

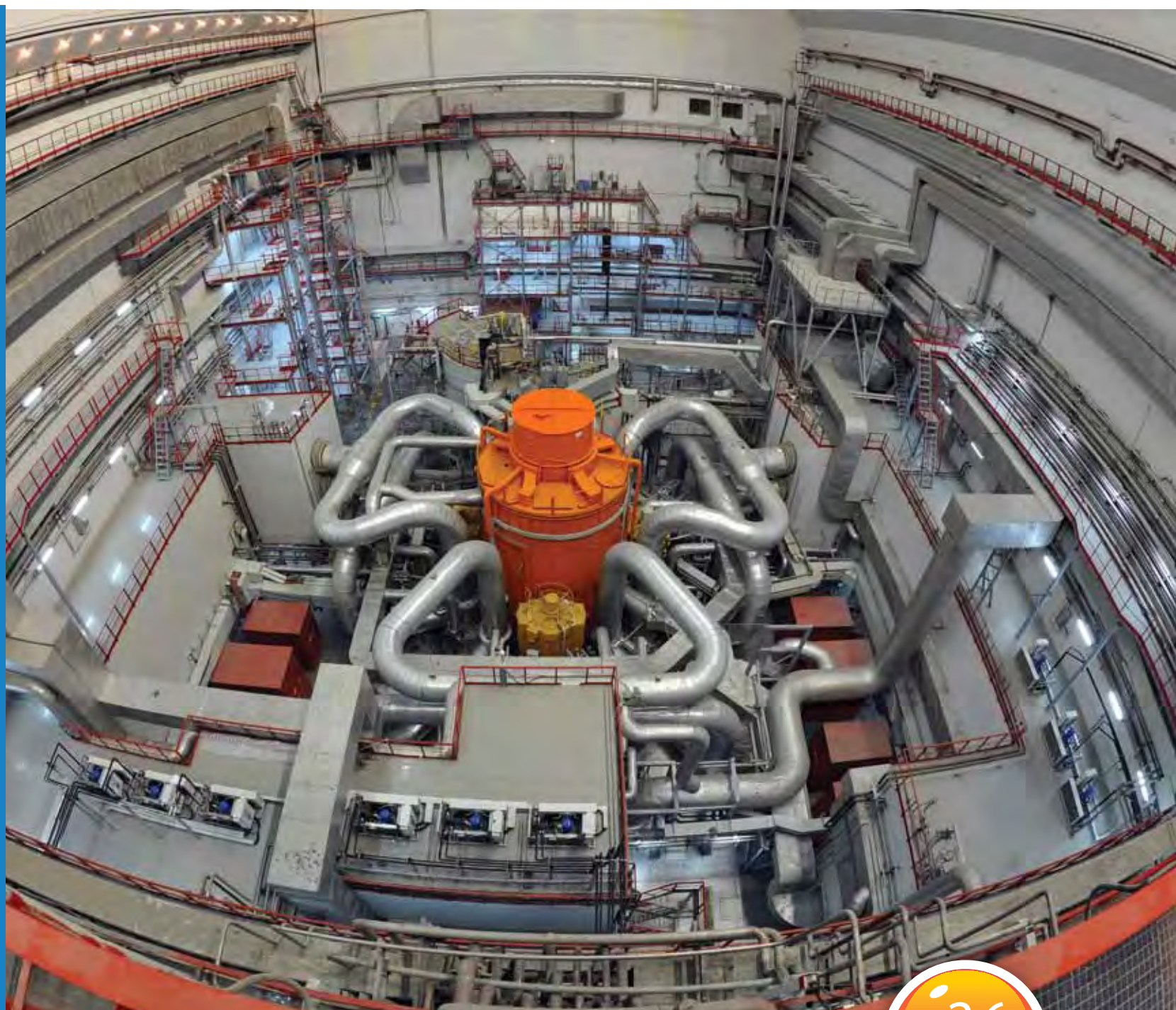
Multi-D
engineering

Россия

RUSSIA

Atomic Project

Атомный проект



 ЭЛЕМАШ

 РОСЭНЕРГОАТОМ
ЭНИЦ

#26
2017

ХОЛДИНГ ТЕХНАБ > ПОЗДРАВЛЯЕМ!



МЭИ НИИ АТОМНЫХ РЕАКТОРОВ РОСТОВСКАЯ АЭС ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС

НВАЭС

С юбилеем! Владимир Петрович!

НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АТОМНАЯ СТАНЦИЯ

ПОВАРОВ ВЛАДИМИР ПЕТРОВИЧ

Заместитель
Генерального директора —
Директор филиала
АО «Концерн Росэнергоатом»
«Нововоронежская атомная
станция»



➤ Владимир Петрович Поваров по праву принадлежит к плеяде блистательных руководителей отечественной атомной промышленности, без остатка отдающих себя любимому делу на благо страны.

➤ С 2009 года на его плечи легла ответственность за предприятие мирового уровня, за настоящий атомный гигант – Нововоронежскую АЭС. Надежная и эффективная работа, успешное развитие НВАЭС, сплоченность и высокая мотивация многотысячного коллектива станции – это безусловно заслуга высокого профессионализма и бесспорного таланта Поварова Владимира Петровича. Высокие награды, которые заслуживают самого глубокого уважения – еще одно подтверждение патриотизма, социальной ответственности, надежности и принципиальности Владимира Петровича!

➤ Коллектив холдинга «ТЕХНАБ» высоко ценит отношения делового сотрудничества, которые сложились между нашими предприятиями, и от души поздравляет Владимира Петровича с юбилеем! Желаем ему доброго здоровья, неиссякаемой энергии, счастья, новых достижений и побед в деле укрепления и процветания нашей Родины!

ДАТА РОЖДЕНИЯ ПОВАРОВА В.П. > 19.04.1957

Атомный проект

ВЫПУСК ДВАДЦАТЬ ШЕСТОЙ

Будет представлен участникам:

- IX Международного форума «АТОМЭКСПО 2017» (19-21 июня 2017 года, Москва, РФ);
- Международной промышленной выставки «EXPO-RUSSIA BELARUS 2017» (21-23 июня, Минск, Беларусь).

Руководители и специалисты более 300 предприятий атомной промышленности постоянно получают журнал «Атомный проект» direct-mail рассылкой. Список предприятий опубликован на сайте www.kuriermedia.ru

Atomic Project

ISSUE TWENTY-SIXTH

АТОМНЫЙ ПРОЕКТ

Информационно-аналитический журнал для специалистов в области атомного машиностроения
№ 26, апрель, 2017 г.

Учредитель-издатель
ООО «РИЦ «Курьер-медиа»

Генеральный директор
Г. П. Митькина

Сайт в Интернете
www.kuriermedia.ru

Журнал издается 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

Трафик-менеджер
Л.И. Будилина
8-951-902-27-31

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
10.04.2017 г.

Типография
Центр оперативной печати
Нижний Новгород,
проспект Гагарина, 5

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

ДОСТИЖЕНИЯ

П. Чурухов. В шаге от создания «вечного двигателя» **4**

«Уралэнергострой» – строитель атомных энергоблоков на быстрых нейтронах **11**

Юрий Оганесян: «Научный поиск не зависит от внешних обстоятельств» **12**

ДАТА В ИСТОРИИ

Боец невидимого фронта. К 100-летию Е.И. Забабахина **14**

НАГРАДЫ

И. Грошева. Научный тандем в миллиметровом диапазоне **16**

ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА

Н.Я. Леонтьев, Д.В. Седельников, В.П. Чалов. О роли базовой кафедры «Системы управления жизненным циклом сложных инженерных объектов» в системе управления знаниями АО «НИАЭП» **18**

И. Винтерле. Реальные студенты в виртуальном пространстве **20**

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В.В. Аленьков, С.В. Ергопуло, И.М. Власова. Инструменты управления конфигурацией при проектировании и сооружении сложных инженерных объектов (опыт Объединенной компании НИАЭП – АСЭ) **21**

К.Ю. Землянухин, А.Ю. Безусяк. Архитектура системы управления полным жизненным циклом (СУ ПЖЦ) **24**

Ю.Ю. Волкова. Реализация требований подсистемы управления доступом при автоматизации процессов конструкторской и технологической подготовки производства в АС класса защищенности 1Г. **26**

Е.П. Конвисар. Структура отрасли информационного моделирования, или Кто нужен рынку для её развития **27**

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В.И. Зюбанова. Влияние термовакuumной обработки бора аморфного на горение состава бор-титан в огнепроводных шнурах	30
--	----

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ

Ю.В. Костюшко. Механизм типовых решений для автоматизированного проектирования в САПР GET-R1 ПТК на базе оборудования ТПТС	32
--	----

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

С.А. Сычугин. Оптико-терагерцовый преобразователь на эффекте Черенкова	33
--	----

ЮБИЛЕЙ

Мировой рекорд Нововоронежской АЭС	34
АО «ТВП «ГЭМ»: предприятие с конструктивным подходом к делу	36
Партнеры НВАЭС – к 60-летию В.Н. Поварова	38
Технологическое лидерство – залог векового успеха ПАО «МСЗ»	40
Партнеры ПАО «МСЗ» – к 100-летию предприятия	42
Во имя безопасности АЭС	44
Партнеры АО «ЭНИЦ» – к 60-летию предприятия	46

УСЛУГИ ДЛЯ АЭС	47
----------------	----

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	54
----------------------	----

Редакционный совет журнала «Атомный проект»

РУКОВОДИТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

Лимаренко В. И. – президент АО «НИАЭП», управляющей организации ЗАО «АСЭ», доктор экономических наук

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

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

Седаков А. Ю. – директор ФГУП «ФНПЦ 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), к. э. н.

Иванов Ю. А. – старший вице-президент, директор по проектированию АО «НИАЭП»

Борисов И. А. – вице-президент по развитию ГК «АСЕ»

Петрунин В. В. – первый заместитель директора, главный конструктор промышленных РУ ОАО «ОКБМ Африкантов», д. т. н.

Катин С.В. – научный руководитель ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю.Е. Седакова» – начальник департамента организации научной деятельности института, д.т.н., профессор

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

Акимов Н.Н. – главный конструктор по АСУ объектами АЭ и ТЭК ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю.Е. Седакова» – заместитель директора по инновационному развитию

Скородумов С. Е. – главный ученый секретарь ОАО «ОКБМ Африкантов», к. т. н.

Зоря В. В. – руководитель проектного офиса по инновационным разработкам АО «НИАЭП», к. фил. н.

Леонтьев Н. Я. – начальник отдела стратегического развития и мониторинга рынков АО «НИАЭП», к. э. н.

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

Хвойнов В. Н. – начальник управления маркетинга и связей с общественностью ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю. Е. Седакова»

В шаге от создания «вечного двигателя»

На последней неделе марта новостные агентства страны сообщили о том, что в России началась сборка корпуса самого мощного в мире исследовательского реактора на быстрых нейтронах (МБИР), который будет размещен на площадке Государственного научного центра – Научно-исследовательского института атомных реакторов (НИИАР) в Димитровграде.

«Уникальные технические характеристики МБИР, – сообщило РИА Новости 27 марта, – позволят решать широкий спектр исследовательских задач в обоснование создания новых конкурентоспособных и безопасных ядерных энергетических установок, в том числе и реакторов на быстрых нейтронах для замыкания ядерного топливного цикла».

«Путем создания реактора МБИР, – уточнили в НИИАР задачи создания многоцелевого исследовательского реактора на быстрых нейтронах, – будет обеспечено сохранение и развитие экспериментальной базы отечественной атомной энергетики».

История появления МБИР такова. В феврале 2010 года правительством РФ была утверждена Федеральная целевая программа «Ядерные энерготехнологии нового поколения на период 2010–2015 годов и на перспективу до 2020 года» (ФЦП ЯЭНП), в рамках которой и было намечено создание многоцелевого исследовательского реактора на быстрых нейтронах, поскольку подавляющее большинство исследовательских реакторов было введено в строй более 35 лет назад, и спустя три–пять лет российская (как, впрочем, и мировая) экспериментальная база утратит большую часть возможностей для исследовательской работы. К примеру, в 2020 году заканчивается эксплуатационный ресурс действующего на данный момент исследовательского реактора на быстрых нейтронах BOR-60. Физический пуск его состоялся в далеком 1968 году в том же НИИАР, и уже тогда предполагалось, что BOR-60 проработает 20 лет и будет заменен на новый, более мощный реактор.

Но через 20 лет у страны такого оптимизма не осталось, а Россия, пришедшая в начале девяностых годов на смену СССР, еще долго была не в силах поднять знамя советской атомной энергетики. И вот с начала девяностых прошла четверть века, Россия вновь активно занимается развитием атомной энергетики, а в таких ее сегментах, как быстрые реакторы, мы – мировые лидеры.

Во многом поэтому МАГАТЭ решило провести третью Международную конференцию по реакторам на быстрых нейтронах (FR-17) летом 2017 года именно в России, в Екатеринбурге. МАГАТЭ обосновывает выбор места тем, что «на Белоярской АЭС, которая находится под Екатеринбургом, быстрый реактор с натриевым теплоносителем БН-800 в декабре 2015 года был включен в сеть». К этому аргументу



МБИР

можно бы добавить, что там же, в Заречном, на Белоярской АЭС, уже более 35 лет исправно действует реактор БН-600 – единственный в мире промышленный энергетический реактор на быстрых нейтронах, имеющий столь солидный рабочий стаж. Таких просто больше в мире нет. Да и научно-исследовательские реакторы на быстрых нейтронах, помимо России, сегодня работают лишь в Индии и Китае. Россия на данный момент – единственная страна в мире, где действуют энергетические реакторы на быстрых нейтронах промышленного уровня мощности, хотя в свое время разработки таких реакторов активно вели США, Франция, Великобритания, Германия и Япония. Председатель Международной конференции FR-17 В.А. Першуков, заместитель генерального директора Росатома, курирующий в корпорации инновационный блок, еще осенью прошлого года отмечал, что более трети участников конференции выразили желание посетить Белоярскую АЭС именно потому, что там действуют реакторы БН-600 и БН-800.

ОТ ПЕРВОЙ ЯДЕРНОЙ

Напомним один примечательный факт истории. В сентябре 1933 года в Ленинграде проводилась первая Всесоюзная ядерная конференция, которая по существу также была международной. Достаточно сказать, что помимо ведущих советских физиков среди докладчиков были французский физик Фредерик Жолио-Кюри (которому совместно с женой, Ирен Жолио-Кюри в 1935 году была присуждена Нобелевская премия за синтез новых радиоактивных элементов); английский физик-теоретик, один из создателей квантовой механики Поль Дирак (получивший Нобелевскую премию по физике за открытие новых форм квантовой теории как раз в 1933 году); итальянский физик Франко Дино Разетти (бывший в то время

сотрудником Энрико Ферми, занимавшего должность профессора Римского университета и в 28 лет ставшего иностранным членом-корреспондентом АН СССР) и австриец Виктор Вайскопф (будущий участник Манхэттенского проекта, ставший в 1961 году генеральным директором ЦЕРНАа).

В Советском Союзе идеи, связанные с быстрыми нейтронами, одним из первых разрабатывал Александр Ильич Лейпунский, занимавшийся проблемами атомной физики еще в период учебы на физико-математическом факультете Ленинградского политехнического института, который он окончил в 1926 году. На первой Всесоюзной конференции по атомному ядру в 1933 году Лейпунский представил доклад под названием «Расщепление ядер», в котором проанализировал экспериментальные данные по бомбардировке протонами ядер различных элементов.

Эта конференция была первым международным форумом с момента открытия нейтрона, доклады вызвали живой интерес, а в целом ядерная конференция дала мощный толчок дальнейшим исследованиям в области ядерной физики в нашей стране. Одним из ее следствий стало создание Комиссии по изучению ядра, в состав которой вошел и А.И. Лейпунский. В 1933 году его назначили директором Украинского физико-технического института (УФТИ), созданного в Харькове и вскоре ставшего одним из ведущих научных центров страны.

Именно в УФТИ еще в 1932 году А.И. Лейпунский и К.Д. Синельников впервые в нашей стране провели успешный эксперимент по бомбардировке атомных ядер лития потоком ускоренных протонов. В середине 30-х годов в институте работали известные советские физики Л.Д. Ландау, Л.В. Шубников, И.В. Обреимов, К.Д. Синельников, А.К. Валь-

тер и другие, а также зарубежные физики – П. Дирак, В. Вайскопф, Г. Плачек, Р. Пайерлс. В 1939 году в УФИИ открывается тема «Изучение деления урана», научным руководителем которой назначен А.И. Лейпунский, чьи интересы в этот период сосредоточены исключительно на нейтронной физике.

К этому времени ядерные исследования во всем мире развиваются очень высокими темпами: в 1939 году было опубликовано около сотни статей только по проблемам деления атомного ядра. Уже было известно, что при бомбардировке атомного ядра урана нейтронами происходит процесс расщепления урана. Уже определено, что в результате ядерных реакций в процессе деления ядра урана образуется новый элемент с атомным номером 94 и массовым числом 239. Уже летом 1940 года американский физик Эрнест Лоуренс, получивший в 1939 году Нобелевскую премию за изобретение и создание циклотрона, составил записку для комитета Национальной академии наук США, курировавшего американский атомный проект, в которой указывал: «Если бы элемент 94 имелся в больших количествах, вполне вероятно, что могла бы быть осуществлена цепная реакция с помощью быстрых нейтронов. В такой реакции энергия освобождалась бы со скоростью взрыва, и соответствующая система могла бы быть охарактеризована термином «сверхбомба».

Как известно, первая реакция деления была осуществлена в Чикаго в 1942 году командой американских физиков под руководством итальянца Энрико Ферми. А в 1945 году специальная комиссия США, в которую, кстати, наряду с Робертом Оппенгеймером входили Ферми и Лоуренс, рекомендовала президенту Г. Трумену применить атомную бомбу «против Японии, выбрав такой объект, который находился бы в районе многочисленных и легко поддающихся разрушению построек». Увы, именно в атомной бомбе нашли свое первое воплощение идеи, связанные с цепной реакцией деления ядер урана.

БЫСТРАЯ ШКОЛА ЛЕЙПУНСКОГО

Однако вернемся к реакторам на быстрых нейтронах.

В Обнинске, в организованной в 1946 году «Лаборатории «В» (так до 1960 года назывался Физико-энергетический институт) под руководством А.И. Лейпунского был проведен ряд экспериментально-теоретических исследований, которые позволили сделать вывод о возможности создания реакторных установок на быстрых нейтронах. В 1950 году на заседании Научно-технического совета Первого главного управления Совета министров СССР Лейпунский делает доклад о «Системах реакторов на быстрых нейтронах». Начальником ПГУ и председателем НТС был Б.Л. Ванников, первый руководитель отечественной атомной отрасли, получивший в октябре 1949 года за организацию работ по производству плутония и создание первой отечественной атомной бомбы золотую медаль Героя Соцтруда «Серп и молот» под №1. А заместителем Б.Л. Ваникова в ПГУ в эти годы работал Е.П. Славский, который в 1957 году возглавит знаменитый Средмаш. Идеи Лейпунского, обосновавшего в этом обстоятельном докладе необходимость создания реакторов на быстрых нейтронах с расширенным воспроизводством топлива, были поддержаны в ПГУ. И в Лаборатории «В», где с августа 1949 года Лейпунский заведовал научным отделом, быстрыми темпами стали развиваться экспериментальные и теоретические исследования,



Лейпунский в форме полковника НКВД СССР во время командировки в Германию (осень 1945 года)

связанные с быстрыми нейтронами. Кстати, среди награжденных в октябре 1949 года в связи с созданием отечественной атомной бомбы значатся Александр Ильич Лейпунский и его брат Овсей Ильич, награжденные орденами Ленина, а также их сестра Дора Ильинична Лейпунская, награжденная орденом Знак почета. Это единственный пример атомной «семейственности» в нашей истории.

В Физико-энергетическом институте возникла уникальная школа А.И. Лейпунского. Здесь, в Обнинске, под руководством Александра Ильича с 1950 года начинают реализовываться идеи создания реакторов на быстрых нейтронах. И позже, когда первый энергетический реактор на первой в мире промышленной АЭС в Обнинске уже пару лет будет исправно давать ток в энергосистему, здесь будет введен в строй первый в Европе экспериментальный реактор на быстрых нейтронах, БР-1. По сути это была критическая сборка, стенд нулевой мощности, на смену

которому скоро пришел БР-2 мощностью 100 кВт с ртутным теплоносителем. Но этот теплоноситель не подошел, ртуть очень быстро разъедала трубопроводы первого контура, поэтому частенько то тут, то там возникала течь. Течи устраняли, но БР-2 вскоре именно по причине высокой коррозии трубопроводов был остановлен и затем демонтирован. Однако за период его эксплуатации ученым удалось экспериментально подтвердить возможность расширенного воспроизводства ядерного топлива в реакторах с быстрым спектром нейтронов. И это было важно.

На месте БР-2 буквально за год был создан работавший на плутониевом топливе новый реактор БР-5 с натриевым теплоносителем, который был предложен А.И. Лейпунским. БР-5 вышел на проектную мощность в 5 мВт летом 1959 года.

Таким образом, к концу 1950-х годов в нашей стране была создана экспериментальная база для исследований и обоснования технологии быстрых реакторов. И теперь, когда в Димитровграде строится МБИР, который, как отмечают специалисты, позволит сохранить и развить экспериментальную базу отечественной атомной энергетики, становятся еще более весомыми достижения советских атомщиков, заложивших основу этой базы в конце пятидесятых годов.

«Реакторы на быстрых нейтронах имеют два замечательных качества, определяющих эффективность их применения, – пояснял в одном из интервью нашему журналу Б.А. Васильев, главный конструктор реакторов на быстрых нейтронах ОКБМ Африкантов, – во-первых, они имеют коэффициент воспроизводства ядерного горючего более единицы. Во-вторых, дают возможность многократного рециклирования плутония в замкнутом топливном цикле, тогда как в реакторах на тепловых нейтронах имеется существенное ограничение по рециклированию плутония из-за ухудшения его изотопного состава».

Еще в 1940 годах физики-ядерщики определили, что использование нейтронов быстрого спектра, то есть именно тех, что рождаются при реакции деления, дает уникальную возможность реализации замкнутого топливного цикла. В США эту идею в начале сороковых годов обосновал Энрико Ферми, а в СССР –



Слева направо: М.В. Келдыш, А.И. Лейпунский, В.М. Иевлев, И.В. Курчатов, А.П. Александров, Ю.А. Трескин, 1959 г.

Александр Лейпунский. Он определил, что, если не замедлять нейтроны, появляющиеся при реакции деления урана-235, то возникает своеобразный и совершенно определенный баланс, при котором нейтронов с избытком хватает на поддержание цепной реакции. Этот «избыток» (при котором и возникает тот самый «коэффициент воспроизводства ядерного горючего более единицы»), то есть, лишние нейтроны, которые образуются в быстром спектре, можно использовать и направить на превращение урана-238 в новый искусственный элемент – плутоний-239, тот самый «элемент 94», о котором в свое время писал Эрнест Лоуренс американским академиком. А плутоний – точно такой же делящийся ядерный материал, как и уран-235. Вот тут и возникает возможность для появления технологии замкнутого цикла.

Как известно, в обычных атомных реакторах используется в качестве топлива уран-235, его в природном уране очень мало, не более 0,72 процента, потому строятся специальные обогатительные фабрики, на которых доля урана-235 доводится до необходимых для реакции 4-5 процентов. Это очень сложный и трудоемкий процесс, требующий высокотехнологичного оборудования. К примеру, в российских газовых центрифугах уран, предварительно преобразованный в газообразный гексафторид урана, раскручивают с огромной скоростью в 1500 оборотов в секунду, отделяя тяжелый изотоп (уран-238) от легкого (уран-235). Во всем мире сегодня только пять компаний владеют технологиями обогащения урана, и российская топливная компания «ТВЭЛ» здесь – лидер.

Быстрые реакторы позволяют ввести в оборот и «балластный» на сегодняшний день изотоп урана-238, коего в природном уране более 99 процентов, а также привлечь в топливный цикл дополнительный делящийся материал – плутоний, в том числе и из накопленных запасов оружейного плутония. Говоря упрощенно, эта технология позволяет получить топлива больше, чем быстрый реактор его выжигает, то есть, создать «вечный двигатель» и неиссякаемый источник энергии в одном флаконе. И это – не сказка, физически данный процесс давно объяснен. Поэтому неудивительно, что в пятидесятых годах прошлого века,



Лаборатория «В» в Обнинске

как только атомная энергетика укоренилась на планете, идея создания быстрых реакторов и реализации замкнутого топливного цикла заняла одно из главных мест в исследованиях ведущих ядерных институтов и лабораторий планеты.

КОНКУРЕНТНОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО

Известно, что еще в 1945 году Энрико Ферми, за год до этого получивший американское гражданство, заявил о том, что «первая страна, которая разработает реактор на быстрых нейтронах, получит конкурентное преимущество в использовании атомной энергии». К тому времени Э. Ферми был одним из руководителей Манхэттенского проекта и научным консультантом президента Трумена. Понятно, что к его мнению прислушивались не только американские физики, но и промышленники. Потому неудивительно, что получить конкурентное преимущество в мировой энергетике захотела именно Америка, которая после Второй мировой войны оказалась в самом выигрышном экономическом состоянии.

Вскоре после этого в США появились первые быстрые реакторы; уже в 1946 году американцы создали стенд «Клементина», проработавший в Лос-Аламосе до 1952 года. В 1951 году под Чикаго ввели в строй бридер EBR-1 (Experimental Breeder Reactor, то есть экспериментальный реактор-размножитель). Хотя он и вырабатывал объем энергии, достаточный лишь для освещения здания, в котором располагался реактор, он, как и советский реактор БР-2, позволил убедиться американским физикам в том, что в быстрых реакторах

можно и вырабатывать электроэнергию, и воспроизводить топливо. Этот бридер проработал до 1964 года, периодически переходя на аварийный режим, причем, в 1955 году на реакторе произошло частичное расплавление активной зоны.

Ему на смену пришел реактор EBR-II, который ввели в строй в Аргоннской национальной лаборатории в 1964 году. Этот реактор разрабатывался уже в рамках отработки американцами технологии замкнутого ядерного цикла. Тогда сообщалось официально, что EBR-II сможет перерабатывать отработанное топливо, выделять из него плутоний и остаточный уран, а затем повторно их использовать. Однако ни одна из этих задач не была реализована, реактор проработал до 1994 года, выдавая не более 30 процентов проектной мощности.

Основываясь на результатах работы EBR-I, параллельно с запуском EBR-II американцы в 1963 году ввели в строй свой первый опытно-промышленный быстрый реактор под названием «Ферми 1». Это был коммерческий реактор LMFBR (Liquid Metal Fast Breeder Reactor, то есть «жидкометаллический реактор на быстрых нейтронах»), строительство которого на станции имени Энрико Ферми заняло семь лет. Реактор не показывал стабильной работы, а в 1966 году, когда в результате локального перегрева расплавились шесть топливных сборок, станция ушла на ремонт; затем была еще череда аварий, из которых «Ферми 1» так и не выбрался до 1972 года, когда у оператора была отозвана лицензия.

Но точку в американской истории быстрых реакторов поставил проект реактора-бридера Клинч Ривер (по английски – The Clinch River Breeder Reactor, сокращенно CRBRP), представленный в 1970 году и признанный президентом США Ричардом Никсоном в качестве высшего приоритета научно-исследовательских работ страны в области атомной энергетики. Идея получения конкурентного преимущества в мировой атомной энергетике по-прежнему двигала американцами.

Тогда, в 1971 году, когда Клинч Ривер получил зеленую улицу и максимальную поддержку президента, комиссия по атомной энергии США определила, что стоимость проекта составит около 400 млн долларов. Но в силу энергетического кризиса начала семидесятых годов, ощутимо задевшего экономику Соединенных Штатов, бюджет искал для реализации этого проекта частных инвесторов. Вскоре первоначальная стоимость возросла почти в два раза. Когда в 1977 года хозяином Овального кабинета стал Джими Картер, считавший технологию быстрых реакторов бесперспективной, проект был им вовсе закрыт как «неоправданно дорогой». В 1981 году, после десятилетия работ над проектом, сменивший Картера Рейган решил возобновить Клинч Ривер, на проект уже было потрачено более 1 млрд бюджетных средств, а вся стоимость постройки реактора оценивалась более чем в 3 млрд долларов. Когда в октябре 1983 года под давлением конгресса проект был закрыт, его стоимость оценивалась уже в 8 млрд долларов. По оценке МАГАТЭ (Бюллетень МАГАТЭ, том 26), проект Клинч Ривер был закрыт, когда исследования и разработки, связанные с ним, были реализованы на 98%, а площадка была готова на 95 процентов.

Такова американская история создания реакторов на быстрых нейтронах. Специалисты говорят, что одна из причин в общем-то бесславной истории американских бридеров связана с тем, что представления американских ученых о том, как ведут себя материалы



Здание первого американского бридера EBR-1

в потоке быстрых высокоэнергетических нейтронов, оказались очень далеки от реальности, происходящей в реакторах-размножителях.

«ФЕНИКС» – НЕ ПТИЦА

Также бесславно закончилась и британская история создания реакторов на быстрых нейтронах. Англичане создали экспериментальный реактор «Дунрей» (DFR, Dounreay Fast Reactor), физпуск которого состоялся в ноябре 1959 года, а ввод в эксплуатацию в октябре 1962 года. Но через 15 лет, исправно проработав и отдав в британскую энергосеть более 600 млн кВт-часов, DFR был закрыт. В январе 1975 года был подключен к сети второй английский быстрый бридер PFR (Prototype Fast Reactor), созданный с учетом опыта DFR как опытно-промышленный реактор. Однако уже на стадии пуска PFR произошло несколько серьезных происшествий и аварий, и в дальнейшем эксплуатация реактора доставляла массу проблем. В 1994 году PFR был остановлен. По данным МАГАТЭ, за 20 лет эксплуатации PFR работал всего лишь 38% общего времени, произведя при этом чуть более 26% от положенной по его мощности электроэнергии.

Начиная с шестидесятых годов реакторы на быстрых нейтронах создавали и во Франции, которая к этому времени уже могла учесть определенный опыт американцев и англичан. В общей сложности французской программой, так же, как у англичан, было построено три реактора: «Рапсодия» (выведен на проектную мощность в начале 1967 года, закрыт в 1983 г.), «Феникс» (пущен в коммерческую эксплуатацию летом 1974 года, выключен в 1991 году и после модернизации с 2002 года эксплуатировался на половину мощности, закрыт в 2010 г.) и «Суперфеникс», на истории создания которого стоит остановиться чуть подробнее.

Французам тоже хотелось получить конкурентное преимущество и преодолеть ядерное превосходство США. Президент Пятой республики Валери Жискар д'Эстен заявлял: «Если уран с французских земель будет использоваться (для наработки плутония) в быстрых бридерах, то мы во Франции создадим себе энергетический потенциал, сравнимый с имеющимся у Саудовской Аравии». Но кому-то этого роста Франции очень не хотелось, и строительство реактора «Суперфеникс» столкнулось с очень жесткими протестами населения. К примеру, летом 1976 года на строительную



Строительная площадка британского реактора PFR, 1967 год. На заднем фоне – работающий DFR

площадку проникло около 20 тысяч (!) демонстрантов, протестовавших против планов строительства быстрого реактора. А в 1982 году радикальное крыло протестантов и антиядерных активистов обстреляло строительную площадку из гранатомета. Позже, в 2003 году, израильский зеленый активист Хаим Ниссим выпустил книгу, в которой рассказал о своем участии в атаке на строящуюся АЭС.

Тем не менее в январе 1986 года, спустя 10 лет с начала строительства, «Суперфеникс» с номинальной электрической мощностью 1200 Мвт (в 10 раз больше, чем выдавал «Феникс») был подключен к энергосети. Но уже в мае 1987 года из-за большой утечки натрия реактор встал на 10 месяцев. Реактор, активная зона которого содержала 5780 кг плутония, ни разу не работал более 17 месяцев подряд, большую часть времени до окончательного закрытия в 1998 году «Суперфеникс» простаивал.

Таким образом, французская программа создания реакторов на быстрых нейтронах тоже оказалась несостоятельной. По признанию Майкла Шнейдера (журнал «Наука и всеобщая безопасность» т. 17, №1, 2009 г.), французского специалиста в сфере энергетической и ядерной политики, «Суперфеникс»

работал только половину из того времени, когда он был официально подключен к сети, и был выключен в 1998 году со средним по времени эксплуатации фактором нагрузки менее 7%. Предшественник «Суперфеникса», реактор «Феникс» в Маркуле, сталкивался с многочисленными утечками натрия и рядом потенциально опасных инцидентов с реактивностью. Средний по времени эксплуатации фактор нагрузки составлял примерно 45% и является одним из самых низких в мире».

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ БЫСТРЫЙ

А теперь вернемся к нам, в Россию. Что наработано у нас с тех пор, как в конце пятидесятых годов на основе БР-5 в стране была создана крепкая экспериментальная база для исследований и разработки технологии быстрых реакторов?

БР-5, созданный и пущенный в эксплуатацию всего за три (!) года, претерпев реконструкцию в 1973 году, после чего реактор получил название БР-10, служил более 40 лет, позволив наработать огромный научно-технический опыт. Как характеризовал этот реактор Ю.Е. Багдасаров, лауреат Государственной премии, бывший в те годы научным руководителем реактора БР-10, это была «очень насыщенная установка», имевшая большое количество различных устройств для проведения экспериментов.

Поскольку международный обмен информацией о технологиях быстрых реакторов в ту пору полностью отсутствовал, а БР-5 был первым в Европе экспериментальным быстрым реактором с натриевым теплоносителем, то одна из основных его задач заключалась в том, чтобы испытать в условиях действующего реактора работу оборудования, пригодного для натриевых систем охлаждения. И хотя объем натрия в первом контуре БР-5 составлял всего 1,7 мЗ, этого было вполне достаточно, чтобы отработать все тонкости технологии, связанной с применением этого теплоносителя. Как отмечают специалисты, именно неполадки, связанные с работой натриевых систем доставляли нашим атомщикам наибольшие проблемы. Но этот опыт работы с натрием на БР-5 привел, в частности, к тому, что на энергетическом реакторе БН-600 ни одна течь теплоносителя, в том числе и на первом контуре, не потребовала остановки реактора больше, чем на день.

Еще одна из задач была связана с испытанием тепловыделяющих сборок, в частности, на БР-5 проводились уникальные эксперименты на твэлах, имевших заранее нанесенные различные искусственные дефекты. На БР-5 проводились эксперименты, связанные с отработкой технологии холодных ловушек, с работой системы индикации примесей в натрии, с разработкой и проверкой систем герметичности оболочек, определялись радиационные условия функционирования материалов, которые в условиях радиационного облучения меняли свои свойства. Словом, на реакторе БР-5 проводилась масса различных экспериментов, в результате чего удалось получить все данные, необходимые для разработки энергетического быстрого реактора.

