

Multi-D
engineering

РОССИЯ

RUSSIA
Atomic Project

АТОМНЫЙ ПРОЕКТ



ГРОДНОПРОМСТРОЙ



**ХIII МОСКОВСКИЙ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
ФОРУМ**



**XIII MOSCOW
INTERNATIONAL
ENERGY
FORUM**

ТЭК РОССИИ В XXI ВЕКЕ

**20 - 22 АПРЕЛЯ 2015 г.
МОСКВА, ГОСТИНЫЙ ДВОР**

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

**10 МЕЖДУНАРОДНЫХ
КОНФЕРЕНЦИЙ**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА**

3000 УЧАСТНИКОВ

**120 УНИКАЛЬНЫХ
ДОКЛАДОВ**

**2500 МЕТРОВ
ЭКСПОЗИЦИИ**

**Структурная модернизация национальной экономики:
новая роль ТЭК России**



РЕГИСТРАЦИЯ:

**119019, Москва, а/я 76
Тел./факс: +7 (495) 664-24-18
info@mief-tek.com**

www.mief-tek.com

ОРГАНИЗАТОРЫ

**Комитет Совета Федерации
по экономической политике**

**Комитет Государственной Думы
по энергетике**

**Министерство энергетики
Российской Федерации**

**Министерство природных ресурсов и экологии
Российской Федерации**

ПРОФЕССИОНАЛИЗМ • НАДЁЖНОСТЬ • ИННОВАЦИИ

• Соответствие знаний и опыта задачам, которые решает компания.

• Ответственное отношение к результатам своей работы.



• Способность осваивать и применять в работе новые знания.

• Соблюдение принципов деловой этики.

ГидроПромСтрой

www.gps-atom.ru

- Общестроительные работы
- Работы по погружению, извлечению шпунта различных марок (ларсен, arcelor, трубошпунт)
- Комплексное проведение всего спектра гидроизоляционных работ
- Комплексная поставка оборудования для энергетических предприятий



119134, г. Москва, ул. Б. Якиманка, д. 24, офис 406
тел. +7 (499) 238-63-96, тел./факс +7 (499) 238-66-57
e-mail: gps-atom@mail.ru

6-АЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА 4-ЫЙ АЛМАТИНСКИЙ БИЗНЕС-ФОРУМ



EXPO-RUSSIA KAZAKHSTAN 2015

Казахстан, г. Алматы, Almaty Towers

вход свободный

10-12 июня



Цель выставки: развитие экономического, научно-технического, культурного, политического сотрудничества между Российской Федерацией и Республикой Казахстан, установление и укрепление связей между странами, развитие совместного бизнеса, торгово-экономических и инвестиционных отношений

Организатор: ОАО Зарубеж-Экспо

Тематические разделы выставки:

Машиностроение; Горнодобывающая промышленность; Металлургия, новые технологии в металлургической промышленности; Энергетика и энергосберегающие технологии; Нефтехимическая и газовая промышленность; Строительство; Транспорт, в т.ч. авиация и космонавтика; Высокотехнологичные и инновационные отрасли; Медицина и фармакология; Информационные технологии; Телекоммуникации и связь; Сельскохозяйственная и строительная техника; Сельское хозяйство и продовольствие; Образование

Выставка проходит под патронатом Торгово-промышленной палаты Российской Федерации и Совета Руководителей торгово-промышленных палат стран-участниц СНГ

Оргкомитет выставки:

ОАО «Зарубеж-Экспо»

Москва, ул. Пречистенка, 10
+7 (495) 721-32-36, 637-50-79,
info@zarubezhexpo.ru

www.zarubezhexpo.ru

Подробную информацию об участии вы можете получить, обратившись в оргкомитет выставки

Атомный проект

ВЫПУСК ДВАДЦАТЫЙ

Будет представлен участникам специализированных форумов и выставок:

- NDEхро-2015 – «Атомная энергия для устойчивого развития» (Нижний Новгород, Россия)
- Международный энергетический форум «ТЭК России в XXI веке» (Москва, Россия)
- VII Международная специализированная выставка «Атомэкспо-Беларусь» (Минск, Республика Беларусь)
- VII Международный форум «АТОМЭКСПО» (Москва, Россия)

Atomic Project

ISSUE TWENTIETH

АТОМНЫЙ ПРОЕКТ

Информационно-аналитический журнал для специалистов в области атомного машиностроения

№ 20, апрель, 2015 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

Директор рекламной службы

Л. И. Волкова
8-951-901-77-94

Трафик-менеджер

Ю. Кривошеева
8-951-902-27-31

Допечатная подготовка

ООО «РИЦ «Курьер-медиа»

Перевод

В. В. Сдобников

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,
ag@kuriermedia.ru

Тираж выпуска

2000 экз.
на бумажном и CD-носителях

Дата выхода в свет

12.04.2015 г.

Типография

Центр оперативной печати
Нижний Новгород,
проспект Гагарина, 5
В свободной продаже отсутствует
Перепечатка, копирование
материалов, опубликованных
в журнале, без согласования
с редакцией не допускается.
Ответственность за достоверность
рекламных материалов несут
рекламодатели.

КОНКУРЕНЦИЯ / COMPETITION

Одержатъ победу в битве сильнейших. **Петр Чурухов** **6**
Win the Battle of the Strongest. Petr Churukhov **10**

Перспективы мирового рынка вывода из эксплуатации объектов атомной
энергетики. **Г.О. Тепкян, И.В. Зайцев, О.М. Коровяков, Ю.Н. Удянский** **12**
Prospects of the Global Market of Nuclear Facilities Decommissioning.
G. Tepkyan, I. Zaytsev, O. Korovyakov, Y. Udyansky **15**

Системная оценка стратегических планов ведущих поставщиков АЭС
на мировом рынке. **И.В. Зайцев** **18**
Strategic Plans of NPP Leading Suppliers in the Global Market:
Systemic Evaluation. I. Zaitsev **20**

БелАЭС: лидерский проект. **Петр Чурухов** **21**
Belarusian NPP: Flagship Project. Petr Churukhov **23**

