блоков. Для реализации данной программы на энергоблоке №3 предварительно был выполнен комплекс работ по обоснованию безопасности работы реакторной установки на повышенной мощности, экологической безопасности, разработаны мероприятия по модернизации оборудования для работы в условиях увеличенной мощности.

Также в 2018 году получено положительное заключение государственной экологической экспертизы по материалам обоснования

лицензии на эксплуатацию энергоблока №4 на мощности 104% Нном, проведена подготовка к продлению срока эксплуатации блока №1.

За всю историю работы атомного гиганта показатели радиационной обстановки в районе расположения Калининской АЭС остаются без изменений и находятся на уровне естественных фоновых значений. Все требования федеральных законов, норм и правил по обеспечению радиационной безопасности строго выполняются.

В числе важнейших производственных задач 2019 года остается обеспечение надежной и безопасной работы энергоблоков атомной станции, выполнение плановых показателей по выработке электроэнергии: объем выработки электроэнергии на АЭС на уровне не ниже целевого – 30 миллиардов 090 миллионов кВт/ч.

2019 год – это время масштабной ремонтной кампании, которая охватит все четыре энергоблока Калининской АЭС. В этой связи перед коллективом станции поставлена четкая задача по проведению ремонтов в установленные сроки при безусловном соблюдении принципов культуры безопасности на производстве.

В предстоящий период необходимо также выполнить перевод в промышленную эксплуатацию энергоблока №4 на мощности 104% Нном и получить новую лицензию на эксплуатацию энергоблока №3. Еще одной значимой задачей для коллектива является выполнение комплекса мероприятий по подготовке к миссии OSART МАГАТЭ в 2020 году.

Миссии OSART прошли на шести российских атомных станциях. Калининская АЭС станет седьмой площадкой, на которой представители МАГАТЭ по программе OSART будут работать в апреле 2020 года.

КУЛЬТУРА БЕЗОПАСНОСТИ НА КАЛИНИНСКОЙ АЭС

В 2018 году Калининская АЭС признана лучшей по культуре безопасности среди российских атомных станций. Такой результат обусловлен несколькими причинами. Руководители АО «Концерн Росэнергоатом», вошедшие в состав конкурсной комиссии, практически единогласно отметили системный и последовательный подход в вопросе повышения уровня культуры безопасности на производстве. Цифры подтверждают: интегральный показатель состояния культуры безопасности на Калининской АЭС – один из лучших в Концерне. Атомная станция в 2018 году показала наибольшую динамику, прогресс и вовлеченность персонала, увеличив результат 2017 года на 102 пункта.

«Ничто так не помогает оценить культуру безопасности, как визуализация и личное восприятие при нахождении на площадке. На Калининской АЭС дух самосовершенствования буквально витает везде. Это заметно и по положительным практикам, и по заинтересованности руководителей, их отношению к предприятию», – прокомментировал свой голос в пользу Калининской атомной станции первый заместитель генерального директора по эксплуатации АЭС Концерна «Росэнергоатом» **Александр Шутиков**.

Обеспечить непрерывное развитие культуры безопасности можно только при формировании у персонала станции приверженности на индивидуальном уровне. Комплекс мероприятий, направленный на достижение этой цели, условно можно разделить на три

Проверка эксплуатационной безопасности по стандартам МАГАТЭ, или миссия OSART, – лучшая международная программа по оценке безопасности атомных станций. OSART – это профессиональный взгляд «со стороны» на работу конкретной АЭС, объективная оценка надежности деятельности предприятия с прицелом на дальнейшее совершенствование эксплуатационной безопасности.

направления. Первое – стратегическая приверженность безопасности. Безопасное поведение работника должно начинаться уже с появления самого желания работать на атомной станции – такое убеждение руководства КАЭС нашло отражение в разработке специальной анкеты при найме на работу. Оценка позиции, знаний и готовности потенциального работника соблюдать требования и следовать принципам культуры безопасности позволяет спроектировать дальнейшую необходимую с ним работу.