А первой в мире установкой с энергетическим реактором на быстрых нейтронах стал БН-350, официальный физический пуск которого состоялся 29 ноября 1972 года, а энергетический – в июле 1973 года, станция была включена в энергосистему полуострова Мангышлак. Установка тепловой мощностью 1000 МВт успешно занималась выработкой электроэнергии и опреснением воды вплоть



Французский «Суперфеникс»



Реакторный зал БН-350

до ее вывода из строя в 1998 году. При этом надо признать, что реактор БН-350, построенный близ казахского города Шевченко (ныне Актау), был остановлен не в силу выработки ресурса, а по политико-экономическим причинам, возникшим в связи с распадом Советского Союза.

Здесь надо подчеркнуть, что БН-350 – это полноценный энергетический реактор с натриевым теплоносителем, его тепловая мощность в 200 раз выше, чем у БР-5, и если в экспериментальном БР-5 теплоносителя было менее 2 м³, то в энергетическом БН-350 теплоносителя было уже более 500 кубов. Понятно, что на БН-350 многое делалось заново, в частности, впервые пришлось разрабатывать оборудование для натриевых систем промышленного масштаба, а также создавать уникальные методы контроля технологических параметров натриевых систем, контроля и поддержания качества теплоносителя. Однако все наработки и полученные экспериментальным путем на БР-5 данные, здесь были учтены. А опыт создания, наладки и эксплуатации этой первой энергетической установки позволил отечественным атомщикам развить многие технологические идеи, связанные с работой реакторов на быстрых нейтронах.

«Одной из главных задач БН-350 следует назвать получение реального опыта ввода в эксплуатацию энергетического быстрого реактора с натриевым теплоносителем, – напишет позже в своей книге «Технология энергоблоков АЭС с натриевым теплоносителем» Р.П. Баклушин, долгое время работавший заместителем главного инженера БН-350. – От отечественных специалистов требовалось также научиться вести эксплуатационные режимы, пуски, остановки, перегрузки топлива, ремонт и текущее обслуживание, понять правильность предусматриваемых мер предосторожности (или определить их избыточность) и, наконец, оптимизировать действия персонала в различных ситуациях».

И здесь тоже есть одна история.

Получение реального опыта эксплуатации быстрого реактора не всегда проходило гладко. К середине семидесятых годов, как мы упоминали выше, и американцы со своими бримерами набрались отрицательного опыта, и британцы закрыли свой Dounreay Fast Reactor. Руководство СССР, профильные специалисты в ЦК КПСС, безусловно, знали об этих проблемах развития бримерной технологии в США и Британии. Безусловно, этот опыт иностранцев вносил определенный скептицизм в

отношение наших функционеров к разработкам отечественных физиков в области быстрых реакторов. Тем более, что осенью 1973 года на АЭС в Шевченко участились нештатные ситуации, связанные с работой парогенераторов, приводящие к аварийным остановкам.

Надо сказать, что и на БР-5 парогенераторы доставляли наибольшие хлопоты, но тогда в ФЭИ в Обнинске была проведена тщательная проверка работы натриевых систем, в частности, приборов контроля межконтурных протечек, ловушек паров натрия, а в ОКБМ на стендах отработывали надежность главных натриевых насосов, систем перегрузки и различных приводов. Словом, была проделана большая работа, способствующая росту надежности установки. Казалось, что все проблемные участки изучены и наработана определенная последовательность действий.

Но вот парогенераторы на БН-350 тоже забарахлили, причем, по причине межконтурных течей уже в первые месяцы после пуска реактора были выведены из эксплуатации пять из шести парогенераторов. Бывшего в ту пору руководителем Средмаша Е.П. Славского, которого еще в середине пятидесятых годов Лейпунский заразил своими идеями создания технологии замкнутого ядерного цикла с помощью реакторов на быстрых нейтронах, вызвали в ЦК КПСС, и сказали весьма определенно: «Довольно, наигрались с быстрыми реакторами!»

К тому времени Ефим Павлович без малого два десятилетия руководил Средмашем, он вместе с физиками-ядерщиками болел идеей создания замкнутого топливного цикла как вечного атомного двигателя, к тому же был человеком не робкого десятка и трижды Героем Социалистического Труда. Да и идея построить в Шевченко опытно-промышленный энергоблок для производства электрической и тепловой энергии, а также питьевой воды принадлежала именно Е.П. Славскому. Словом, Славский не сдал БН-350. Он привлек к исследованию неполадок и анализу проблемы лучшие умы, кои вскоре обнаружили, что основной причиной неисправной работы установки было грубейшее нарушение технологического процесса при изготовлении деталей и сварке труб Фильда на Подольском заводе. И что примечательно: только после того, как по всем правилам и со строжайшим соблюдением технологии были изготовлены и испытаны новые трубы, после того, как установка была вновь запущена в работу и показала высокий коэффициент используемой мощности, только

после этого Славский снял с работы директора Подольского завода, недоброкачественная работа которого чуть не загубила многолетние усилия по созданию быстрых реакторов.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС

Здесь можно подвести промежуточный итог.

К концу шестидесятых годов во всех странах, где развивалась атомная энергетика, были на практике подтверждены все основные положения теории реакторов на быстрых нейтронах, то есть, в США, Англии, Франции, СССР была подтверждена возможность реализации этого направления ядерной энергетики, а значит, и построения технологии замкнутого ядерного цикла.

Уместно вспомнить, что на этой волне в СССР в 1970-х годах разрабатывались проекты быстрых реакторов большой мощности, в частности, в ОКБМ Африкантов значительный объем работ был выполнен по проекту быстрого реактора мощностью 1600 Мвт. Однако наша атомная энергетика, не ставившая цели господства в мировой энергетике и больше решавшая собственные внутренние задачи, предпочла развиваться поэтапно, шагая не широко, но с высокой степенью надежности. Так первый энергетический реактор на быстрых нейтронах БН-350, вобравший опыт БР-5, начал проектироваться в 1960 году, когда БР-5 проработал уже более двух лет и дал ответы на определенные вопросы. Строительство БН-350 (для чего было специально создано Прикаспийское управление строительства) началось в 1964 году, тогда же ОКБМ приступило к конструированию реактора БН-600.

И примерно в те же годы у советских ядерщиков сложилось понимание, что невозможно с высокой степенью эффективности одновременно решать задачи создания конструкции надежного промышленного быстрого натриевого реактора и отработки нового уран-плутониевого топлива для этого типа реакторов. Эти две задачи в стране решили выполнять последовательно, начав с отработки надежного реактора БН.

Забегая вперед, скажем, что сегодня у Франции, решавшей эти задачи на своих «Фениксах» одновременно, нет ни работоспособной конструкции быстрого реактора, ни надежной топливной технологии, хотя в свое время в развитии уран-плутониевого топливного цикла французы существенно опережали Советский Союз. Сегодня французы намерены восстановить свои компетенции в этой сфере с помощью разрабатываемого проекта нового быстрого реактора АСТРИД, который по сути очень близок нашему БН-600, работающему на Белоярской АЭС уже четвертое десятилетие. Что касается топлива, то уже известно о российско-французской договоренности, согласно которой французское топливо разместят в корпуса российских тепловыделяющих сборок, которые затем отработают необходимый срок в активной зоне нашего реактора БН-600, дабы французы смогли убедиться в его надежности. Да и работа французского реактора АСТРИД, если его построят, по оценке самих французов будет в большей степени направлена на дальнейшее изучение атомной энергетики на быстрых нейтронах, нежели на выпуск электроэнергии. Пример французов показывает, что быстрые реакторы спешки не любят, а в целом развитие и освоение новых ядерных технологий – процесс сугубо последовательный.

Однако вернемся к нашей истории создания быстрых натриевых реакторов.

«Эксплуатация энергоблока БН-350 подтвердила надёжность и безопасность быстрых натриевых реакторов большой мощности, — читаем на официальной странице ОКБМ Африкантов, проектировавшего действующие в стране реакторы БН. — Длительная работа реактора позволила собрать обширную информацию по работоспособности активной зоны, оборудования и систем безопасности, что обеспечило надёжную базу для разработки последующих проектов быстрых натриевых реакторов».

«Если бы не было реактора БН-350 и того опыта, который мы получили в части активной зоны и парогенераторов, — отмечал в одном из своих интервью доктор технических наук В.М. Поплавский, с 1960 года работавший в Физико-энергетический институт им. Лейпунского и более 20 лет руководивший там работами, связанными именно с атомной энергетикой, — то у нас не получился бы тот БН-600, который сейчас есть. Мы учли все недостатки, весь опыт сооружения и начального этапа эксплуатации БН-350, и нам пришлось с учетом этого существенно переработать проект БН-600».

ПЕРВЫЙ. И ЕДИНСТВЕННЫЙ

Уникальный промышленный реактор на быстрых нейтронах БН-600 — энергоблок №3 Белоярской АЭС — был включен в энергосистему страны в апреле 1980 года. Сейчас, спустя без малого сорок лет, можно спокойно говорить о том, что, несмотря на накопленный опыт многолетней работы БН-350, несмотря на то, что мы «учли все недостатки» этого демонстрационного по сути реактора, первые годы работы третьего энергоблока Белоярской АЭС гладкими не были. Довольно частые утечки натрия хоть и не приводили к серьезному облучению персонала станции, но доставляли немало проблем. Чтобы понимать их сложность, надо учесть, к примеру, что на японской АЭС «Мондзю» с реактором на быстрых нейтронах,

построенной как ответ на советский проект БН-600 и вступившей в строй в августе 1995 года, к концу года произошла серьезная утечка жидкого натрия, которая привела к пожару и остановке станции на 15 лет.

Но к началу девяностых годов на третьем энергоблоке АЭС практически не было утечек натрия, а на протяжении последних 17 лет на БН-600, как говорят атомщики, «аварийные остановки отсутствовали». И это свидетельствует о том, что только нашим конструкторам удалось на практике воплотить идею реактора на быстрых нейтронах в промышленном, а не в экспериментальном устройстве, при том, что всего в мире было разработано около 30 различных реакторов на быстрых нейтронах.

При этом у БН-600 очень приличные показатели:

«В течение длительного периода эксплуатации коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) энергоблока поддерживается на стабильно высоком уровне — в диапазоне 75-80%. — информирует ОКБМ Африкантов, главный конструктор реактора БН-600, — В процессе эксплуатации энергоблок №3 демонстрирует высокие эксплуатационные показатели и тем самым успешно решает поставленную задачу — обоснование надежности и безопасности быстрых реакторов с натриевым теплоносителем на промышленном уровне. В апреле 2010 г. реактор полностью отработал проектный срок службы 30 лет. Конструкция реакторной установки сохранила достаточную работоспособность, что позволило получить лицензию на продление срока эксплуатации на 10 лет с перспективой дальнейшего увеличения».

Долгое время БН-600 был единственным в мире действующим промышленным реактором на быстрых нейтронах. Но в ноябре 2016 года на Белоярской АЭС был введен в строй еще один быстрый реактор — четвертый энергоблок. И вот что теперь мы имеем в России:

— первый в мире промышленный реактор на быстрых нейтронах БН-600, успешно работающий на протяжении 37 лет;

— БН-800, реактор, созданный в развитие идей БН-600 и действующий на четвертом блоке Белоярской АЭС, начавший выработку электроэнергии 10 декабря 2015 года, а через год введенный в промышленную эксплуатацию.

Здесь очень важна одна деталь: кроме того, что мощность БН-800 выше, что эта установка имеет максимально возможный уровень безопасности и в целом значительно совершеннее БН-600, что удельная металлоемкость реакторной установки на 30% лучше, чем в БН-600, четвертый энергоблок Белоярской АЭС разработан под МОКС-топливо.

И это — интересный поворот темы.

Как мы рассказывали выше, 39-й президент США Джимми Картер, считая технологию быстрых реакторов и возможность создания с их помощью замкнутого топливного цикла бесперспективной, закрыл быстрые проекты в Америке. В этом своем мнении он был не одинок, тридцать и даже десять лет назад у разработчиков реакторов на быстрых нейтронах была масса оппонентов. Есть они и сейчас, потому как технология замкнутого ядерного цикла до сих пор не реализована. Причем, в оппонентах — не зеленые активисты и не ярые сторонники чистой энергии. Зачастую это ученые, в том числе, физики-ядерщики.

К примеру, одним из стойких оппонентов технологии быстрых реакторов в России является специалист по ядерной физике и атомной энергетике, выпускник МФТИ, доктор технических наук И.Н. Острецов, почти тридцать лет проработавший заместителем директора ВНИИ атомного машиностроения по науке.

«Самым удивительным является то, что все реакторы-размножители, построенные у нас в стране, работают только на уране, — написал Игорь Николаевич еще в ноябре 2009 года в одной из своих статей, оценивающих техно-



Реакторный зал БН-600

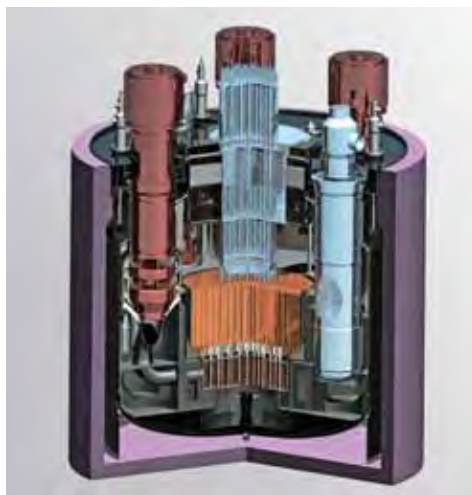
логию быстрых реакторов как тупиковую. – Вся программа бридеров развивается уже около 60 лет. Казалось бы, при том, что демонстрация процесса расширенного производства делящегося вещества является основной в проблеме реакторов-размножителей, надо было бы за это время продемонстрировать хотя бы принципиальную возможность решения этой проблемы. Но, по факту, на выходе – ноль. Только разговоры о самой передовой технологии, которую во всех других странах закрыли».

В сентябре 2016 года в Вене проходила 60-я сессия генеральной конференции МАГАТЭ, на которой был организован круглый стол по теме «Быстрые реакторы как основа будущего решения проблемы ОЯТ». В.А. Першуков, член правления ГК «Росатом», ведущий данную дискуссию, сообщил тогда следующее:

«БН-600 использовался и для подготовки к переходу на уран-плутониевое топливо в быстрых реакторах. Всего в этом энергоблоке было облучено 75 ТВС с МОКС-топливом, а также испытывались сборки с плотным нитридным топливом».

А вот сообщение ТАСС от 23 апреля 2015 года о том, что на Белоярской АЭС приступили к испытаниям экспериментального ядерного топлива: «Мы загрузили принципиально новый образец – нитридно-уран-плутониевое топливо. Обычно в качестве таблеток в сборках используется оксид урана, а здесь нитрид урана и плутония», – сообщил ТАСС инженер отдела ядерной безопасности и надежности БАЭС Андрей Дубовик».

А в год 70-летия атомной отрасли, осенью того же 2015 года, в ЗАТО Железногорск в Красноярском крае, где на заре советского Атомного проекта на берегу Енисея в скальных породах был создан уникальный подземный Горно-химический комбинат (тогда он назывался комбинат №815) для наработки оружейного плутония, запустили первую в мире технологическую линию по выпуску ядерного МОКС-топлива для реакторов на быстрых нейтронах. Нарботка плутония здесь была остановлена еще в 2009 году. С тех пор сюда с российских АЭС вывезено почти 30 тысяч отработавших топливных сборок, которые будут перераба-



БН-1200 пока в эскизах

тываться на инновационном производстве по выпуску МОКС-топлива нового поколения: технология, реализованная на комбинате, позволяет использовать регенерированный уран и плутоний, полученные после переработки отработавшего ядерного топлива на российских атомных электростанциях с реакторами на тепловых нейтронах. И надо отметить, что промышленный комплекс по производству этого топлива – единственный в мире.

Здесь, кстати, уместна еще одна история. Как известно, в 2000 году Россия и США подписали договор об утилизации плутония, СОУП. Договор обязывал стороны утилизировать по 34 тонны оружейного плутония. А наилучший способ это сделать – перевести в МОКС-топливо и выжечь в быстрых реакторах. В мире тогда работал только российский БН-600, но Россия предложила американцам для эффективной работы построить пару реакторов БН-800: один в России, другой в США. Представляете ситуацию для американской исключительности? Россия, проигравшая в холодной войне и, по меркам американских пропагандистов, представляющая собой периферию цивилизованного мира, строит в США атомную станцию по собственной технологии для сжигания американского ору-

жейного плутония?! Это – шок, американская исключительность позволить такого не могла. Потому США предложили просто ... зарывать плутоний, красиво назвав эту идею «иммобилизацией». Так и закончилась история СОУП, из которого Россия вышла, потому как Америка ничего из оговоренного не сделала. Но в рамках реализации данного договора Красноярский ГОК построил завод по производству МОКС-топлива (американцы не справились с этой задачей), а на Белоярской АЭС появился четвертый энергоблок с реактором БН-800. И его главной задачей является именно отработка технологий топливного цикла на базе уран-плутониевого МОКС-топлива.

Кстати, в конце 2016 года от американцев пришло джентльменское извинение: старейший американский журнал по энергетике POWER, одно из авторитетных профессиональных изданий в мире, присудил проекту четвертого энергоблока российской Белоярской АЭС с уникальным реактором на быстрых нейтронах БН-800 премию за 2016 год в номинации «Лучшие станции».

Реактор БН-800 действительно достоин этого. Главный конструктор реакторных установок на быстрых нейтронах Б.А. Васильев отмечает, что по экономичности БН-800 приблизился к наиболее распространенным в российской атомной энергетике реакторам на тепловых нейтронах ВВЭР, «обладая при этом уникальными, характерными для быстрого реактора качествами по эффективному замыканию топливного цикла».

Мы в шаге от создания «вечного двигателя» ядерной эпохи, которую в Росатоме предпочитают называть «новой технологической платформой», которая базируется на быстрых реакторах и замкнутом ядерном топливном цикле. И возможно, когда участники третьей Международной конференции по реакторам на быстрых нейтронах (FR-17) летом 2017 года будут знакомиться под Екатеринбургом с работой БР-800, в России уже будет принято решение о строительстве нового промышленного энергокомплекса на базе БН-1200.

Петр ЧУРУХОВ



БАЭС, четвертый блок

«Уралэнергострой» – строитель атомных энергоблоков на быстрых нейтронах



В мире в настоящее время работают два промышленных энергоблока на быстрых нейтронах: БН-600 и БН-800. Оба сооружены на Белоярской АЭС. БН-600 запущен в промышленную эксплуатацию в 1980 г. и срок его эксплуатации продлен до 2020 г., БН-800 вышел на проектную мощность в 2016 г.

В качестве генподрядчика на строительстве обоих блоков выступал «Уралэнергострой», одного – в статусе треста, другого – как Управляющая инженеринговая компания – УК «Уралэнергострой» (УК «УЭС»).

УК «УЭС» в ходе строительства энергоблока БН-800 были осуществлены кардинальные перемены во всех направлениях деятельности.

Управление строительством и его инженерная подготовка стали осуществляться через дивизиональные структуры. Они обладают оперативно-производственной самостоятельностью и несут полную ответственность за результаты своей деятельности. Эти центры ответственности, оказывая инженеринговые услуги (от инженерной подготовки производства и логистического обеспечения до обучения ИТР, рабочих новым эффективным технологиям) непосредственным исполнителям работ – субподрядным организациям, создавали благоприятные условия для производства строительно-монтажных работ.

Налажено активное взаимодействие с заказчиком, генпроектировщиком, научно-исследовательскими организациями по совершенствованию проектных решений с учетом предложений специалистов УК «УЭС».

Организован монтаж реактора параллельно со строительством здания реакторного отделения после сооружения шахты реактора. Для этого силами специалистов УК «УЭС» был выполнен проект устройства чистой зоны в виде временного тепляка в строящемся реакторном отделении. Дальнейшая сборка реактора осуществлялась в шахте реактора при отсутствии мостовых кранов и постоянного покрытия (свода) над ним, что позволило сократить сроки монтажа реактора на год. Реализация этого инновационного решения была высоко оценена генеральным директором ГК «Росатом» С.В. Кириенко при посещении стройки.



Виктор Суруда, генеральный директор Управляющей компании «Уралэнергострой»

Сформирован парк собственной уникальной грузоподъемной и другой специализированной техники. На сооружении главного и специального корпусов применены башенные стационарные краны Potain с обеспечением впервые в практике отечественного энергостроения их совместной работы в количестве более 10 штук за счет использования антиколлизийных систем предотвращения столкновений. Максимальная нагрузка кранов в период 2008-2014 гг. составляла 22 часа в сутки. Это позволило значительно ускорить темпы монтажа конструкций. Использование крана Demag грузоподъемностью 600 т на монтаже тяжеловесного и крупногабаритного оборудования дало возможность установить в шахте лифта укрупненные элементы реактора массой более 200 т.

В условиях широкого применения монолитного железобетона была создана собственная технологическая цепочка в составе бетонных заводов, парка миксеров, бетононасосов, гидравлических распределительных стрел. Подбор составов и контроль качества смесей осуществлялся аккредитованной испытательной лабораторией Центра качества, созданного впервые в практике отечественного энергостроения.

В содружестве с научно-исследовательскими организациями были разработаны и освоены: самоуплотняющийся (растекающийся) бетон; высокопрочные бетоны с минимальной экзотермией и свойствами, компенсирующими усадку в процессе твердения, что обеспечило трещиностойкость ответственных железобетонных конструкций и позволило повысить качество бетонных поверхностей.

При остром дефиците квалифицированных сварщиков эффективными решениями стали разработка и внедрение механического соединения несущей арматуры методом обжима (патент №2307217 от 06.03.2006 г.) вместо ванно-шовной сварки по проекту. В разы снизилась трудоемкость устройства стыков при одновременном повышении их прочности.

Внедрена единая информационная система управления организацией на базе ERP – системы Microsoft Dynamics AX. В результате оптимизированы все производственные процессы – от формирования программы закупок до закрытия выполнения СМР.

Применение приведенных выше и других инновационных решений позволило резко поднять производительность труда. Фактический пик потребности в рабочей силе при сооружении энергоблока составил 4,1 тыс. человек против 7,3 тыс. человек по проекту.

Еще одним результатом строительства БН-800 стало воспитание нового поколения молодых инженеров, которое способно принять эстафету дальнейшего строительства сложных промышленных объектов, в том числе и атомных.

Сдачу БН-800 в промышленную эксплуатацию генеральный директор Росатома А.Е. Лихачев назвал знаковым событием не только в российской атомной энергетике, но и на мировом рынке атомных технологий.

Влиятельный международный журнал Power сообщил, что блоку БН-800 присуждена победа в номинации «Лучшая станция». В статье под заголовком «Лучшая станция: Блок Белоярской АЭС-4, Свердловская область, Россия» отмечено, что строительство этого блока было начато в 2006 году по инициативе «Уралэнергостроя» и умело велось этой компанией.

Полученный опыт является серьезным конкурентным преимуществом, и он уже реализуется на строительстве Многоцелевого исследовательского реактора на быстрых нейтронах (МБИР) в г. Димитровграде, которое с 2014 г. УК «УЭС» ведет в качестве генподрядчика по договору с Государственным научным центром – Научно-исследовательским институтом атомных реакторов (АО «ГНЦ «НИИАР»).

МБИР явится новой технологической платформой ядерной энергетики, основой которой является переход на замкнутый ядерный цикл с реакторами, работающими на быстрых нейтронах.

Помимо объектов атомной энергетики УК «УЭС» в последние годы выполнен большой объем строительных и реконструкционных работ на «Уралкалии», «Еврохиме», Пермском филиале «Гознака» и ряде других промышленных предприятий. В Пермском крае построены четыре электростанции. В Екатеринбурге построена ТЭЦ «Академическая» в рекордный срок 28 месяцев (при нормативе для такого типа ТЭЦ – 36 месяцев). Специалисты отметили, что ТЭЦ «Академическая» – станция мирового уровня. Электростанция построена «под ключ». Сейчас «Уралэнергострой» готов выполнять полный цикл строительства таких объектов – от проектирования до сдачи, т. е. работать в рамках ЕРС-контрактов. В настоящее время таким образом осуществляется строительство ТЭЦ-1 в Казани.



Юрий Оганесян:

«Научный поиск не зависит от внешних обстоятельств»

Когда-то считалось, что периодическая таблица Менделеева должна закончиться на сотом элементе. Каждое новое открытие буквально переворачивало научный мир. Признанный мировой лидер по заполнению таблицы Менделеева – Лаборатория ядерных исследований Объединённого института ядерных исследований (ОИЯИ) в Дубне. За 60 лет в стенах института было открыто 11 новых сверхтяжелых элементов, четыре из которых получили «отечественные» названия. Именно здесь был открыт 105-й элемент, названный в честь научного городка дубнием, и 114-й, названный флеровием в честь основателя лаборатории Георгия Флерова. А в 2016 году в периодической системе появились новые химические элементы московий и оганесон. Последний получил свое название в честь признанного мирового лидера в области синтеза сверхтяжелых элементов российского ученого Юрия Оганесяна.

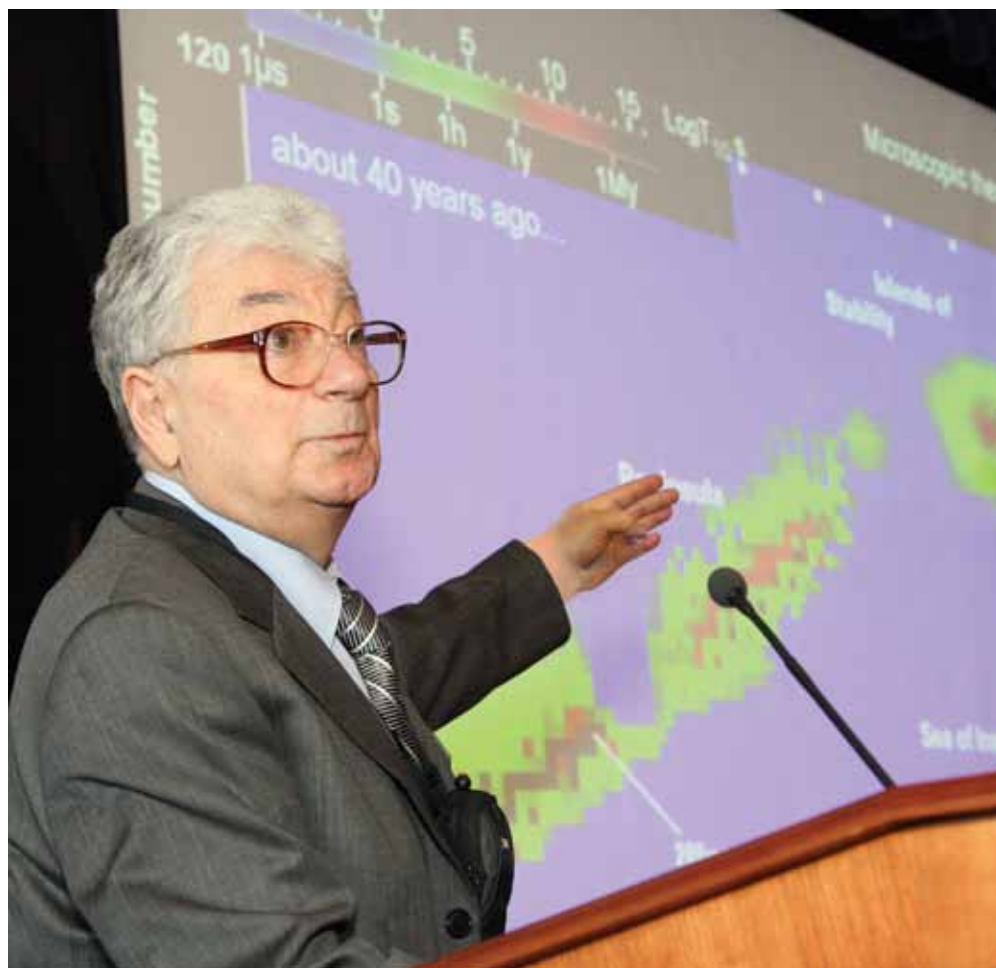
Юрий Цолакович Оганесян – специалист в области экспериментальной ядерной физики, академик РАН, научный руководитель лаборатории ядерных реакций им. Г.Н. Флёрва в Объединённом институте ядерных исследований в Дубне, заведующий кафедрой ядерной физики университета «Дубна». Кроме того, он – профессор Университета города Париж и Конан Университета в японском городе Кобе, иностранный член сербской Академии наук и искусств, Национальной академии наук Армении, почётный доктор Франкфуртского университета им. Гёте (Германия), почётный доктор Университета Мессина (Италия).

Больше 20 лет Юрий Цолакович стоит во главе российско-американской группы ученых, синтезирующих и исследующих сверхтяжелые элементы периодической системы.

Первое заявление об открытии 118-го элемента химической таблицы, сделанное в 1999 году в Беркли, оказалось ошибочным и даже фальсифицированным. Синтез по объявленной американцами методике не был подтверждён в российском, немецком и японском центрах ядерных исследований, а затем и в самих США.

Первое реальное событие распада 118-го элемента наблюдалось в эксперименте, проведённом в ОИЯИ в феврале-июне 2002 года. 17 октября 2006 года российские и американские физики-ядерщики официально сообщили о получении 118-го элемента.

30 декабря 2015 года открытие 118-го элемента и приоритет в этом учёных из ОИЯИ и Ливерморской национальной лаборатории были признаны официально. Еще без малого через год, 30 ноября 2016 года, главный законодатель в химии, Международный союз по теоретической и прикладной химии (IUPAC), официально включил оганесон (а вместе с ним



– московий, теннессин и нихоний) в таблицу Менделеева.

Оганесон (лат. Oganesson, Og) — химический элемент восемнадцатой группы седьмого периода периодической системы химических элементов, атомный номер — 118. Наиболее стабильным (и единственным известным) является нуклид ^{294}Og , чей период полураспада оценивается в одну миллисекунду ($1/1000$ секунды).

Ю.Ц. Оганесян стал первым отечественным ученым, чьим именем при жизни назван химический элемент. Нам очень хотелось встретиться с Юрием Цолаковичем, но к моменту выхода журнала эта встреча так и не состоялась. Академик Оганесян постоянно находился в разъездах и перелетах: проходило множество мероприятий, связанных с «инаугурацией» новых элементов – по традиции они всегда проводятся, когда новому элементу присваивается название. 2 марта торжества в честь московия и оганесона прошли в Москве. Чуть раньше «инаугурация» теннессина, названного в честь штата

Теннесси, состоялась в Америке, а 14 марта в Токио чествовали нихоний, получивший свое название в честь Японии. Во всех этих мероприятиях Ю.Ц. Оганесян, естественно, принимал участие.

Поэтому мы воспользовались разрешением опубликовать выдержки из интервью, данного академиком Оганесяном спецкорренту РИА «Новости» В. Сычеву:

«– Что движет учеными, ищущими новые элементы? И что вам принесло наибольшее удовлетворение – открытие «острова стабильности» сверхтяжелых элементов, впервые получившийся синтез элемента или что-то еще?»

– Из того, что мы знаем о ядерных силах, фундаментальным следствием наших знаний было предсказание возможности существования «острова стабильности» сверхтяжелых элементов.

Один из ключевых научных вопросов – где находится граница нашего мира и в этом плане возможное количество химических элементов.

Если переходить от элемента с порядковым номером 92 – урана – к элементу номер 102, нобелию, период полураспада их ядер стремительно уменьшается – от 4,5 миллиарда лет до считанных секунд. Поэтому физики полагали, что продвижение в сторону еще более тяжелых элементов приведет очень быстро к пределу их существования и фактически обозначит границу существования материального мира.

Но в конце 1960-х годов теоретики выдвинули гипотезу о возможном существовании сверхтяжелых элементов. По их расчетам, время жизни ядер элементов с номерами 110-120 должно было существенно возрасти. Эти «долгожители» создают целую область гипотетических элементов, которую называют «островом стабильности» и которая значительно отодвигает ранее обозначенные пределы существования химических элементов.

Экспериментальная проверка этой гипотезы была серьезным экзаменом на предмет того, правильно ли мы понимаем природу ядерных сил. И теперь мы можем говорить, что этот трудный экзамен выдержан. И это я считаю наиболее важным, фундаментальным результатом нашей работы.

Теперь можно идти дальше и выяснять, а не единственный ли это «остров стабильности», может быть, есть еще «острова», состоящие из еще более тяжелых элементов. Таким образом, наш материальный мир не кончается просто уходом в «море нестабильности», как мы его называем, а имеет продолжение в виде «островов».

– Как вам в Дубне удалось обеспечить этот прорыв? Ведь поначалу синтез сверхтяжелых элементов был под вопросом?

– Это долгий разговор. Не было палочки-выручалочки, с помощью которой можно было одним махом исправить ситуацию. Да, нам в свое время пришлось очень нелегко. Долгое время никому в мире не удавалось синтезировать ни одного сверхтяжелого элемента. Причин могло быть только две: или не смогли, или гипотеза об их существовании несостоятельна.

Поэтому поднимать флаг синтеза сверхтяжелых элементов в тяжелые для страны 90-е годы, после безуспешных попыток решения этой задачи крупнейшими ядерными центрами мира, было, прямо скажем, совсем не ко времени. Но именно в этом особенность научного поиска – он может не зависеть от внешних обстоятельств, будучи в своей сути не материальной, а чисто творческой субстанцией.

В какой-то момент мы поняли, что надо целиком изменить подход к решению задачи и значительно усложнить схему эксперимента. И, почувствовав веру в новый метод, несмо-

тря на все трудности, выбрали этот сложный вариант. В итоге на нашем ускорительном комплексе У-400 в Дубне в течение 15 лет именно этим методом были синтезированы шесть новых элементов – от 113-го до 118-го.

– Если использовать уже официальное название 118-го элемента, то в Дубне был синтезирован его изотоп оганесон-294. Сейчас в Лаборатории ядерных реакций идут работы по синтезу более тяжелого изотопа 118-го – оганесона-296 при том, что в планах – синтез следующего, 119-го элемента. Зачем понадобилось делать своего рода шаг вбок? Или у 118-го элемента есть что-то такое, что требует дополнительных проверок?

– Правильный и интересный вопрос. Я думаю, что 118-м нам придется заниматься еще очень долго, и вот почему.

Возникает вопрос: являются ли вновь синтезированные сверхтяжелые элементы нормальными химическими элементами? Повторяют ли они свойства своих легких гомологов? Вписываются ли они в таблицу Менделеева в предсказанные им клетки? Ответ пока неясен. И поиск ответа на этот вопрос я бы назвал задачей номер один для дальнейшей работы.

По мере того как мы продвигаемся ко все более тяжелым элементам, может (а скорее всего, и будет) меняться их химическое поведение. Произойдет это вследствие того, что по мере увеличения заряда ядра квадратично растет энергия вращающихся вокруг него электронов. Скорость наиболее близких к ядру так называемых К-электронов постепенно приближается к скорости света. И, согласно теории относительности, возникают так называемые релятивистские эффекты, ведущие к изменению электронной структуры атома. Изменяются также энергия связи, квантовые характеристики последнего электрона, который определяет химические свойства данного элемента.