ПСР В ДЕЙСТВИИ / RPS IN OPERATION

Культура изменений. **Полина Ступина** **26**
Culture of Changes. Polina Stupina **29**

Система управления качеством в объединенной компании
АО «НИАЭП» – ЗАО «АСЭ». **С.А. Стрельцов, В.Ю. Смелов** **30**
Quality management system of NIAEP – ASE united company. S. Streltsov, V. Smelov **33**

И в науке есть место для ПСР **35**

Новый импульс для развития. **Наталья Формина** **36**
New Impulse for Development. Natalia Formina **37**

Внедрение технологий штрихкодирования в процесс автоматизированного
управления жизненным циклом изделий в ПКО «Теплообменник».
А.В. Стручков, И.Н. Фролова **38**

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ / IMPORT SUBSTITUTION

Свои на стройке. **Анна Карташова** **41**
«Buddies» at the Construction Site. Anna Kartashova **43**

Турбоустановка 1200 МВт для АЭС с тихоходной турбиной ARABELLE™ –
оптимизированные решения машинного зала. **А.М. Цветков, А.В. Александров** **44**

Локализация и импортозамещение – стратегия, приводящая к успеху **47**

Опыт применения термостойкого радиационного лакокрасочного покрытия Армокот® А501 производства АО «Морозовский химический завод» в атомной энергетике **48**

ЛЮДИ РОСАТОМА / ROSATOM PERSONS

Увидеть, что земля круглая, можно только в море. **Ирина Азарина** **50**

Only Offshore it is Possible to Make Sure that the Earth is Round. Irina Azarina **52**

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ АЭС / NPP LIFE CYCLE

Концепция управления инновационными проектами. **В.В. Кузьмин** **54**

Управление проектами строительства промышленных предприятий.
Этап ввода в эксплуатацию. **А.Н. Черепанов** **56**

Вывод из эксплуатации объектов использования ядерной энергии. **Л. Данковцев** **58**

«Грабли» запараллеливания этапов жизненного цикла строительного проекта.
Е.В. Колосова, К.А. Сухачев **63**

Obstacles for Making in Parallel of the Life Cycle of Construction Project.
E. Kolosova, K. Sukhachev **65**

Оценка соответствия продукции для объектов использования атомной энергии в форме обязательной сертификации сегодня **66**

От Шо до Фламанвиля и Балтийской АЭС: инновационное конструктивное решение машинного зала с надежностью на уровне мировых стандартов. **О. Мандеман, В.Журдэн** **67**

ОТ РЕДАКЦИИ **71**

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ / INDEX **72**

Редакционный совет журнала «Атомный проект»

РУКОВОДИТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

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

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

Митенков Ф. М. – советник директора ОАО «ОКБМ Африкантов» по научным вопросам, академик РАН

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

Седаков А. Ю. – директор ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю. Е. Седакова», к. 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 АО «НИАЭП»

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

Катин С. В. – заместитель директора ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю. Е. Седакова» по научной работе, 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», к. т. н.

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

Резниченко А.Я. – начальник Управления коммуникаций объединенной компании АО «НИАЭП» – ЗАО «АСЭ»

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

Материалы, отмеченные логотипом,



подготовлены журналистами редакции радиопрограммы «Страна Росатом»

Одержатъ победу в битве сильнейших

Семь лет назад, в апреле 2008 года, в Нижнем Новгороде на Ярмарке атомного машиностроения состоялись первые в истории России открытые торги среди поставщиков атомной отрасли. Мы, журналисты, считали тогда скорость, с какой участники торгов в борьбе за заказы атомной корпорации снижали стартовые цены лотов, и в первый день ярмарки эта скорость составила 35 миллионов рублей в минуту. В целом же за три дня торгов на ярмарке было реализовано тридцать лотов общей стартовой суммой более 3,5 миллиарда рублей. Окончательная цена по итогам тех торгов составила 2709 миллионов рублей, то есть, экономия бюджета составила без малого 798 миллионов.

Ставка на конкуренцию

Многим это действо казалось тогда данью рыночной моде либерала **Сергея Кириенко**, возглавлявшего к тому времени ГК «Росатом» чуть более года. Сам же Кириенко при подведении итогов первого аукционного дня говорил об этом начинании так:

– Главное, что предприятия теперь понимают, что атомная отрасль открыта для честной и прозрачной конкуренции: приходи, выигрывай. А если ты проиграл, то сам в этом виноват и видел, почему проиграл. Проигравшие сегодня должны думать о том, почему их цена оказалась слишком высокой: может быть, им надо модернизировать производство, думать о сокращении накладных расходов. Надо просто понимать, что значит одержать победу в нормальной конкуренции.

Можно сказать, что повышение своих конкурентных преимуществ и есть одна из основных задач, которые решает Росатом в последние годы. Хорошо зарекомендовавшее себя 3D-проектирование, трансформировавшееся затем в Мульти-D, и актуализация атомщиками всего пласта тем, связанных с жизненным циклом сложных инженерных объектов, – все это и есть движение в направлении повышения конкурентоспособности российской атомной отрасли.

И вот убедительное тому подтверждение. Ноябрь 2013 года: Росатом выиграл тендер на строительство атомной электростанции в Иордании. Агентство по атомной энергии Иордании, подтверждая победу Росатома, подчеркнуло тогда в официальном сообщении, что «российское предложение является наилучшим с точки зрения технологии сооружения и систем безопасности».

В этом тендере мы опередили франко-японский альянс AREVA и Mitsubishi Heavy Industries Ltd, на ранней стадии среди претендентов были также Канада и Южная Корея. Интересно, что французы, живущие в стране, у которой протяженность морских границ более 5000 километров, предлагали Иордании построить АЭС в районе залива Акаба на Красном море, где королевство имеет единственную морскую береговую линию протяженностью менее 30 километров. В Акабе находится единственный морской порт, здесь создана и прилично функционирует свобод-



Пейзажи Иордании

ная экономическая зона, но территория при этом развивается как туристическая: Хашимитское королевство, 90 процентов площади которого занимают пески и пустыни, чрезвычайно дорожит этим небольшим оазисом у моря. А Россия предложила построить АЭС в промышленной зоне Эз-Зарка, третьего по величине города Иордании, находящегося в трех десятках километров к северо-востоку от столицы и сосредоточившего у себя почти половину всей промышленности страны. От приморской Акабы до этого промышленного центра – больше 300 километров песчаной пустыни и безлюдных гор, по которым предстоит бы, выиграв тендер французы, тянуть линии электропередач.