Второе – совершенствование деятельности. В деле улучшения состояния культуры безопасности на предприятии предложения-реко-

мендации работников имеют принципиальное значение. За год на рассмотрение комиссии поступило 6236 предложений, направленных на повышение безопасной эксплуатации. Еще один рабочий инструмент, который используется работниками вполне осознано, – это самооценка профессиональной деятельности. Благодаря этому достигается эффект глубокого анализа работником своих компетенций и понимания личной роли в обеспечении безопасности. Стимулом к улучшениям стала и подготовка станции к прохождению миссии OSART в 2020 году.

Третье – вовлечение персонала. Развитие мотивации у персонала следовать принципам культуры безопасности неотделимо от осведомленности работников в данной сфере. Обратная связь эффективно работает в рамках Дней информирования и Дней директора, конференций, института уполномоченных по культуре безопасности, обходов рабочих мест, наблюдений за работой, опросов/конкурсов. Отдельный ресурс развития культуры безопасности на предприятии – Совет по культуре безопасности.

ЭКОЛОГИЯ И КАЛИНИНСКАЯ АЭС

Природоохранная деятельность наряду с безопасной, надежной и устойчивой работой является одним из важнейших приоритетов Калининской атомной станции. Данное направление включает в себя не только выполнение мероприятий по снижению воздействия на окружающую среду и рациональное природопользование, но также и целый ряд проектов, улучшающих экологическую обстановку в районе расположения АЭС. Ежегодно Калининская атомная станция публикует экологический отчет с целью информирования населения о безопасности станции, выполнении норм природопользования и реализации политики по охране окружающей среды. Данные исследований, представленные в отчете, свидетельствуют, что на промышленной площадке и в районе размещения Калининской АЭС отсутствуют загрязненные территории. Живописные, с богатой флорой и фауной ландшафты сохраняют свой естественный характер. В 30-километровую зону вокруг АЭС входят 49 охраняемых территорий, из них – 16 памятников природы и 33 заказника. На территории Удомельского городского округа зарегистрировано более 220 видов птиц, отмечено 911 видов растений, из которых 68 включены в Красную



Блочный пункт управления энергоблока №4

книгу Тверской области, семь видов занесены в Красную книгу РФ.

Достижения Калининской атомной станции в природоохранной деятельности регулярно удостоиваются экологических наград различных уровней. Калининская АЭС является лауреатом конкурса «Экологически образцовая организация атомной отрасли» в специальной номинации «Экологически образцовая организация АО «Концерн Росэнергоатом». Предприятие – активный участник экологического движения, КАЭС четыре раза удостоена диплома неправительственного экологического Фонда имени В. И. Вернадского за инициативу и значимый вклад в дело охраны окружающей среды. Так, к Всероссийскому экологическому субботнику «Зеленая весна» (проекту, который ежегодно проводит Фонд имени В. И. Вернадского) Калининская АЭС присоединяется уже несколько лет подряд.

Атомная станция регулярно проводит множество мероприятий производственного, экологического, социального характера. Все они направлены на поддержку экологически благоприятной среды территории присутствия атомной станции.

ЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ В ОБЛАСТИ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Очистные сооружения выпуска сточных вод №4 – это современный автоматизированный комплекс, который позволяет добиваться высокого качества очистки. Комплекс очистки не имеет аналогов в отрасли по уровню автоматизации процессов и качеству очистки сточных вод.

Полигон промышленных нерадиоактивных отходов использует эффективные технологии по сбору и сортировке поступающих с атомной станции промышленных отходов 1–5-х классов, их переработке, захоронению нетоксичных не утилизируемых отходов, временному хранению отходов, подлежащих утилизации на специализированных предприятиях.

Хранилище твердых радиоактивных отходов – инженерный объект, предназначенный для переработки и временного хранения РАО. Принятые технологические решения позволяют полностью исключить контакт РАО с объектами окружающей среды.