Возьмем самый тяжелый из ныне синтезированных элементов – 118-й. Согласно периодическому закону, он должен быть благородным газом. Но будет ли он таковым? Если окажется, что нет, то это будет означать конец периодичности или предел применимости этого закона. Тогда не исключено, что уже на 118-м элементе мы сможем увидеть его «выход» из своей клетки в таблице Менделеева.

Естественно, что последующие, более тяжелые элементы тем более будут вести себя не так, как предсказывает периодическая система. Поэтому мы остро озабочены этой проблемой. К сожалению, химические исследования известного нам изотопа 118-го элемента представляют большие трудности в силу его короткого времени жизни, составляющей

около одной миллисекунды. Поэтому мы пытаемся получить другие, более долгоживущие изотопы 118-го элемента. Эти эксперименты уже начались.

– Как они идут?

– Наши американские коллеги смогли наработать в ядерном реакторе нужное количество более тяжелых изотопов 98-го элемента – калифорния с массой 250 и 251.

Из смеси изотопов калифорния была впервые в мировой практике изготовлена мишень, которую доставили в Дубну. Мишень уже облучалась длительное время пучком ядер кальция-48.

Не входя в подробности, можно сказать, что по всем параметрам мы достигли запланированного уровня чувствительности эксперимента. По результатам этого полномасштабного облучения, после дополнительной доработки мишени, которая сейчас проводится в Ок-Риджской Национальной лаборатории, она вновь прибудет в Дубну в мае. Всю вторую половину этого года будет продолжено ее облучение пучком кальция-48.

Наряду с этим интерес и усилия теоретиков в настоящее время нацелены на расчеты электронной структуры 118-го элемента. Это уже начало исследований сверхтяжелых атомов.

– Сейчас в ОИЯИ идет строительство нового уникального экспериментального комплекса – «Фабрики сверхтяжелых элементов». Как она поможет в ваших новых поисках?

– Все наши исследования, связанные с синтезом сверхтяжелых элементов, весьма трудоемки. Мы счастливы, когда в результате синтеза получаем один желанный атом в день. Мы чувствуем себя еще бодро, когда получаем один атом в неделю. 118-й элемент получался по одному атому в месяц!

Вместе с тем приобретенные знания о реакциях синтеза сверхтяжелых элементов и свойствах их радиоактивного распада, а также прогресс в смежных науках и новые возможности современной техники позволяют принципиально поднять эффективность нашей работы в сто раз! Эти возможности будут реализованы в «Фабрике сверхтяжелых элементов».

Здание готово в такой степени, что в нем уже идет монтаж нового, более мощного ускорителя ДЦ-280. Мы планируем его пуск на конец нынешнего года. Затем нам понадобится еще год, чтобы все проверить в работе, оттестировать аппаратуру, провести контрольные опыты, и тогда первый полноценный эксперимент мы сможем поставить уже в конце 2018 года...

Боец невидимого фронта

К 100-летию Е.И. Забабахина

Евгений Иванович Забабахин – один из создателей атомной отрасли. На его идеях основаны многие научные и технические направления разработки ядерного оружия. Если при первом ядерном взрыве в СССР был использован ядерный заряд, скопированный с американского, то уже во втором испытании в атомном заряде были использованы идеи Евгения Забабахина.

Четверть века – с 1960-го по 1984 год – Е.И. Забабахин был научным руководителем самого секретного ядерно-оружейного центра нашей страны.

ГЛАВНЫЙ ГАЗОДИНАМИК ОБЪЕКТА

Паренек с московской окраины, родившийся в семье служащих в самый канун политических и социальных катаклизмов 1917 года, после окончания школы-семилетки четырнадцатилетним подростком Евгений Забабахин поступил в Московский техникум пищевой промышленности. Но пищевиком ему стать не довелось: специализация техникума вскоре изменилась, там стали готовить кадры для новой в стране отрасли — шарикоподшипниковой. В 1936 году, после окончания техникума, парня направили на московский завод «Шарикоподшипник», где он два года проработал в автоматном-токарном цехе: сначала мастером, затем старшим мастером по наладке токарных автоматов и технологом.

В 1938 году он поступил на физический факультет Московского государственного университета. К началу войны успел окончить всего три курса. Летом 1941 года Е. Забабахина назначили командиром комсомольского взвода, участвовавшего в строительстве укреплений под Смоленском. В сентябре того же года призвали в армию, но на фронт он не попал: талантливого студента направили на учебу в Свердловск, в Военно-воздушную инженерную академию имени Н.Е. Жуковского.

В 1944 г. Е.И. Забабахин окончил с отличием факультет авиавооружения и был оставлен в адъюнктуре академии. Работал преподавателем на кафедре баллистики. Одновременно работал над кандидатской диссертацией «Исследование процессов в сходящейся детонационной волне». С точки зрения секретности работа вызывала в режимных службах большую озабоченность. Сотрудники режимного отдела поинтересовались у молодого диссертанта, где он хранит свои рукописи. «Дома, в ящике комода», — простодушно ответил тот. Вскоре все черновики были уничтожены, а сама диссертация направлена на рецензирование в Институт химической физики, где уже велись некоторые работы по атомному проекту. Диссертация очень заинтересовала Якова Борисовича Зельдовича.

В 1947 году тридцатилетний инженер-капитан ВВС Е.И. Забабахин был привлечен к работам Института химической физики АН СССР. С этого момента все, что писал и делал



Е.И. Забабахин, всегда носило гриф «Совершенно секретно».

С весны 1948 года в составе группы Я.Б. Зельдовича Забабахина перевели в закрытое КБ-11 (ныне РФЯЦ – ВНИИЭФ, г. Саров). Так началась атомная биография капитана-инженера Е.И. Забабахина.

У научного кормила КБ-11 бессменную вахту нес академик Ю.Б. Харитон, ближайший сподвижник И.И. Курчатова. Там же, в Арзамасе-16, трудилась целая плеяда в будущем выдающихся ученых и конструкторов: Сахаров, Зернов, Негин, Музруков, Трутнев и многие другие. Е.И. Забабахин по праву встал в один ряд с ведущими разработчиками атомного оружия.

Уже в начале 1949 года в отчете Забабахина, Альтшулера, Зельдовича и Крупникова был изложен вариант атомной бомбы, совместивший принципы сближения и сжатия. При вдвое меньшем весе новая схема обеспечивала вдвое большую мощность. Существенно уменьшен был и диаметр новой бомбы.

За скромным, почти застенчивым поведением Евгения Ивановича в быту и научных дискуссиях скрывались и талант, и твердая воля, и целеустремленность. Очень скоро он стал «главным газодинамиком объекта», после успешного испытания которого в 1949 году вместе с другими разработчиками был награжден орденом Ленина и удостоен звания лауреата Сталинской премии II степени. Теоретические исследования Е.И. Забабахина легли в основу разработки полностью оригинального отечественного заряда, испытанного в 1951 году. За эти работы он был

повторно удостоен звания лауреата Сталинской премии I степени и награжден орденом Трудового Красного Знамени. За улучшение физической схемы ядерных зарядов, которая была успешно проверена в испытаниях, удостоен звания Героя Социалистического Труда, лауреата Сталинской премии I степени и награжден золотой медалью «Серп и Молот» и орденом Ленина. В этом же 1953 году ему была предоставлена возможность защитить докторскую диссертацию.

Евгений Иванович Забабахин стал доктором наук в один день с Андреем Дмитриевичем Сахаровым. Диссертаций в классическом виде они не готовили, а защищались «по докладу». Инициировал это лично Курчатов, причем, в период подготовки к испытанию термоядерной конструкции. Евгений Иванович защищался первым, и тема его доклада вошла в открытую печать как «слойка Забабахина». Впоследствии он не раз шутил, что «над кандидатской диссертацией активно работал, докторскую степень получил без всяких усилий, а против избрания в члены-корреспонденты Академии наук даже возражал».

Позже Е.И. Забабахин читал курс лекций, которые посещали не только теоретики, но и экспериментаторы. Конспекты лекций были систематизированы в виде пособия, которое долгие годы служило научным введением в газодинамику сжимаемых сред для многих поколений исследователей.

НЕПРОТОРЕННЫМИ ДОРОГАМИ

В середине 50-х было решено создать на Урале дублирующий институт-разработчик ядерного оружия. Как и Ливерморская национальная лаборатория, созданная в США в 1952 году, через десять лет после Лос-Аломосской, где была создана первая атомная бомба, уральский ядерный центр в СССР был призван обеспечить взаимную экспертизу предлагаемых и завершенных разработок. Научная молодежь, воспитанная академиком Харитоном, была направлена из Арзамаса-16 на Урал.

Как и многие, Е.И. Забабахин прибыл на Урал в первом эшелоне, в 1955 году. К этому времени он был уже известным ученым, чьи идеи и расчеты легли в основу первой оригинальной советской атомной бомбы. Поэтому во вновь создаваемый НИИ-1011 он приехал в качестве заместителя научного руководителя К.И. Щелкина и начальника теоретического отделения.

Уже в первые годы становления нового НИИ коллектив доказал свою состоятельность. Физики-теоретики, математики и конструкторы, «добровольно-принудительно» перемещенные в уральское предгорье, зря время не тратили.

Первоочередной задачей НИИ-1011 стала разработка специальной авиабомбы, мощность заряда которой должна была превосходить мощность любого термоядерного

заряда, ранее испытанного в СССР и США. В соответствии с этим первым ядерным боеприпасом, разработанным в новом институте, стала супербомба диаметром два метра, длиной – восемь, весом – около 25 тонн и расчетной мощностью 30 мегатонн. Ее практическое испытание было отменено из-за неготовности полигона на Новой Земле к проведению взрывов такой мощности. Но корпус этой гигантской бомбы и специально созданная для нее уникальная парашютная система в дальнейшем были использованы при испытании самых мощных термоядерных зарядов.

Уже в 1957-1958 годах было испытано четырнадцать ядерных изделий, разработанных специалистами НИИ-1011. Тогда же, в 1957-м, на вооружение был принят термоядерный заряд в составе авиабомбы, ставший первым термоядерным боеприпасом в советском ядерном арсенале.

Всего к 1960 году в Снежинском ядерном центре было разработано и передано на вооружение несколько поколений специальных авиабомб, в том числе: первая водородная бомба для стратегической авиации, ядерная бомба для применения со сверхзвуковых самолетов, малогабаритная противолодочная, ударостойкая для ВВС, специальная бомба для самолетов фронтовой авиации с регулируемым энерговыделением.

За успешно выполненные работы заместитель научного руководителя Евгений Забабахин с группой ведущих сотрудников института были удостоены Ленинской премии. В 1958 году Евгений Иванович избран членом-корреспондентом Академии наук СССР.

В октябре 1960 года уральцы сдали на вооружение ядерную боеголовку для баллистической ракеты Р-13, которая устанавливалась на дизельные подлодки. А в ноябре того же года в руководстве и структуре НИИ-1011 случились перемены. Научный руководитель и главный конструктор института Кирилл Иванович Щелкин оставил обе позиции по состоянию здоровья. В сложившейся ситуации решили образовать два конструкторских бюро: по разработке ядерных зарядов и по разработке ядерных боеприпасов. Были введены должности научного руководителя института и двух главных конструкторов по выделенным направлениям. Научным руководителем института назначили сорокатрехлетнего Е.И. Забабахина. Он занимал этот пост в течение 25 лет вплоть до своей кончины.

Институт шел непроторенными дорогами, создавая оригинальные и рискованные конструкции. Евгений Иванович не боялся риска, говорил, что самое лучшее положение у труса и перестраховщика, потому что при любом исходе они правы. Широко известно его выражение: «Лучший способ уйти от решения — это спросить начальство, можно ли так поступить. В 90 случаях из 100 вы получите отрицательный ответ. Поэтому, если вы действительно хотите решить, принимайте решение сами и докладывайте начальству, что приняли решение. Сомневаюсь, чтобы оно было отменено начальством».

Главным результатом его многолетней деятельности в качестве научного руководителя явилось то, что большая часть ядерных боеприпасов, переданных на вооружение Советской Армии, была разработана уральским ядерно-оружейным центром.

Под руководством Е.И. Забабахина были созданы боевые блоки среднего класса мощности для ракетного подвижного комплекса «Скальпель» и заряды сверхбольшой мощности

для ракеты SS-18 «Сатана». За сравнительно короткий срок уральцы смогли создать ядерную боевую часть первой морской ракеты с подводным стартом, боевой блок для первой разделяющейся головной части баллистической ракеты морского базирования, первый боевой блок разделяющейся головной части с индивидуальным наведением на точки прицеливания (РГЧ ИН), а также принципиально новый класс боевого оснащения: ядерные боеприпасы для артиллерийско-минометных систем, что обеспечило Советскому Союзу паритет с США и в этом виде вооружений.

Глубокое понимание тенденций развития ядерного оружия позволяло Евгению Ивановичу своевременно концентрировать усилия центра на разработку малогабаритных стратегических ядерных зарядов, специализированных ядерных боеприпасов для различных систем вооружений.

Кстати, став научным руководителем всего НИИ, Евгений Иванович Забабахин решительно отказывался входить в составы авторских коллективов, представляемых на Ленинские или Государственные премии. Кроме того, и научный руководитель, и директор института Г. П. Ломинский отказались получать денежные выплаты за присвоенные им генеральские звания, считая вполне достаточной для себя зарплату за руководство институтом.

МИРНЫЙ АТОМ

И все же не в оружии видел перспективу развития института новый директор. Генерал-лейтенант Е.И. Забабахин был одним из самых активных сторонников создания зарядов для мирного использования. Он хотел подарить миру конструкцию, которая вообще не имела бы осколочной радиоактивности. Под его руководством институт стал лидером в разработке и использовании устройств для мирных ядерных взрывов.

Уже в 1960-е в качестве конверсионного направления работ ядерно-оружейного центра Евгений Иванович определил создание специализированных зарядов для мирного использования как для возможных взрывов на выброс, так и для заглубленных, камуфлетных взрывов. Он скрупулезно следил за оптимизацией их параметров. Уникально высокие специализированные характеристики этих разработок не имеют мировых аналогов. Под его руководством осуществлялась большая программа использования возможностей ядерных взрывов для фундаментальных исследований. В результате были получены данные по свойствам веществ и процессов при экстремальных условиях, недоступных для лабораторных экспериментов. Достижения этих лет были отмечены тремя орденами Ленина, орденом Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени.

В период проведения подземных ядерных испытаний специалистами уральского центра был создан целый ряд «изделий» с рекордными характеристиками, в том числе: самый легкий в своем классе мощности боевой блок для стратегических ядерных сил; самое прочное и термостойкое ядерное взрывное устройство для промышленных применений (выдерживает внешнее давление до 750 атмосфер, нагрев – до 120 градусов); самый ударостойкий ядерный заряд, выдерживающий перегрузки более 1000 g; самый экономичный по расходу делящихся материалов ядерный заряд; самое чистое ядерное взрывное устройство для мирных применений, в котором 99,85 процентов энергии получается за счет синтеза легких элементов; самый маломощный заряд-облучатель.

В 1968 году Е.И. Забабахина избрали действительным членом АН СССР. В течение всей своей научной деятельности, несмотря на большую занятость в оборонных и промышленных программах, Евгений Иванович оставался верным своим научным увлечениям в области кумулятивных явлений. Им был открыт новый тип кумулятивных газодинамических течений, приводящий к наиболее высоким показателям степени кумуляции. За цикл работ по явлениям неограниченной кумуляции президиум Академии наук СССР в 1984 году наградил его одной из своих самых высоких наград – Золотой медалью имени М.В. Келдыша. В день, который оказался последним для ученого, он заканчивал подготовку к печати монографии о явлениях кумуляции.

Будучи сам крупным ученым, Евгений Иванович умел ценить чужие идеи, помогать их воплощению. Важным результатом его деятельности стало создание на Урале научной школы по физике высоких плотностей энергии.

По признанию тех, кто долгое время работал с ним рядом, Евгений Иванович Забабахин был первым не по должности, а по делам. Не гонялся за славой, не переносил пафоса, очень не любил – даже по делу – надевать генеральский мундир со всеми орденами.

У него были глубокие собственные научные разработки, которые определяли многие направления деятельности института, научная эрудиция и объективность, достаточная для того, чтобы оценивать предложения других, поддерживать их и развивать в виде новых направлений. По свидетельству коллег, у него был также редкостный педагогический дар, который он использовал не только для обучения молодых специалистов, но и для воспитания всех окружающих его сотрудников, начальников секторов, своих заместителей.

Е.И. Забабахин вел себя одинаково со всеми людьми. Он оставался самим собой в общении и с молодыми специалистами, и с высоким руководством. Даже, пожалуй, по отношению к молодому специалисту был более предупредителен: боялся ранить самолюбие.

Он был очень разносторонне одаренным человеком: занимался многими видами спорта, неплохо рисовал, увлекался охотой, резьбой по дереву, путешествовал на автомобиле по Уралу. В доме Забабахиных всегда были гостеприимно распахнуты двери для многочисленных гостей.

Жизнь Евгения Ивановича оборвалась внезапно. Умер академик Забабахин 27 декабря 1984 года в Снежинске. Его неожиданный уход стал огромной потерей для всех, кто жил и работал рядом с этим большим ученым и удивительным человеком.

Но память о нем по-прежнему жива. Его имя присвоено Российскому федеральному ядерному центру – ВНИИ технической физики, который под руководством Е.И. Забабахина стал ведущим оружейным центром страны. В его честь традиционная международная конференция по физике высоких плотностей энергии, впервые проведенная в 1987 году как мемориальная, носит название «Забабахинские научные чтения». В 1998 году в РФЯЦ – ВНИИТФ была учреждена премия за лучшую работу имени академика Е.И. Забабахина для молодых ученых. Его имя носит и одна из улиц города Снежинска.

В этом году 16 января в Москве и Снежинске прошли торжественные мероприятия в честь столетнего юбилея со дня рождения выдающегося физика XX века, академика Евгения Забабахина, внесшего огромный вклад в создание отечественного ядерного оружия.

Научный тандем в миллиметровом диапазоне

Главный научный сотрудник НИИИС, известный специалист в области радиотехнических систем локации СВЧ-диапазона Юрий Иванович Орехов любит повторять: «НИИИС – это не место работы, а образ жизни». Этому образу жизни он верен без малого полвека. Юрий Иванович стоял у истоков развития направления миллиметрового диапазона в институте. Любопытный факт: Ю.И. Орехов, выбравший для себя научную стезю, родился именно в День науки, 8 февраля. Династию Ореховых в НИИИС продолжают его дочери. Старшая Анна трудится инженером-исследователем. Младшая Екатерина – старший научный сотрудник, кандидат технических наук, развивает направление, начатое отцом.

«ПРОСТО ЗАБОЛЕЛ РАДИОВОЛНАМИ»

В 1968 году выпускник радиофизического факультета Горьковского государственного университета им. Н.И. Лобачевского Юрий Орехов был принят на работу инженером в лабораторию №1 ГКТБП (ныне – НИИИС). Молодому специалисту повезло: его первыми наставниками были мэтры СВЧ-техники Алексей Николаевич Бояркин и Альберт Сергеевич Трусов. В то время в лаборатории проводился цикл работ по исследованию радиопрозрачных материалов.

– В первый же год работы меня направили в Московский энергетический институт (МЭИ) на Всесоюзное совещание по теории и применению диэлектрических волноводов в технике СВЧ. Общение с ведущими учеными новой для института тематики произвело на меня неизгладимое впечатление. По сути, это определило мою дальнейшую творческую судьбу. Я просто «заболел» интересным и перспективным направлением – радиоволнами миллиметрового диапазона, – вспоминает Юрий Иванович.

Молодой специалист активно включился в работу. В институте были созданы стенды миллиметрового диапазона на основе диэлектрических волноводов (ДВ) для исследования радиопрозрачных материалов. Использование ДВ было оправдано в связи с исключительной простотой создания на них функциональных узлов и измерительных стендов при обеспечении высоких электрических характеристик. Так началось практическое освоение мм-диапазона в институте. В 1973 году Юрий Иванович получил первое авторское свидетельство СССР на изобретение стенда на ДВ для неразрушающего контроля обтекателей антенн, выполненного в мм-диапазоне. В этом же году он стал первым в истории НИИИС победителем конкур-



Ю.И. Орехов, лауреат премии Правительства РФ

са «Лучший молодой специалист». Это был успешный старт к покорению новых научных высот.

Научные статьи, серия авторских свидетельств на поляризационные устройства, позволившие существенно продвинуться в исследовании радиопрозрачных материалов на стендах ЖРД, завершили успешной защитой кандидатской диссертации в 1975 году.

В начале 70-х по инициативе и при непосредственном руководстве главного конструктора Николая Захаровича Тремасова и заместителя главного конструктора Станислава Владимировича Катина в НИИИС начался цикл работ по исследованию возможности создания бортовых приборов мм-диапазона. Научно-технический задел коллектива энтузиастов доказал перспективность его применения в разработках НИИИС. В 1988 году директором Ю.Е. Седаковым было принято решение начать в институте комплексное освоение этого диапазона. Для реализации поставленных задач было проведено техническое перевооружение технологической базы, опытного производства, оснащение лабораторий измерительной техникой этого диапазона. Создан отдел мм-техники, возглавить который было поручено Ю.И. Орехову. Ряд специалистов сформированного в то время отдела по-прежнему трудятся в НИИИС, занимая лидирующие позиции в научных и технических разработках института: заместитель главного конструктора, д.т.н.,

лауреат премии Правительства РФ А.В. Кашин, начальник НИО, д.т.н., профессор В.А. Козлов, ведущий научный сотрудник, к.т.н. В.Н. Бородин. В отделе была разработана серия малогабаритных рефлектометров МБМА. Функциональные возможности рефлектометров МБМА послужили началом работы по созданию интерферометра МБИМ для исследования газодинамических процессов при отработке взрывчатых составов.

Под руководством Ю.И. Орехова развита теория и техника диэлектрических интегральных схем мм-диапазона, позволившая создавать малогабаритные бортовые приборы. За эту разработку коллектив молодых специалистов, руководил которым Орехов, был удостоен премии Ленинского комсомола.

Развитие тематики нашло воплощение и в конверсии. В отделе Орехова был разработан медицинский аппарат КВЧ терапии «БАЮР-01», который применялся на практике в целом ряде медучреждений. Уникальными можно назвать приборы, созданные для ПАО «Газпром» – многофазные радиолокационные расходомеры, не имеющие аналогов в мировой практике. Расходомерами оснащены Астраханское, Мыльджинское и Северо-Васюганское месторождения.

Коллектив отдела и лично Ю.И. Орехов как субменеджер проекта Международного научно-технического центра под руководством профессора А.Г. Кислякова (ННГУ им. Н.И. Лобачевского) в сотрудничестве с ИПФ РАН



Екатерина Гайнулина

создали миллиметровый радиометрический комплекс для мониторинга озонового слоя в атмосфере. В настоящее время комплекс успешно работает в обсерватории Института физики Национальной академии Кыргызстана на берегу озера Иссык-Куль.

В начале 2000-х годов мм-диапазон стал еще более востребованным. В НИИИС были разработаны уникальные радиоинтерферометрические комплексы, которые позволяют получать принципиально новую информацию о взрывных процессах при газодинамических исследованиях. Один из них – Микроволновый одноканальный радиоинтерферометр с волноведущим зондирующим трактом (патент РФ № 2569581), в 2016 году признан победителем X конкурса объектов интеллектуальной собственности на соискание премии Нижегородской области им. И.П. Кулибина. В составе авторского коллектива – Ю.И. Орехов.

В научной копилке ученого – череда научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и приборов, внесших достойный вклад в деятельность НИИИС, 24 авторских свидетельства, 9 патентов РФ, 105 опубликованных работ, защита докторской диссертации в октябре 2007 года. В 2015 году Юрию Ивановичу в составе авторского коллектива присуждена Премия Правительства РФ в области науки и техники – за разработку научных основ, создание аппаратных комплексов, алгоритмов и программных средств и практическое применение методов микроволновой диагностики быстропотекающих процессов.

Ученый находится в постоянном творческом поиске, но еще одной важной задачей он считает сохранение преемственности

научно-технической школы НИИИС. В этом плане ему есть чем гордиться – начатое им дело продолжает его младшая дочь Екатерина Гайнулина.

«ВОПРОС ВЫБОРА НАПРАВЛЕНИЯ ДАЖЕ НЕ СТОЯЛ»

– Радиофизик я потомственный! – делится Екатерина – Своего отца считаю наставником и вдохновителем. В НИИИС пришла по его стопам, с детства впитав любовь к физике и математике. А вопрос выбора направления деятельности даже не стоял – конечно, продолжать и развивать начатое отцом освоение мм-диапазона! Сфера моей деятельности сейчас – исследование и разработка методов формирования волновых пучков Гаусса-Эрмита для зондирования объектов диагностики в условиях дифракции Френеля и создание на этой основе излучателей волновых пучков для КВЧ радиоинтерферометрических систем. Это является принципиально важной задачей для многоканальной диагностики, обеспечивая эффективное зондирование и получение информации о характеристиках движения и динамике изменения формы объектов.

Развитый Екатериной метод синтеза волновых пучков Гаусса-Эрмита в многомодовом режиме диэлектрических излучателей

позволяет решать задачи их оптимизации для прикладных задач ближней радиолокации. Научная новизна предложенных методов и оригинальность реализованных преобразователей-излучателей подтверждена научными публикациями, докладами на международных конференциях и пятью патентами РФ на изобретения. Разработанные Е. Гайнулиной варианты излучателей вошли в состав одноканального и многоканального радиоинтерферометров НИИИС. Результаты научной и прикладной работы легли в основу кандидатской диссертации, которую она успешно защитила в 2015 году. А в планах молодого ученого – дальнейшее развитие многомодового синтеза волновых пучков и разработка на этой основе излучателей для разнообразных диагностических систем и условий проведения газодинамических исследований.

В конце 2016 года научный тандем Ореховых во второй раз (впервые – в 2012 году) был удостоен персональной премии Госкорпорации «Росатом» молодым ученым атомной отрасли: Екатерина как молодой специалист, Юрий Иванович – как научный руководитель. Это высокая оценка результатов совместных исследований и подтверждение их значимости.

Ирина ГРОШЕВА



Многоканальные радиоинтерферометры:
три измерительных канала и девять измерительных каналов

О роли базовой кафедры «Системы управления жизненным циклом сложных инженерных объектов» в системе управления знаниями АО «НИАЭП»

Н.Я. Леонтьев, начальник отдела научно-технического развития АО «НИАЭП»

Д.В. Седельников, главный специалист отдела научно-технического развития АО «НИАЭП»

В.П. Чалов, ведущий специалист отдела научно-технического развития АО «НИАЭП»

Согласно нормативным и распорядительным документам Госкорпорации «Росатом», в число отраслевых функций АО «НИАЭП» как управляющей компании инжинирингового дивизиона входят и такие функции как «Обучение персонала», «Формирование инфраструктуры для реализации инноваций (внедрение СУЗ, работа с ВУЗами, работа с институтами развития, развитие научно-технических кадров и др.)», «Участие в формировании отраслевых научно-технических сообществ».

Данные функции реализуются с участием базовой кафедры «Системы управления жизненным циклом сложных инженерных объектов» Нижегородского государственного технического университета им.Р.Е.Алексеева (НГТУ) в АО «НИАЭП».

Соглашение о сотрудничестве и о создании базовой кафедры между НИАЭП и НГТУ было подписано 14 июня 2012 года в Нижнем Новгороде на II Международном научно-практическом форуме «Управление жизненным циклом сложных инженерных объектов. Развитие конкурентоспособных технологий сооружения». Как отметил ректор НГТУ С.М. Дмитриев: «Для университета открытие базовой кафедры означает эффективное взаимодействие с одним из основных и передовых предприятий атомной отрасли. Интеграция компании и вуза позволяет сократить время адаптации молодых специалистов до минимума и обеспечивает быстрое вхождение в рабочий процесс».

Возглавляет работу базовой кафедры президент АО «НИАЭП», д.э.н. В.И. Лимаренко. Взаимодействие между АО «НИАЭП» и базовой кафедрой обеспечивает отдел научно-технического развития АО «НИАЭП».

Со времени своего создания базовая кафедра является одним из важнейших элементов системы управления знаниями (далее – СУЗ) АО «НИАЭП». С точки зрения системной организации концепции СУЗ Госкорпорации «Росатом», базовая кафедра реализует ряд функций по направлению «Управление научно-техническими сообществами». Целью направления является увеличение инновационной активности сотрудников Госкорпорации и её организаций за счёт:

- управления развитием научно-технических компетенций;
- организации профессиональных, научных сообществ и инфраструктуры для их взаимодействия;



Подписано Соглашение о сотрудничестве и о создании базовой кафедры между АО «НИАЭП» и НГТУ им. Р.Е. Алексеева

- формализации неявных знаний;
- выявления и сохранения критических знаний в организациях Госкорпорации «Росатом».

На практике данный функционал реализуется базовой кафедрой в работе по следующим направлениям.

АДАПТАЦИЯ И ОБУЧЕНИЕ МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ АО «НИАЭП»

Кафедра охватывает учебным процессом студентов двух нижегородских вузов – НГТУ и Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета (ННГАСУ), которые во время учебы проходят стажировку в АО «НИАЭП», а также молодых специалистов компании. За первые три года работы базовой кафедры выпускниками базовой кафедры стали 60 старшекурсников – лауреатов «атомной» стипендии им. Э.Н. Поздышева, а также обучающиеся по целевому направлению от АО «НИАЭП», и 30 молодых сотрудников, принятых на работу в АО «НИАЭП» после окончания вузов. В 2015-2016 учебном году прошли обучение еще 30 слушателей базовой кафедры.

Преподавателями кафедры являются 32 ведущих специалиста компании и профессорско-преподавательского состава вузов.

Учебный план включает 15 основных направлений общим объемом 620 учебных часов. Занимаясь на базовой кафедре, слушатели знакомятся со стратегией развития инжиниринговой компании, изучают основы управления проектами, электронный документооборот и единый отраслевой каталог оборудования, управление закупками, поставками и стоимостью, Multi-D технологию, полевой инжиниринг

на стройплощадке, единое информационное пространство, другие актуальные темы. В учебном плане предусмотрены как лекционные, так и практические занятия на рабочих местах в структурных подразделениях компании.

В соответствии с техническим заданием АО «НИАЭП» НГТУ для обучения слушателей базовой кафедры был разработан учебно-методический комплекс по программе «Системы управления жизненным циклом сложных инженерных объектов».

ОРГАНИЗАЦИЯ ЛЕТНЕЙ ПРАКТИКИ РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ СТУДЕНТОВ

Ежегодно слушатели базовой кафедры с целью закрепления теоретического материала и овладения практическими навыками проходят производственную практику на площадках сооружения АЭС.



Студенты базовой кафедры на летней практике на Ростовской АЭС

В 2013 году в рамках учебного плана прошла практика студентов-слушателей базовой кафедры совместно с группой студентов чешских технических вузов на строительной площадке энергоблоков №№3, 4 Ростовской АЭС в Волгодонске.

Слушатели базовой кафедры стажировались в подрядных организациях АО «НИАЭП» (ООО «Строительная Индустрия», ООО «Трест РосСЭМ», «СМУ-1» и др.), где на практике применяют полученные знания. Логическим завершением обучения становится защита работ по совершенствованию производственных процессов с точки зрения повышения безопасности, качества, производительности, снижения всех видов потерь.

Как отметил А.Б. Хазин (в 2014 г. – директор Волгодонского филиала АО «НИАЭП»), прохождение производственной практики на стройплощадке объектов атомной энергетики – хороший опыт для будущих атомщиков: «Все предложения по оптимизации строительных процессов будут нами рассмотрены самым тщательным образом и при необходимости внедрены».

В 2014-2015 годах году выездная летняя практика проходила на строящемся энергоблоке №4 Ростовской АЭС.

ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММАМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

1. Обучение по внутренней программе АО «НИАЭП»

В АО «НИАЭП» в целях снижения сроков и стоимости сооружения энергоблоков АЭС внедряется система управления проектами. Немаловажное значение при этом уделяется обучению руководителей и специалистов компании по данному направлению.

В соответствии с утвержденным планом работы и в соответствии с распоряжениями президента компании В.И. Лимаренко «Об организации обучения работе в системе информационной поддержки руководителя проекта», с 2013 года с участием базовой кафедры началось обучение руководителей и ведущих специалистов компании АО «НИАЭП». Данный курс имеет целью повышение эффективности управления проектами с использованием системы информационной поддержки руководителя проекта (Портал руководителя проекта) на площадках сооружения АЭС. По темам курса разработан и апробирован контрольно-учебный материал – система тестирования, которую проходят все слушатели.

2. Обучение и сертификация по программе IPMA/COVNET

Одним из этапов развития проектного управления в компании стало внедрение в практику международных стандартов. На международном форуме «Атомэкспо-2014» был подписан «Меморандум о стратегическом партнерстве по вопросам сотрудничества в области развития системы управления проектами, программами и портфелями проектов» с Национальной ассоциацией управления проектами «COVNET», являющейся представителем Международной ассоциации управления проектами (IPMA) в России.

В марте 2015 года при участии базовой кафедры началась подготовка и сертификация работников компании по программе в соответствии с требованиями, предъявляемыми к компетентности специалистов по управлению проектами, установленными IPMA/COVNET. По результатам успешного прохождения сертификации специалистам выдаются между-



Председатель правления Национальной Ассоциации управления проектами «COVNET» А.С. Товб проводит занятие для сотрудников АО «НИАЭП» на Ростовской АЭС

народные сертификаты соответствия профессиональной компетентности по управлению проектами.

В 2015 году началось обучение по курсу «Управление проектами по стандартам IPMA/COVNET. Подготовка к сертификации». За год подготовку к сертификации прошел 101 специалист компании.

В 2016 году проведено обучение 195 специалистов.

Отдел научно-технического развития АО «НИАЭП» в сотрудничестве с базовой кафедрой работают над адаптацией существующего курса обучения слушателей кафедры к требованиям международного стандарта IPMA с тем, чтобы в дальнейшем слушатели могли проходить подготовку на базовой кафедре и успешно сдавать экзамены на получение сертификата специалиста по управлению проектами.

СОТРУДНИЧЕСТВО ПО ПОДГОТОВКЕ НАУЧНЫХ КАДРОВ И НАУЧНОЙ РАБОТЕ

В рамках работы кафедры осуществляется не только целевая подготовка студентов для работы в АО «НИАЭП», повышение квалификации персонала компании, но и подготовка научных кадров, постановка научной работы. В частности, с 2013 года ряды аспирантуры и докторантуры НГТУ дополнили семь специалистов из числа руководителей компании.