Кстати, помимо энергодефицита, в Иордании еще и огромный недостаток пресной воды, королевство находится в тройке самых засушливых стран мира. В провинции Эз-Зарка, где и будет возводиться атомная станция, протекает небольшая горная речка Сейль-эз-Зарка, расход воды в которой в три раза меньше, чем, к примеру, в нижегородской Кудьме, но для местных – это вторая по величине река после Иордана. Так вот, если российский проект АЭС предполагает градири (а куда без них?), то на Сейль-эз-Зарке среди горных склонов непременно появится небольшое водохранилище, коему жители города, где к каждому деревцу и кустику на газоне подведена система искусственного орошения – иначе растениям здесь не выжить – будут особенно рады.

Новые рынки и старые друзья

Информационное сообщение с новостной ленты РИА «Новости» за 10 февраля уже текущего года: «В ходе официальной встречи президента Российской Федерации Владимира Путина и президента Арабской Республики Египет Абделя Фаттаха ас-Сиси стороны в положительном ключе обсудили совместный проект сооружения атомной электростанции».

И еще пара цитат из сообщения: «Российские атомщики намерены построить в Египте современную, соответствующую постфуку-

симским требованиям безопасности АЭС из 4 блоков по 1200 МВт каждый, при этом на строительство станции Москва готова предоставить Каиру кредит, – заявил С. Кириенко».

«Если будут приняты окончательные решения, Россия может построить Египту не просто АЭС, а создать целую атомную отрасль, заявил в Каире президент РФ Владимир Путин по итогам переговоров с египетским коллегой Абделем Фаттахом ас-Сиси».

Справедливости ради следует сказать, что пока рано утверждать, что Россия переиграла здесь кого-то из конкурентов – окончательное решение о выборе компании для строительства АЭС Каиром еще не принято. В ходе визита В. Путина в Египет уполномоченными организациями, Росатомом и Министерством электроэнергетики и возобновляемых источников энергии Египта, было подписано Соглашение о разработке проекта, определяющего характеристики атомной электростанции, которая по просьбе Египта будет совмещена с опреснительным комплексом (что делается впервые!). Подписанное соглашение предполагает сооружение двух блоков АЭС. Росатому в связи с этим необходимо «в очень сжатые сроки подготовить к подписанию два межправительственных соглашения – о сооружении АЭС и о кредитовании», заявил Сергей Кириенко журналистам в Египте, отметив, что в течение трех месяцев Россия и Египет планируют подписать межправительственное соглашение, а в течение года – контракт на строительство АЭС.

А предыстория такова. Решение о строительстве атомной станции на побережье Средиземного моря в районе Эль-Дабба было принято ещё прежней администрацией Египта, и эксперты МАГАТЭ давно подтвердили, что выбранная территория пригодна для строительства АЭС. В 2009 году для управления проектом и оказания консалтинговых услуг была выбрана австралийская компания Worley Parsons. В августе 2010 года завершилась подготовка конкурса по выбору поставщика, однако тендер был отложен, а работы по проекту заморожены из-за массовых волнений,

возникших в январе-феврале 2011 года и приведших к отставке правительства и президента. Нынешнее правительство не отказалось от идеи строительства АЭС и вроде намерено провести тендер. Абдель Фаттах ас-Сиси во время визита Владимира Путина заявлял, в частности: «Мы уведомили компании-гиганты, которые смогут вместе с нами заниматься реализацией данного проекта — в том числе, российские, китайские, французские и американские». При этом президент Египта выразил надежду, что «наши российские друзья помогут нам в строительстве этой станции, как это было раньше — в пятидесятые и шестидесятые годы».

В Египте с тех лет действительно осталось доброе отношение к нашей стране, и желание президента Абдель Фаттаха ас-Сиси реализовать проект именно с Россией очевидно.

Вот как оценивают перспективы данного сотрудничества в Аналитическом центре МГИМО:

«Торгово-экономические отношения между Россией и Египтом длятся не одно десятилетие. Вспомним, что первое соглашение с Египтом о сотрудничестве в сфере мирного атома было подписано еще в 1956 году. В советские годы с нашей помощью в Египте было построено немало крупных инфраструктурных объектов, которые продолжают играть важную роль в экономическом развитии страны. Еще один такой инфраструктурный проект, способный примерно вдвое увеличить товарооборот между нашими странами, — строительство атомной станции на севере Египта по российской технологии.

Пока это лишь возможность. Россия подтвердила свое намерение участвовать в тендере на строительство АЭС, и у нее есть все шансы победить, так как Росатом выступает с очень конкурентоспособным предложением, которое включает в себя как передовые технологии, учитывающие постфукусимский опыт, так и привлекательную часть по финансированию проекта. Важно, что Росатом может не только построить АЭС, но и предоставить Египту возможность использования технологии опреснения воды. Это несомненное преимущество российского проекта.

Без сомнения, развитие собственной атомной энергетики (или, как сказал прези-

дент Владимир Путин, развитие целой новой для страны отрасли) станет масштабным технологическим рывком для Египта, позволит поднять на новый уровень экономическое и социальное развитие страны в целом» (**Леонид Гусев**, аналитик).

Здесь вот что важно отметить: если в Западной Европе происходит поэтапное свёртывание атомных программ, то Африка и Азия намерены их развивать: согласно отчетам МАГАТЭ, Азия за последние три года утроила производство атомной энергии. Атомные станции намерены строить также государства Африки, Ближнего Востока и Персидского залива. Многие из расположенных там стран, от Алжира до Афганистана, как и Египет, помнят времена, когда Советский Союз возводил им металлургические комбинаты, заводы и гидротехнические комплексы, успешно работающие и поныне. И России вполне по силам, откликнувшись на желание этих стран, дать им доступную энергию и, в конечном итоге, обеспечить их промышленно-энергетический суверенитет.