Проект «Эксплуатация полигона глубинного захоронения промышленных стоков»

был высоко оценен экспертами в год десятилетия эксплуатации объекта. Цель полигона глубинного захоронения (ПГЗ) – исключить сброс химических компонентов в поверхностные водоемы. ПГЗ представляет собой инженерно-технический комплекс, предназначенный для надежной изоляции промышленных нерадиоактивных стоков атомной станции в глубоких геологических формациях (пласте-коллекторе). Захоронение осуществляется в пласте-коллекторе (водоносном горизонте) на глубине 1200–1400 м. Таким образом, технология, действительно, имеет важное природоохранное значение, т. к. исключает негативное воздействие АЭС на окружающую среду посредством химических факторов.

Объект уникален и с точки зрения технических решений, и с позиции использования таких возможностей. Метод глубинного захоронения жидких отходов получил развитие только в двух странах: России (СССР) и США, т. к. для его безопасной реализации необходимо иметь мощную геологическую инфраструктуру (геологоразведка, изученность недр, буровые технологии и т. д.). Калининская АЭС – единственная атомная станция в России, где осуществляется глубинное захоронение промышленных стоков, данный объект был введен в эксплуатацию уже в постсоветский период. На предприятиях Росатома успешно эксплуатируются еще пять полигонов, но они были построены еще 60-х–70-х годах XX века. Первая закачка промышленных стоков на ПГЗ Калининской АЭС была произведена в июне 2007 года.

На захоронение направляются нейтрализованные слабозасоленные регенерационные воды от систем водоподготовки КЛНАЭС и дебалансные воды. Закачка происходит в водоносные горизонты, содержащие природные рассолы с содержанием 220 г/л, непригодные для использования в хозяйственной деятельности. Важное уточнение: уровень токсичности природных рассолов в пласте-коллекторе выше, чем стоки, направляемые на захоронение. Для нужд полигона специально выделен горный отвод и выдана лицензия на эксплуатацию ПГЗ. Контроль состояния стоков в пласте-коллекторе осуществляется посредством наблюдательных скважин, которые пробурены как на сам коллектор, так и на вышележащие водоносные горизонты. Многолетние наблюдения подтверждают, что

в процессе эксплуатации ПГЗ не происходит распространение стоков за пределы горного отвода. Серьезным доказательством этого служит и проведенная государственная экологическая экспертиза.

Положительные результаты десятилетней эксплуатации объекта были представлены на XIV конкурсе «Национальная экологическая премия имени В. И. Вернадского», и победа проекта дополнительно свидетельствует о безукоризненном соответствии деятельности промышленного предприятия экологическим стандартам.

КРУПНЕЙШИЙ ЦОД В ЕВРОПЕ

Еще одним знаковым событием для Калининской АЭС, Росэнергоатома и всей отрасли в целом стало строительство опорного центра обработки и хранения данных (ЦОД). Он будет использоваться для предоставления услуг по размещению серверного оборудования, хранению и обработке информации, развитию облачных продуктов. Центр обработки данных – единый инженерно-технический комплекс, сооружаемый Росэнергоатомом в партнерстве с Ростелекомом. Новый ЦОД является крупнейшим в стране и одним из крупнейших в Европе, его потребляемая мощность будет достигать 80 МВт, а соседство с Калининской АЭС позволит объекту иметь независимый, бесперебойный и мощный источник энергоснабжения и соответствующие параметры обеспечения безопасности периметра объекта. Уровень надежности нового ЦОД соответствует международной системе Tier III по классификации Uptime Institute, при этом коэффициент отказоустойчивости составляет 99,98%. Это означает, что дата-центр имеет резервирование всех инженерных систем и позволяет проводить все необходимые работы без остановки работы ЦОД.

Основные преимущества нового ЦОД – высокая физическая и информационная безопасность критически важных данных, связанных с национальными интересами, и наличие больших свободных мощностей для расширения ИТ-инфраструктуры клиентов.