СОТРУДНИЧЕСТВО ПО ПОВЫШЕНИЮ КВАЛИФИКАЦИИ И ПЕРЕПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ АО «НИАЭП»

В соответствии с утвержденным планом научно-образовательной деятельности АО «НИАЭП» прошли занятия по программам НГТУ им. Р.Е. Алексеева «Управление высокотехнологичным предприятием» и «Организация системы обучения персонала», рассчитанным на 72-часовой курс с целью повышения компетенций, 30 руководителей структурных подразделений компании. Вел обучение автор программ В.М. Матиашвили – профессор, академик РАЕН, заведующий кафедрой «Менеджмент», руководитель программы MBA (Мастер делового администрирования) НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

В связи с активным продвижением АО «НИАЭП» и компаний дивизиона на международный рынок, большое внимание уделяется изучению иностранных, прежде всего, английского, языков. В 2015-2016 учебном году обучение английскому языку в Нижнем Новгороде прошли 150 руководителей и специалистов компании.

Таким образом, базовая кафедра НГТУ «Системы управления жизненным циклом сложных инженерных объектов» в АО «НИАЭП» занимает важное место в системе управления знаниями компании и принимает активное участие в повышении конкурентоспособности инжинирингового дивизиона Госкорпорации «Росатом» на международных рынках.



Результаты обучения и сертификации специалистов АО «НИАЭП» по программам IPMA/COVNET

Реальные студенты в виртуальном пространстве

В январе 2017 года состоялось открытие Учебного центра Нижегородского государственного технического университета (НГТУ им. Р.Е. Алексеева) в НИИИС им. Ю.Е. Седакова. Проект создания данного центра, подготовленный совместно НИИИС и НГТУ, стал одним из победителей конкурса «Новые кадры ОПК» и получил финансовую поддержку Министерства образования и науки России. Основная задача новой площадки – целевая подготовка квалифицированных кадров. Сейчас, когда конкуренция в сфере информационных технологий особенно высока, такой учебный центр дает возможность готовить специалистов, не нуждающихся в последующей переподготовке и адаптации на предприятии.

Обучение будет проводиться по нескольким направлениям: инженерные расчеты, автоматизация тестирования и управления, специальные проверки и исследования технических средств, создание автоматизированных систем в защищенном исполнении. Новейшее оборудование позволит выполнять проектирование и моделирование электронных схем, стендов по тестированию электронных блоков. Студенты изучат инженерный анализ, теоретические основы электротехники, аналоговую и цифровую электронику, приборы и способы измерения физических величин, освоят системы автоматического управления и виртуальное моделирование испытаний.

На базе центра создан полигон, состоящий из стойки с серверным оборудованием и пятью рабочими станциями, развернута операционная система специального назначения Astra Linux Special Edition с возможностью централизованного управления политиками безопасности сети. Полигон позволит детально изучить возможности одного из лидеров рынка отечественных СЗИ (средств защиты информации), приобрести практические навыки настройки средств защиты, администрирования сети, централизованного управления механизмами защиты, познакомиться с наиболее часто встречающимися проблемами, получить опыт сопровождения защищенных систем.

Все новое оборудование будет задействовано не только в учебных, но и в научных целях. Учебный центр стал важным инструментом в подготовке высококвалифицированных кадров для НИИИС.

Ирина ВИНТЕРЛЕ



Инструменты управления конфигурацией при проектировании и сооружении сложных инженерных объектов (опыт Объединенной компании НИАЭП – АСЭ)

В.В. Аленьков, директор по системной инженерии и информационным технологиям
С.В. Ергопуло, заместитель директора по системной инженерии и информационным технологиям в области САПР
И.М. Власова, начальник управления конфигурации информационных моделей

Вот уже несколько веков человечество создает многокомпонентные изделия, усложняющиеся по мере познания человеком окружающего мира. Одним из сложнейших создаваемых объектов на сегодняшний день является атомная электрическая станция (АЭС), при сооружении которой используются практически все существующие инженерные дисциплины. Протяженный во времени жизненный цикл АЭС требует особого внимания к изменениям, происходящим не только в ходе эксплуатации, но также и на стадии проектирования.

Проектирование – это один из первых этапов жизненного цикла АЭС, определяющий облик и конструкцию станции, а также технические и экономические показатели, которые будут достигаться в дальнейшем. Строительство атомных станций сегодня уже не является, как правило, первоначальной научной разработкой. Сегодня это отлаженный процесс тиражирования АЭС, с внесением из-

менений, связанных с особенностями расположения станции и изменениями в поставляемом оборудовании. Таким образом, первые этапы процесса Управления конфигурацией (УК) проходят на стадии проектирования и заключаются в управлении изменениями, вносимыми в базовый проект. В дальнейшем, при получении лицензий, выполнении рабочей документации и далее, на протяжении всего жизненного цикла АЭС, в проектную документацию (являющуюся описанием реализации АЭС «в бетоне» и описанием текущей, актуальной конфигурации АЭС) вносятся изменения.

Эксплуатация АЭС – самый протяженный во времени этап жизненного цикла АЭС – приносит новые изменения, связанные с функционированием АЭС:

- старение технологий, примененных на АЭС;
- модификация оборудования;
- применение новых требований по безопасности и эксплуатационных требований;
- человеческий фактор, вытекающий из миграции персонала станции и возможных ошибок, связанных с человеческим фактором.

Система МАГАТЭ по регистрации инцидентов IRS (IAEA Incident Reporting System) показывает, что в среднем 25% зарегистрированных событий могли быть вызваны недостатками или ошибками УК. Поэтому ключевые требования заказчика становятся шире и уже не ограничиваются обязательствами исполнителя вести разработку всей документации в современной информационной среде. Основным требовани-

ем заказчиков становится создание единого информационного пространства проекта сооружения АЭС, обеспечивающего, в первую очередь, инструментарий для эффективного управления информацией по проекту и реализацию принципов управления конфигурацией объекта на всех стадиях жизненного цикла.

Управление конфигурацией — деятельность, направленная на применение технического и административного управления процессом жизненного цикла объекта, элементами конфигурации объекта и данными, связанными с конфигурацией объекта.

Целью управления конфигурацией (УК) является организация интегрированного процесса, гарантирующего, что строительство, эксплуатация, техническое обслуживание и испытания объекта соответствуют проектным требованиям, указанным в проектной документации. При этом достоверная информация, соответствующая физическим и эксплуатационным характеристикам АЭС, должна быть в наличии в легкодоступной и детализированной форме на протяжении всего срока службы станции для принятия безопасных и экономических решений.

Управление конфигурацией направлено на обеспечение качества проектирования, строительства, эксплуатации и модернизации АЭС за счет обеспечения соотношения между проектными требованиями, проектной продукцией и физической конфигурацией объекта.

Управление конфигурацией является комплексом управленческих мероприятий,



Рис. 1. Соотношения между проектными требованиями, проектной продукцией и физической конфигурацией

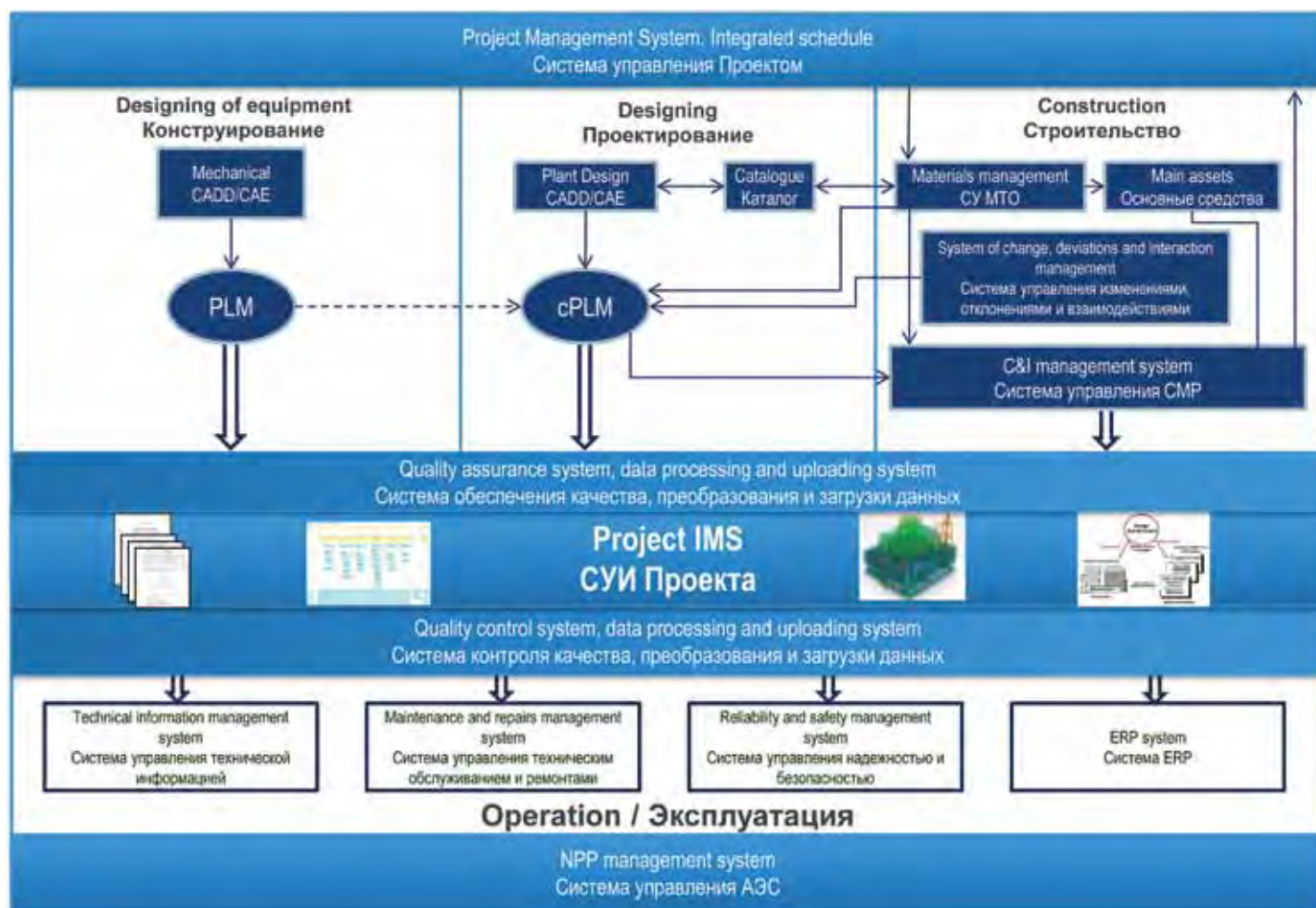


Рис. 2. Принципы организации Системы управления информацией по проекту сооружения АЭС

обеспечивающих техническое и административное руководство в области разработки, производства и поддержки жизненного цикла объекта, с сохранением конфигурации данного объекта на всех этапах жизненного цикла.

Управление конфигурации применимо к оборудованию, программному обеспечению, обрабатываемым материалам, услугам и соответствующей технической документации. Управление конфигурации является неотъемлемой частью управления жизненным циклом АЭС.

Процесс управления конфигурацией должен проводиться на основе следующих основных принципов:

А. Стандартизация данных и документов:

- форма представления каждого элемента данных и документов должна быть стандартизирована;
- вся информация об элементах данных и документах должны быть идентифицированы и введены в единую Систему управления информацией.

В. Устранение лишних данных и документов:

- необходимо устранять различные версии одних и тех же данных и документов. Появление непоследовательных или противоречивых данных и документов должно быть идентифицированным;
- как правило, каждый элемент данных и документов должен быть введен один раз. Если один элемент данных и документов присутствует больше, чем в одной базе данных, необходимо иметь механизм, который мог бы обеспечить согласованность между ними.

С. Стандартизация информации о станции:

- необходимо обеспечить механизм для подтверждения того, что элементы данных и документы находятся в стандартизированном

формате (дата, номер документа и др.) или имеют предварительно заданный набор параметров.

Д. Улучшенное прослеживание данных и документов о станции:

- необходимо иметь возможность для отслеживания данных и документов в течение всего жизненного цикла АЭС с использованием ИТ-среды, в том числе иметь данные по согласованию и утверждению изменений в проекте, при поставке оборудования, проведении строительно-монтажных и пусконаладочных работ, в периоды эксплуатации и вывода из эксплуатации;

- используемая ИТ-среда должна обеспечивать оптимальный доступ персонала, деятельность которого связана с такими функциями как проектирование, контроль за документацией, контроль за поставками оборудования, лицензирование, обучение, контроль за работой, контроль за бюджетом и персоналом.

Реализация Системы управления конфигурацией должна осуществляться с использованием технологий электронных баз данных и документов, согласующихся с контролем данных.

Некорректно организованный процесс УК может привести к невозможности при необходимости выполнения персоналом действий, связанных с безопасностью АЭС, а также может оказывать потенциальное воздействие на экономические показатели АЭС. Отсутствие доступа к правильной информации в нужное время и в нужном формате для инженерного и эксплуатационного персонала может привести к человеческим ошибкам, имеющим потенциальные последствия для безопасной эксплуатации АЭС. Усилия, необходимые для реагирования и исправления данных оши-

бок, гораздо больше усилий, необходимых для первоначального сохранения и контроля конфигурации.

Создание эффективного процесса УК с оптимизацией всех программ УК позволяет быть уверенным в том, что все процессы на станции осуществляются должным образом на всех уровнях организаций.

Применение программ управления конфигурацией может гарантировать то, что строительство, эксплуатация, техническое обслуживание и результаты испытаний АЭС соответствуют проектным требованиям и документации, а также данное соответствие оперативно поддерживается на протяжении всех этапов жизненного цикла объекта.

Для успешной реализации УК необходимо выполнять следующие практики на каждом предприятии, в каждом структурном объединении, участвующем в работе над проектом:

- управление программами;
- управление требованиями;
- управление информацией;
- управление изменениями;
- оценка;
- обучение персонала.

Каждый элемент должен быть рассмотрен и учтен в общем подходе к реализации УК с учетом уникальных условий, применимых к конкретному объекту.

Управление программами нацелено на расстановку приоритетов, координирования и контроля разработки и внедрение УК для объекта.

Управление требованиями нацелено на выявление, документирование, поддержку и предоставление возможности обращения к требованиям проекта, связанным с физической реализацией конструкций, систем и компонентов.



Рис. 3. Компоненты Системы управления информацией по проекту сооружения АЭС

Управление информацией нацелено на идентификацию и управление информацией о конфигурации объекта (включая документы и информацию в электронной форме), связанной с физической конфигурацией и проектными требованиями.

Управление изменениями нацелено на поддержание согласованности между проектными требованиями, физической конфигурацией и информацией о конфигурации объекта по мере внесения изменений. Оно является наиболее важным элементом эффективного управления конфигурацией и требует дополнительного внимания. Должен быть рассмотрен дифференцированный подход к контролю изменений. Степень контроля, необходимая для конкретного изменения, должна быть пропорциональна значимости для безопасности, сложности и экономических последствий возможных ошибок конфигурации.

Целью **оценки** является определение потребности предприятия в УК, а также определение, насколько эффективно поддерживаются основные соотношения между проектными требованиями, физической конфигурацией и информацией о конфигурации объекта. Оценки должны проводиться на всех этапах жизненного цикла объекта и, как правило, должны содержать экспертизу конечных продуктов, а не программы.

Целью **обучения персонала** является возможность предоставить достаточные гарантии, что все участники процесса УК ознакомлены с основными целями и задачами УК, концепцией УК, терминологией, процедурами, и способны выполнять должностные обязанности таким образом, чтобы содействовать достижению целей УК.

Эффективно разработанная и реализованная программа УК дает следующие преимущества:

- возможность иметь всегда точную и актуальную информацию о текущей конфигурации АЭС;
- возможность снизить риск событий, влияющих на безопасность АЭС;
- возможность снизить риск отключений и длительных перерывов в выработке электроэнергии;
- возможность содействовать разработке и реализации модификации АЭС путем предоставления своевременного доступа к информации о конфигурации АЭС;
- возможность избежать задержек в проведении технического обслуживания;
- возможность содействовать при проведении проверок и инспекций надзорными органами;

- возможность содействовать программе управления жизненным циклом;
- возможность внедрять культуру безопасности.

В качестве основного инструмента управления конфигурацией проектов сооружения АЭС в Объединенной компании НИАЭП-АСЭ реализуется Система управления информацией по проекту (СУИ), в состав которой входят взаимосвязанные друг с другом подсистемы, обеспечивающие реализацию таких процессов, как Управление проектом, Управление качеством, Управление инженерно-техническими работами, Управление требованиями, Управление изменениями, Управление лицензированием, Управление информацией, Управление документацией, Управление закупками и поставками, Управление сооружением и т. п. Основная задача системы управления информацией по проекту – постоянно контролировать соответствие между требованиями, физической конфигурацией АЭС и документацией в соответствии с идеологией стандартов IAEA-TECDOC-1335 и IAEA-TECDOC-1651.

Система управления информацией обеспечивает комбинацию и связь между всеми элементами управления конфигурацией (включая проектные базы данных) в единой информационной системе, а также информационное взаимодействие участников проекта.

СУИ обеспечивает эффективные средства для внесения, хранения, извлечения и управления информацией и данными при проектировании, строительстве, закупке и вводе в эксплуатацию АЭС, оптимизирует процессы согласования и сдачи-приемки Заказчику результатов работ по проекту, гарантируя необходимую безопасность данных, документов и другой информации по проекту.

Система управления информацией по проекту строится по модульному принципу. Для обеспечения каждого из процессов в рамках реализации проекта настраиваются отдельные модули, взаимосвязанные между собой в соответствии с требованиями системы управления конфигурацией проекта.

БАЗОВЫЕ МОДУЛИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИЕЙ:

а) Подсистема Электронного документооборота

Неотъемлемая и ключевая подсистема СУИ, обеспечивающая централизованное управление и хранение документации проекта, ведение всей истории жизненного цикла технической документации, включая управление ревизиями и взаимосвязями между ними. Гарантирует прозрачность и контролируемость

работы с документами проекта на всех этапах жизненного цикла объекта.

б) Подсистема Управления требованиями

Обеспечивает выявление, утверждение, фиксацию, прослеживание и проверку выполнения (валидацию и верификацию) требований Заказчика (включая требования нормативных документов) в ходе реализации проекта. Система Управления требованиями находится в тесной интеграции с подсистемой Электронного документооборота, Системами проектирования, Управления изменениями проекта и процессами, связанными с получением лицензий на проектирование и эксплуатацию АЭС.

в) Системы автоматизированного проектирования (работы с 3D-моделью)

Помимо базовых функций работы с 3D-моделью и связи модели с объектами подсистемы документооборота реализуется обязательная интеграция с системами календарно-сетевого планирования для обеспечения возможности демонстрации последовательности действий по сооружению Объекта с помощью визуального отображения 3D-анимации и сетевой диаграммы до начала строительства, а также с подсистемой Управления проектом.

г) Подсистема Управления проектом

Не менее важным компонентом СУИ является подсистема Управления проектом, позволяющая формировать, отображать в структурированном виде и поддерживать в актуальном состоянии организационную структуру проекта, вести постановку и контроль выполнения задач и поручений, обеспечивать формирование заданий с предопределенным регламентом выполнения, задаваемым пользователем системы.

д) Подсистема Баз данных проекта

Благодаря включению в состав СУИ подсистемы баз данных проекта осуществляется контроль и учет следующих иерархических структур:

- структуры декомпозиции объекта до уровня систем по заранее определяемому правилу;
- структуры зданий и сооружений до уровня помещений;
- структуры оборудования, арматуры и прочих элементов АЭС, включая материалы (классификатор проектных позиций) до конкретной позиции;
- структуры декомпозиции работ по проекту по заранее определенному правилу,
- прочих баз данных по функциональным направлениям.

Архитектура разрабатываемой СУИ обеспечивает вариативность схем работы в зависимости от характеристик используемых на проекте каналов связи (включая доступ через веб-интерфейс) с учетом требований конкретного проекта к информационной безопасности данных, что обеспечивает доступ согласованного перечня пользователей (исполнителя, заказчика или субподрядчиков) в систему в любой момент времени без установки дополнительных программных средств.

СУИ проекта проектируется индивидуально под требования каждого проекта с применением модульности на уровне подсистем, что позволяет формировать индивидуальные конфигурации в зависимости от требований заказчика. Однако, стоит отметить, что сформированная на ранней стадии жизненного цикла конфигурация СУИ при необходимости может быть расширена подсистемами, изначально не включенными в ее состав.

Архитектура системы управления полным жизненным циклом (СУ ПЖЦ)

**К.Ю. Землянухин, А.Ю. Безусяк,
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»**

Согласно ГОСТ 34.003-90, автоматизированной системой (далее АС) называется система, состоящая из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, реализующая информационную технологию выполнения установленных функций. Первыми двумя этапами создания автоматизированной системы (далее АС; согласно ГОСТ 34.601-90) являются «Формирование требований к АС» и «Разработка концепции АС»¹. Сами технологии формирования требований и разработки концепции в системе ГОСТов не определены, хотя их необходимость для проектирования интегрированных АС (далее ИАС), разрабатываемых в кооперации на протяжении нескольких лет, является крайне высокой.

Проект «Создание системы управления полным жизненным циклом изделий «Цифровое предприятие» (далее СУ ПЖЦ ЦП) является основным ИТ-проектом ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» коммерческой направленности. Проект реализуется с учетом изменяющихся требований государственного заказчика к продукции военного назначения (далее ПВН), а также программ пересмотра гражданских и военных стандартов в части управления жизненным циклом изделий различных типов и видов. Для успешной реализации проектов подобного масштаба требуется проведение всестороннего бизнес-анализа и прохождение этапов формирования требований и создания концепции ИАС.

Рассмотрим реализацию процессов системной инженерии (согласно ISO/IEC/IEEE 15288:2015 в редакции British Standards Institution) «Анализ бизнеса и миссии» и «Определение потребностей стейкхолдеров» применительно к СУ ПЖЦ ЦП с целью анализа внешней среды и создания концепции СУ ПЖЦ ЦП. По результатам реализации данных процессов представляется концепция СУ ПЖЦ ЦП, которая легла в основу архитектуры требований к системе и непосредственным ТЗ на создание системы в целом и ее составных частей (далее СЧ).

Теоретическая часть

Содержание ГОСТ 34.601-90 в части прохождения этапов формирования требований и определения концепции представлено в Таблице 1.

Было определено, что СУ ПЖЦ ЦП имеет несколько категорий пользователей (инженеры научно-исследовательских организаций, руководители проектов НИОКР, сотрудники и руководители серийных предприятий, обеспечивающий и управленческий персонал). Кроме того, бенефициарами² создания си-

Таблица 1. Этапы и содержание работ по ГОСТ 34.601-90 «Автоматизированные системы. Стадии создания» (до стадии разработки технического задания)

Стадия	Этап работ	Содержание работ
1. Формирование требований к АС	1.1. Обследование объекта и обоснование необходимости создания АС	– Сбор данных об объекте автоматизации – Оценка качества функционирования объекта и осуществляемых видов деятельности – Оценка целесообразности создания АС
	1.2. Формирование требований пользователя к АС	– Подготовка исходных данных для формирования требований к АС – Формулировка и оформление требований пользователя к АС
	1.3. Оформление отчета о выполненной работе и заявке на разработку АС (тактико-технического задания)	– Оформление отчета о выполненных работах – Оформление заявки на разработку АС
2. Разработка концепции АС	2.1. Изучение объекта	– Детальное изучение объектов автоматизации – Необходимые научно-исследовательские работы, связанные с поиском путей и оценки возможности реализации требований пользователя
	2.2. Проведение необходимых научно-исследовательских работ	
	2.3. Разработка вариантов концепции АС и выбор варианта концепции АС, удовлетворяющего требованиям пользователя	– Разработка альтернативных концепций АС и планов их реализации – Оценка необходимых ресурсов – Оценка преимуществ и недостатков
	2.4. Оформление отчета о выполненной работе	– Оформление и утверждение отчетов о НИР

стемы являются не только сами предприятия, осуществляющие деятельность в рамках реализации создания ПВН, но и государственный заказчик (за счет унификации процессов и ряда других выгод, которые выходят за рамки данного доклада). Дополнительно СУ ПЖЦ ЦП состоит из нескольких вложенных проектов (комплекс систем сквозного 3D-моделирования, проектирования и производства; комплекс систем управления производством; комплекс систем управления предприятием; общесистемное и инфраструктурное ПО; нормативно-методическое обеспечение автоматизируемых процессов). Данные проекты пересекаются и взаимно влияют друг на друга как в ходе их реализации, так и в ожидаемой эксплуатации.

Таким образом, было принято решение об изменении подхода к прохождению начальных этапов создания СУ ПЖЦ ЦП. В качестве руководящей политики был выбран системно-инженерный подход. Системная инженерия – междисциплинарный подход и способы обеспечения воплощения успешной системы³. При этом под системой будем понимать «комбинацию взаимодействующих элементов, организованных для достижения одной или нескольких поставленных целей»⁴ (определение ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005).

В контексте данного стандарта, под системами понимаются комбинации программного и аппаратного обеспечения, данных (информации), людей, процессов, процедур, обеспечивающих элементов⁵, материалов, внешних событий и проявлений; при этом для конечного пользователя система является продуктом или услугой, предоставляющей ему определенную возможность.

За формальными и нечеткими определениями, однако, лежит суть системной инженерии: для реализации успешной системы, необходимо «протащить» ее по стадиям ее жизненного цикла, для чего необходимо реализовать некоторые (или все) процессы в некоторой последовательности. При этом основные документы по системной инженерии предоставляют данный набор процессов.

Из четырех ключевых процессных областей (процессы соглашения, процессы организации, процессы технического управления и технические процессы), в докладе рассматриваются технические процессы. Технических процессов всего 14 (в британской редакции 15288-2015). В практической части будет продемонстрирована реализация первых двух процессов из упомянутых выше 14: процесс анализа бизнеса и миссии и процесс определения потребностей стейкхолдеров.

¹ Порядок и логика реализации данных этапов в контексте системной инженерии в докладе не рассматриваются
² Здесь: прямыми и косвенными выгодоприобретателями.
³ Определение из «Системноинженерное мышление», TechInvestLab (А.И. Левенчук), 2015.
⁴ Системные принципы, такие как открытость, целеустремленность, эмерджентность не рассматриваются.
⁵ Ориг.: facilities

Процесс анализа бизнеса и миссии предназначен для создания операционной концепции организации, в том числе в части того, как целевая (разрабатываемая) система будет использоваться в операциях организации. Для того, чтобы определить назначение СУ ПЖЦ ЦП, необходимо проанализировать надсистему СУ ПЖЦ ЦП. Надсистемой в данном случае будет являться постепенный переход государственного заказчика (МО РФ) к контрактам жизненного цикла, использование электронных моделей изделий в процессах приемки, сдачи, передачи в войска и постановки на вооружение, а также сама государственная система управления полным жизненным циклом вооружений, военной и специальной техники (далее СУ ПЖЦ ВВСТ). Введем определения СУ ПЖЦ ВВСТ, необходимые для понимания ее назначения.

СУ ПЖЦ ВВСТ – организационно-техническая система, включающая в себя участников ПЖЦ ВВСТ, нормативное правовое и нормативно-техническое обеспечение, определяющее деятельность в сфере управления ПЖЦ и устанавливающее обязательные требования к изделиям ВВСТ, а также информационно-коммуникационные технологии, обеспечивающие управление информацией об изделиях ВВСТ, связанных с ними процессах на протяжении ПЖЦ и поддержку принятия решений деятельности участников ПЖЦ по управлению ПЖЦ.

Управление полным ЖЦ ВВСТ – совокупность видов деятельности заказчиков, разработчиков, изготовителей, эксплуатирующих организаций и органов управления на всех стадиях ПЖЦ, направленных на обоснование оптимальных характеристик ВВСТ (основными из которых являются боевая эффективность, надежность, техническая готовность в ходе эксплуатации, стоимость полного ЖЦ, сроки разработки и поставки ВВСТ), достижение и поддержание заданных значений характеристик ВВСТ.

Цитируя проект «Концепции создания СУ ПЖЦ ВВСТ» МО РФ: «Постоянное повышение требований к уровню тактико-технических характеристик наукоемких образцов ВВСТ связано с возрастанием сложности их разработки и производства, увеличением стоимости ПЖЦ ВВСТ, в особенности стадии эксплуатации, которая для некоторых видов ВВСТ может достигать десятков лет. В этих условиях возрастает актуальность специальных мер, направленных на обоснование, достижение и поддержание заданных значений характеристик ВВСТ, в том числе боевой эффективности, надёжности, технической готовности образцов ВВСТ, а также решения задач оптимизации характеристик ВВСТ, в частности систем их технического обслуживания, хранения, транспортирования, ремонта, утилизации, подготовки персонала и расходов на создание, изготовление, эксплуатацию, капитальный ремонт и утилизацию ВВСТ, сроков разработки и поставки изделий, что и составляет содержание управления ПЖЦ ВВСТ».

Таким образом, СУ ПЖЦ ЦП на предприятиях ОПК должна способствовать успешному решению задач создания и развития СУ ПЖЦ ВВСТ (со стороны государства). В государственных терминах, «оптимизация», как правило, означает сокращение затрат, однако при этом необходимо учитывать операционное окружение целевой системы (поддерживающие и обеспечивающие системы), повышение требований к ее эксплуатационно-техническим характеристикам, сроков разработки и поставки. При этом, речь идет о системах с длительным сроком эксплуатации и высочайшими требованиями к качеству и надежности.

Таблица 2. Стейкхолдеры и их потребности

№ п/п	Стейкхолдер или класс стейкхолдеров	Потребности стейкхолдера или класса к СУ ПЖЦ ЦП
1	Государство	– Минимальное финансирование военных разработок при поддержании обороноспособности страны
2	Государственный заказчик (МО РФ)	– Обеспечение достижения целей и задач создания СУ ПЖЦ ВВСТ организациями ОПК (сокращение сроков, стоимости создания и повышение качества; реализация контрактов жизненного цикла)
3	Головной разработчик (напр., ГК «Росатом»)	– Безусловное исполнение государственных заданий и ГОЗ – «Бесшовное» функционирование технологий управления жизненным циклом изделий в подведомственных организациях и их кооперации
4	Организация – участник кооперации	– Исполнение контракта – Реализация требований других стейкхолдеров к целевой системе
5	Пользователи системы	– Быстрый переход к использованию системы – Функциональная достаточность системы – Реализация всех процессов в системе
6	Заказчики системы	– Низкая стоимость и быстрое внедрение – Возможность реализации специфических маршрутов проектирования в системе – Возможность адаптации типовых процессов в системе под процессы предприятия – Поддержка разных моделей жизненного цикла изделий

Предприятиям ОПК, чтобы сохранить и увеличить портфель заказов, необходимо перестроить свою деятельность на соответствие заявленным принципам и требованиям СУ ПЖЦ ВВСТ. Кроме того, по словам заместителя министра обороны РФ Ю.И. Борисова, переход на контракты жизненного цикла по всем видам ВВСТ, стоящих на вооружении МО РФ, будет осуществлен к концу действующей государственной программы вооружений (далее ГПВ). Дополнительно необходимо учитывать программы разработки и актуализации национальных стандартов Минпромторга РФ и МО РФ, реализуемые в поддержку создания СУ ПЖЦ ВВСТ.

Возвращаясь к СУ ПЖЦ ЦП, назначение данной системы – обеспечить предприятия набором типовых процессов и ИАС (АС) их исполнения, чтобы учитывать возрастающие требования государственного заказчика.

Процесс анализа потребностей стейкхолдеров предназначен для идентификации стейкхолдеров и их классов, их ожиданий и потребностей, реализованных в целевой системе. Потребности, определенные в процессе, транслируются в технические требования к системе, требования к операционному окружению системы, которые впоследствии используются для проектирования архитектуры системы.

Под стейкхолдерами в данном контексте понимаются «стороны, имеющие право, долю или претензии на систему или на владение ее характеристиками, удовлетворяющими потребности или ожидания данной стороны» (15288-2005). Более конкретно, стейкхолдерами являются конечные пользователи и их организации, лица, поддерживающие систему в эксплуатации, разработчики, изготовители, лица, организующие подготовку к эксплуатации системы, закупщики, поставщики, регуляторы, и т. д. При этом в самом широком контексте стейкхолдеры могут иметь интересы, противоположные друг другу и противоположные системе в целом.

В определенных выше сценарных условиях приблизительный перечень стейкхолдеров и их потребностей представлен в Таблице 2.

Таким образом, задача создания системы сводится к обеспечению учета верхнеу-

ровневых требований к системе со стороны государства и государственного заказчика и реализации специфических маршрутов проектирования и поддержки разных моделей жизненного цикла. Для определения требований стейкхолдеров требуется сформировать концептуальный облик (заново пройты представленные процессы) технологий управления жизненным циклом: управления стоимостью, требованиями, конфигурацией, ЭТХ, проектами, устаревающими покупными компонентами изделий, информационной поддержки изделий. При этом технология информационной поддержки изделий должна включать остальные технологии.

Дополнительно требуется создать сводную типовую процессную модель, состоящую из основных, обеспечивающих и управленческих процессов. Данные процессы требуют создания нормативно-методического обеспечения, состоящего из порядков (регламентов) процессов, положений о субъектах и объектах управления в данных процессах, методических указаний по использованию ИС и АС в данных процессах.

Выводы

Системная инженерия как подход представляет инструменты для реализации сложных систем с большим количеством стейкхолдеров, составных частей и связей между ними. На самом базовом уровне ее использование позволяет структурировать потребности и требования к системе, спланировать ее создание, а также эффективно управлять организацией как средой, создающей системы. Более глубоко системная инженерия позволяет производить сложные системы большой кооперацией, сформировать предметную область управления организацией, процессами и проектами, понять, что значит управлять процессом и как конкретно это делать.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем. // Москва, 2006.
2. BS ISO/IEC/IEEE 15288:2015. Systems and software engineering – System life cycle processes. //BSI, 2015.

Реализация требований подсистемы управления доступом при автоматизации процессов конструкторской и технологической подготовки производства в АС класса защищенности 1Г

Ю.Ю. Волкова,
ФГУП «Уральский
электромеханический завод»

Управление доступом субъектов доступа к объекту доступа позволяет нейтрализовать угрозу безопасности информации, в результате реализации которой возможны нарушения характеристик защищаемой информации, таких как конфиденциальность, целостность, доступность.

В настоящее время на рынке средств защиты информации от несанкционированного доступа отсутствуют сертифицированные в системе сертификации ФСТЭК России программные и программно-аппаратные решения, которые можно использовать в ИС конструкторской технологической подготовки производства в качестве наложенных средств защиты информации. Доработка программных продуктов PDM-систем с целью легитимного использования встроенных средств защиты информации от несанкционированного доступа имеет не только высокую стоимость, но и займёт значительное количество времени.

В соответствии с руководящим документом [4], комплекс программно-технических средств и организационных (процедурных) решений по защите информации от НСД реализуется в рамках системы защиты информации от НСД (СЗИ НСД), условно состоящей из следующих четырех подсистем:

- управление доступом;
- регистрации и учета;
- криптографической;
- обеспечения целостности.