Но только лишь доброго расположения к нам для решения такой задачи, как строительство АЭС, явно недостаточно. Египту, где в последние годы, несмотря на не очень высокие темпы экономического роста, идет быстрый и существенный рост потребления энергии, крайне необходимы стабильные, безопасные и относительно недорогие источники энергии. Именно эти показатели: стабильность, безопасность и цена, а не ностальгия по дружбе с русскими, и будут в конечном итоге иметь решающее значение при выборе египтянами партнера из всех мировых компаний-гигантов. И у нас есть все шансы не только на получение контракта строительства АЭС в египетском Эль-Дабаа, но и на строительство атомных станций в других странах этой части мира.

И вот почему.

Ключевые показатели

Как отмечают эксперты, основные преимущества российских проектов связаны как раз с высокой степенью безопасности, отвечающей постфукусимским требованиям, и низкой, по сравнению с конкурентными проектами, стоимостью вырабатываемой электроэнер-

гии. Заведующий сектором экономического департамента фонда Института энергетики и финансов **Сергей Кондратьев** считает, что именно по этим двум ключевым показателям российский проект является для египтян приоритетным, поскольку дешевле проектов европейских и американских поставщиков по первым подсчетам в 1,5-2 раза. А по уровню безопасной эксплуатации АЭС у России сейчас нет достойных конкурентов.

Попробуем разобраться в этом вопросе, взглянув, к примеру, на историю реактора AP-1000, предлагаемого сегодня миру американцами, оценивающими его как «простой, безопасный, инновационный» особо экономичный проект «3 плюс», позволяющий существенно снизить и затраты на строительство, и стоимость выработки электроэнергии. Вот довольно большая цитата из публикации агентства РИА «Новости» от 10 марта: «Перспективы строительства новых атомных энергоблоков с американскими реакторами AP-1000, казавшиеся поначалу оптимистичными, в настоящее время выглядят безрадостно из-за перерасхода смет и многолетних задержек с пусками блоков этого типа, пишет The Wall Street Journal.

Реактор AP-1000 спроектировала американская Westinghouse. Авторы разработки уверяют, что эта установка является наиболее дешевой среди других проектов реакторов третьего поколения, поскольку в ней широко используются существующие технологии.

Тем не менее, на протяжении нескольких лет к безопасности AP-1000 возникают вопросы со стороны экспертов даже в США. В 2011 году группа американских общественных организаций обратилась в комиссию по ядерному регулированию (NRC) США с требованием внимательно рассмотреть ряд проектных недостатков, которые, по их мнению, имеются у AP-1000.

До сих пор в мире не запущен не один энергоблок AP-1000. В настоящее время строятся восемь блоков с реакторами AP-1000 — по четыре блока в Китае и США. Первым должен был состояться пуск блока на китайской АЭС «Санмень-1» в 2013 году, однако его пуск был сдвинут на три года и теперь произойдет не ранее 2016 года».

Из открытых источников несложно узнать, что перенос сроков связан как раз



АЭС «Куданкулам», Индия

с корректировкой проекта, потребность в которой возникла после аварии на японской АЭС «Фукусима-1». Летом минувшего года агентство «Рейтер» сообщило о том, что в проектную документацию блока AP-1000 китайской АЭС «Санмень» было внесено 18 тысяч (!) изменений. «Качество и безопасность должны быть нашим приоритетом. Мы не имеем права жертвовать ими ради того, чтобы уложиться в срок», — отмечал тогда **Гао Хонбо**, официальный представитель субподрядчика строительства, китайской компании SNPTC, объясняя перенос сроков пуска блока на три года.

Что касается стоимости, то The Wall Street Journal в той же статье сообщает, что американская энергетическая компания Southern Co. «недавно уведомила энергосрегуляторов штата Джорджия о том, что ее доля расходов при строительстве в этом штате двух новых блоков с AP-1000 на АЭС «Вогтль» возрастет на 1,4 миллиарда долларов и составит уже 7,5 миллиарда долларов. При этом доля Southern Co. в проекте составляет менее 46%. Соответственно возрастут и расходы прочих со-владельцев станции».

Из всего сказанного можно сделать вывод, что Фукусима внесла существенные коррективы в обеспечение систем безопасности проекта «самого дешевого» энергоблока третьего поколения, получившего сертификат комиссии США по ядерному регулированию еще в начале 2006 года, что значительно затруднило продвижение AP-1000 на рынке. Эти вопросы, в частности, заняли существенное место в претензиях австрийских экспертов, в январе нынешнего года раскритиковавших оценку воздействия на окружающую среду (ОВОС), подготовленную для седьмого блока болгарской АЭС «Козлодуй», на которой предполагается установить первый в Европе реактор AP-1000.

То есть, мы можем отметить, что у американцев есть очевидные проблемы, на которые рынок реагирует соответствующим образом. А как чувствуют себя на рынке французы?

Осенью прошлого года акции Areva, крупнейшего в мире производителя атомных реакторов, упали на 23% после того, как концерн ухудшил свои финансовые прогнозы на ближайшие два года, что, в свою очередь, связано с тем, что Areva не справляется с принятыми обязательствами по строительству атомных энергоблоков за рубежом. В начале марта появились данные о финансовых результатах компании за прошлый, 2014 год. Вот информация с новостной ленты японской вещательной корпорации NHK от 4 марта 2015 года: «Французская компания-гигант по разработке и производству оборудования для атомной энергетики – Areva зафиксировала в 2014 году убытки в размере 4,8 млрд евро. Официальные представители этой компании заявили, что убытки выросли почти в 10 раз по сравнению с предыдущим годом. Эта компания фиксирует каждый год дефицит, начиная с 2011 года. Председатель совета директоров этой компании Филипп Кнохе назвал причиной дефицита падающие цены на уран и остановленные АЭС в Японии после аварии в 2011 году в Фукусиме». И так, французские атомщики тоже имеют проблемы.