21 сентября 2018 года состоялась техническая презентация коммерческих секций крупнейшего в России Центра обработки данных. Объект посетила большая группа представителей из разных регионов России: ИТ-директора, инженеры, руководители про-



Технический тур в ЦОД



Центр обработки данных:

- общая площадь – 33800 кв. м
- до 8000 серверных стоек
- подведенная мощность первых секций – 48 МВт
- срок службы – 30 лет



мышленных предприятий Тверской области, а также Москвы и Санкт-Петербурга.

Концерн «Росэнергоатом» стал победителем Национальной премии «ЦОДы.РФ 2018» – престижного конкурса среди профессионалов и специалистов, работающих в сфере центров обработки данных в России. Торжественная церемония вручения наград победителям состоялась 15 марта 2019 года в Москве. Концерн «Росэнергоатом» был признан победителем сразу в нескольких номинациях.

В номинации «Проект года» – победил проект «Менделеев»* АО «Концерн Росэнергоатом».

В номинации «Высококласный клиентский сервис» победила команда АО «КОНСИСТ-ОС» (входит в контур управления «Росэнергоатом») – ЦОД «Калининский»**.

Проект «Креатив года» (Технический тур 21 сентября 2018 года) вошел в тройку лучших проектов отрасли центров обработки данных за 2018 год.

Справка:

* Проект «Менделеев» – это проект создания сети высокозащищенных и надежных ЦОД на площадках атомной отрасли в РФ и за рубежом. Он включает: ЦОД «Калининский» – первый в сети опорных ЦОД Концерна Росэнергоатом проекта «Менделеев»; пять подготовленных площадок в России общей мощностью 210 МВт под размещение модульных (контейнерных) ЦОД; 10 площадок в России общей мощностью 300 МВт находятся в разработке; площадки в 10 странах мира, которые оцениваются как потенциальные для строительства ЦОД за рубежом; распределенную сеть высокоскоростных облачных сервисов в России и за рубежом.

** ЦОД «Калининский» – первый в сети опорных ЦОД Концерна Росэнергоатом проекта «Менделеев», реализован на площадке Калининской АЭС (г. Удомля, Тверская область).

ТЕРРИТОРИЯ ПАРТНЁРСТВА

Калининская атомная станция – градообразующее предприятие. Благодаря атомной станции жизнь тихой провинциальной Удомли круто изменилась. Построен современный город со множеством социальных объектов и с развитой инфраструктурой. Станция и город

едины в главной цели – работникам предприятия, их семьям, всем жителям Удомли должно быть комфортно работать и жить в родном городе. Высокие стандарты социальной политики, принятые предприятием, позволили осуществить целый комплекс проектов в сфере благоустройства территорий, культуры и образования. Калининская АЭС – крупнейший налогоплательщик Тверской области и Удомельского городского округа. Около пяти миллиардов рублей станция ежегодно перечисляет в региональный и муниципальный бюджеты. Предприятие обеспечивает работой порядка шести тысяч человек на АЭС и в подрядных организациях. Калининская АЭС как социально ответственное предприятие Госкорпорации «Росатом» придерживается отраслевой политики оказания поддержки организациям, работающим на территории ее расположения. Так, станция обеспечивает заказами предприятия Удомельского городского округа. Задача повышения уровня социально-экономического развития территории выполняется также за счет реализации «Соглашения о сотрудничестве» между администрацией Удомельского городского округа, Удомельской городской думой и Калининской АЭС.

В рамках его исполнения Калининская АЭС оказывает практическую помощь муниципалитету по подготовке к отопительному сезону, ремонту коммунальных коммуникаций, автодорог и дворовых территорий. На средства, поступившие непосредственно от концерна «Росэнергоатом», приобретено современное медицинское оборудование для ЦМСЧ-141, интерактивные обучающие системы для учреждений образования, установлены станции очистки воды в сельских населенных пунктах. В городе появились детский городок и сценическая площадка, а школа искусств получила новые музыкальные инструменты. Выполнен значительный объем работ по восстановлению, модернизации и ремонту коммуникаций, систем жизнеобеспечения учреждений образования, здравоохранения. Некоммерческие организации Удомли – постоянные участники конкурсов Фонда содействия развитию муниципальных образований «Ассоциация территорий расположения атомных электростанций» и общественного совета Госкорпорации «Росатом». Только за шесть лет поддержку получили 27 проектов Удомельского городского округа. Общая сумма грантов составила более 19 миллионов рублей.