Организационные и технические меры защиты информации, реализуемые в информационной системе в рамках ее системы защиты информации, в зависимости от угроз безопасности информации, используемых информационных технологий и структурно-функциональных характеристик информационной системы, в соответствии с документом [5], должны обеспечивать:

- идентификацию и аутентификацию субъектов доступа и объектов доступа;
- управление доступом субъектов доступа к объектам доступа;
- ограничение программной среды;
- защиту машинных носителей информации;
- регистрацию событий безопасности;
- антивирусную защиту;
- обнаружение (предотвращение) вторжений;
- контроль (анализ) защищенности информации;
- целостность информационной системы и информации;
- доступность информации;

- защиту среды виртуализации;
- защиту технических средств;
- защиту информационной системы, ее средств, систем связи и передачи данных.

Отраслевые требования по информационной безопасности [3] включают все изложенные в документах [1,4,5] меры защиты информации и разделяют их на следующие подсистемы:

- подсистема защиты информации от НСД;
- подсистема антивирусной защиты;
- подсистема анализа защищенности;
- подсистема межсетевое экранирования;
- подсистема мониторинга событий информационной безопасности;
- подсистема криптографической защиты информации.

В информационной системе соответствующего класса защищенности в рамках ее системы защиты информации должны быть реализованы меры защиты информации, выбранные в соответствии с Требованиями [5] и обеспечивающие блокирование (нейтрализацию) всех угроз безопасности информации.

Эффективность принимаемых мер защиты информации в информационной системе зависит от качества определения угроз безопасности информации.

Выбор мер защиты информации для их реализации в информационной системе в рамках ее системы защиты информации включает:

- определение базового набора мер защиты информации для установленного класса защищенности информационной системы в соответствии с базовыми наборами мер защиты информации, приведенными в методическом документе [1];

■ адаптацию базового набора мер защиты информации применительно к структурно-функциональным характеристикам информационной системы, информационным технологиям, особенностям функционирования информационной системы;

- уточнение адаптированного базового набора мер защиты информации с учетом невыбранных ранее мер защиты информации;
- дополнение уточненного адаптированного базового набора мер защиты информации мерами, обеспечивающими выполнение требований о защите информации, установленными иными нормативными правовыми актами в области защиты информации, в том числе в области защиты персональных данных.

При определении угроз безопасности информации учитываются структурно-функциональные характеристики информационной системы, применяемые информационные технологии и особенности (условия) функционирования информационной системы.

При этом в информационной системе должен быть как минимум реализован адаптированный базовый набор мер защиты информации, соответствующий установленному классу защищенности информационной системы.

При невозможности реализации в информационной системе в рамках ее системы защиты информации отдельных выбранных мер защиты информации на этапах адаптации базового набора мер защиты информации или уточнения адаптированного базового набора мер защиты информации могут разрабатываться иные (компенсирующие) меры защиты информации, обеспечивающие адекватное блокирование (нейтрализацию) угроз безопасности информации.

В этом случае в ходе разработки системы защиты информации информационной системы должно быть проведено обоснование применения компенсирующих мер защиты информации, а при аттестационных испытаниях оценена достаточность и адекватность данных компенсирующих мер для блокирования (нейтрализации) угроз безопасности информации.

Список литературы

1. Методический документ «Меры защиты информации в государственных информационных системах», утверждены ФСТЭК России 11.02.2014.
2. «Обоснование применения компенсирующих мер защиты информации в АСЗИ» от 25.11.2014 №25-07-20 дсп.
3. Отраслевые требования по информационной безопасности Госкорпорации «Росатом» (утв. приказом Госкорпорации «Росатом» от 23.09.2014 № 1/910-П дсп).
4. Руководящий документ «Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации. Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации». Гостехкомиссия России. Москва. Военное издательство, 1992 г.
5. Требования по защите информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах, утверждены приказом ФСТЭК России от 11.02.2013 №17.

Структура отрасли информационного моделирования, или Кто нужен рынку для ее развития

Е.П. Конвисар, директор по маркетингу ГК «НЕОЛАНТ»

В каком состоянии сегодня находится рынок информационного моделирования (ИМ) и какие компании необходимы для его дальнейшего развития?

В данной статье мы сосредоточимся прежде всего на рынке информационного моделирования промышленных объектов.

Драйверы рынка информационного моделирования

На наш взгляд, именно сегодня технология сопровождения жизненного цикла промышленных объектов проходит через этап смены стадии существования в рынке – от инноваций к промышленному применению. Если пару лет назад на широком рынке практически не было примеров проектов с использованием информационных моделей, то сегодня ситуация меняется, в том числе и потому, что информационное моделирование заметили на государственном уровне. Во-первых, приказом Минстроя России № 926/пр от 29 декабря 2014 года утвержден план поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства. Во-вторых, назначен технический оператор – BIM-Ассоциация и координатор мероприятий по внедрению данных технологий – ФГБУ «ЦНИИП Минстроя РФ». В-третьих, с осени этого года Главгосэкспертиза начала принимать проекты в электронном виде.

Еще один фактор, способствующий сегодня распространению технологий ИМ, – это тренд на импортозамещение в промышленном производстве, связанный как с санкциями, так и с удорожанием зарубежной продукции из-за падения курса рубля. Необходимость производить отсутствующую продукцию внутри страны стимулирует инвестиции в новое производство и в перевооружение существующих мощностей, причем такие проекты должны быть реализованы как можно быстрее и эффективнее. Именно применение информационных моделей при сопровождении процессов строительства способно существенно повлиять на скорость введения объектов в действие. Проверка проекта на всевозможные коллизии и ошибки – геометрические, технологические, пространственно-временные, сопоставление графиков проектирования, закупок и сооружения, эффективное планирование работ, выдача заданий, мониторинг процессов сооружения, проверка качества работ и т. д. – вот те задачи, эффективное решение которых сегодня фактически невозможно без применения информационных моделей.

На стадии эксплуатации мы имеем другой драйвер для информационного моделирования – это задачи повышения производительности труда, что является одной из стратегиче-

ских целей России. Президент Владимир Путин поставил задачу повысить производительность к 2018 году в 1,5 раза относительно уровня 2011 года (Указ № 596 от 7 мая 2012 года). Повышение операционной эффективности и рост производительности труда прописаны в планах стратегического развития большинства промышленных компаний России, а мотивация руководства госкорпораций, холдингов и многих предприятий уже привязана к такому КПЭ, как рост производительности труда. Современные промышленные объекты – это самые сложные инженерные сооружения, на которых накапливаются большие массивы информации, и управлять предприятием, принимать эффективные технические и управленческие решения, влияя в том числе на производительность труда, сегодня фактически невозможно, не имея адекватных систем управления инженерными данными и информационных моделей объектов.

Все эти факторы подогревают интерес к информационному моделированию, делают его в определенном смысле как более модным, так и объективно востребованным.

Заказчики ИМ

Рынок существует только тогда, когда на нем есть и заказчики, и поставщики. Заказчиками могут быть компании, работающие на разных этапах жизненного цикла (ЖЦ) объектов.

Рассмотрим их по отдельности:

- проектные организации;
- строительные организации;
- инжиниринговые компании, которые решают задачи проектирования, и строительства;
- эксплуатирующие организации, которым необходимо решать в том числе задачи реконструкции объектов;
- вертикально интегрированные компании, которые заинтересованы в эффективной реализации всех стадий жизненного цикла объекта – от проектирования до эксплуатации.

На сегодняшний день самая «продвинутая» в части использования технологий ИМ стадия – проектирование. Пожалуй, нет ни одного крупного проектного института, который не провел бы как минимум один пилотный проект с использованием ИМ, а некоторые и по несколько – с разными разработчиками ПО и интеграторами. Однако в большинстве случаев модель существует и умирает же в рамках стадии проектирования, не найдя своего применения на стадиях стройки и эксплуатации. Тому есть множество причин – и технологических, и организационных, и экономических.

На втором месте по уровню осознания преимуществ ИМ – инжиниринг, здесь информационное моделирование приносит пользу за счет охвата сразу двух стадий ЖЦ (проектирование и строительство), в также за счет качественного взаимодействия и передачи



Рис. 1. Эффект от внедрения технологий ИМ на разных стадиях ЖЦ

данных между ними. Но истинно инжиниринговых компаний в России считанное количество.

Объекты, находящиеся в стадии эксплуатации сегодня, на наш взгляд, – самое перспективное направление. Здесь на широком рынке пока нет глубокого осознания возможностей ИМ, как и нет достаточного количества примеров внедрения, но те, кто уже использует ИМ, очень хорошо понимают все выгоды и пользу этих технологий. С точки же зрения числа потребителей эта группа – самая многочисленная, ведь если сравнить число уже существующих и строящихся предприятий, очевидно, что первых значительно больше.

Чуть сложнее дело обстоит в вертикально интегрированных холдингах, внутри которых существуют отдельные предприятия: проектные, строительные, эксплуатирующие. Хотя холдинг как заказчик заинтересован в совокупной эффективности на всем ЖЦ (а не только на отдельных этапах) и в качественном транслировании информации между ними, тем не менее, организационные сложности не всегда позволяют достичь этих целей быстро. Однако и здесь есть значимые успехи.

Самая отстающая стадия в смысле использования ИМ – это сооружение. Проектные институты создают модели и готовы передавать их строителям. В свою очередь, эксплуатирующие организации готовы принимать эти модели со стадии стройки и использовать их для последующего функционирования объекта. Но на стадии строительства цепочка пока что прерывается. Примеры успешного применения ИМ в стройке, по нашему опыту, иницируются только заказчиком – то есть, либо холдингом, либо компанией, которая продолжит эксплуатацию объекта после сооружения, а вот собственно строительные организации инициативы не проявляют.

Исходя из всего вышесказанного, на наш взгляд, главной нишей для внедрения ИМ в ближайшее время станет стадия эксплуатации, отобрав пальму первенства у проектирования.

Поставщики ИМ-услуг

В классическом процессе сопровождения ЖЦ с помощью ИМ модель создается на этапе проектирования, далее передается в стройку, там наполняется соответствующими атрибутами, корректируется до состояния «как построено» и передается на этап эксплуатации. Но жизнь богаче теории. И сегодня не все проектные организации работают в 3D, а тем более не все умеют создавать информационные модели. Кроме того, как уже говорилось, в стране существует большое количество давно построенных промышленных объектов, которые проектировались еще до эпохи 3D. И в том, и в другом случае необходимо «поднять» информационную модель по имеющимся 2D чертежам, причем не только воспроизвести геометрию объекта в 3D, но и наполнить модель атрибутивной информацией.

Пока в отрасли отсутствует общепринятый термин, обозначающий компанию, которая создает информационную модель по 2D, поэтому в данной статье назовем ее ИМ-моделлер. Они часто вырастают из ИТ-компаний – партнеров производителей ПО для САПР и информационного моделирования. В то же время, и продвинутый проектный институт также может развиваться в такую компанию и создавать информационные модели уже существующих объектов. При отработанном навыке это оказывается даже более простой задачей – не нужно проектировать этот объект, не нужно выпускать проектную документацию, нужно просто создать модель.

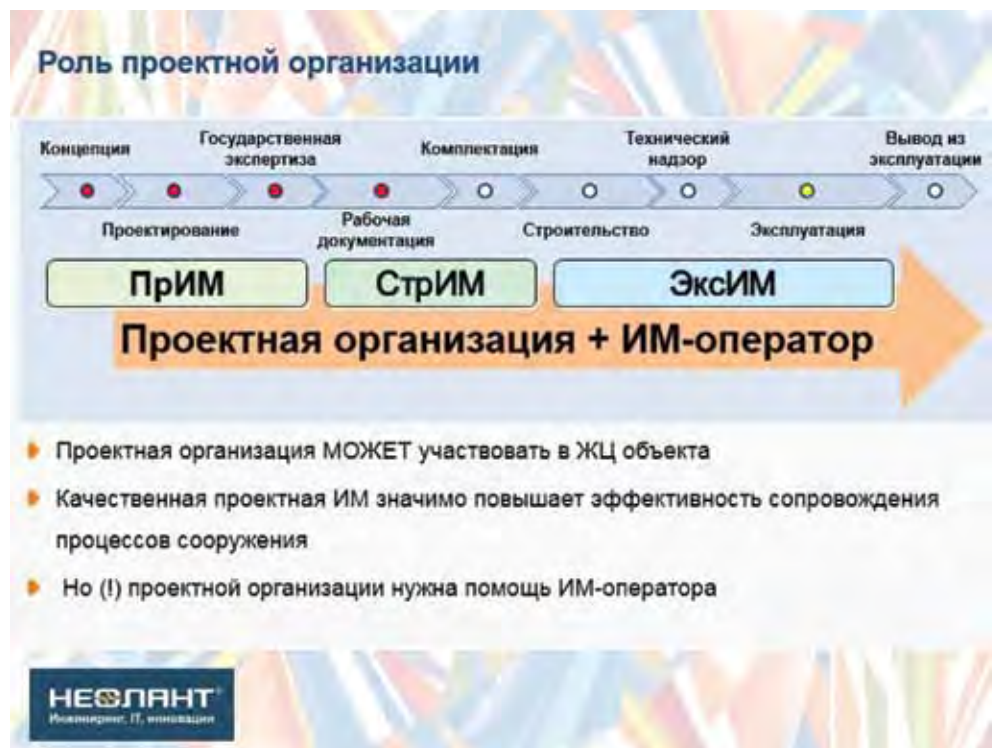


Рис. 2. Роль Проектной организации

Но и создать ИМ – недостаточно. Это, как говорится, ИТ ради ИТ. Потому что объект постоянно меняется – меняется и его геометрия, и атрибутика. А модель работает только тогда, когда в любой момент времени она соответствует реальности, то есть, непрерывно актуализируется. Кроме того, ИМ должна приносить пользу, решая прикладные задачи, а не просто храня данные. На этапе стройки или эксплуатации довольно часто нет возможности развивать компетенцию по актуализации информационной модели и сопровождению объекта с ее помощью внутри организации. В таком случае на помощь может прийти новый тип компании – ИМ-оператор, или оператор информационной модели. Примеры таких компаний, сопровождающих процессы сооружения объектов: IBCON и «НЕОЛАНТ».

Проектной организации, создающей модель, но не владеющей технологиями и экспертизой по сопровождению СМР с использованием ИМ, достаточно объединиться с подобного рода ИМ-оператором в части создания (на базе проектной ИМ) и предложения заказчику строительной информационной 3D модели, наделенной необходимыми атрибутами и функционалом для решения прикладных задач сооружения и, в дальнейшем, эксплуатации, и соответствующего ПО для управления ею. Такая модель представляет собой дополнительную ценность для заказчика и дает возможность институту расширить спектр оплачиваемых услуг – за счет сопровождения сооружения и эксплуатации на новом уровне.

На полях заметим, что в западной практике пошли еще дальше: ИМ-оператор ведет у себя информационную модель, по запросу предоставляя заказчику доступ к ней, то есть фактически владеет цифровым дубликатом объекта и предоставляет доступ к данным как сервис или услугу. Однако в России предпочитают владеть чем-либо, а не арендовать, даже если аренда экономически выгоднее. По всей видимости, сказываются годы тотального дефицита, во-первых, а во-вторых, мы долгое время живем в ситуации постоянных изменений, и поэтому над нами довлеет страх потери контроля. В связи с этим маловероятно, что подобная практика в нашей стране в ближай-

шее время приживется, однако и технологии, и исполнители, например, в лице «НЕОЛАНТ», готовы к предоставлению такого рода услуг.

Системный интегратор

Неотъемлемым фактором жизнеспособности ИМ является ее способность интегрироваться с различными ИТ и расчетными системами: ERP, АСУ ТП, ТОиР, управления проектами, технического документооборота и т. д. Информационная модель, формирующаяся в системе управления инженерными данными, должна накапливать, анализировать, визуализировать данные от внешних систем и предоставлять доступ к ним, в том числе через Интернет и на мобильных устройствах. В этом случае не обойтись без системного интегратора, обладающего двойной экспертизой: наличие широкой ИТ-экспертизы, с одной стороны, и экспертизы в части ИМ, с другой. А для того, чтобы решать прикладные задачи, настраивать ПО под ежедневные процессы сооружения или эксплуатации, необходимо и хорошее понимание производственных задач. Подобных интеграторов на рынке пока не так много, но имеющиеся готовы обслужить возникающий спрос со стороны промышленных объектов.

Разработчики ИМ-технологий

Важным вопросом при создании ИМ является выбор ИМ-технологий. В связи с проблемами импортозамещения в области ПО актуальными становятся российские вендоры – производители программных продуктов в области систем автоматизированного проектирования и систем управления инженерными данными (САПР, СУИД). И сегодня можно с уверенностью сказать, что широкий спектр работ, начиная от проведения изысканий и заканчивая созданием ГИС, мы можем выполнять с использованием либо российских разработок, либо бесплатно распространяемого свободного ПО.

Если же у вашей компании нет ни политических, ни экономических ограничений на использование иностранного ПО, то вам по-прежнему доступен весь спектр решений, накопленный в мировом масштабе.

Консалтинг

Слишком широкий выбор ИМ-технологий может поставить в тупик, особенно если вы находитесь только в начале осознания всех возможностей информационного моделирования. Следовательно, вам потребуется тот, кто поможет разобраться во всем этом многообразии и выбрать наилучшее решение, исходя из ваших задач и бизнес-окружения. Это сфера ИТ-консалтинга, которая требует знания технологий информационного моделирования, предлагаемых различными вендорами, и одновременно хорошего понимания общего ИТ-ландшафта предприятия, и знания специфики всех этапов жизненного цикла.

Информационное моделирование, как практически любая принципиально новая технология, меняет процессы на предприятии, а, значит, вам предстоит организационные изменения. И в этом случае вам потребуется организационный консалтинг – для максимально быстрого внедрения новых принципов работы. Работа с подобным консультантом позволит избежать типичных ошибок внедрений, отодвигающих получение отдачи от инвестиций в новые технологии, и максимально безболезненно для коллектива пройти неизбежный этап сопротивления изменениям.

Многомерное пространство ИМ-отрасли

Мы рассмотрели заказчиков и поставщиков продуктов и услуг, взаимодействующих на рынке ИМ. Но если говорить о перспективах развития отрасли информационного моделирования, то необходимо отметить, что рынку ИМ в России не хватает инфраструктуры и тех институтов, которые есть в любой зрелой отрасли.

База знаний отрасли

Пока в отрасли нет целевого СМИ или портала, которые освещали бы именно вопросы ИМ, не отвлекаясь на другие технологии, а ведь подобное издание как раз и может стать основой для базы знаний отрасли. Пока в отрасли нет ни единого реперного ИМ-мероприятия. Разумеется, есть сотни мероприятий, так или иначе затрагивающих вопросы информационного моделирования, но они либо отражают интересы одного вендора, одной отрасли, либо ИМ – это лишь малая часть их программы. Поэтому было бы полезно сформировать фокусное, целевое мероприятие, где будут собираться все, кто интересуется ИМ, – для обмена опытом, обсуждения общих задач отрасли ИМ, представления актуальных технологий. По формату это могут быть и конференции, и выставки. Материалы таких регулярных мероприятий также могут стать основой для отраслевой базы знаний.

В любой развитой отрасли в обязательном порядке проводятся рыночные исследования, и их материалы также ложатся в копилку знаний. Пока ни одного подобного исследования по отрасли ИМ промобъектов (по нашим сведениям) в России не проведено, и у исследователей есть возможность застолбить эту территорию.

Кадровый ИМ-резерв

Для инициации проектов ИМ необходимо, чтобы в стране появились руководители, понимающие все возможности информационного моделирования при решении ежедневных технических и управленческих задач стройки или эксплуатации. По нашему мнению, для того, чтобы дать толчок нашей промышленности, необходимо и достаточно сформиро-

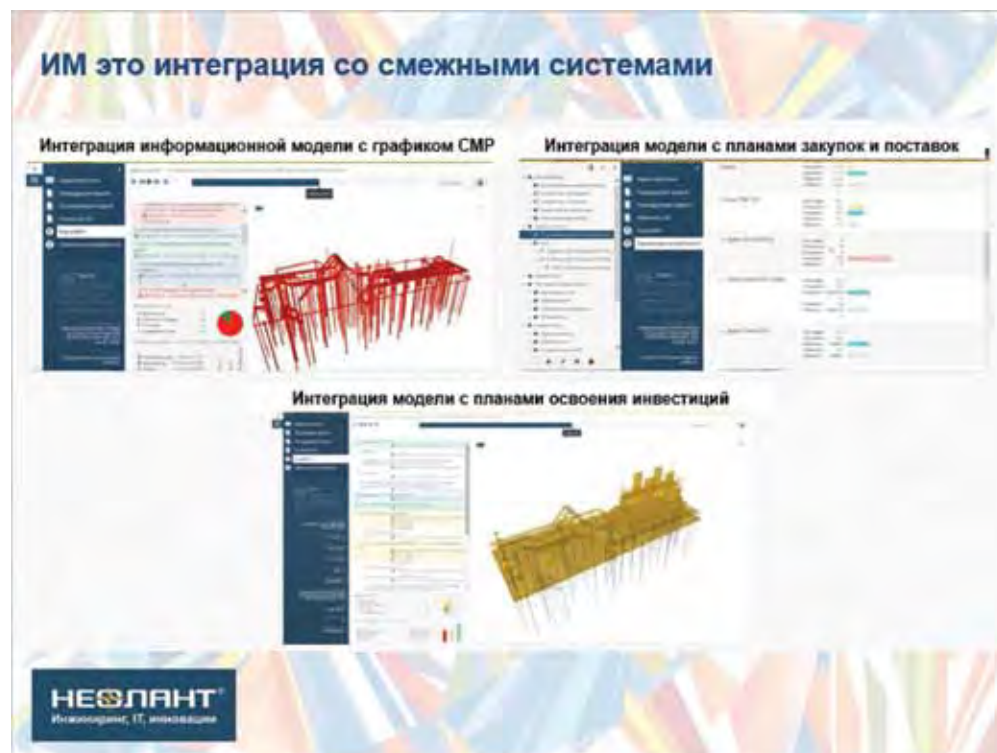


Рис. 3. ИМ – это интеграция со смежными системами

вать кадровый резерв из сотни технических руководителей ключевых предприятий разных отраслей, которые на своих предприятиях смогут получить положительные результаты в виде повышения производительности или безопасности эксплуатации. Их пример поможет спровоцировать широкомасштабное внедрение ИМ-технологий в их отраслях. Для формирования резерва необходимо организовать некий аналог мини-MBA со специализацией в области информационного моделирования – на рынке есть кому рассказать, зачем ИМ нужно бизнесу: это и зарубежные, и российские эксперты, и представители крупнейших вендоров и интеграторов, а также те организации, которые уже внедрили ИМ и готовы рассказать о его преимуществах на своем примере.

Для реализации ИМ-проектов, безусловно, необходимы как квалифицированные пользователи, так и тактические менеджеры. Рынку нужен новый тип профессионала, способный взять на себя руководство проектом внедрения ИМ на предприятии и организацию дальнейшего сопровождения модели. За рубежом уже сформированы специализированные образовательные программы, но в России люди, называемые сегодня BIM-менеджерами, по сути, делают себя сами. Таким образом, ниша подготовки подобных специалистов пустует, и поэтому тот вуз, который сейчас примет для себя решение специализироваться на информационном моделировании, получит возможность через пару-тройку лет стать безусловным лидером отрасли. Мы, со своей стороны, четко понимаем необходимость развития кадрового потенциала и ведем работу с ведущими отраслевыми вузами страны по организации в первую очередь курсов повышения квалификации с акцентом на ИМ. Не стоит забывать и о возможностях дистанционного образования и мультимедийных курсах. Развитие подобных образовательных технологий позволяет сегодня охватить из одной точки не только всю Россию, но и всех потенциальных русскоговорящих учеников по всему миру.

Кроме того, для массового рынка будет необходима организация особой биржи специ-

алистов или выделение отраслевого раздела на имеющихся рекрутинговых сервисах. И эта ниша сегодня также пустует.

Отраслевая методология

Для быстрого внедрения технологий ИМ также необходимо наличие описанной методологии работы с информационной моделью. Отдельные попытки формирования методических указаний на рынке уже присутствуют, но пока они узконаправленные. Их разрабатывают либо вендоры – для описания работы со своими продуктами (и их продвижения, соответственно), либо пользователи – исключительно для внутреннего потребления, либо интеграторы и консультанты – для использования в своих проектах, по сути, продавая их как ноу-хау. Единой стройной и некоммерческой теории, доступной широкому кругу пользователей, в данном вопросе пока не существует. Таким образом, эта область знаний является перспективным полем для обобщений, то есть научной деятельности.

Что касается отраслевых профессиональных стандартов, то процессу их разработки в рамках Минстроя РФ посвящается сейчас множество публикаций, и мы не будем их дублировать. Единственное, что хотелось бы добавить, – в этой работе нельзя не учитывать и область промышленного строительства, и, конечно, задачи эксплуатации. Поэтому влияние на стандарты таких структур, как Ростехнадзор и МЧС, на наш взгляд, является обязательным.

К слову, отсутствие профессиональных стандартов не способствует развитию системы профессиональных рейтингов или конкурсов, поскольку нет релевантных критериев оценки, единых и однозначно понимаемых признаков профессионализма. Но рейтинговое агентство, способное сформулировать схему оценки, например, по экономическим параметрам, также может застолбить эту перспективную тематику за собой.

В качестве вывода отметим: мы верим, что в обозримом будущем каждое крупное промышленное предприятие будет использовать собственную информационную модель при эксплуатации. А раз будет развиваться рынок, то должна развиваться и его инфраструктура.

Влияние термовакuumной обработки бора аморфного на горение состава бор-титан в огнепроводных шнурах

В.Н. Борисов, С.П. Дровосеков, О.Н. Зайковская, В.И. Зюбанова, С.Н. Киселёв, Л.П. Кочегарова, М.В. Малых, Е.В. Седов, ФГУП «РЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина»

Состав бор-титан представляет собой механическую смесь порошков бора аморфного и титана. Данный состав используется в качестве сердцевины огнепроводного шнура (ОШ), предназначенного для передачи теплового импульса посредством самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). В основе СВС лежит экзотермическая реакция взаимодействия двух химических элементов, протекающая в режиме направленного горения. [1].

Механизм и скорость горения смесей титана с бором исследовался рядом авторов [1, 2]. Согласно литературным данным [1], скорость распространения реагирующего слоя и температура реакции $Ti + 2B \rightarrow TiB_2$ зависят от целого ряда параметров: начальной температуры процесса, состава смеси, соотношения компонентов Ti:B, плотности смеси, степени увлажнённости порошков, концентрации в них адсорбированных примесей и др.

В системе бор – титан содержится определённое количество адсорбированных и растворённых газов (чаще всего водорода), выделяющихся при нагреве. Газовыделение оказывает физическое воздействие на процесс горения, приводя к разрыхлению состава, удлинению горящих образцов, появлению зависимости скорости горения от давления. По мнению автора [3], основным источником газовыделения в составе бор – титан является бор аморфный, в котором могут присутствовать остаточные бораны (B_nH_{n+4}). Предварительная ТВО бора аморфного позволит снизить содержание боранов и адсорбированной воды в порошке, уменьшая тем самым перепад давлений примесных газов перед и за фронтом реакции. Это должно способствовать более быстрому проникновению расплава металла в холодные слои вещества и увеличению скорости распространения фронта горения [4].

Для исследований были проведены ТВО бора аморфного по разным режимам, изготовлен состав бор-титан, ОШ и определены их скорости горения.

Цель проведённой работы заключалась в исследовании влияния режимов ТВО на характеристики бора аморфного и скорость горения состава бор-титан в ОШ.



Рис. 1. Технологическая схема приготовления состава бор-титан

Используемые материалы и методики экспериментов

Для исследований использовали порошок бора аморфного марки Б-99А ТУ 1-92-154-90 [5] в исходном состоянии и после ТВО. ТВО бора аморфного по режимам (табл. 1) проводили в камерной вакуумной электропечи. Качественный анализ химического состава бора аморфного в исходном состоянии и после ТВО проводили ИК-Фурье спектральным методом анализа в рабочем диапазоне волновых чисел (4000 – 1000) см⁻¹ [6, 7]. Содержание бора в боре аморфном определяли титриметрическим методом [5].

Приготовление состава бор – титан

Состав бор – титан готовили по технологии, схема которой приведена на рис. 1. Для приготовления состава бор – титан порошки титана и бора аморфного брали в

соот-ношении 72 и 28% соответственно. Перемешивали исходные компоненты в смесителе «Тур-була» в течение часа.

Изготовление ОШ

Изготовление ОШ проводили в соответствии с технологической схемой, представленной на рис. 2. Из приготовленного состава бор – титан отбирали необходимое количество навесок и засыпали в чистые просушенные заготовки. Сушку заготовок с составом бор-титан проводили в вакууме при температуре 125°С. Затем открытый конец заготовки ОШ обжимали до смыкания стенок трубки. Волочение ОШ проводили на токарно-винторезном станке, протягивая заготовку ОШ через фильеры.



Рис. 2. Технологическая схема изготовления ОШ

Таблица 1. Режимы ТВО бора аморфного

№ режима	Температура, °С	Остаточное давление, мм рт. ст.	Время выдержки, ч
1	700	10 ⁻³	3
2	700	9	
3	430	10 ⁻³	
4	430	9	

Определение скорости горения ОШ

Определение скорости горения ОШ проводили по методике, основанной на регистрации времени перемещения фронта горения. Время горения определяли с помощью фотодиодов, установленных на одинаковом расстоянии между собой. Электрические сигналы записывали осциллографом. Скорость горения ОШ определяли по формуле:

V = l_B / t ,

где V – скорость горения ОШ, мм/с; l_B – расстояние между фотодиодами, мм; t – время горения ОШ, с.

Результаты экспериментов

Результаты ИК-спектрального анализа бора аморфного Б-99А в исходном состоянии и после ТВО представлены на рис. 3.

В ИК-спектре бора аморфного в исходном состоянии (рис. 3) наблюдали полосы поглощения (табл. 2), указывающие на присутствие боранов, борного ангидрида В₂О₃ и адсорбированной воды [7, 8].

После ТВО при температуре 430°С и давлениях 9 мм рт. ст. и 10-3 мм рт. ст. (рис. 3) наблюдали присутствие боранов, борного ангидрида В₂О₃ и борной кислоты Н₃ВО₃. Следовательно, при данных режимах термической обработки в составе бора аморфного отгоняется адсорбированная вода, остаются бораны, а также образуются борный ангидрид и борная кислота. После ТВО в условиях более глубокого вакуума (10⁻³ мм рт. ст.) наблюдается меньшая интенсивность аналитических полос поглощения, указывающих на содержание борного ангидрида и борной кислоты. После ТВО при температуре 700°С и давлениях 9 мм рт. ст. и 10⁻³ мм рт. ст. (рис. 3) фиксировали наличие борного ангидрида В₂О₃ и борной кислоты Н₃ВО₃, что свидетельствует о частичном окислении бора и гидратации борного ангидрида. Незначительные количества боранов наблюдаются при давлении 9 мм рт. ст., что свидетельствует об их неполном разложении.

Отмечено, что после ТВО увеличивается интенсивность полос поглощения, характерных для борного ангидрида, и появляется борная кислота независимо от температуры и остаточного давления, причём появление борной кислоты является следствием адсорбционных процессов, протекающих на воздухе.

Таблица 2. Массовая доля бора в боре аморфном марки Б-99А

№	Вид образца		Массовая доля бора, %
1	В исходном состоянии		99,5 ± 0,5
	После ТВО при		
	температуре, °C	давлении, мм рт. ст.	
2	700	10 ⁻³	98,4 ± 0,5
3	700	9	94,3 ± 0,5
4	430	10-3	98,9 ± 0,5
5	430	9	96,8 ± 0,5

Таблица 4. Средняя скорость горения ОШ

Режим ТВО бора		Средняя скорость горения ОШ, мм/с	Изменение скорости горения
Температура, °С	Давление, мм рт. ст.		
700	10 ⁻³	632	–
700	9	442	уменьшается на 30%
430	10 ⁻³	530	уменьшается на 16%
430	9	282	уменьшается на 55%

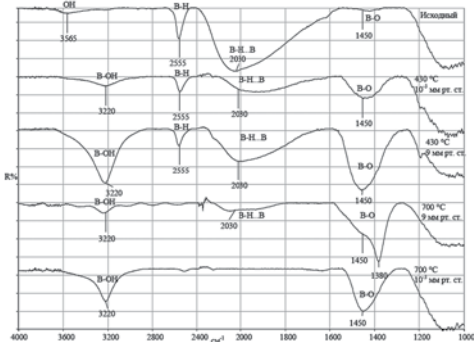
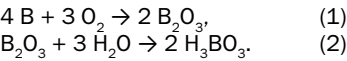


Рис. 3. Спектры диффузного отражения бора аморфного марки Б-99А в исходном состоянии и после ТВО

Увеличение интенсивности полос поглощения, характерных для борного ангидрида и борной кислоты, может свидетельствовать о протекании процессов окисления активных частиц бора (1), образующихся при разложении боранов, и поглощения воды образовавшимся борным ангидрид-ом (2).



По результатам эксперимента установлено, что после ТВО при температуре 700°С и остаточном давлении 10⁻³ мм рт. ст. происходит наиболее эффективная очистка бора аморфного. В его составе полностью отсутствуют бораны и адсорбированная вода.

Проведено исследование бора аморфного на содержание основного вещества по [5]. Результаты определения массовых долей бора аморфного в исходном состоянии и после ТВО представлены в табл. 2.

Установлено, что после ТВО происходит снижение массовой доли бора по сравнению с исходным значением. Наибольшее снижение массовой доли с 99,5% до 94,3% наблюдали после ТВО при температуре 700°С и остаточном давлении 9 мм рт. ст. Снижение массовой доли бора в боре аморфном можно объяснить указанным выше протеканием процесса окисления активных частиц бора (1), образовавшихся в результате ТВО.

Для проведения эксперимента было изготовлено четыре состава бор – титан, в которых использовали бор аморфный марки Б-99А, прошедший ТВО (табл. 1). Для опре-

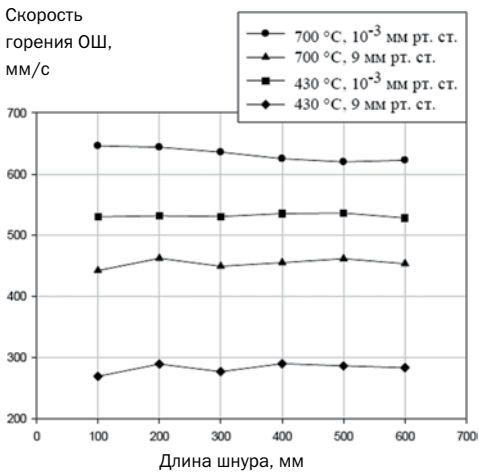


Рис. 4. Средняя скорость горения ОШ

деления скорости горения из полученных составов бор – титан были изготовлены и испытаны ОШ. Результаты определения скорости горения ОШ представлены в табл. 3 и на рис. 4.