А что у нас? Сергей Кириенко в середине 2013 года в интервью радиостанции «Эхо Москвы» сообщал, что объем заказа у Росатома после Фукусимы вырос почти в полтора раза и на то время (20 июня 2013 года. – Ред.) только по заключенным контрактам составлял 66,5 млрд долларов.

А вот официальная информация из годового отчета Росатома за 2013 год:

«...Госкорпорация «Росатом» продолжила активную работу по наращиванию портфеля зарубежных заказов на десятилетний период, который составил в отчетном году 72,7 \$ млрд, увеличившись по сравнению с 2012 годом на 9,5%».

На конец 2013 года, согласно отчету, количество зарубежных энергоблоков АЭС в портфеле Росатома составляло 19 блоков. Но уже в конце 2014 года, согласно сообщению Сергея Кириенко 21 ноября в ходе своей лекции студентам МИФИ, портфель заключенных зарубежных контрактов Росатома насчитывал 27 энергоблоков АЭС. Рост ощутимый.

Много ли это – 27 энергоблоков? По данным МАГАТЭ, на конец 2014 года в мире в статусе действующих находилось 437 атомных энергоблоков, и 70 блоков имели статус строящихся. Понятно, что между заключенными контрактами и строящимися энергоблоками есть определенная дистанция, тем не менее, эти данные позволяют нам с определенностью заявлять, что российская доля в строительстве атомных станций в мире весьма существенна, более того, наша доля растет.

Кстати, эта наша доля и наши достижения в атомной сфере видны не только россиянам.

«Проектами года» в номинации «Атомная энергетика» признал российские АЭС в Иране и Индии старейший энергетический журнал США «Power Engineering». При определении лучших проектов учитывалось использование новейших технологий, а также энергоэффективность и синергетический эффект от сооружения и введения атомных блоков в эксплуатацию.

И прежде, чем поразмышлять на тему, как случилось, что Россия, экономика которой, по определению президента США, «разорвана в ключья», уверенно движется к лидерству на мировом рынке мирного атома, стоит остановиться чуть подробнее на строительстве этих самых «призовых» АЭС в Иране и Индии.

Синергетический эффект

Иранская АЭС «Бушер» – первая атомная электростанция на Ближнем Востоке, многострадальный и действительно уникальный проект, строившийся на протяжении 37 (!) лет. Еще в 1974 году немецкий концерн Kraftwerk Union AG (Siemens/KWU) начал сооружать эту станцию, но спустя шесть лет немцы присоединились к американским санкциям против Ирана и остановили стройку. И только через полтора десятилетия Иран сумел реанимировать проект. Помогла ему в этом Россия: в 1995 году между Москвой и Тегераном был подписан контракт на завершение строительства первого энергоблока станции. Надо сказать, что российские атомщики совершили беспрецедентную операцию: интегрировали российский энергоблок в немецкую конструкцию, при этом «разморозив» и пустив в дело 12 тысяч тонн немецкого оборудования.



АЭС «Бушер», Иран

Первый блок АЭС «Бушер» подключили к национальной энергосистеме Ирана в сентябре 2011 года, а 30 августа 2012 года он был выведен на 100% проектной мощности.

Потому не стоит удивляться, что в 2014 году Россия и Иран подписали дополнительный протокол к существующему межправительственному соглашению на строительство еще 8 энергоблоков, а также контракт на сооружение двух совершенно новых энергоблоков на АЭС «Бушер», где установят современные водо-водяные российские реакторы поколения «3 плюс», с мощностью 1000 МВт, как у американских «самых дешевых среди других проектов реакторов третьего поколения AP-1000».

Теперь – Индия. АЭС «Куданкулам», возводимая в Индии по российским технологиям и попавшая в «Проект года» по версии американцев, тоже имеет долгую историю. Соглашение о строительстве станции подписывалось в ноябре 1988 года Радживом Ганди и Михаилом Горбачёвым, но к моменту распада СССР окончательный контракт на строительство станции ещё не был подписан. России, ставшей правопреемницей СССР, в начале девяностых годов было не до подобных строек; только спустя 10 лет, в июне 1998 года, было подписано окончательное соглашение о строительстве станции.

Уместно сказать несколько слов об атомной энергетике Индии, где на восьми АЭС сегодня эксплуатируется более двух десятков энергоблоков.

Первая индийская АЭС в Тарапуре, спроектированная американской компанией «Дженерал электрик», была пущена в эксплуатацию еще в 1969 году. В реакторах в качестве ядерного топлива использовался обогащенный уран, поставки которого из США были обеспечены соглашением на 30-летний срок, но американцы нарушили свои обязательства и в 1980 году прекратили поставки топлива. Индия смогла решить эту проблему только в 1982 году, подписав соглашение о поставках урана с Францией.

Следующие станции (в Раджастхане, Мадрасе, Нароре) Индия строила с канадцами, но и они, как и американцы, оказались ненадежными партнерами и не оказывали в должном объеме или вовсе прекращали необходимую техническую поддержку. В силу этого, а также иных причин, с начала восьмидесятых годов АЭС «Раджастхан», к примеру, действовала лишь на 40% своей номинальной мощности, и эта работа постоянно сопровождалась техническими неполадками.

И вот на таком фоне в Индию со своими проектами и крепкими традициями мирного атома пришла Россия. Первый блок АЭС «Куданкулам», соответствующий наиболее современным требованиям безопасности и являющийся на сегодняшний день самым мощным в Индии, был включен в национальную энергосистему страны в 2013 году и в конце 2014 года сдан в гарантийную эксплуатацию. Пуск второго энергоблока станции ожидается в 2015 году, и есть намерение сторон построить еще несколько энергоблоков на этой станции.