Машинный зал блока №3

Благотворительность и милосердие – лучшие традиции русского общества. Уже многие годы Калининская АЭС оказывает постоянную помощь детским социальным учреждениям, ветеранским организациям, учреждениям культуры, спорта и образования. Станция способствует изданию книг, восстановлению памятников отечественной истории и культуры. Обширная благотворительная программа направлена на помощь людям с ограниченными возможностями, ветеранам Великой Отечественной войны и труда, пенсионерам. Калининская АЭС – инициатор шефского движения. 30 образовательных учреждений Удомельского городского округа закреплены за подразделениями станции и подрядными организациями. Атомщики помогают школам и детским садам решать вопросы благоустройства территорий и помещений; организации совместных образовательных, творческих проектов; восстановления уличного освещения территорий; реконструкции систем отопления; настройки и обслуживания оборудования, компьютерной и звуковоспроизводящей техники.

Справка:

Продление сроков эксплуатации (ПСЭ) действующих энергоблоков – общемировая практика. Выполнение отраслевой программы по ПСЭ позволило российским атомным станциям выйти на уровень лучших мировых показателей по выработке электроэнергии. В 2014 году получена лицензия Ростехнадзора на эксплуатацию энергоблока №1 Калининской АЭС в продленном сроке до 2025 года. В 2017 году получена лицензия Ростехнадзора на эксплуатацию энергоблока №2 КАЭС в продленном сроке до 2038 года.



В центре внимания – дети

АО Инжиниринговая компания «АСЭ» стала лауреатом премии «Серебряный Лучник–Приволжье» в номинации «Внутрикорпоративные коммуникации и корпоративные медиа»

С какого возраста можно знакомить подрастающее поколение с деятельностью таких серьезных организаций, как Росатом? В Инжиниринговой компании «АСЭ» решили, что с самого детства – тем более, если в структурах корпорации трудятся родители этих ребят.

Так родилась идея привлечь детей сотрудников инжинирингового дивизиона Росатома к созданию иллюстраций для книжки стихов для детей «Кто это? Что это?»

Автор книги – Яков Хаимович Карлин, Заслуженный строитель России, участник строительства и пуска семнадцати (!) энергоблоков: двух блоков Калининской АЭС, четырех блоков Ростовской, двух блоков Армянской, двух блоков Нововоронежской и двух блоков Ленинградской АЭС, а также двух блоков АЭС «Куданкулам» и блока АЭС «Бушер».

Выйдя на пенсию, Я. Х. Карлин не оставил родную организацию и много лет трудился на посту председателя Совета ветеранов АО «Инжиниринговая компания «АСЭ».

Серьезную работу Яков Хаимович всегда сочетал с самыми разнообразными увлечениями. Особое место среди них занимали стихи для детей. Я. Х. Карлин выпустил несколько детских книжек. Последнюю – «Кто это? Что это?» – выпустили его коллеги в



Я. Х. Карлин

память об этом удивительно добром и светлом человеке.

Идея привлечь детей к иллюстрированию книжки детских стихов родилась у эксперта оперативно-распорядительного управления АО «ИК «АСЭ» С. Ф. Лаптева. Ее помогла воплотить в жизнь председатель первичной профсоюз-

ной организации в НИАЭП Е. В. Кочергина в рамках программы, приуроченной к 70-летию отраслевого профсоюза атомщиков.

В течение пяти месяцев – с мая по сентябрь 2018 года – дети сотрудников инжиниринговой компании «АСЭ» и ее подразделений создавали иллюстрации к полюбившимся им стихам. Участие в отборочном туре приняли более 60 работ, и около 50 авторов в возрасте от трех до 17 лет увидели свои рисунки на страницах самой настоящей книжки, выпущенной издательским центром «Курьер-медиа».