По результатам исследований отмечено, что изменение режимов ТВО бора аморфного (температура и остаточное давление) оказывает влияние на скорость горения ОШ. Максимальная скорость горения получена после ТВО при температуре 700°С и остаточном давлении 10⁻³ мм рт. ст. и составила 632 мм/с. Изменение остаточного давления ТВО бора аморфного с 10⁻³ мм рт. ст. до 9 мм рт. ст. приводит к уменьшению скорости горения ОШ с 632 мм/с до 442 мм/с вследствие более высокой степени окисленности бора аморфного и наличию борного ангидрида и борной кислоты (рис. 3, табл. 3).

Снижение температуры ТВО бора аморфного с 700°С до 430°С, несмотря на более низкую степень окисления бора аморфного, также уменьшает скорость горения ОШ с 632 мм/с до 530 мм/с, что составляет 16%. Вероятной причиной снижения скорости горения может быть присутствие боранов в боре аморфном (рис. 3).

Одновременное снижение температуры ТВО бора аморфного до 430°С и повышение остаточного давления до 9 мм рт. ст. значительно уменьшает скорость горения ОШ, так как наряду с неполным удалением боранов протекает процесс окисления бора аморфного (рис. 3).

Результаты исследований показали, что ТВО оказывает значительное влияние на свойства бора аморфного и, как следствие, на скорость горения состава бор-титан в ОШ. При температуре 700°С и остаточном давлении 10⁻³ мм рт. ст. обеспечивается наиболее полное разложение боранов и снижение содержания адсорбированной влаги в боре аморфном, что, учитывая конвективно-кондуктивный механизм горения системы бор-титан, способствует уменьшению перепада давления примесных газов перед и за фронтом реакции и, как следствие, приводит к росту скорости горения ОШ [4].

Механизм типовых решений для автоматизированного проектирования в САПР GET-R1 ПТК на базе оборудования ТПТС

Ю.В. Костюшко,
ФГУП «ВНИИА им. Н.Л. Духова»

Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) для атомной энергетики требуют использования верифицированных типовых решений, которые смогут быть использованы для проектирования АСУ ТП на базе оборудования ТПТС-НТ и последующих поколений.

В начале 2013 года ФГУП «ВНИИА» было выдано задание разработать ПТК для Ленинградской АЭС-2. Задание заводу-изготовителю было выдано для аппаратуры предыдущего поколения (ТПТС-ЕМ), поэтому стояла задача проанализировать GET-проект, выявить типовые решения, используемые для ТПТС-ЕМ, и преобразовать в автоматизированном режиме GET-проект в соответствии с требованиями аппаратуры нового поколения (ТПТС-НТ).

Основным инструментом разработки ПТК для Ленинградской АЭС-2 является САПР GET-R1 для разработки ППО ПТК на базе ТПТС. На момент постановки задачи не существовало процедуры, которая могла бы в автоматическом или автоматизированном режиме проанализировать GET-проект и выделить используемые типовые решения.

Чтобы выполнить эту задачу необходимо было:

- разработать процедуры автоматизированного анализа GET-проекта для выявления «типовых» и «нетиповых» случаев; определить логическое разделение совместимых и несовместимых ФБ в проекте;
- разработать и верифицировать типовые решения для аппаратуры ТПТС-НТ;
- произвести автоматизированную конвертацию проекта из ТПТС-ЕМ в ТПТС-НТ;
- разработать требования к инструментам САПР GET-R1 («Замена по шаблону» и Batch-редактор).

Была разработана процедура автоматического анализа используемых в GET-проекте Ленинградской АЭС-2 типовых решений для аппаратуры ТПТС-ЕМ. Были выявлены «части», которые не являются совместимыми с GET-проектом ТПТС-НТ и отнесены к определенной категории типового решения. Пример на рис. 1.

Выявленные типовые решения были связаны с базой данных, выданной заводу-изготовителю, и каждое используемое типовое решение было закреплено за каждым листом.

Всего при помощи процедуры автоматического анализа было выявлено 283 типовых решения для ТПТС-ЕМ, которые в последующем были конвертированы в 35 унифицированных типовых решений ТПТС-НТ. Унифицированные типовые решения стали независимы от проектировщика и могут быть применимы для любого типа проекта. Большинство проектно-зависимых параметров содержатся в выне-

abonent_name	imodule_id	module_id	page_kks	page_no	fblock_channel	block_name	block_type
10cra01	4	1	10GDF35AA103	1		2 bg.yesg.v2	YESG.V
10cra07	3	12	10QCT10AP001	1		1 bg.yesg.m1	YESG.M
10cra02	1	7	10GCF12AA115	1		3 bg.yesg.v3	YESG.V
10cra07	3	9	10SAQ11AA111	1		2 bg.yesg.v2	YESG.V
10cra02	1	2	10GDB66CP002	1		1 bg.ms.631aei.1	MS.AEI
10cra03	4	8	10QCB10CT001	1		1 bg.ms.632aei.1	MS.TEI
10cra01	2	4	10GCR30CP001	1		7 bg.ms.631aei.7	MS.AEI
10cra01	2	15	10GDF71CF001	1		4 bg.ms.631aei.4	MS.AEI
10cra05	1	14	10LDL20CL001	1		2 bg.ms.631aei.2	MS.AEI
10cra02	2	15	10GDF90CL011	1		3 bg.ms.631aei.3	MS.AEI
10cra05	2	12	10LBG62CP001	1		2 bg.ms.631aei.2	MS.AEI
10cra07	1	7	10QCD10CG002B	1		8 bg.ms.641aei.8	MS.BEI
10cra06	3	5	10QCT90CL003	1		4 bg.ms.631aei.4	MS.AEI
10cra07	3	14	10SAQ11CP103	1		3 bg.ms.631aei.3	MS.AEI
10cra58	1	16	10LDF13AA110	1		2 bg.yesg.s2	YESG.S

Рис. 1

сенных параметрах и используют SQL-запросы в логике проекта. Это позволяет:

- исключить трудозатраты на внесение изменений;
 - исключить допущение ошибки, т. к. после импорта БД в GET-проект происходит автоматическое изменение в логике проекта.
- Представлен пример типового решения для аналогового датчика (рис. 2).

Для того, чтобы произвести автоматизированную замену типовых решений, автором были разработаны требования к специальным инструментам САПР GET-R1 («Замена по шаблону» и Batch-редактор). Разработаны и верифицированы механизмы тиражирования типовых решений, которые в последующем легли в основу типовых решений для проектов Ленинградской АЭС-2 и Белорусской АЭС, а также использовались при разработке GET-проекта Представительного комплекса ТПТС-СБ.

Были разработано более 300 скриптов с использованием встроенного языка про-

граммирования в САПР GET-R1. Это позволяет вносить изменения в «нетиповые» решения, а также выдавать сообщения, если найдены ошибки и несоответствие заданному шаблону.

На практике конвертация проекта СТК ТГ Ленинградской АЭС-2, разработанного под аппаратуру ЕМ, с использованием откорректированной БД для НТ заняла 5 человеко-дней;

Конвертация проекта тепловой станции, разработанного под аппаратуру ЕМ, без откорректированной БД для НТ для ЗАО «Интеравтоматика» заняла 7 человеко-дней;

В настоящее время разработка механизма типовых решений завершена и продемонстрировала свою эффективную значимость. Планируется внедрить разработанный механизм проектными предприятиями, разрабатывающим программные алгоритмы для ТПТС в САПР GET-R1. Внедрение нового механизма типовых решений существенно понизит трудоемкость проектирования ППО и обеспечит унификацию разрабатываемых алгоритмов.

Разработанный механизм позволяет:

- разрабатывать новый GET-проект в автоматизированном режиме;
- за короткие сроки в автоматизированном режиме производить конвертацию GET-проекта из ТПТС-ЕМ в ТПТС-НТ;
- благодаря новым разработанным типовым решениям с интегрированными в них SQL-запросами позволяет автоматизированно вносить изменения в GET-проект и поддерживать всегда в актуальном состоянии.

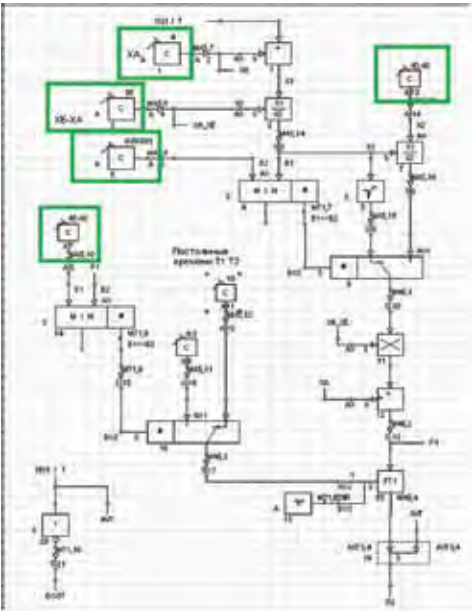


Рис. 2

Список используемой литературы
М.А. Белоносов, Ю.С. Галицын, Т.П. Крылова, Е.Ю. Маликова, М.А. Болдырева. «Система автоматизированного проектирования программно-технических комплексов. Руководство пользователя». ВНИИА. 2012 год.
Siemens corporation (перевод Е.Ю.Померанцева). «Teleperm ME GET-TM Graphics Engineering Tool user manual». ВНИИА. 1995 год.

Оптико-терагерцовый преобразователь на эффекте Черенкова

**С.А. Сычугин, М.И. Бакунов,
ННГУ им. Н.И. Лобачевского**

Одно из бурно развивающихся направлений современной прикладной физики – освоение терагерцового диапазона электромагнитных волн. Перспективы широкого применения терагерцового излучения в фундаментальных исследованиях и практических приложениях обуславливают интерес к данной области частот исследовательских групп по всему миру. В терагерцовом диапазоне лежат резонансы многих сложных, практически важных молекул, например, биомаркеров, используемых при анализе дыхания человека, взрывчатых и других опасных веществ. Это позволяет обнаруживать и идентифицировать подобные вещества в небольших концентрациях. Многие непрозрачные в оптическом диапазоне материалы (одежда, бумага, пластмасса и т. п.) имеют окна прозрачности в терагерцовом диапазоне, что дает возможность создавать терагерцовые системы безопасности и системы контроля качества, проводить интроскопию объектов искусства и археологических артефактов. С помощью короткоимпульсного терагерцового излучения удается проводить спектроскопию во временной области (THz TDS), позволяющую практически мгновенно получать спектральные «отпечатки пальцев» различных веществ в широком спектральном диапазоне. Также активно исследуются возможности применения сильных терагерцовых полей для ускорения частиц и сверхбыстрого управления магнитными явлениями в веществе.

Наиболее сложной проблемой в освоении терагерцового диапазона частот является разработка эффективных методов генерации терагерцового излучения и создания на этой основе компактных и достаточно мощных терагерцовых источников. Так, хорошо разработанные в прошлом веке принципы генерации оптического и СВЧ излучения оказываются неприменимы для терагерцового диапазона.

За последние 25 лет, в связи с появлением мощных фемтосекундных лазерных систем, произошел существенный прогресс в области создания компактных источников когерентного терагерцового излучения. Были разработаны методы генерации и детектирования терагерцового излучения на основе нелинейно-оптических преобразований фемтосекундных лазерных импульсов в электрооптических кристаллах. По сравнению с такими громозд-

кими и дорогими терагерцовыми генераторами, как лазеры на свободных электронах или синхротроны, оптико-терагерцовые преобразователи могут уместиться на оптическом столе и, в отличие от квантово-каскадных лазеров, работать при комнатной температуре.

Одним из наиболее распространенных методов оптико-терагерцового преобразования является нелинейное оптическое выпрямление фемтосекундных лазерных импульсов в электрооптических кристаллах [1]. Источником излучения здесь служит всплеск нелинейной поляризации, повторяющий временную огибающую оптической интенсивности и движущийся вместе с оптическим импульсом накачки с его групповой скоростью. В кристаллах типа LiNbO_3 оптическая групповая скорость превышает фазовую скорость терагерцовых волн, в результате чего нелинейная поляризация излучает черенковский конус терагерцовых волн подобно заряженной частице, движущейся в среде быстрее фазовой скорости света.

В настоящее время наибольшей эффективности нелинейно-оптического преобразования удается достигнуть в сэндвич-структуре с тонкой сердцевинной из электрооптического кристалла, отражающей подложкой и призматическим элементом для вывода излучения [2]. При накачке подобной структуры импульсами титан-сапфирового усилителя с энергией 15-20 мкДж была достигнута рекордная для такого уровня энергий эффективность преобразования 0,25% [3].

Однако, существует несколько факторов, ограничивающих широкое применение сэндвич-структуры. Во-первых, технически сложную задачу представляет собой изготовление тонкого ~30 мкм слоя электрооптического материала, обеспечивающего волноводное распространение фс-импульса. Кроме того, малая толщина слоя существенно усложняет юстировку схемы. Во-вторых, в результате многократного переотражения терагерцовых волн в сердцевине сэндвич-структуры спектр излучения имеет провал, что ограничивает применимость структуры для спектроскопических исследований. Этим ограничений удастся избежать при использовании сравнительно толстого слоя из нелинейного электрооптического кристалла. Но при этом оказывается существенным процесс дифракционного расплывания лазерного пучка по мере его распространения в материале.

При теоретическом описании явления черенковской терагерцовой эмиссии часто поперечный размер лазерного пучка накачки предполагается постоянным. Однако в типичном эксперименте пучок накачки остро фокусируется для обеспечения высокой оп-

тической интенсивности, необходимой для нелинейного оптического выпрямления [4]. В этом случае поперечный размер лазерного пучка значительно изменяется в направлении распространения, что приводит к соответствующему изменению оптической интенсивности. В результате лазерный импульс излучает терагерцовые волны, главным образом из области в окрестности перетяжки пучка. Уменьшение размера перетяжки, с одной стороны, увеличивает оптическую интенсивность в фокусе, но, с другой стороны, уменьшает длину излучающей области. Это ставит вопрос о наличии оптимальных условий фокусировки лазерного пучка для обеспечения максимального оптико-терагерцового преобразования.

В данной работе обобщается теория терагерцового черенковского излучения на случай, когда ультракороткий лазерный импульс распространяется в нелинейной среде как Гауссов пучок. Это позволяет исследовать зависимость излученной терагерцовой энергии от размера перетяжки лазерного пучка.

Для случая накачки кристалла LiNbO_3 импульсами титан-сапфирового лазера были численно рассчитаны картина электрического поля и полная излученная терагерцовая энергия. Анализ картины поля показал, что электрическое поле имеет неоднородный характер вдоль черенковского клина из-за значительного изменения оптической интенсивности вдоль пучка накачки и сильного поглощения в LiNbO_3 . Исследование зависимости излученной терагерцовой энергии от размера перетяжки лазерного пучка выявило существование оптимального размера перетяжки для каждой длительности импульса накачки.

Список литературы

1. Bass M. et al. // Phys. Rev. Lett. 1962. V. 9. P. 446.
2. S.B. Bodrov et al. // J. Appl. Phys. 2008. V. 104. P. 093105.
3. S.B. Bodrov et al. // Appl. Phys. Lett. 2012. V. 100. P. 201114.
4. M.I. Bakunov et al. // Appl. Phys. Lett. 2012. V. 101. P. 151102.

Мировой рекорд Нововоронежской АЭС

Одно из ключевых событий в атомной энергетике России и мира произошло 27 февраля 2017 года на Нововоронежской АЭС: был сдан в промышленную эксплуатацию новейший, самый мощный в России инновационный блок поколения «3+» с реактором ВВЭР-1200. Генеральный директор Госкорпорации «Росатом» Алексей Лихачев назвал это событие мировым рекордом.

Энергоблок №1 НВАЭС-2 впервые был включен в единую энергетическую систему страны и начал выработку электроэнергии 5 августа 2016 года. Успешно было пройдено освоение мощности на этапах энергопуска, опытно-промышленной эксплуатации, во время которых проводились проверки и испытания оборудования и систем на различных уровнях мощности и различных эксплуатационных режимах.

Испытания успешно завершились 23 февраля 15-суточным комплексным опробованием на 100%-м уровне мощности, в ходе которого энергоблок подтвердил способность стабильно нести нагрузку в соответствии с проектными параметрами.

27 февраля 2017 г. генеральный директор Концерна «Росэнергоатом» Андрей Петров на основании полученного разрешения ГК «Росатом» подписал приказ о сдаче энергоблока в промышленную эксплуатацию.

К моменту ввода в промышленную эксплуатацию энергоблок №1 НВАЭС-2 выработал 1691 млн кВтч электроэнергии.

«Я благодарен коллективу Нововоронежской АЭС за самоотверженный труд не только при выполнении работ по вводу блока в промышленную эксплуатацию, но и за не менее напряженную работу по подготовке необходимой документации для предоставления в Ростехнадзор», – сказал директор Нововоронежской АЭС Владимир Поваров.

По сравнению с традиционными энергоблоками с реактором типа ВВЭР-1000 проект «АЭС-2006», по которому построен первый блок НВАЭС-2, обладает рядом преимуществ, существенно повышающих его экономические характеристики и безопасность. Так, электрическая мощность реакторной установки повышена на 20% с 1000 до 1200 МВт; срок службы основного оборудования (корпуса реактора и парогенераторов) увеличен в два раза – с 30 до 60 лет; за счет высокой автоматизации и внедрения новых технологических решений количество персонала уменьшено на 25-30%. Кроме того, энергоблок отвечает всем так называемым «постфукусимским» требованиям в области безопасности. Применен ряд новейших и не имеющих аналогов систем безопасности, такие как ловушка расплава активной зоны или система пассивного отвода тепла, позволяющая охлаждать за счет естественной циркуляции воздуха активную

зону реактора в отсутствие энергоснабжения и участия человека.

Энергоблоки поколения «3+» в настоящее время сооружаются в США и Франции, однако именно российский энергоблок №1 НВАЭС-2 стал первым в мире атомным энергоблоком нового поколения, сданным в промышленную эксплуатацию.

Строительство энергоблока началось в 2007 году – это был первый энергоблок, сооружаемый в современной России с нуля. Поэтому сложностей было очень много. Возглавил столь серьезное дело Владимир Петрович Поваров.

Владимир Петрович окончил Московский энергетический институт, работал инженером-исследователем в НИИ атомных реакторов им. В.И. Ленина, Димитровграда Ульяновской области. С 1986 по 2008 годы его деятельность была связана с Ростовской АЭС. В январе 2009 года возглавил Нововоронежскую АЭС.

Кандидат технических наук по теме «Разработка и совершенствование методик экспериментального определения нейтронно-физических характеристик ВВЭР-1000».

Награжден медалью Ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени; Почётной грамотой Минатома и ЦК профсоюза; серебряной медалью концерна «Росэнергоатом» «За заслуги в повышении безопасности атомных станций», медалью МЧС России «За содружество во имя безопасности» и другими наградами.





Глава ГК «Росатом» Алексей Лихачев (справа) и генеральный директор НВАЭС Владимир Поваров

Нововоронежская АЭС является первенцем освоения энергоблоков с реакторами типа ВВЭР. Именно здесь были реализованы проекты по созданию головных энергоблоков ВВЭР-440 и ВВЭР-1000, которые затем получили признание и были реализованы во многих странах.

Сразу после назначения В.П. Поварова директором на энергоблоке №5 началась полномасштабная – первая среди энергоблоков с реактором ВВЭР-1000 – модернизация. Её целью было продление срока эксплуатации блока на 25-30 лет. Продление сроков эксплуатации блоков первого поколения НВАЭС стало важнейшим событием не только для одной станции, не только для атомной отрасли России, но и для всех атомных станций, использующих энергоблоки, созданные по советским проектам. Разработанную в Нововоронеже технологию по продлению срока эксплуатации энергоблоков можно назвать экономическим чудом, ведь она более чем в десять раз дешевле возведения нового объекта. На один киловатт установленной мощности новово-

ронезцы затратили порядка 160 долларов. А новый блок, головной пусковой, стоил бы 1500 долларов на один киловатт установленной мощности. При этом модернизированные установки ничем не уступают новым.

Энергоблок №5 – первый в стране энергоблок с реакторной установкой ВВЭР-1000 – вновь вошел в строй действующих в сентябре 2011 года. Сейчас этот блок является гордостью Нововоронежской АЭС, что подтвердила и международная миссия ОСАРТ МАГАТЭ, прошедшая в 2015 году.

В 2014 году руководство Росатома приняло решение об объединении действующей и строящейся площадок Нововоронежской АЭС, руководство которой также было поручено В.П. Поварову. На энергоблоке №6 в это время начались пусконаладочные работы. Для подготовки блока к физическому и энергетическому пуску были привлечены все специалисты Нововоронежской АЭС. Как итог большой сложной работы высококвалифицированного коллектива – слова главы Росатома Алексея Лихачева о том, что

теперь мы имеем уникальный объект, который сможем тиражировать как в России, так и за рубежом. Первый блок НВАЭС-2 – не просто блок, соответствующий всем российским и международным требованиям безопасности. Это целый ряд прорывных принципиально новых технологий, референтных не только для станций в России, но и для новых станций за рубежом. Особенности данного типа являются использование дополнительных систем безопасности, защита реакторов от землетрясения, падения самолета, урагана, цунами, расположенная под реактором ловушка расплава активной зоны и увеличенный до 60 лет срок службы энергоблоков. Стоимость проекта составила более 130 миллиардов рублей.

В 2016 году Владимир Поваров в составе творческого коллектива стал лауреатом Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники за создание уникального роботизированного комплекса перегрузки ядерного топлива. Эта технология применялась при загрузке ядерного топлива в реактор ВВЭР-1200 на новом блоке Нововоронежской АЭС.

Принципиальная позиция руководителя НВАЭС заключается в том, что научная деятельность – это стимул к развитию и поиску новых технических решений.

«Наша отрасль – одна из немногих, которая имеет масштабный потенциал глобального развития в мировой экономике, основанный не на сырье и природных богатствах, а на интеллекте, высоких технологиях и возобновляемых ресурсах. Свойство человеческой памяти – забывать. Поэтому так важно поддерживать уровень науки, привязанной к производству. Нужно фиксировать все, чего мы достигли, потому что у нас есть совершенно уникальные работы, которые могут быть применены на других станциях».

В этом году у Владимира Петровича юбилей. Друзья и коллеги высоко оценивают его деятельность на посту руководителя НВАЭС – станции, соединившей в себе прошлое и будущее атомной энергетики.

**Фото из архива редакции и фотобанка
rosenergoatom.ru**



АО «ТВП «ГЭМ»: предприятие с конструктивным подходом к делу



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ТВЕРСКОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ГИДРОЭЛЕКТРОМОНТАЖ»

**171841, Тверская область, г. Удомля
Промзона КАЭС, а/я 16
Тел.: (48255) 7-24-43, 5-75-64
Факс (48255) 7-24-41
e-mail: gem@tvpgem.ru
www.tvpgem.ru**

АО «Тверское предприятие «Гидроэлектромонтаж» - специализированная российская электромонтажная организация с опытом в не один десяток лет, уже давно завоевала прочный авторитет на рынке оказания услуг как отечественным, так и зарубежным предприятиям. Спектр работ - широк, география сотрудничества - тоже. Среди предприятий-партнеров, для которых специалисты АО «ТВП «ГЭМ» в срок и качественно выполнили и выполняют поставленные задачи - Калининская, Ростовская, Ленинградская, Курская, Кольская, Балаковская атомные станции. Электромонтажные и пусконаладочные работы выполнялись также и на крупнейших зарубежных объектах - АЭС «Бушер» (Иран), АЭС «Куданкулам» (Индия), Белорусской АЭС. Значительный вклад АО «ТВП «ГЭМ» внесло и в развитие Нововоронежской АЭС, одного из старейших предприятий атомной энергетики РФ. В этом году директор НВ АЭС В.П. Поваров отмечает свой 60-летний юбилей. Многие годы его жизненного пути отданы руководству коллективом станции.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ОПЫТ И РЕСУРСЫ ДЛЯ РАЗВИТИЯ

Компания начала свою деятельность в 1946 году с образования в составе всесоюзной организации «Гидроэлектромонтаж» Тверского монтажного управления. В течение нескольких десятилетий его специалисты нарабатывали опыт, выполняя заказы на территории России и стран ближнего и дальнего зарубежья. В 1994 году структурное подразделение Тверского монтажного управления АО «Гидроэлектромонтаж» было преобразовано в ЗАО «Тверское предприятие «Гидроэлектромонтаж».

В 2006 году ЗАО «ТВП «ГЭМ» вошло в состав строительно-монтажного холдинга «Энергоатоминжиниринг», затем последовала модернизация производства тверского предприятия. За последующие годы технологический парк был оснащен современным оборудованием для лазерной резки, гибки листового металла и других плоских материалов,



**И.А. Аверьянов, генеральный директор
ЗАО «Энергоатоминжиниринг», управляющей
организации АО «ТВП «ГЭМ»**

а также новым сварочным оборудованием, что повысило объем выпускаемой продукции до 300 тонн в месяц.

Помимо электромонтажных работ предприятие стало способным оказывать и другие виды услуг. Спектр направлений деятельности расширился:

- монтаж, наладка и ремонт энергоблоков, линий электропередачи, электроэнергетического, теплоэнергетического оборудования и энергоустановок;
- монтаж систем автоматизации технологических процессов, устройств связи, трубопроводов;
- изготовление и монтаж металлических конструкций, доизготовление и укрупнитель-

ная сборка оборудования и трубопроводов;

- электроснабжение строительных площадок;
- строительство зданий и сооружений;
- наладка, испытание и комплексное опробование оборудования;
- различные виды сварочных работ;
- контроль качества продукции, материалов, работ, соединений;
- разработка производственной технологической, производственной контрольной и эксплуатационной документации.

В своей сфере деятельности специалисты АО «ТВП «ГЭМ» добились значительных успехов, качество их работы и высокий уровень профессионализма были отмечены государственными наградами Российской Федерации. Так, работниками АО «ТВП «ГЭМ» выполняются монтаж и наладка электрооборудования напряжением 110—330 киловольт и 750 киловольт, в том числе трансформаторов единичной мощностью до 1250000 киловольт-ампер, мощных испытательных стендов напряжением 1150—1500 киловольт, элегазовых выключателей, токопроводов на 24000 ампер для генераторов мощностью один миллион киловатт, многоуровневых автоматических систем управления, контроля и автоматизации ядерных энергоблоков. Специалисты компании выполняют работы на компрессорных станциях магистральных трубопроводов, а также на питающих и тяговых подстанциях железных дорог. АО «Тверское предприятие «Гидроэлектромонтаж» освоило и изготовление продукции производственно-технического, электротехнического и машиностроительного профиля, товаров народного потребления. Сегодня компания конструирует





и изготавливает стелы первичных преобразователей контрольно-измерительных приборов и автоматики, кабельные коробки и элементы кабельных конструкций, ящики и коробки зажимов, распределительные шкафы, ящики с понижающими трансформаторами, блоки управления электродвигателями, а также производит закладные и опорные конструкции, различные монтажные изделия, проходные сальниковые доски, детали трубопроводов и другое оборудование. При наличии значительного опыта работ в атомной отрасли АО «ТВП «ГЭМ» также осуществляет работы в сфере электросетевого хозяйства в Московской, Новгородской, Тверской областях. Кроме того, АО «ТВП «ГЭМ» участвует в гражданском и жилищном строительстве, выполняя работы

по воздушным и кабельным сетям, электрооборудованию 0,4-10 кВ, внутреннему и наружному освещению, системам контроля, автоматики, управления, пожаротушения.

НАЛАЖЕННЫЙ «АТОМНЫЙ» ДИАЛОГ

С момента основания предприятие располагается в Удомельском городском округе Тверской области. Три управления организации находятся на территориях трех атомных электростанций: монтажное управление №1 (производственная база) — на Калининской АЭС, монтажное управление №2 — на Ростовской АЭС, монтажное управление №3 — на Нововоронежской АЭС, а также открыты представительства на Белорусской АЭС, Ленинградской АЭС, Курской АЭС. Штат сотрудников АО

«ТВП «ГЭМ» составляет свыше 1500 специалистов разного профиля.

Нововоронежская АЭС имеет славную историю своего строительства и развития, коллективом атомной станции пройден немалый путь, прежде чем она стала визитной карточкой Воронежского региона — территории своего расположения. С пуском 30 сентября 1964 г. энергоблока №1 НВАЭС начался отсчет в истории становления промышленной атомной энергетики не только России, но и ряда стран Восточной и Центральной Европы. Это первая АЭС России с водо-водяными энергетическими реакторами (ВВЭР).

АО «ТВП «ГЭМ» с Нововоронежской АЭС связывают долгие годы сотрудничества — на протяжении всего строительства энергоблока №6 станции электромонтажные и пусконаладочные работы по вводу в эксплуатацию, а также электромонтажные работы по эксплуатации и ремонту электротехнического оборудования выполняли специалисты АО «ТВП «ГЭМ».

Одно из последних достижений НВАЭС — включение в сеть 5 августа 2016 г. энергоблока №6, который выдал первые мегаватты в энергосистему страны.

Сегодня АО «Тверское предприятие «Гидроэлектромонтаж» для осуществления монтажа, наладки и ремонта электротехнического и теплоэнергетического оборудования, для разработки и выпуска изделий располагает современным высокоточным электротехническим и сварочным оборудованием нового поколения с числовым программным управлением для металлообработки. Имея в арсенале опыт и профессионализм, предприятие открыто к сотрудничеству и совместному с партнерами решению задач любой сложности.

Уважаемый Владимир Петрович!

Коллектив АО «ТВП «ГЭМ» искренне поздравляет Вас с 60-летним юбилеем. Профессионализм и опыт, успешное управление мощным энергетическим предприятием России стали основой уважения коллег и общественного признания Вашего личного вклада в развитие отечественной атомной энергетики. Ее история неразрывно связана с историей становления Нововоронежской АЭС — одного из первых промышленных атомных объектов в стране.

За последние годы коллектив станции под Вашим руководством выполнил государственную задачу, которая имела мировой резонанс, — построен инновационный энергоблок поколения «З+». Благодаря технико-экономическим показателям, обеспечивающим абсолютную безопасность и полностью соответствующим постфукусимским требованиям МАГАТЭ, новый объект атомной отрасли по праву называют «прорывным» проектом. Мы разделяем и рады вашему успеху!

За время долголетнего сотрудничества между руководством наших предприятий сложились конструктивные доброжелательные отношения, которые позволяют эффективно решать любые производственные вопросы. Нам важно осознавать, что коллектив АО «ТВП «ГЭМ» трудится вместе с вами, трудится для процветания нашей Родины.

Будьте здоровы, полны жизненной энергии для реализации новых интересных проектов и достижения самых смелых планов. Пусть надежной основой для этого служат Ваши деловые качества, талант руководителя, доверие и поддержка коллег и партнеров. Личного благополучия, мира в семье, а предприятию — безаварийной работы и дальнейшего успешного развития!



Хорошего человека высокое положение не испортит!



В жизни мне везет на встречи с хорошими людьми. Так вот повезло познакомиться и вместе работать с Владимиром Петровичем Поваровым. Знаю Владимира с 1975 года: вместе проживали в общежитии Московского энергетического института. Правда, он учился на курс старше. Остроумный красавец с густой черной кучерявой шевелюрой. Не одно девичье сердце трепетало при встрече с Владимиром, но его сердце уже было покорено красавицей Еленой.

Памятны студенческие строительные отряды и совместное проживание в общежитии 10 «Г». А потом Владимир распреде-

лился в НИИАЭР города Димитровграда, откуда родом его жена. В силу обстоятельств в этом же году я попал на преддипломную практику в НИИАЭР. Жить в общежитии одному тоскливо, поэтому много времени я проводил с семьей Поваровых. С Владимиром вместе мы работали на садовом участке его тещи. Практика закончилась, и пути наши на некоторое время разошлись.

Очередная встреча произошла, когда Владимир Петрович (да, уже Владимир Петрович, а не Володя!) стал работать заместителем главного инженера Ростовской АЭС по ядерной безопасности. Встречались по работе, и складывалось ощущение, что не было этих нескольких лет работы в разных местах.

Сегодня Владимир Петрович Поваров – директор Нововоронежской атомной электростанции, заслуженно уважаемый человек, классный специалист в атомной отрасли. При встречах мы общаемся с той же доверительностью, что и в 1975 году. Наши жены хорошо знакомы и при встречах тоже с удовольствием общаются. По роду текущей моей деятельности общаемся мы с Владимиром Петровичем и в рамках ВАО АЭС.

Владимира не испортили слава, должность, высокое положение. Так и должно быть у хороших людей.

В жизни везет мне на встречи с хорошими людьми!

**Директор Московского центра ВАО АЭС
Василий Аксёнов**



Уважаемый Владимир Петрович, сердечно поздравляем Вас с 60-летием со дня рождения!

Ваша трудовая деятельность широка и многогранна: она неразрывно связана с атомной отраслью. За тридцать семь лет своей плодотворной трудовой деятельности после окончания вуза Вы достигли значимых успехов, которые говорят о Вас как о человеке целеустремленном, ответственном, глубоко увлеченном своей профессией, обладающим всей полнотой знаний и богатым опытом, стратегическим мышлением в интересах Госкорпорации «Росатом»

От всей души желаем Вам долгих лет жизни, здоровья, удачи и благополучия, успеха в делах и поддержки сильной команды единомышленников!

**От имени коллектива ООО «Стройинжиниринг»
генеральный директор Н.В. Смольянов,
исполнительный директор С.Г. Николин**

ООО «Стройинжиниринг» (образовано в 2003 г.) является одной из самых крупных и динамично развивающихся строительных организаций Центрально-Черноземного региона, выполняющей полный комплекс строительно-монтажных работ, широкий спектр архитектурно-дизайнерских и инженеринговых услуг, что позволяет компании выполнять работы от создания дизайн-проекта и разработки проектной документации до строительства объекта «под ключ».

В своей деятельности «Стройинжиниринг» делает упор на качестве выполняемых работ и применяемых материалов,

акцентируя внимание на строгом соблюдении технологии производства работ. Основной принцип нашей работы – внедрение новейших технологий капитального строительства, а также фасадной и внутренней отделки зданий.

Статусный заказчик компании – Нововоронежская АЭС.

Компания в качестве основного подрядчика участвовала в модернизации 5-го энергоблока НВАЭС-1.

На площадке НВАЭС-2 «Стройинжиниринг» построил десять крупных объектов, среди которых здание обессоливающей

установки, административный корпус, санитарно-бытовой корпус, информационный и учебный центры.

В феврале 2017 г. в промышленную эксплуатацию был сдан первый блок НВАЭС-2. В этом есть заслуга и коллектива ООО «Стройинжиниринг».

**г. Воронеж, ул. Волгоградская, 46-а
Телефон: (473) 254-33-54,
(473) 254-33-70, (473) 254-33-75
E-mail: ibs@ibs.vrn.ru**

Уважаемый Владимир Петрович!
Примите самые искренние поздравления с юбилеем!

Ваша жизнь и трудовая деятельность неразрывно связаны с ядерной энергетикой. Вы прошли непростой трудовой путь от механика экспериментальных стендов и установок в НИИ атомных реакторов до директора атомной станции, на площадке которой впервые реализовывались практически все новые проекты энергоблоков с реакторами ВВЭР.