«Вместе с индийскими партнерами мы прошли долгий и плодотворный путь сотрудничества по первому блоку АЭС «Куданкулам». Гарантийная эксплуатация свидетельствует, во-первых, об успешном завершении всех необходимых работ и испытаний на блоке, а во-вторых, о полном доверии со стороны индийских партнеров к российским ядерным технологиям. Станция уже выработала миллиарды киловатт-часов электроэнергии в энергосистему Индии и ее будущий вклад



Подписание документов, расширяющих сотрудничество между Ираном и Россией. Ноябрь, 2014 г.

в стабильное, надежное энергоснабжение страны трудно переоценить», – отметил президент российской объединенной компании АО «НИАЭП» – ЗАО «Атомстройэкспорт» **Валерий Лимаренко** в связи с переходом первого блока станции в гарантийную эксплуатацию.

Переоценить трудно, но специалисты отмечают, что с пуском всех блоков АЭС «Куданкулам» Индия почти на 50 процентов увеличит выработку электроэнергии. То есть, Россия успешно и весомой поступью вошла на этот рынок.

И с большой долей вероятности можно утверждать, что именно это побудило атомщиков США вернуться в Индию после тридцатилетнего перерыва. В 2006 году США и Индия подписали соглашение о сотрудничестве в сфере мирного атома, по которому американские компании Westinghouse Electric и General Electric начали подготовительные работы на площадках для строительства будущих АЭС в штатах Гуджарат и Андхра-Прадеш.

Таким образом, в Индии наши атомщики вплотную сошлись с американцами. Можно предположить, что эта битва будет не менее жаркой, чем ставшие легендарными первые встречи советских и североамериканских хоккеистов в начале семидесятых годов. Каковы наши шансы? На первой очереди АЭС «Куданкулам», благодаря российским технологиям и реактору ВВЭР-1000, тариф на электроэнергию составляет 3,5 рупии за кВт/ч. Тариф, предложенный американской Westinghouse для запланированных к постройке АЭС в Гуджарате и Андхра-Прадеше, составляет 6 рупий за кВт/ч. И это – проектная цена, а мы уже рассказали о том, как американская энергетическая компания Southern Co, совладелец строящейся АЭС в штате Алабама, сетует на то, как растут расходы сверх планировавшихся. Так что деньги – за нас, а о безопасности российских АЭС и синергетическом эффекте сказали сами американцы.

За счет чего все получилось

Говоря о наших конкурентных преимуществах, уместно вспомнить слова президента России Владимира Путина о том, что «Россия может построить Египту не просто АЭС, а создать целую атомную отрасль».

Чистая правда. Сегодня Росатом – единственная компания в мире, способная предложить полную линейку продуктов по всей технологической цепочке атомной энергетики: от добычи урана до вывода атомных станций из эксплуатации. И это – серьезное конкурентное преимущество.

Дело в том, что еще в 2006 году В.В. Путин в Санкт-Петербурге на саммите ЕвРА-

ЗЭС выступил с инициативой создания такой системы отношений, которая позволила бы обеспечить равный доступ всех заинтересованных государств к атомной энергии. Согласно этой концепции, государства, накопившие достаточный опыт и планирующие в дальнейшем продолжать строить АЭС, могли бы, решая собственные инфраструктурные проблемы, одновременно оказывать помощь странам-новичкам на атомном поприще. Эта инициатива получила название Глобальной инфраструктуры атомной энергетики (ГИАЭ). И если мир не особо активно откликнулся на это предложение российского президента (а у США, как всегда, нашлась своя наработка по этой теме), то корпорация «Росатом» активно подключилась к реализации инициативы президента России. По сути, Россия сегодня в полном формате и успешно реализует концепцию ГИАЭ, что и обеспечивает нам конкурентные преимущества.

Вот как рассказывал об этом в своем интервью журналу «Вестник Росатома» заместитель генерального директора – руководитель блока международного бизнеса и развития корпорации Росатом **Кирилл Комаров**:

«Мало построить станцию, надо также обеспечить ее стабильную работу с хорошими экономическими показателями. Для этого надо передать не только сам объект, но и технологии эксплуатации, помочь в подготовке кадров, в отработке всех регламентов, в формировании полноценного регулятора. И попутно решить огромное количество других вопросов: что делать с ОЯТ, с РАО, как выстраивать логику по контрактации топлива. Заказчик должен понимать, где он будет брать топливо все 60 лет, то есть, весь минимальный срок работы АЭС. И мы сегодня готовы предложить решения, которые в наборе отвечают любым пожеланиям наших клиентов, включая и финансовое решение. Здесь, конечно, мы пользуемся очень серьезной поддержкой нашего государства как в формате межгосударственного финансирования наших проектов, так и в реализации более сложных задач, таких как проекты ВОО, где мы сами строим станцию, сами являемся ее владельцем и производим на ней электроэнергию. Впервые по такой модели мы организовали работу с Турцией, в прошлом году стартовал проект в Финляндии, основанный на этих же принципах. Мы стали совладельцами финской компании Fennovoima, приобрели 34% ее акций, и полноценно, как соинвесторы, развиваем этот проект. Тот факт, что мы становимся соинвесторами, конечно, связан с тем, что финские партнеры выбирают российскую технологию для АЭС, российское топливо, подписывают с нами

ряд контрактов на весь жизненный цикл работы станции. То есть, наша способность принести комбинированное предложение значительно усиливает наши позиции».

Успех Росатома на рынке, помимо верно выбранной стратегической линии по реализации концепции ГИАЭ, связан с серьезной поддержкой государства, благодаря которой российские атомщики не ощущают проблем с финансированием. Корпорация добивается успеха при сильной и системной роли государства, предлагающего тому же Египту кредит на строительство по конкурентным для мировой финансовой системы меркам на 15 лет. Во сколько там американцы половину затрат на строительство двублочной АЭС «Вогтль» в Аризоне оценили? В 7,5 миллиарда долларов?

И вот какой напрашивается вывод. Только так – предлагая мощные проекты развития и выстраивая под их реализацию финансовую систему, возводя протекционизм в ранг государственной политики – в нынешних реалиях государство и бизнес могут развиваться и добиваться успеха. Росатом тому наглядный пример.

Петр ЧУРУХОВ

Пока верстался номер...