В конкурсе приняли участие ребята разного возраста. Самой маленькой участнице Даше Косолаповой всего-то исполнилось три года, но она увлеченно помогала старшей сестренке рисовать слонов, которые всегда готовы помочь человеку в его работе. А самой старшей участнице конкурса нижегородке Милене Фоменко – уже 17, и ее работы отличает мастерство настоящего художника.

Впечатляет и география участников конкурса – авторы иллюстраций прислали свои работы не только из Нижнего Новгорода и Москвы, где располагаются основные офисы компании «АСЭ», но и из Санкт-Петербурга, Подольска, Воронежа, Немана Калининградской области, Удомли, Шатуры, Волгодонска, белорусского Островца и даже из столицы Иордании города Аммана. На рисунке Рустома Кристины Рами, семи лет – милейший медвежонок пытается полакомиться медом из улья.

Зачем, возможно, спросите вы, сотрудникам серьезной корпорации заниматься





Никита Спиридонов, 8 лет,
Удомля



Ваня Большаков, 5 лет
Нижний Новгород

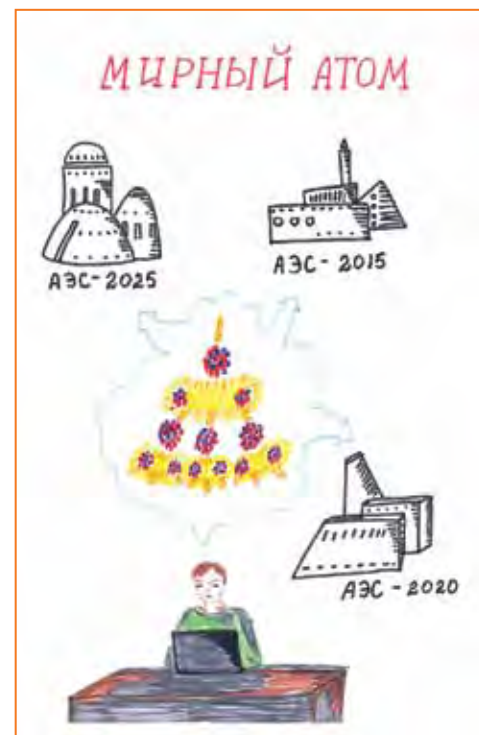
какими-то детскими книжками? В «АСЭ» на это отвечают так: «Наша цель – укрепление корпоративной культуры и корпоративных традиций, семейных ценностей, повышение вовлеченности и мотивации сотрудников и повышение интереса детей к профессии родителей и атомной энергетике». Стоит отметить, что средний охват аудитории проекта – включая самих участников, их родителей, сотрудников компаний, в которых они работают – составил около 20.000 человек.

В приветственном слове к участникам проекта **Валерий Лимаренко**, президент АО «ИК

АСЭ» (до 07.12.18), а ныне и. о. губернатора Сахалинской области, сказал: «Преемственность и уважение к традициям – общая корпоративная ценность Росатома...»

Поддержка творчества детей наших сотрудников позволяет надеяться, что в скором будущем многие из них пойдут по стопам родителей, продолжат трудовые династии на благо своих семей, предприятий атомной отрасли и во славу любимой Родины – России».

Фото: А. Сухонин



Арина Епифанова, 11 лет,
Санкт-Петербург

**И в нынешних бурных
условиях НЭПа,
Чтоб с колдоговором
не вышел конфуз,
Я вас призываю,
творцы НИАЭПа:
Вступайте скорей
в наш родной профсоюз!**



Издатель:

ООО «РИЦ «Курьер-медиа».

Адрес: 603006,

г. Нижний Новгород,

ул. Академика Блохиной,
дом 4/43.