Ваши глубокие знания физических процессов на АЭС, высокие профессиональные качества, богатый опыт эксплуатации, умение выделить основные задачи и неординарный подход к выбору оптимального решения проблем помогают Вам добиваться впечатляющих результатов в руководстве и обеспечении безопасности и надежности АЭС. Ваша работа не раз была отмечена отраслевыми и государственными наградами.

НИЦ «Курчатовский институт», являясь научным руководителем АЭС и РУ на всех этапах жизненного цикла, тесно и плодотворно взаимо-

действует с возглавляемыми Вами подразделениями, равно успешно решающими задачи вывода из эксплуатации блоков первого поколения, модернизации и совершенствования эксплуатации действующих энергоблоков, дальнейшего развития АЭС.

В 2016 году парк ядерных реакторов России пополнился шестым энергоблоком возглавляемой Вами Нововоронежской АЭС. Сооружение и ввод в эксплуатацию этого блока поколения 3+ потребовали слаженной и профессиональной работы проекторночных, конструкторских, строительномонтажных, пусконаладочных, научных организаций, а также заводов-изготовителей систем и оборудования. Убеждены, что именно Ваши профессионализм и богатый опыт помогли реализации этого проекта и успешному вводу в промышленную эксплуатацию нового энергоблока.

От души желаем крепкого здоровья, семейного счастья, радости, благополучия, а также новых успехов в атомной энергетике.

Коллектив НИЦ «Курчатовский институт»



ООО «Корпорация АК «ЭСКМ» поздравляет В.П. Поварова с юбилеем!

Уважаемый Владимир Петрович!
От имени коллектива ООО «Корпорация АК «ЭСКМ»
примите искренние поздравления с 60-летием!

Профессионализм, компетентность и энергичность – качества, которые сделали Вас авторитетным, уважаемым и узнаваемым человеком в отечественной атомной энергетике.

Наше сотрудничество в рамках основных атомных строек страны XXI века вселяет гордость за успешные результаты проделанной совместной работы: Ростовская АЭС, блоки №№1, 2, Нововоронежская АЭС-1 блок №5, Нововоронежская АЭС-2, блоки №№1, 2.

Юбилей – прекрасный повод не только оценить пройденный путь, успехи и неудачи, но и наметить для себя новые горизонты.

Пусть яркими впечатлениями будет полна Ваша жизнь, а работа открывается новыми интересными гранями, пусть неизменно сопутствует успех в том важном деле, которым Вы занимаетесь.

Удачи Вам во всех делах и начинаниях! Пусть с Вами всегда будут верные друзья и единомышленники!



С пожеланиями крепкого здоровья, неиссякаемой энергии
и дальнейшей плодотворной деятельности на благо России,
Генеральный директор ООО «Корпорация АК «ЭСКМ»
Е.Д. Суббота

Технологическое лидерство – залог векового успеха ПАО «МСЗ»



Почему Машиностроительный завод Топливной компании Росатома «ТВЭЛ» известен и уважаем во всём мире? Только ли потому, что предприятие является одним из крупнейших производителей топлива для реакторов различного типа, что обеспечивает работу более 60 энергоблоков в 14 странах Европы и Азии? Только ли потому, что девиз завода – «Традиционная надёжность» – изначально программирует процесс взаимодействия между изготовителем и заказчиком на высокое качество и эффективность?

Секрет успеха ПАО «МСЗ», конечно, не только в этом. Не одно поколение руководителей предприятия отмечает, что главным достоянием и богатством Машиностроительного завода являются люди, которые здесь работают. Именно эти люди на протяжении 100-летней истории МСЗ обеспечивают его непрерывное развитие, воплощают в жизнь самые смелые



О.Л. Седельников, генеральный директор МСЗ

и передовые идеи, реализуют сложнейшие инновационные проекты.

Завод был основан купцом Н.А. Второвым в 1917 году как снаряжательный (оружейный) для снабжения русской армии боеприпасами в годы Первой мировой войны. Первая партия заводской продукции была выпущена 28 февраля 1917 года – эта дата считается днем

рождения завода. Во время Великой Отечественной войны завод снабжал советскую армию боеприпасами, при этом впервые в стране снаряжал реактивные снаряды для гвардейских миномётов «Катюша» и «Ванюша».

В 1945 году, в эпоху создания «ядерного щита» и последовавших за ним становления и развития отечественной атомной энергетики, завод стал первым промышленным предприятием атомного проекта и был перепрофилирован для выполнения новых задач.

1954 год стал годом начала производства тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов) и тепловыделяющих сборок (ТВС) для атомной энергетики.

Следующим этапом стала организация производства активных зон для атомного флота. В декабре 1959 года был спущен на воду первый атомный ледокол «Ленин» с ядерным топливом, изготовленным на предприятии.

В 1965 году началось серийное производство тепловыделяющих элементов для атомных электростанций. В 70-х годах организовано серийное производство ТВЭЛов и ТВС для развивающейся атомной энергетики страны, а также для атомных станций ГДР, Венгрии, Болгарии, Чехословакии, Финляндии.



Автоматизированная линия производства ТВЭЛов ВВЭР-1000 и ВВЭР-440



Участок изготовления топливных таблеток

С середины 90-х годов технологические возможности производства ядерного топлива ПАО «МСЗ» оказались востребованными в Западной Европе. Выходу на западный рынок способствовало получение заводом ряда престижных дипломов и сертификатов, удостоверяющих высокие показатели качества его продукции.

С 1994 года завод сотрудничает с компанией Areva GmbH. В рамках этого взаимодействия изготавливаются ТВС для реакторов типа PWR и BWR, разработанных немецкими специалистами.

Сегодня производственный сектор Машиностроительного завода аккумулирует в себе процессы изготовления порошка диоксида урана, топливных таблеток, тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ), комплектующих деталей, тепловыделяющих сборок (ТВС), а также поглощающих элементов и органов регулирования систем управления и защиты (ПЭЛ и ОР СУЗ). Завод производит ТВС и топливные таблетки для реакторов типа ВВЭР, РБМК, БН, ЭГП, PWR, BWR, выпускает ядерное топливо для исследовательских реакторов.

Все эти процессы характеризуются высокой степенью автоматизации. Первая автоматизированная линия снаряжения ТВЭЛ для реакторов типа РБМК появилась на заводе в 1981 году, а спустя три года на промплощадке заработали три линии ВВЭР-440. Впоследствии автоматизация охватила все направления деятельности завода.

С пуском в 2003 году высокоавтоматизированного комплекса «сухой конверсии» мощность завода по производству порошка диоксида урана, используемого при изготовлении ядерного топлива, достигла рекордного в мире уровня.

В 2004 году подготовлено производство, изготовлен и поставлен в КНР комплект ТВС для загрузки в опытно-промышленный реактор на быстрых нейтронах CEFR.

В 2013 году предприятие выпустило трехтысячную ТВС по контракту с фирмой Areva GmbH.

Внедрение новых технологий изготовления компонентов ядерного топлива, разработка и создание уникального оборудования, апробация результатов научной мысли лучших заводских инженеров и учёных давно стали

залогом технологического лидерства предприятия, высочайшего качества его продукции, а следовательно, и стремления к сотрудничеству с ним потенциальных партнёров со всего мира. Ежегодно завод посещают десятки делегаций представителей стран, где ядерная энергетика еще только начинает зарождаться, и опыт, накопленный российскими атомщиками, для них, без преувеличения, бесценен. Что говорить, если портфель интеллектуальной собственности ПАО «МСЗ» включает в себя права на 204 объекта интеллектуальной собственности, в том числе 113 патентов на изобретения, 29 патентов на полезные модели, 55 ноу-хау и 7 товарных знаков.

В ПАО «МСЗ» функционирует интегрированная корпоративная система менеджмента качества, экологии, охраны здоровья и безопасности труда, созданная под руководством АО «ТВЭЛ» и сертифицированная на соответствие международным стандартам ISO 9001, ISO 14001 и OHSAS 18001. ПАО «МСЗ» принимает активное участие в мероприятиях по

охране окружающей среды, проводимых как на уровне Топливной компании «ТВЭЛ», так и Госкорпорации «Росатом».

В 2015 году ПАО «МСЗ» получило сертификат соответствия системы энергетического менеджмента требованиям стандарта ISO 50001:2011.

ПАО «МСЗ» стремится к повышению эффективности своей деятельности. На заводе активно развивается производственная система «Росатом» (ПСР). Машиностроительный завод начал работать по принципам производственной системы «Росатом» одним из первых в отрасли. После того, как два пилотных участка ПСР, созданных в цехах снаряжения тепловыделяющих элементов и изготовления комплектующих изделий, начали успешно выполнять поставленные перед ними задачи, в процесс непрерывных улучшений стали вовлекаться все подразделения предприятия и дочерние общества. Сегодня философия ПСР крепко закрепилась на предприятии, а проекты, направленные на повышение эффективности производства, ежегодно приносят серьёзный экономический эффект.

Успехи предприятия в деле повышения эффективности подтверждаются тем фактом, что в феврале 2016 года, по итогам работы в сфере развития ПСР, глава Госкорпорации «Росатом» Сергей Кириенко вручил генеральному директору ПАО «МСЗ» Олегу Седельникову диплом «За достижение статуса «Предприятие – Лидер ПСР-2015» и памятный знак «Лидер ПСР».

Машиностроительный завод – одно из ведущих предприятий, определяющих экономическое лицо не только города Электростали, но и Московской области. Социальной политике руководство предприятия уделяет самое пристальное внимание. На заводе действует целый ряд различных сбалансированных программ поддержки работников и ветеранов.

Деятельность ПАО «МСЗ» отмечена целым рядом наград и дипломов самого высокого уровня, а Коллективный договор, действующий на заводе, не раз признавался лучшим среди предприятий Московской области.

Коллектив Машиностроительного завода не прекращает своего развития – он готов к вызовам времени и ориентирован на выполнение работ любой сложности.



Стенд сборки пучка с хвостовиков



ПАО «Машиностроительный завод» и НИЦ «Курчатовский институт» вместе давно и надолго

В феврале 2017 г. ПАО «Машиностроительный завод» отметил 100-летний юбилей. Свой путь он начал 28 февраля 1917 г., выпустив первую партию боеприпасов для российской армии. В годы Великой Отечественной войны производил реактивные снаряды для гвардейских минометов «Катюша» и «Ванюша».

Сотрудничество Курчатовского института (тогда Лаборатории №2) с Заводом (в те времена – завод №12) началось в 1945 году при отработке технологии получения чистого урана, создания твэл для первых советских реакторов Ф-1 и «Аннушка» и решения проблемы производства плутония для военных целей.

Далее настало время освоения мирного атома: производство и поставка ядерного топлива для Обнинской АЭС, атомного ледокола «Ленин». С 1965 г. началось производство ядерного топлива для энер-

гетических реакторов различных типов: ВВЭР-440, ВВЭР-1000, РБМК-1000, БН-600, БН-800, PWR и BWR российских и зарубежных АЭС.

Сегодня ПАО «МЗ» – одно из ключевых предприятий в атомной промышленности, чья высокотехнологичная продукция всегда была и остается продукцией высокого качества на уровне мировых стандартов.

Все эти годы наши коллективы поддерживали тесные научно-технические связи для достижения общих целей – разработки новых видов топлива, повышения качества продукции и безопасности при эксплуатации АЭС. Это хорошо видно на примере отработки технологии изготовления уран-гадолиниевого топлива и топлива на основе регенерата урана. Мы надеемся, что впереди у нас новые разработки и технологические решения.

От лица всего коллектива НИЦ «Курчатовский институт» поздравляю сотрудников ПАО «Машиностроительный завод» со славным юбилеем и желаю успехов в вашей сложной и ответственной работе!

**Заместитель директора по атомной энергетике и ядерным технологиям
Ю.М. Семченков**



**Уважаемый Олег Львович!
Уважаемые работники и ветераны Машиностроительного завода!
От имени коллектива Производственного объединения «Маяк»
примите самые теплые и искренние поздравления
с замечательной юбилейной датой – 100-летием
со дня образования вашего предприятия!**

Весь век Элемаш находился на пике передовых технологий и разработок оборонного комплекса нашей Родины. Подобно могучему дубу, 100 лет для Машиностроительного Завода – лишь расцвет, пора высокоэффективной работы и готовности к новым высотам и достижениям!

Завод был построен при царском режиме для обеспечения боеприпасами российской армии в годы первой мировой войны. При советском правительстве он интенсивно развивался и модернизировался, и входил в число ведущих предприятий СССР. В годы второй мировой войны на предприятии изготавливались мины, авиабомбы, снаряды, в том числе для легендарной «Катюши». Своим трудом работники завода внесли весомый вклад в победу нашей страны в Великой Отечественной войне. За трудовой подвиг коллектив был отмечен орденом Ленина и множеством персональных наград.

Сегодня завод со славной историей и современными производственными мощностями является одним из крупнейших в мире производителей ядерного топлива для энергетических и исследовательских реакторов, а также другой инновационной продукции, которая успешно конкурирует на мировом рынке.

Любое производство – это прежде всего люди, вклад их творческих и душевных сил. Все эти годы на заводе трудился высокопрофессиональный коллектив. 60 работников предприятия стали лауреатами Ленинской премии, Государственной премии и премии Совета Министров СССР.

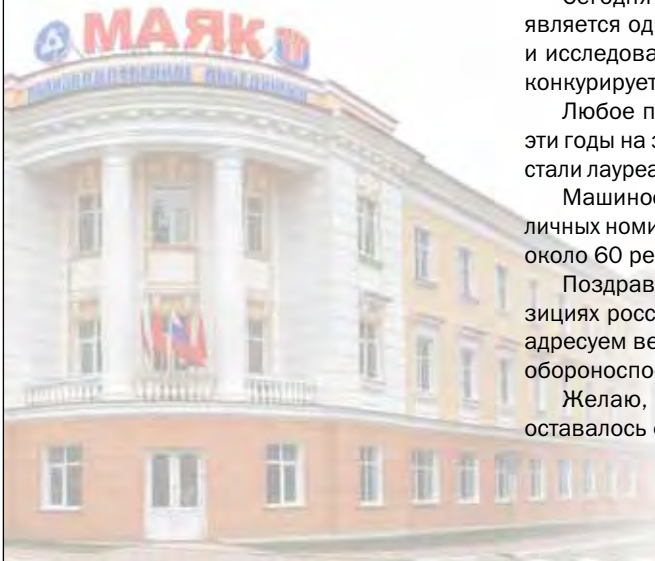
Машиностроительному заводу не раз было присвоено звание лучшего предприятия в различных номинациях. Свои передовые позиции завод сохраняет и сегодня, обеспечивая топливом около 60 реакторов различного типа в 14 странах мира.

Поздравляю вас с замечательной датой, 100-летием успешной работы на передовых позициях российской оборонной промышленности. Слова особого уважения и признательности адресуем ветеранам, коллективу и руководству предприятия за огромный вклад в укрепление обороноспособности и развития инновационных технологий нашей страны.

Желаю, чтобы весь следующий век ваше предприятие лишь укрепляло свои позиции и оставалось флагманом атомной отрасли!



**Генеральный директор
ФГУП «ПО «Маяк» М.И. Похлебаев**



Kelvion



КЕЛЬВИОН – ЭКСПЕРТЫ В ТЕПЛООБМЕНЕ

С 2007 года специалисты Кельвион разрабатывают решения теплообмена, отвечающие стандартам атомной отрасли. Компания обладает подтвержденным опытом поставок классового оборудования.

Кельвион производит и поставляет:

- Разборные пластинчатые теплообменники
- Сварные пластинчатые теплообменники
- Испарительные и сухие градирни
- Водяные фильтры с автоматической промывкой
- Охладители трансформаторов

Решения теплообмена Кельвион – это высокая надежность, эффективность и экономичность.

Кельвион Машинпэкс
Тел: +7 (495) 234 95 03
Факс: +7 (495) 234-95-04
moscow@kelvion.com

www.kelvion.ru



Во имя безопасности АЭС

ЭИЛ-ЭНИЦ – 60 лет

Акционерному обществу «Электрогорский научно-исследовательский центр по безопасности атомных электростанций» (АО «ЭНИЦ») исполнилось 60 лет. АО «ЭНИЦ» – современное название одной из старейших научно-исследовательских организаций отечественной атомной энергетики – Экспериментально-исследовательской лаборатории (ЭИЛ) Главатомэнерго Министерства электростанций СССР.

ЭИЛ по изучению и испытанию технологических процессов и оборудования атомных электростанций была создана в соответствии с распоряжением Совета Министров СССР от 01.12.1956 года №6992 р и приказом Министерства электростанций от 07.02.1957 года №3 в плане мероприятий по выполнению первой программы развития атомной энергетики СССР с размещением на производственных площадях ГРЭС №3 Мосэнерго в г. Электрогорске Павлово-Посадского района Московской области.

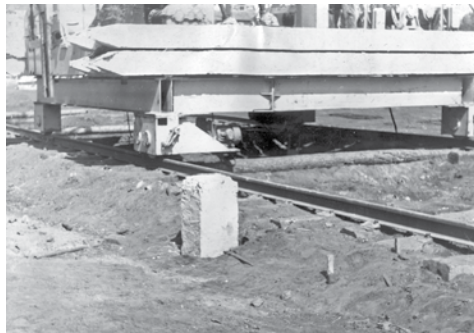
СТЕНДОВАЯ БАЗА

Первые экспериментальные стенды разрабатывались сотрудниками ЭНИН АН СССР. Одновременно были развернуты работы по демонтажу оборудования в помещении бывшей третьей котельной ГРЭС №3 и по подготовке к монтажу в нём инженерно-технологической инфраструктуры и сооружений на ее территории первых экспериментальных стендов. Уже через год, в марте 1958 года, были проведены первые экспериментальные работы. По результатам выполненных в 1958 году работ были выпущены первые пять научно-технических отчетов. В последующие десятилетия с развитием отечественной атомной энергетики увеличивалось количество задач, для решения которых необходимо было проводить новые, более сложные и разноплановые экспериментальные, а в последние два десятилетия расчетные исследования и испытания как для обоснования и оптимизации проектных решений всех типов отечественных ЯЭУ и РУ с водным теплоносителем, так и в целях повышения их безопасности, надёжности, эффективности.

Технически выполнение работ обеспечивалось осуществлением непрерывного процесса обновления стендовой базы и инженерно-технологической инфраструктуры предприятия за счет реконструкции созданных ранее и сооружения новых экспериментальных стендов.

Ключевыми моментами в истории развития ЭИЛ-ЭНИЦ стало сооружение собственного стендового (1986 год) и служебно-бытового (1987 год) корпусов, а также новых корпусов в конце прошлого – начале текущего столетия. Ввод этих корпусов в эксплуатацию обеспечил возможность коренного обновления экспериментальной базы, прежде всего за счет сооружения в них уникальных крупномасштабных теплофизических стендов, а также создания Полигона АСУ ТП.

На экспериментальных стендах ЭИЛ-ЭНИЦ в разные годы были выполнены сотни экспериментальных научно-исследовательских



20 июня 1972 г. Забита первая свая фундамента стендового корпуса ЭИЛ



80-е гг. XX века, пульт управления теплогидравлического стенда №108 «ЭНИС ВНИИАЭС» в помещении котельной ГРЭС №3 им. Р.Э. Классона

работ (НИР) в обоснование проектных решений энергетических реакторных установок отечественного дизайна с водным теплоносителем, а также применительно к установкам специального назначения. Были проведены также

многочисленные НИР по теплофизическому направлению, по отработке водно-химических режимов в контурах АЭС, проверке коррозионной и эрозионной стойкости конструкционных материалов активных зон реакторов, основного технологического оборудования и технологических контуров АЭС. На Полигоне АСУ ТП ЭНИЦ в тесном контакте с ЗАО «Атомстройэкспорт» (АСЭ), проектными и научными организациями были отработаны все основные проектные и технологические решения, апробировано и налажено оборудование (представительный комплекс) АСУ ТП АЭС «Бушер-1», что обеспечило успешный ввод в эксплуатацию 1-го блока АЭС «Бушер» (Исламская Республика Иран).

В настоящее время АО «ЭНИЦ» является одной из ведущих неядерных исследовательских баз Госкорпорации «Росатом». Согласно решению АО «Атомный энергопромышленный комплекс» от 6 ноября 2009 года №7 и протоколу от 4 марта 2010 года №48 заседания совета директоров АО «Концерн Росэнергоатом» последний стал собственником 100% акций уставного капитала АО «ЭНИЦ».

Общество является уникальной площадкой для проведения экспериментальных исследований теплогидравлических процессов, реализующихся в номинальных, переходных и аварийных режимах работы АЭС, а также по направлениям «Водная химия на АЭС» и АСУ ТП. ЭНИЦ имеет доступ к источникам горячей воды ($P=17\text{ МПа}$; $T=170^\circ\text{C}$), острого пара ($P=10\text{ МПа}$; $T=540^\circ\text{C}$) и электроэнергии (до 5 МВт).

Стендовая база АО «ЭНИЦ» насчитывает свыше 20 экспериментальных установок, среди которых:



Март 2002 г. Панорама строительства стендов ТКР и ПСБ РБМК «ЭНИЦ»



Июль 2007 г. Корпуса ОАО «ЭНИЦ»

– крупномасштабные интегральные стенды ПСБ-ВВЭР, ПСБ РБМК, ТКР, БК/В-213, моделирующие основные элементы российских ядерных энергетических установок и АЭС;

– стенды для исследования отдельных теплогидравлических явлений, характерных, в том числе, для западных реакторов;

– стенды для исследования водно-химических процессов;

– установки, предназначенные для проведения испытаний образцов оборудования для АЭС и других отраслей энергетики и промышленности.

Все стенды оснащены современными автоматизированными системами сбора и обработки научной информации.

Возможности АО «ЭНИЦ» позволяют в ходе подготовки к экспериментам проектировать и изготавливать теплогидравлические модели (экспериментальные участки) различных элементов как ядерных энергетических установок, так и других исследуемых объектов.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ГОДЫ

В течение последних 15 лет АО «ЭНИЦ» успешно выполнило крупные исследовательские проекты, финансировавшиеся Росатомом, Концерном «Росэнергоатом», предприятиями Росатома, а также международные проекты под эгидой OECD/NEA в рамках программы PHARE и TACIS и по прямым контрактам с зарубежными организациями Франции, Германии, Южной Кореи и других стран.

Приведем краткий обзор выполненных только за последние полтора десятилетия АО «ЭНИЦ» экспериментальных и расчетных НИР, НИОКР и ОКР и полученных наиболее значимых результатов.

- Верификация теплогидравлических кодов на интегральных стендах ПСБ-ВВЭР и ПСБ РБМК. Работы выполнялись в целях подтверждения возможности использования западных компьютерных кодов для обоснования безопасности российских АЭС с реакторами ВВЭР-1000 и РБМК-1000.

- Верификация процедур по управлению авариями на АЭС с ВВЭР-1000.

- Получение экспериментальных данных по ряду аварийных режимов для верификации компьютерных теплогидравлических кодов применительно к реактору ВВЭР-1000. Работа выполнена в рамках проекта OECD PSB VVER.

- Экспериментальные исследования в обоснование барботажно-вакуумной системы локализации аварии для АЭС ВВЭР-440/213.

- Теплогидравлические и термоциклические испытания натурной секции парогенератора, изготовленного компанией DOOSAN Heavy Industry (Южная Корея).

- Исследование условий возникновения кризиса теплообмена в формоизмененных топливных каналах реактора РБМК-1000 вследствие длительной эксплуатации.

- Экспериментальные исследования расходно-напорных характеристик эжекторов различных конструкций по проекту «АЭС-2006».

- Экспериментальное доказательство невозможности множественного разрыва топливных каналов реактора РБМК после разрыва одного канала.

- В АО «ЭНИЦ» получило развитие новое направление экспериментальных работ – проведение экспериментов для валидации кодов нового поколения, существенно повышающих точность расчетов. Разработаны новые оригинальные методы измерений, которые были запатентованы.

- Разработка и внедрение на АЭС с РБМК нейтрально-кислородного режима (НКВР) – на основании проведенных экспериментальных исследований (Курская АЭС).

- Разработка системы контроля и управления водно-химическим режимом (СКУ ВХР) для АЭС с ВВЭР-1000. В 2000–2003 гг. была впервые выполнена разработка технического проекта СКУ ВХР I и II контуров АЭС с ВВЭР-1000 применительно к энергоблоку №3 Калининской АЭС, а в 2007–2011 гг. по договору с ОАО «Атомэнергопроект» — разработка технического проекта технологической части СКУ ВХР для систем обеспечения и поддержания ВХР обоих контуров Нововоронежской АЭС-2.

- Исследование эффективности «сухой» консервации парогенератора ПГВ-1000М на крупномасштабной модели.

- Проведение коррозионных испытаний конструкционных материалов ПГВ-1000М при дозировке гидроксида и боратов лития.

- Исследования эффективности антидебризных фильтров (АДФ) ТВС.

- Испытания конструкционных материалов затворов импульсно-предохранительных клапанов, применяемых на АЭС, на эрозионно-коррозионный износ (ЭКИ).

- В 2008–2016 гг. в АО «ЭНИЦ» проведены работы по переосвидетельствованию имитационных зон для последующего их применения на этапе пуско-наладочных работ оборудования реакторных установок новых блоков АЭС с ВВЭР-1000 на блоках №2 Ростовской АЭС, №4 Калининской АЭС и №3 Ростовской АЭС, Ленинградской АЭС-2 и Тяньваньской АЭС.

- Экспериментальное обоснование работ по восстановлению ресурсных характеристик графитовой кладки энергоблоков с РБМК-1000.

- Проведение приемочных испытаний деаэратора подпитки и борного регулирования для Ленинградской АЭС-2.

АО «ЭНИЦ» является носителем опыта разработки, комплектования, испытаний, интеграции и ввода в эксплуатацию крупного объекта – АСУ ТП АЭС «Бушер». Это позволяет участвовать в новых проектах АСУ ТП для АЭС, возводимых как внутри страны, так и за рубежом.

В 2014 году в АО «ЭНИЦ» проведены функциональные испытания первого отечествен-



Август 2007 г. Общий вид стендового зала (стендовый корпус ОАО «ЭНИЦ»)

ного сетевого накопителя энергии (СНЭ) мощностью 500 кВт, энергоёмкостью 750 кВт·ч.

Начиная с 2003 года АО «ЭНИЦ» выполняло работы в системе обязательной сертификации оборудования, изделий, технологий для ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения (ОИТ) в качестве сертификационного экспертного центра и испытательной лаборатории. Госкорпорацией «Росатом» 14.08.2015 был издан приказ № 1/805-П «Об аккредитации АО «ЭНИЦ» в качестве органа по сертификации, выполняющего работы по подтверждению соответствия продукции, для которой устанавливаются требования, связанные с обеспечением безопасности в области использования атомной энергии, обязательным требованиям и выдан аттестат аккредитации от 14.08.2015 №ОИАЭ.RU.014(ОС). С 2016 года АО «ЭНИЦ» приступило к выполнению работ по сертификации оборудования для АЭС.

Также в 2016 году АО «ЭНИЦ» было аккредитовано и приступило к работам в качестве испытательной лаборатории (ИЛ), выполняющей работы по подтверждению соответствия продукции, для которой устанавливаются требования, связанные с обеспечением безопасности в области использования атомной энергии (приказ от 05.04.2016 № 1/280-П «Об аккредитации АО «ЭНИЦ»). Аттестат аккредитации от 05.04.2016 №ОИАЭ.RU.020(ИЛ). В составе ИЛ АО «ЭНИЦ» в настоящее время имеется шесть аттестованных стендов, проводится работа по расширению области аккредитации ИЛ.

Достиженные АО «ЭНИЦ» результаты отмечены Благодарностью Президента Российской Федерации В.В. Путина коллективу ОАО «ЭНИЦ» за большой вклад в развитие атомной промышленности (Распоряжение Президента РФ от 21 апреля 2008 года № 202/рп).

Выполненные за шестьдесят лет НИР, НИОКР и ОКР – это результат совместного труда многих и многих научных сотрудников, инженеров, техников и рабочих ЭИЛ-ЭНИЦ, а также сотрудников целого ряда других научных и проектных организаций и АЭС СССР и РФ.

С.Н. СЕЛЬКИН, директор АО «ЭНИЦ»



Январь 2009 г. Полигон АСУ ТП ОАО «ЭНИЦ», блочный пульт управления для АЭС «Бушер-1»



Электрогорский научно-исследовательский центр по безопасности АЭС (АО «ЭНИЦ») – современное название старейшей научно-исследовательской организации, основанной в 1956 году по инициативе академика Г.М. Кржижановского в г. Электрогорске на базе электростанции ГРЭС-3 им. Р.Э. Классона для решения задач тепловой и атомной энергетики России.

С 1956 года в АО «ЭНИЦ» был создан комплекс крупномасштабных установок и стендов для исследования как отдельных явлений, так и интегральных процессов применительно к различным типам установок с ядерными реакторами (ВВЭР, РБМК, АСТ, ЭГП и др.). Сегодня АО «ЭНИЦ» является одной из ведущих исследовательских баз атомно-энергетического комплекса России.

На экспериментальных установках АО «ЭНИЦ» проводятся исследования в области теплообмена и гидродинамики при разработке и эксплуатации теплотехнического оборудования для российских и зарубежных заказчиков.

Полученные результаты позволили сформировать уникальный банк данных, который используется для верификации как отдельных физических моделей, так и системных кодов, применяемых для обоснования безопасности АЭС с ядерными реакторами.

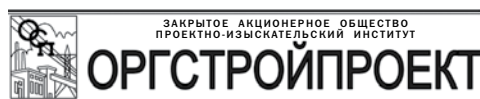
Значительная роль в становлении АО «ЭНИЦ» как одной из ведущих исследовательских организаций принадлежит таким ученым, как Д.А. Лабунцов, А.Г. Лобачев, А.П. Прошутинский, Л.К. Тихоненко, А.Г. Агеев.

АО «ЭНИЦ» по праву можно считать настоящей школой по подготовке научных кадров для отечественной науки и промышленности. За время его существования подготовлено много докторов и кандидатов технических наук.

За достигнутые результаты АО «ЭНИЦ» отмечен Благодарностью Президента Российской Федерации за большой вклад в развитие атомной промышленности (Распоряжение Президента Российской Федерации от 21.04.2008 № 202/рп).

Желаем коллективу АО «ЭНИЦ» дальнейшей успешной работы в выполнении научных исследований и подготовке научных кадров.

Коллектив НИЦ «Курчатовский институт»



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: РНЦ «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.



БЫСТРОУСТАНАВЛИВАЕМЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ЗАГРАЖДЕНИЯ С ПРОТИВОТАРАННЫМИ СВОЙСТВАМИ

«ЗАСЛОН - 1000»



«ЗАСЛОН - С»



«ФРЕГАТ»



Особенности заграждений серии «ЗАСЛОН»

- Заграждение «ЗАСЛОН-1000» имеет скосы 45° с одной стороны бетонного блока для удобства организации поворотов при установке.
- Заграждение «ЗАСЛОН-С» имеет скосы 45° с двух сторон бетонного блока для удобства организации поворотов с внешней или с внутренней стороны объекта.
- Железобетонные блоки, длиной 3134 мм, высотой 1000 мм.
- Дополнительно заказываемая часть – сетчатые сварные панели серии «МАХАОН», «Паллада-8 С150», «ПКЗ», «МАХАОН-Практика» и др., при этом высота заграждения может достигать 4,85 м.
- В состав заграждений серии «ЗАСЛОН» входят распашные ворота и калитки.
- В нижней части железобетонного блока имеются специальные монтажные ниши для транспортировки автопогрузчиком.
- Противотаранные свойства специального внутреннего силового каркаса заграждения «Заслон-1000» усиливаются при помощи стального троса, протянутого с внутренней стороны объекта.
- Возможность многократной и быстрой установки на местности с последующим демонтажем и перевозкой.
- В состав заграждения «ЗАСЛОН-С» входит замок-фиксатор. Данный механизм обеспечивает надёжную блокировку секций относительно друг друга и исключает их взаимное перемещение при таране автотранспортом.
- Окраска блока по требованию заказчика.

Особенности заграждений «ФРЕГАТ»

- Базовые габаритные размеры плиты – 4000 x 2500 x 160 мм.
- Плиты и фундаментные блоки изготавливаются в непосредственной близости от места монтажа заграждения, тем самым снижаются затраты на транспортные расходы.
- Предусмотрены два основных варианта монтажа:
 - установка панелей на усиленные щелевые стаканы;
 - установка панелей в заранее монтируемый каркас, к элементам которого на стадии сборки крепятся части противоподкопной конструкции; металлокаркас является несущим для железобетонной плиты, исключает возможность её оседания в случае установки ограждения на слабых грунтах.
- Возможна комбинированная установка панелей на щелевых стаканах и металлическом каркасе.
- Монтаж панелей проводится без использования сварочных (огневых) работ.
- В заграждении предусмотрены закладные элементы, снижающие трудоёмкость монтажных работ и позволяющие без повреждения плиты многократно заменять элементы дополнительного оборудования (кронштейны, козырьки, коробка и т. п.) при модернизации либо их повреждении.
- Доборная плита – 1950 x 2500 x 160 мм.
- Профиль торца боковых поверхностей исключает просматриваемые щели в местах стыка секций заграждения.
- По требованию заказчика возможно нанесение логотипа и окрашивание изделия.

ЦеСИС®

ЗАО «ЦеСИС НИКИРЭТ»
440013, г. Пенза, ул. Чаадаева, 62
т/ф: (8412) 37-40-48, 37-40-50
info@cesis.ru, snabsbit@cesis.ru
www.cesis.ru, www.cesis-proekt.ru



Особенности технологической составляющей системы управления знаниями Dassault Systèmes

Л. Донковцев, директор по развитию бизнеса партнеров ООО «Дассо Систем»

Начать свою статью я позволю себе с цитирования Рассела Аккофа, который предложил следующую информационную иерархию: данные – информация – знания – понимание – мудрость.

- **Данные** – это некоторые неупорядоченные символы, рассматриваемые безотносительно к какому-либо контексту.

- **Информация** – это выделенная и упорядоченная часть базы данных, обработанная для использования, то есть, отвечающая на вопросы: кто? что? где? когда?

- **Знания** – это выявленные тенденции или существенные связи между фактами и явлениями, представленные в информации.

- **Понимание** – это осознание закономерностей, содержащихся в разрозненных знаниях, позволяющее ответить на вопрос «почему?».

- **Мудрость** – взвешенное, оцененное понимание закономерностей с точки зрения прошлого и будущего.

Эти основополагающие дефиниции нужно дополнить еще одним широко распространенным определением:

Управление знаниями – это процесс, благодаря которому данные, необходимые для успеха организации, создаются, сохраняются, преобразуются, распределяются и правильно применяются. Сохранение и использование знаний, пожалуй, самый значимый актив современной организации.