... стало известно, что в начале апреля американская компания Westinghouse отказалась от инвестиций в строительство седьмого блока болгарской АЭС «Козлодуй», где планировалось установить тот самый реактор AP-1000, который стал бы первым действующим подобным реактором в Европе.

Как сообщило РИА «Новости», «Westinghouse объявила, что, согласно ее подсчетам, базовая цена строительства энергоблока составит 7,7 миллиарда долларов (что почти в два раза дороже стоимости двух блоков АЭС «Белене», которые ранее предполагалось строить с участием России – Ред.)». А поскольку у Болгарии нет таких денег, правительство страны официально предложило американской компании стать инвестором проекта с долей в 49%. Но «корпоративная политика компании Westinghouse, предпочитающей продажу технологий и строительство энергоблоков, не предусматривает инвестирование в атомные проекты». И вот итог: Болгария, несколько лет назад отказавшаяся под давлением американцев от достройки россиянами АЭС «Белене», а затем и заблокировавшая строительство российского «Южного потока», остается без новых блоков действующей АЭС «Козлодуй», а значит, без важнейшей составляющей для развития любой промышленности – достаточного объема энергии.

Ведь это российская инициатива ГИАЭ предполагает обеспечить равный и безопасный доступ всех заинтересованных государств к атомной энергии. А Westinghouse живет по другим законам, реализуемым, в частности, на Украине, где в марте 2015 г. глава компании Джордж Родерик прямо заявил о стремлении «получить на Украине столько бизнеса, сколько возможно». И вот уже на Южно-Украинской АЭС вновь пытаются внедрить топливные сборки Westinghouse, несмотря на то, что весной 2012 года на третьем энергоблоке уже произошла аварийная ситуация, связанная с попыткой использования топливных кассет производства этой компании.

На таком фоне не вызывают удивления только что пришедшие из Ханоя сообщения о том, что Россия и Вьетнам планируют заключить генеральное рамочное соглашение о строительстве АЭС «Ниньтуан-1» и создании Центра ядерной науки и технологий во Вьетнаме.

Win the Battle of the Strongest

Back in April 2008, i.e. seven years ago, a tender of the nuclear sector suppliers was organized at the Nuclear Sector Fair in Nizhny Novgorod. During a three-day fair 30 lots were sold for the total amount of 3.5 billion rubles. With the final value of 2.709 billion, the budget economy amounted to 798 million rubles.

Focus on competition

Many people thought then that the tender was all the rage initiated by liberal Sergey Kirienko who had been at the head of Rosatom Corporation just for a year. Summarizing the results of the first day of the tender, Mr. Kirienko said:

– It is most essential that enterprises understand now that the nuclear sector is open for fair and transparent competition: come and win. If you lose, it is you who are to blame, and you know why. The losers must analyze why their price is too high. Maybe, it is necessary to upgrade the production facilities or to cut overheads. One should understand what it means to win in a fair competition.

Enhancing its competitive advantages is one of the key tasks being solved by Rosatom now. 3D design technology that, having proved its worth, was transformed into Multi-D technology as well as investigations into the complex engineering facilities life cycle help boost the competitiveness of Russia's nuclear sector.

The fact is confirmed by the victory in a tender for constructing an NPP in Jordan in November 2013. In its statement, Jordan Atomic Energy Agency underlined that «Russia's bid is the best in terms of the construction technology and safety systems».

In the tender Russia won from French-Japanese AREVA and Mitsubishi Heavy Industries Ltd. Alliance; at the early stage Canada and South Korea were among the bidders. It is noteworthy that the French, with their coastline of 5,000 kilometers, proposed to build the NPP on the Gulf of Aqaba where the Kingdom has a 30-km coastline. There is Jordan's only sea port in Aqaba and a successfully operating free economic zone, still Aqaba is developed as a tourist area. The Kingdom of Jordan treasures this small oasis on the seaside. Russia proposed to build the NPP in the industrial zone of the city of Az-Zarqa, 30 km to the north-east from the capital, where almost half of the country's industry is focused. It is 300 km of sands and deserted mountains from Aqaba to Az-Zarqa, and it would be necessary to build power supply lines to connect the two cities, in case the French won the tender.

Jordan lacks not only energy but fresh water too. It is among the top three most torrid countries in the world. Should the Russian project be implemented, a fresh water reservoir will be built in the mountains, and the city residents will appreciate it very much.

New Markets and Old Friends

On February 10, 2015 RIA Novosti reported: «Vladimir Putin, President of the Russian Federation, and President of Egypt Abdel Fattah el-Sisi discussed a joint project of constructing a nuclear power plant».

«Russian atomic specialists plan to build a modern 4-unit NPP with capacity of 1,200 MW that would conform to post-Fukushima safety requirements. Moscow is ready to grant a loan to Egypt».

«If the parties agree on the project plan, Russia would build not only a NPP but the nuclear sector», – said Mr. Putin after his talks with his Egyptian counterpart.

It is fair to say that it is too early to state that Russia has outgamed its competitors as the final decision is not made by Cairo yet. During Putin's visit to Egypt the designated institutions of Rosatom and the Ministry of Electricity and Renewable Energy of Egypt signed an Agreement on launching the project of determining the specifications of the NPP. The NPP would be coupled with a demineralized water generator (which is done for the first time). The Agreement envisages construction of two units. «Rosatom must promptly prepare two intergovernmental agreements: on NPP construction and on credit provision», – Sergei Kirienko said to reporters in Egypt. He also noted that within three months Russia and Egypt are expected to sign an intergovernmental agreement and within a year – to conclude a contract for NPP construction.

The decision to build a NPP on the Mediterranean coast at El Dabaa was made by the previous government of Egypt, and IAEA experts have confirmed that the designated area is suitable for the NPP construction. Worley Parsons company of Australia was chosen in 2009 to manage the project and to provide consulting services. In 2010 a tender for supplying the project was prepared, but it was postponed and the project was scrapped because of the unrest of January-February 2011 that resulted in the president's resignation and the government's dismissal. The present government has not dropped the idea of the NPP construction. Egypt's President expressed his hope that «Russian friends would assist in the NPP construction, as was the case in 1950s-1960s».