Тел./факс: 8(831)461-90-16

E-mail: ra@kuriermedia.ru

Более 120 лет



ИЗОЛЯТОР

Вековые традиции – современные технологии

ПРОИЗВОДСТВО

**ВВОДОВ
ПЕРЕМЕННОГО
И ПОСТОЯННОГО
ТОКА НА КЛАССЫ
НАПРЯЖЕНИЯ
ОТ 10 ДО 1150 КВ**

- ДЛЯ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ
- ДЛЯ ШУНТИРУЮЩИХ РЕАКТОРОВ
- ДЛЯ МАСЛЯНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ
- ДЛЯ КОМПЛЕКТНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕГАЗОВЫХ УСТРОЙСТВ

+

**ЛИНЕЙНЫХ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ
ВВОДОВ**



120 ЛЕТ

опыта
производства
высоковольтных
вводов



16 ЛЕТ

опыта
производства
с RIP-изоляцией
на классы напряжения
от 10 до 750 кВ



>620 ТЫС.

высоковольтных
вводов
всего выпущено
к 2018 году



ВПЕРВЫЕ В РОССИИ **СОЗДАН ВВОД
«МАСЛО – ЭЛЕГАЗ» 500 КВ**





HEXAGON

MSC Software

Более 55 лет на рынке компьютерных технологий
в области инженерных расчетов



Новые решения корпорации MSC Software:



Cradle – программное обеспечение для решения задач гидрогазовой динамики и тепломассобмена



scFLOW – программное обеспечение для решения задач гидрогазовой динамики и теплообмена нового поколения, было разработано как сверхпередовой инструмент с широкими возможностями применения новых технологий и простыми практическими функциями. Основано на новом алгоритме решателя со стабильным вычислительным ядром и повышенной скоростью счёта, а также новом препроцессоре, который делает моделирование сложных процессов и создание высококачественной сетки доступными для пользователей начального уровня



scSTREAM - теплообмен и гидрогазовая динамика в архитектуре и электронике
Теплонагруженность и эффективность систем охлаждения электронных приборов и печатных плат
Моделирование течения жидкости и газа для помещений, отдельных зданий, улиц и кварталов
Объекты, движущиеся в сплошной текучей среде, – поезда метро в тоннелях, окраска методом окунания и другие подобные процессы
Построение расчётной сетки без предварительной доработки CAD-геометрии
Высокая точность и скорость расчётов



Simufact Additive



Digimat Additive Manufacturing

Эффективное моделирование процессов 3D-печати деталей из металлов и пластиков

MSC Software это:
виртуальные испытания вместо натурных | улучшение качества производимой продукции
| экономия времени | снижение производственных затрат

Компания предлагает:
широкий набор вариантов лицензирования | техническую поддержку и сопровождение пользователей
| обучение специалистов | консалтинговые услуги

Офис MSC Software RUS:
123022, г. Москва, 2-я Звенигородская ул., д. 13, стр. 43
Тел.: +7 (495) 363-06-83 Факс: +7 (495) 363-62-48
www.mscsoftware.ru | marketing.russia@mscsoftware.com



Предприятие	Город	Страница
АСЭ, Группа компаний	Москва, Нижний Новгород	8, 48
АВВИ, ООО	Йошкар-Ола	27
Безопасность, ВО, АО	Москва	35
Белоярская АЭС	Заречный	41
Белэнергомаш-БЗЭМ, ООО	Белгород	31
ВМП, Научно-производственный холдинг	Екатеринбург	33
Диапром, НТЦ, АО	Москва	26
Донкабель, ООО	Пролетарск	30
Завод «Изолятор», ООО	Истра, Московской обл.	50
ЗиО-Подольск, ПАО	Подольск	34
Институт «Оргэнергострой», АО	Москва	28
Калининская АЭС	Удомля	44
НИИИС им. Ю. Е. Седакова – филиал ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	Нижний Новгород	22
ОКБМ Африкантов, АО	Нижний Новгород	14
Оргстройпроект, ЗАО	Москва	40
РТСофт, АО	Москва	31
Уралхиммаш, ПАО	Екатеринбург	32
УЭХК, АО	Новоуральск	36
ФМБА, ФГБУ	Москва	40
MSC Software	Москва	51



ADVERTISING-PUBLISHING CENTRE

**courier
media**

www.kuriermedia.ru