Определившись с понятиями, скажу, что центральной темой статьи будет **Система управления знаниями (СУЗ)**, в рамках которой взаимодействуют данные и информация, превращающиеся в знания посредством опыта людей, сотрудников компании.

Dassault Systèmes (DS) – международная IT-компания, более 30 лет специализирующаяся на разработке инструментов 3D-виртуализации проектирования и производства. Информация и знания для DS являются высшей ценностью и двигателем бизнеса, успешное управление ими позволило компании в 2016 году занять 2-е место в списке самых устойчивых компаний мира в своей области.

Постоянное успешное развитие компании в значительной степени зависит от передовых практик СУЗ, но секрет не только в этом. Рассмотрим на примере платформы 3DEXPERIENCE.



Почему 3DEXPERIENCE?

Если взглянуть на современную экономику, то можно выделить несколько четко заметных этапов ее становления и развития:

1: сельскохозяйственная экономика древних и средних веков, где главной ценностью было сырье;

2: экономика постепенно превратилась в промышленную и за последние пару веков приобрела невероятные ранее темпы производства различной продукции, что в свою очередь породило общество потребления;

3: потребление породило экономику услуг, в которой заказчику нужны не только продукты, но и их обслуживание;

4: сейчас же мы пришли к экономике «впечатлений». В современном мире, перенасыщенном товарами и услугами, недостаточно просто хороших товаров с замечательным сервисом. Потребители хотят получать исклю-

чительно положительные эмоции, как лично, так и в бизнесе. Автомобильные компании не продают больше технические характеристики своих машин, дома не рекламируют через прочность фундаментов и стен, потребителю нужно больше. Ярчайший пример – успех компании APPLE, которая с выпуском iPhone явилась наглядной демонстрацией прихода в нашу жизнь экономики «впечатлений, эмоций и опыта».

Именно теперь, в условиях четвертого экономического уклада, умение управлять знаниями становится критически важным критерием успеха, а платформа 3DEXPERIENCE может стать передовым инструментом, мобилизующим любые умения сотрудников в работе с множеством информационных инструментов в единую функциональную модель бизнеса. С платформой 3DEXPERIENCE компания получает не простой доступ к «честной» и своевремен-





Встроенные функции 3DEXPERIENCE

ной информации, а использует накопленный опыт всех сотрудников, может моделировать поведение бизнеса «на лету» в зависимости от меняющихся условий. Каждое успешное решение автоматически пополнит знания компании и всех ее сотрудников.

В основе платформы лежит простая и логичная технологическая идея.

1. Общая **дата-центричная** модель против широко применимых файл-центричных систем: нет бесконечного дублирования одной и той же информации в огромном количестве файлов, информация становится чистой и достоверной после преобразования и перетолкований.

2. **Функциональная модель** — информационная модель бизнеса, построенная на связях между данными. Она дает возможность свободно моделировать поведение системы, изменяя требования к ней.

3. Построение **цифрового двойника** продукта, услуги или бизнеса. Модель процессов и систем — не статическая, можно проверить результаты принятых решений на виртуальном двойнике, а затем применить их в реальности.

Конечно, 3DEXPERIENCE — это только информационная система, которая является инструментом, помогающим автоматизировать работу с данными и превращающим их в информацию. Эта система позволяет получить ответы на стандартные вопросы — кто? когда? что? где? — а также на важный вопрос — как? Ответ на него значительно расширяет традиционные инструменты СУЗ и предоставляет доступ к лучшим практикам компании.

Процессы управления знаниями в платформе представлены функциями организации и ведения профессиональных сообществ, возможностью обмена любым контентом, включая 3D-модель, систему бизнес-аналитики и отчетности. Мгновенный поиск по любым данным в соответствии с правами доступа также является стандартной функцией платформы.

Ценнейшим качеством платформы является ее все- и всегда- доступность: для работы

платформы подойдет любой web-браузер; она работает на любом компьютере, планшете, телефоне, под управлением любой информационной системы.

Платформа позволяет вам быть всегда в курсе, иметь полную информацию, принимать решения в любое время, в любом месте, используя любое устройство.

Как работают профессиональные сообщества Dassault Systèmes на платформе 3DEXPERIENCE

Прежде всего, каждый сотрудник имеет свою персональную страницу, содержащую сведения о должности, обязанностях, подчиненности и другой информации, заполняемой во время приема на работу и в процессе выполнения своих обязанностей. Дополнительно любой сотрудник получает автоматический доступ к профессиональным сообществам, которые связаны с ним его служебными обязанностями. Например, сотрудник R&D, который разрабатывает банковские решения для коммуникации сотрудников удаленных офисов, получит автоматический доступ к сообществу своего функционального подразделения, подразделения ПО для банков, а также к горизонтальным сообществам по разработке систем коммуникаций. Участие в профессиональных сообществах — обязательный элемент внутренней культуры компании, влияющий на персональные результаты деятельности. Сотрудник должен как минимум отслеживать, оценивать и комментировать публикации в сообществах или делать собственные публикации об успехах или идеях. В этом случае можно рассчитывать на определенное увеличение премии или значительный приз, если твой проект или идея выиграет в конкурсе.

Каждое профессиональное сообщество обязательно имеет выделенного администратора, который получает за свою работу заработную плату и который материально заинтересован в привлечении к сообще-

ству большего числа участников и получении более высоких оценок за публикуемую информацию.

Ведение и участие профессиональных сообществ — это инструмент популяризации информации и вовлечения сотрудников в процесс накопления и повторного использования знаний. Однако есть и более эффективные функции СУЗ, которые реализуются через **механизмы капитализации лучших практик и инструменты социального выращивания идей**.

Первый механизм обязывает команды, которые закончили реализацию того или иного проекта, выполнить его формальную капитализацию — сделать короткое, но подробное описание результатов и хода выполнения проекта. Только после капитализации проект считается законченным, и по нему может рассчитываться вознаграждение. Капитализация производится функциональными подразделениями, которые выполнили конкретный проект, и ее результаты не подлежат свободному распространению внутри компании. Режим нераспространения обычно связан с контрактными обязательствами между Dassault Systèmes и заказчиками, требующими строго обращаться с конфиденциальной информацией и препятствовать ее распространению третьим лицам. Однако информация о капитализированных проектах обязательно публикуется через профессиональные сообщества.

Второй механизм — это социальная фабрика идей «Social Ideation». Данный механизм позволяет любому сотруднику компании (или коллективу, что на практике бывает чаще) высказать любую идею, улучшающую что-либо внутри компании по его личному мнению. Далее через механизм коллективной оценки идея продвигается по воронке идей в сторону конкретизации и предварительных расчетов. Идеи, достигшие определенного уровня зрелости, принимаются руководством к реализации. Основная движущая сила этого

Встроенные функции платформы 3DEXPERIENCE

	3DPassport	Система прав доступа 3DEXPERIENCE (однократный вход во все системы)	Коллаборация и социальные технологии
	3DInstant Messaging	Система обмена сообщениями, картинками или 3D в реальном времени	
	3DSwym	Профессиональные сообщества для работы в неструктурированной среде	
	3DSpace	Облачное хранилище для обмена любым контентом	
	3DPlay	Обмен и коллективная работа с 3D информацией	3D
	3DDashboard	Панель отображения бизнес информации	Работа с информацией
	6WTagging	Создание ярлыков для уточненного поиска темы	
	3DSearch	Сбор структурированной и неструктурированной информации	

механизма состоит в его прозрачности для всех сотрудников компании. При этом нет возможности выдать чужую идею за свою, прослеживается персональное участие в разработке. Авторы и разработчики зрелых идей получают вознаграждение, а если реализованная идея принесла выгоды, можно рассчитывать на премию или процент от экономического эффекта, при этом процесс признания и награждения также прозрачен в «Social Ideation».

И еще один организационный принцип компании Dassault Systèmes способствует эффективному функционированию СУЗ – принцип избыточности поощрений. Состоит он в том, что награждаются не только самые лучшие инноваторы компании, а одновременно десятки лучших. Это позволяет большому количеству сотрудников добиваться успехов и обеспечивать достигаемость результатов для любого сотрудника компании.

В целом, мы рассмотрели базовые технологические и организационные моменты организации СУЗ в Dassault Systèmes, но нельзя не упомянуть еще одну, пожалуй, самую эффективную.

Платформа 3DEXPERIENCE – это одновременно единый портал доступа к любой информации и поиска последней.

Например, сотруднику нужно срочно подготовить материал к совещанию по обработке лопаток высокоскоростных винтов для подводных лодок. Но, как нередко бывает в жизни, он не является специалистом в данном вопросе. Любой сотрудник Dassault Systèmes способен изящно разрешить такой вопрос, достаточно открыть 3DEXPERIENCE и набрать в поисковой строке вопрос, например, *высокоскоростные гребные винты*. Через несколько секунд система выдает:

1) список сотрудников компании, которые имеют отношение к этому вопросу, включая информацию о проектах, в которых они участвовали, что делали, где они находятся в данный момент, заняты они или свободны и как лучше с ними связаться;

2) список клиентов, проектов, выполненных работ по высокоскоростным гребным винтам;

3) ссылки на статьи, презентации и пр., которые тут же можно скачать на свое устройство.

В завершение отмечу, что платформа 3DEXPERIENCE, успешно решающая внутренние задачи компании Dassault Systèmes, является одновременно и программным решением, которое компания предлагает своим заказчикам как коммерческий программный продукт.

Полезные замечания о СУЗ

...Капитализация знаний в головном офисе часто является препятствием к их распространению в филиалы. Филиалы не желают делиться знаниями с головным офисом.

...Формализация знаний – очень трудоемкий процесс, соблюдайте баланс между расходом ресурсов и эффективностью использования знаний.

...Для эффективного функционирования СУЗ нужны оргструктуры поддержки СУЗ, денежная заинтересованность, иногда через призы и признание. Последние менее эффективны по сравнению с денежным вознаграждением.

При снижении внимания руководства и девальвации поощрительной системы, сотрудники склонны придерживать свои интеллектуальные активы при себе.

...Информационные технологии общения и коллаборации – это единственные механизмы обмена неформализованными знаниями, частично решающие задачи их формализации. Только информационные технологии способны быстро обрабатывать терабайты информации.

...Чрезмерное развитие информационных инструментов СУЗ приводит к перерасходу ресурсов на их поддержание, что приводит к стагнации СУЗ.

...Передовые отраслевые компании научились использовать знания в основной деятельности – продвижение лучших практик, в том числе их продажа. СУЗ – реальный инструмент конкурентного преимущества. Особенно

эффективный в больших многопрофильных компаниях.

...«СУЗ имеет значение только для больших компаний» – это миф. Для малых компаний имеет жизненно важное значение сохранение критически важных знаний, а это также СУЗ.

Для компаний, занимающихся по большей части стандартным бизнесом (логистика, производство одинаковых изделий и продуктов) в большей степени важны знания в сфере обратной связи от клиентов и опыт успешного решения нестандартных задач.

...Повторное использование удачного опыта одного подразделения сотрудниками других подразделений – наиболее частое проявление выгоды СУЗ.

...Знания динамичны: новаторские знания сейчас завтра станут базовыми.

...Знания не могут быть на 100% формализованы, всегда остается часть, которая познается с опытом на практике.

Формализованные знания легче использовать для создания ценности, однако отдача от неформализованных знаний выше, неформализованные знания часто проявляются в виде командного взаимодействия.

Затраты на создание формализованного знания выше личных выгод создателя – это главная причина снижения мотивации при создании формализованного знания.

Знание в организации может создаваться на разных уровнях, от индивидуума до организации в целом. Часто есть нежелание индивидуумов и рабочих групп делиться знаниями, причина этого в различии или несогласованности интересов в организации.

...В современном мире все чаще ценные для компаний знания рождаются в партнерстве со своими заказчиками, поставщиками. Управление такими знаниями требует зрелых управленческих и технических инструментов, но и принести может более значимый эффект, когда целое во много раз превышает сумму составных его частей (синергию).

...Улучшение трудового климата в компании значительно повышает эффективность процессов управления знаниями.



ОАО «БЕЛЭЛЕКТРОМОНТАЖ»

Республика Беларусь, 220034,

г. Минск, ул. Берестянская, 12

E-mail: bem@belbem.by

www.belbem.by

Тел.: (017) 294-50-22

Факс: (017) 293-07-45

**Заместитель генерального директора
по внешнеэкономической деятельности
Гончаров Александр Михайлович, тел.:
(017) 395-82-37, моб.: +375 29 6799353**

Одним из крупнейших предприятий строительной сферы Республики Беларусь с 70-летней историей является открытое акционерное общество «Белэлектромонтаж», основанное в 1944 году.

ОАО «Белэлектромонтаж» – современное мощное предприятие, с коллективом высококвалифицированных специалистов более чем в 2,5 тысячи человек.

В структуру компании входит 13 электро-монтажных управлений, расположенных в 26 городах Республики Беларусь, а также филиалы: завод электро-монтажных изделий, изготавливающий высоковольтное и низковольтное электротехническое оборудование, изделия, конструкции, и «Электро-монтажкомплект», занимающийся комплектацией объектов строительства.

Сегодня ОАО «Белэлектромонтаж» – активный участник строительства Белорусской АЭС, выполняющий электро-монтажные и пусконаладочные работы наружных и внутренних сетей электроснабжения, электроосвещения, слаботочных сетей и систем. Опыт выполнения электро-монтажных работ организация приобрела на реконструкции Ленинградской АЭС (г. Сосновый Бор).



**И.А. Круглей, генеральный директор
Igor Kruglei, General Director**

ОАО «Белэлектромонтаж» освоило выпуск изделий 2, 3, 4 классов безопасности для использования для нужд Белорусской АЭС, таких как проходки кабельные модульные, элементы крепления кабелей и труб, кабельные металлоконструкции, стенды первичных преобразователей КИПиА, а также выступа-

ет в роли производителя высоковольтного и низковольтного электротехнического оборудования и изделий для строящихся объектов ядерной энергетики.

ОАО «Белэлектромонтаж» имеет давние и тесные партнерские отношения с такими российскими компаниями как ассоциация «Росэлектромонтаж» и Монтажспецстрой (г. Москва), Титан-2 (г. Сосновый Бор), Тулачермет (г. Тула), Северсталь (г. Череповец), «Содружество» (г. Калининград); а также с такими западными компаниями как Блюменбекер (Германия), Afcon (Израиль), Schneider Electric (Франция), Viltesa UAB (г. Вильнюс, Литва) и др.

ОАО «Белэлектромонтаж» с 2009 г. является членом саморегулируемой организации «Некоммерческое партнерство межрегионального объединения строителей» г. Москва, осуществляющей возведение объектов по всей территории Российской Федерации.

В ОАО «Белэлектромонтаж» внедрены и действуют системы менеджмента качества, охраны труда и экологического менеджмента на базе международных стандартов ISO 9001, 14001, OHSAS 18001.



BELELEKTOMONTAZH JSC

12, Berestyanskaya st., Minsk, 220034,

Republic of Belarus

E-mail: bem@belbem.by

www.belbem.by

Phone: (017) 294-50-22

Fax: (017) 293-07-45

Alexander Goncharov,

Deputy General Director – Foreign Trade

Phone: (017) 395-82-37

Mobile: +375 29 6799353

Belelektromontazh JSC founded in 1944 is one of the largest construction companies of the Republic of Belarus. It is a modern company with a team of 2,500 highly qualified specialists.

The company comprises 13 electric work divisions in 26 towns of Belarus as well as the following branches: Wiring Products Plant producing high-voltage and low-voltage electrical equipment and Elektromontazhkomplekt engaged in supplying electrical equipment to construction sites.

Belelektromontazh is actively engaged in the construction of Belorusskaya NPP where

it performs electrical installation, start-up and adjustment of inner and outer networks, electric lighting, low-current networks and systems. The company gained its expertise of electric installation work during reconstruction of Leningradskaya NPP (the town of Sosnovy Bor).

Belelektromontazh manufactures products of the 2nd, 3rd and 4th safety classes to be used at the construction of Belorusskaya NPP. The list of products includes: cable passages, cable fixings and pipe supports, cable metalworks, transducer stands for instrumentation and controls. It also produces high-voltage and low-voltage equipment for nuclear facilities under construction.

Belelektromontazh JSC has long established partnership relations with Roselektromontazh Association and Montazhspestroy (Moscow), Titan-2 (Sosnovy Bor), Tulachermet (Tula), Severstal (Cherepovets), Sodruzhestvo (Kalininingrad) as well as with foreign companies: Blumenbecker (Germany), Afcon (Israel), Schneider Electric (France), Viltesa UAB (Vilnius, Lithuania), etc.

Since 2009 Belelektromontazh is a member of Self-Regulating Non-Profit Partnership of Inter-Regional Union of Construction Companies, Moscow. The partnership is engaged in building facilities all over Russia.

Belelektromontazh JSC has introduced ISO 9001, 14001, OHSAS 18001 quality management, labor safety and eco-management international standards.



Опыт применения термостойкого радиационного лакокрасочного покрытия Армокот® А501 производства АО «Морозовский химический завод» в атомной энергетике

ООО «ТД МОРОЗОВСКОГО ХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА»

198216, Санкт-Петербург, пр. Народного Ополчения, д. 10, лит. А, оф. 22Н
Тел.: +7 (812) 320-94-53 (54)
E-mail: info@tdmhz.ru
www.tdmhz.ru

АО «Морозовский химический завод» уже длительное время осуществляет промышленное производство лакокрасочных покрытий для атомной энергетики. Не одному поколению атомщиков известны наши органосиликатные композиции ОС 51-03, ОС 12-01, ОС 12-03, ОС 82-05, изготавливаемые по ТУ 84-725-78. Завод обладает патентами на изготовление этой продукции.

Наши материалы применялись на Ленинградской, Кольской, Ростовской, Калининской, Балаковской, Белоярской, Курской, Смоленской АЭС (Россия), Южно-Украинской АЭС (Украина), Тяньваньской АЭС (Китай), АЭС Бушер (Иран), Куданкулам (Индия) и зарекомендовали себя только с положительной стороны.

Для наиболее полного решения вопросов антикоррозионной защиты атомных объектов мы активно сотрудничаем со всеми тремя инженеринговыми компаниями, созданными на базе проектных институтов «Атомэнергопроект» в Москве, Санкт-Петербурге и Нижнем Новгороде, а также компанией «Атомстройэкспорт», ОКБ «Гидропресс», СПКБ ОАО «Энергозащита», ВНИПИЭТ и другими. Материалы завода проектантами вышеназванных организаций

предусматриваются в проектах для защиты металлоконструкций, оборудования, трубопроводов, иных стальных и бетонных поверхностей в необслуживаемых, периодически обслуживаемых и обслуживаемых помещениях АЭС в пределах своего назначения и применяются практически. Наши материалы используются также для окрашивания хранилищ отработанного ядерного топлива, контейнеров для захоронения радиоактивных отходов.

Потребителями нашей продукции являются машиностроительный завод «ЗиО Подольск», Ижорский завод, фирма «Энергозащита», Энергомаш-Атоммаш, компания «Титан-2», Спецхиммонтаж, ОАО «Атомэнергоремонт» и его филиалы, Горно-химический комбинат (г. Железногорск) и другие предприятия, выполняющие работы в интересах и на объектах атомной энергетики.

В 2008 году на смену старому советскому поколению органосиликатных композиций для атомной энергетики был разработан инновационный материал Армокот® А501 на полисилоксановой основе. Новый тип покрытия обладает рядом существенных преимуществ перед старым поколением – более высокое содержание гель-фракции и температуры стеклования покрытия, более существенная стойкость покрытия Армокот® А501 в водных средах при повышенных температурах.

Радиационностойкий, термостойкий до 300 °С Армокот® А501 специально создан для защиты металлических, бетонных и железобетонных конструкций. Двухкомпонентный состав стоек к перепадам температур от –60 °С до +300 °С, обладает высокой коррозионной стойкостью, отличными физико-механически-

ми свойствами, наносится при температурах от –30 °С до +35 °С. Быстро сохнет: сушка «на отлип» (до степени 3) составляет 60 мин. при 20 °С. Жизнеспособность материала – 24 часа при температуре 20 °С. Расход – по металлу – 300 г/м²; по бетону – 360 г/м². Срок годности при хранении – 1 год с момента изготовления при соблюдении всех условий хранения, возможны хранение и транспортировка при отрицательных температурах. Можно наносить как в режиме холодного, так и горячего отверждения. Армокот® А501 изготавливается разных цветовых тонов.

Армокот® А501 прошел испытание и получил заключение головной организации ОАО «НИКИМТ-Атомстрой» на соответствии своих показателей требованиям ГОСТ Р 51102-97 по критериям «Дезактивируемость» и «Радиационная стойкость». Покрытие имеет санитарно-эпидемиологическое заключение и сертификат пожарной безопасности. Покрытие является слабогорючим, трудновоспламеняемым, с умеренной дымообразующей способностью, умеренно опасным по токсичности продуктов горения.

Армокот® А501 обладает высокой радиационной стойкостью (> 1 МГр), устойчив в паровоздушной среде при высоких температурах (до 150 °С) и по этим показателям, как показывает имеющийся опыт, удовлетворяет требованиям длительной безремонтной эксплуатации металлоконструкций и оборудования на различных реакторных установках и отвечает предусмотренной ОАО «НИКИМТ-Атомстрой» схеме покрытия для длительной антикоррозионной защиты металлических конструкций и оборудования гермозоны в проектах энергетических реакторов,



Балаковская АЭС / Balakovskaya NPP

Успешное применение Армокот® A501 для вышеперечисленных целей обусловлено химической природой пленкообразующего вещества, микро- и макроструктурой покрытия, особенностями поведения покрытий при эксплуатации в различных условиях.

Хотелось бы провести сравнительный анализ возможности применения полисилоксанового покрытия Армокот® A-501 и эпоксидных покрытий в атомной энергетике. Можно привести следующие данные. Оба типа покрытий удовлетворяют требованиям ГОСТа по дезактивируемости.

Для покрытий, подвергнутых воздействию облучения, воды и дезактивирующих растворов, повышенной температуры, были оценены физико-механические и защитные свойства и внешний вид. Как известно, внешний вид и защитные свойства после воздействия вышеуказанных факторов должны соответствовать показателям: для необслуживаемых помещений – АД4, АЗ1; для периодически обслуживаемых – АД3, АЗ1. Физико-механические свойства должны сохраняться неизменными. По этим свойствам покрытия обоих типов удовлетворяют предъявляемым требованиям.

Обратимся к эксплуатационным характеристикам. Покрытие Армокот® A501 обладает высокой радиационной и термической стойкостью и по этим параметрам пригодно для использования в любых помещениях АЭС. Защитные свойства покрытия сохраняются во всех случаях и отслоения покрытия не наблюдается. В паровой фазе Армокот® A501 практически обладает необходимой термической и радиационной стойкостью в аварийных ситуациях. Для повышения водостойкости покрытия Армокот® A501 модифицирован путем применения отвердителя АГМ-9.

Эпоксидные покрытия стойки в воде и дезактивирующих растворах при температуре до 100° С, но недостаточно устойчивы при температуре 150° С и облучении. В аварийных режимах эпоксидные покрытия в паровой, и особенно в водной фазе, не полностью удовлетворяют требованиям по показателям АЗ2 и АЗ3. При этом наблюдается вспучивание покрытий, образование крупных пузырей и иногда даже отслоение. Такие явления нежелательны, так как крупные куски отслоившегося покрытия могут забивать всос насосов, перекачивающих при аварии охлаждающие водные растворы, что может привести к нежелательным радиационным последствиям. При разрушении же полисилоксанового покрытия Армокот® A501 образуется мелкодисперсный шлам, не препятствующий работе насосов.

Армокот® A501 имеет высокие малярно-технологические свойства, легко наносится, обладает высокой укрывистостью, хорошей адгезией, быстро сохнет. Получается качественное покрытие, как с точки зрения защитных свойств, так и с точки зрения декоративности и товарного вида.

Армокот® A501 является зарегистрированной торговой маркой. Имеющееся оборудование, высококвалифицированный персонал позволяют выполнять самые ответственные заказы как по количеству, так и по качеству продукции и срокам его изготовления.

На АО «Морозовский химический завод» внедрена система менеджмента качества в соответствии с международным стандартом ИСО 9001:2008. Исходя из имеющихся возможностей, полученного опыта сотрудничества с предприятиями атомной отрасли, мы полагаем, что можем внести свой вклад в успех компаний, выполняющих работы в интересах атомной энергетики.

Application of Armocot® A501 thermostable and radiation-resistant coating of Morozovsky chemicle plant in the nuclear sector

MOROZOV CHEMICAL PLANT LLC

10, liter A, office 22N, Narodnogo Opolcheniya avenue, Saint-Petersburg, 198216, Russia
Tel.: +7 (812) 320-94-53 (54)
E-mail: info@tdmhz.ru
www.tdmhz.ru

For many years Morozov Chemicals Plant has been manufacturing lacquer coatings for the nuclear industry. Many generations of nuclear specialists are familiar with our organic-silicate compositions OC 51-03, OC 12-01, OC 12-03, OC 82-05 produced in accordance with specification 84-725-78. The plant has patents to manufacture the products.

Our materials are used at Leningradskaya, Kol'skaya, Rostovskaya, Kalininskaya, Balakovskaya, Beloyarskaya, Kurskaya, Smolenskaya NPPs (Russia), Yuzhno-Ukrainskaya NPP (Ukraine), Tianwan NPP (China), Bushehr NPP (Iran), Kudankulam NPP (India) and have proved to be very effective.

To ensure complete anticorrosion protection of nuclear facilities we cooperate actively with the three engineering companies founded at Atomenergoproekt design institutes in Moscow, Saint-Petersburg and Nizhny Novgorod as well as with such companies as Atomstroyexport, Hydropress Special Design Office, Energozashchita JSC, VNIPIET, etc. Designers of the said organizations plan the application of the plant's materials for anticorrosion protection of hardware, equipment, pipelines and other steel and concrete surfaces of the equipment installed in non-maintainable, partially maintainable and maintainable premises of NPPs. Our materials are also used for painting the surfaces of spent fuel storages, containers for radioactive waste disposal. Among the consumers of our products there is ZiO Podolsk Plant, Izhor'sky Plant, Energozashchita company, Energomash-Atomash, Titan-2 company, Spetskhimmontazh, Atomenergoremont JSC and its branches, Mining and Chemical Plant (the town of Zheleznogorsk) and other companies that perform works at nuclear facilities and in the interests of the nuclear industry.

In 2008 innovation Armocot® A501 siloxane-based material was developed for the nuclear industry to replace the Soviet generation of organic-silicate compositions. The new type of coating has important advantages as compared to the old material: a higher content of the gel-fraction and vitrification temperature of surfaces, higher coating durability in the aquatic environment at high temperature. Radiation-resistant Armocot® A501 with its heat-resistance to 300° C has been developed especially for protecting metal, concrete and reinforced concrete structures. The two-component composition is resistant to the temperature difference of -60° C to +300° C, is of high corrosion resistance, has excellent physical-mechanical properties and is applied at the temperature of 30° C to +35° C. The material dries quickly: the drying period to the 3rd degree is 60 min at the temperature of 20° C. Viability of the material is 24 hours at the temperature of 20° C. The consumption is 300 gr/m² for metal surfaces and 360 gr/m² for concrete surfaces. Working life is 1 year since the production date provided the storage conditions are observed; storage and transportation are possible at negative temperatures. The material can be applied in the regime of both cold and hot hardening. Armocot® A501 is produced in various colors.

Armocot® A501 material has been tested and attested by the directing agency of NIKIMT-Atomstroy JSC in accordance with the requirements of GOST P 51102-97 for deactivation and radiation resistance properties. The coating has been granted a

sanitary and epidemiological certificate and a fire-safety certificate. The material is low-combustible, hardly inflammable, it has low smoke-forming ability, products of its burning are moderately hazardous.

Armocot® A501 coating is radiation resistant (> 1 MGy), stable in the air at high temperatures (to 150° C). Experience in the material shows that due to such properties it meets the requirements of long operation of hardware and equipment without repairs at various reactor units and conforms to the coating technology of long anticorrosion protection developed by NIKIMT-Atomstroy JSC for metal hardware and equipment of the hermetic zone of power reactors. The successful application of Armocot® A501 for the said purposes is determined by the chemical composition of the filming agent, the coating's micro- and macro-structure, by the specific features of the material behavior in various conditions of operation.

Below comparison is made between the application possibilities of siloxane-based Armocot® A501 coating and epoxy coatings in the nuclear industry. The following data is available. The both types of coating meet the requirements of GOST in terms of deactivating. Physical-mechanic properties, protective properties and appearance of the coatings subjected to radiation, water and deactivating agents have been analyzed. It is known that the appearance and protective properties of the material after the exposure to the said factors should meet the requirements of АД4, АЗ1 for non-maintainable premises and of АД3, АЗ1 for periodically maintainable premises. Physical-mechanical properties should remain unchanged. The both coating materials meet the said requirements.

Let us analyze the field-performance data. Armocot® A501 coating has high radiation resistance and heat resistance and, thus, can be used in any premises of NPPs. Protective properties remain unchanged in all cases, and no exfoliation has been registered. In the vapor phase Armocot® A501 has the necessary heat and radiation resistance in emergency situations. To increase its water-resistance Armocot® A501 has been modified by means of using АГМ-9 hardening agent.

Epoxy coatings are stable in water and deactivating agents at the temperature of up to 100° C but not quite stable at the temperature of 150° C and when exposed to radiation. At the emergency regime in the vapor phase and especially in the water phase the epoxy coatings do not completely meet АЗ2 and АЗ3 requirements. Heaving and large bubbles and in some cases even exfoliation have been registered. It is undesirable, since large pieces of exfoliated coating can jam the intake of the pumps that pump the cooling water during an accident. It might results in dangerous radiation. When Armocot® A501 coating is destructed, fine-dispersed sludge is formed that does not hinder the pumps operation.

Armocot® A501 coating is good for painting, it is easily applied to surfaces, it has good spreading capacity, very adhesive and dries quickly. The surface produced is good both from the point of view of the protective properties and appearance.

Armocot® A501 is a registered trade mark.

Benefiting from the available equipment and highly qualified personnel the company can meet customers' requirements to the quality, quantity of the product and dates of delivery.

Morozov Chemicals Plant SC has introduced a quality management system in accordance with ISO 9001:2008. Having good capabilities and experience in cooperation with enterprises of the nuclear industry, we are confident that we are able to contribute to the success of the companies that operate in the interest of the nuclear industry.

Предприятие	Город	Страница
Белэлектромонтаж, ОАО	Минск, Республика Беларусь	51
ВАО АЭС, Московский центр	Москва	38
ВНИИА им. Н.Л. Духова	Москва	32
Кельвион Машинпэкс	Москва	43
Корпорация АК «Электросевкавмонтаж»	Краснодар	39
Курчатовский институт, НИЦ	Москва	39, 42, 46
Машиностроительный завод, ПАО	Электросталь, Московская область	40
Маяк, ПО	Озерск, Челябинская область	42
Морозовский химический завод, АО	Санкт-Петербург	52
НЕОЛАНТ, ГК	Москва	27
НИИИС им. Ю.Е. Седатова, ФНПЦ	Нижний Новгород	16, 20
ННГУ им. Н.И. Лобачевского	Нижний Новгород	33
Нововоронежская атомная станция	Нововоронеж, Воронежская область	34
НИАЭП-АСЭ, Объединенная компания	Нижний Новгород, Москва	18, 21
Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ)	Дубна, Московская область	12
Оргстройпроект, ЗАО	Москва	46
РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина	Снежинск, Челябинская область	30
РФЯЦ-ВНИИЭФ	Саров, Нижегородская область	24
Стройинжиниринг, ГК	Воронеж	38
Тверское предприятие «Гидроэлектромонтаж»	Удомля, Тверская область	36
Технаб, Холдинг	Обнинск, Калужская область	2 обложка
Уральский электромеханический завод	Екатеринбург	26
Уралэнергострой, УК	Екатеринбург	11
ЦеСИС НИКИРЭТ, ЗАО	Пенза	47
Электрогорский научно-исследовательский центр по безопасности АЭС (ЭНИЦ)	Электрогорск, Московская область	44
Dassault Systems	Москва	48

21-23 ИЮНЯ 2017
БЕЛАРУСЬ, МИНСК



ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ:

ЭНЕРГЕТИКА
АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА
МАШИНОСТРОЕНИЕ
АВИАЦИЯ
ТРАНСПОРТ
СВЯЗЬ
МЕДИЦИНА и ФАРМАЦЕВТИКА
ОБРАЗОВАНИЕ
АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС

Международная
промышленная
выставка

EXPO-RUSSIA BELARUS 2017

**МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫЙ
РОССИЙСКО-БЕЛОРУССКИЙ
БИЗНЕС-ФОРУМ**

www.zarubezhexpo.ru



Организаторы: ОАО «Зарубеж-Экспо»

Поддержка: Совет Федерации, Государственная Дума, МИД РФ, Минэкономразвития, Минпромторг, Минэнерго, Минздрав, Россотрудничество, Посольство и Торгпредство России в РБ, МАФМ, Национальное Собрание, отраслевые министерства Республики Беларусь, Высший Государственный Совет и другие рабочие органы Союзного государства, Исполнительный комитет СНГ, Экономический совет СНГ, Евразийская экономическая комиссия (ЕЭК), Российско-Белорусский Деловой Совет.

Цель выставки: Укрепление экономических, гуманитарных, социально-культурных и политических связей между народами Российской Федерации и Республики Беларусь.

Патронат:
Торгово-промышленная палата Российской Федерации и
Белорусская
торгово-промышленная палата

ОАО «Зарубеж-Экспо»

Москва, ул. Пречистенка, 10

+7(495) 637-50-79, 637-36-33, 637-36-66

многоканальный номер +7 (495) 721-32-36 info@zarubezhexpo.ru

ЗАО «Тулаэлектропривод»



Традиционный поставщик
электроприводов арматуры
атомных станций

География поставок:

Действующие и строящиеся энергоблоки АЭС и ядерные установки
России, Украины, Белоруссии, Болгарии, КНР, Индии, Ирана.

Продукция:

Многооборотные электроприводы повышенной безопасности для
запорной арматуры атомных станций (ТУ 3791 006 05749406 2000).

Мкр: 10÷10 000 Н*м

IP 54 (IP55)

Электроприводы многооборотные для запорно-регулирующей
арматуры атомных станций (ТУ 3791 004 70780838 2007) серии ЭП4.

Мкр: 60÷12 000 Н*м

IP 67 (IP68)

Электроприводы неполноповоротные для запорно-регулирующей
арматуры атомных станций (ТУ 3791-009-70780838-2016) серии ЭПН.

Мкр: 20÷1 200 Н*м

IP 67 (IP68)

КАЧЕСТВО НАДЕЖНОСТЬ БЕЗОПАСНОСТЬ



301114, Тульская область, Ленинский район,
пос. Плеханово, улица Заводская, дом 1, корпус «А».

Тел.: (4872) 72-45-11, 72-47-09. Факсы: (4872) 72-45-11, 72-47-17
market@tulaprivod.ru, www.tulaprivod.ru