The MGIMO Analytical Center has the following vision of the cooperation prospects:

«Russia and Egypt have cooperated in trade and economy for dozens of years. Suffice it to say that the first agreement on cooperation in the civil nuclear energy was signed in 1956. During the Soviet period many large infrastructure projects were implemented with the help of the USSR; those facilities still are very important for the economic development of the country. Construction of the Russian-designed NPP on the Egypt's north is another project that would double the volume of trade between the countries.

It is only an opportunity now. Russia has confirmed its intention to take part in the tender for the NPP construction, and it stands a good chance to win, as Rosatom's competitive bid envisages the use of advanced technologies conforming to the post-Fukushima requirements and is attractive financially. It is essential that Rosatom can not only build the NPP but can also offer the water demineralization technology.

Undoubtedly, nuclear engineering development (or, as President Putin has said, the development of a new industry) will be a technological breakthrough, a booster of the economic and

social development of Egypt». (Leonid Gusev, an analyst).

It is noteworthy that, while West Europe scraps atomic projects, African and Asian countries intend to implement them: according to IAEA statistics, production of nuclear energy in Asia increased three-fold during the recent three years. Plans to build NPPs have been made in the countries of Africa, Middle East and the Persian Gulf. Many of them, e.g. Algeria and Afghanistan, still remember that the Soviet Union has built metallurgical plants and hydropower plants that are still in operation. Russia has the capacity to provide these countries with accessible energy and, in this way, to ensure the countries' industrial and energy sovereignty.

But friendly feelings of the countries are not sufficient to implement the NPP construction project. Egypt, with its substantial growth of energy consumption on the background of moderate economic growth, desperately needs sustainable, safe and inexpensive sources of energy. Stability, safety and the price, not the nostalgia for the friendship with Russian, will be used as the criteria of selecting a partner among large companies. We have good chances to win a contract for the NPP construction in El Dabaa and for building NPPs in other countries of the region.

And here are the reasons why.

Key parameters

Experts say that the main advantages of Russian atomic projects include safety in conformity with the post-Fukushima requirements and low energy product cost, as compared with the offers of the competitors. Sergei Kondratiev, Head of the Sector, Economic Department of the Institute of Energy and Finance, believes that the Russian project is most promising for Egypt because it is 1.5-2 times cheaper than projects of European and American suppliers. In terms of NPP safety Russia has no rivals.

In the mid 2013, Sergei Kirienko said to «Echo of Moscow» radio station that Rosatom's order value had grown by half since the Fukushima nuclear disaster and amounted to USD 66.5 billion.

At the end of 2013 Rosatom had 19 unit projects to be built abroad in its portfolio. At the end of 2014 Sergei Kirienko said that they had 27 projects. It is a significant growth.

Is it a large number? According to IAEA, there are 437 operating nuclear power units and 70 units under construction in the world. Sure, there is some distance from concluding a contract to constructing a NPP, but still we can state that Russia has a significant share in NPP construction. Moreover, the share is growing.

By the way, Russia's achievements in this area are obvious for everyone abroad.

The «Power Engineering», the oldest energy journal in the USA, has acknowledged Russian-built NPPs in Iran and India to be the «Projects of the Year». The criteria included the use of advanced technology, the capacity and synergetic effect of the power units construction and commissioning.



Before we discuss the reasons for Russia's leadership in the civilian nuclear energy, though «its economy is in tatters» (as Barack Obama would say), we shall review the construction of the «prize» NPPs in Iran and India.

Synergetic Effect

Bushehr NPP in Iran is the first nuclear power plant in the Middle East; it is, indeed, a unique and long-suffering project that has been built for 37 years. It was in 1974 when Kraftwerk Union AG (Siemens/KWU) began the construction, but six years later Germany joined the American sanctions against Iran, and the project was frozen. Only fifteen years later the project was brought back to life. Russia provided its assistance: in 1995 a contract for the completion of the first power-generating unit was signed by Moscow and Teheran. It should be noted that Russian atomic specialists did an unprecedented thing: they integrated a Russian unit into German design using 12,000 tons of German equipment.

Bushehr-1 was connected to Iran's national grid in September 2011, and on August 30, 2012 it reached the design capacity production.

It is not surprising that in 2014 Russia and Iran signed a supplement to the intergovernmental agreement on construction of 8 power units and a contract for constructing two new power-generating units at Bushehr. They will be water-cooled water-moderated reactors of the generation 3 Plus, with capacity of 1,000 MW, similar to American Generation 3 plus AP-1000 reactor that is claimed to be the cheapest among others.

Now let us speak about India. Russian-designed Kudankulam NPP acknowledged as the «Project of the Year» by Americans has a long history too. The agreement on the plant construction was signed by Rajiv Gandhi and Mikhail Gorbachev in November 1988, but by the collapse of the USSR the final contract for the NPP construction had not been signed yet.

In the early 1990s Russia, the successor of the USSR, was not capable of engaging in such projects; only ten years later, in June 1998, the final agreement on the NPP construction was concluded.

Kudankulam-1 NPP, the most sophisticated NPP in terms of safety as well as the most powerful in India, was connected to the national grid in 2013 and was put into maintenance. Commissioning of the 2nd unit is expected in 2015, and plans have been made to build several more units at Kudankulam.

It is very likely that because of this project US atomic specialists returned to India after thirty years of absence. In 2006 USA and India signed an agreement according to which Westinghouse Electric and General Electric began mobilization works at NPP construction sites in Gujarat and Andhra Pradesh states.

Thus, Russian atomic specialists compete with Americans in India. What are the odds? With the use of Russian technology and installation of VVER-1000 reactor at Kudankulam-1, energy tariff is 3.5 rupees for one kilowatt. The tariff of Westinghouse company after construction of NPPs in Gujarat and Andhra Pradesh states will be 6 rupees. It is only a rated tariff. Meanwhile, Southern Co, a co-owner of an NPP in Alabama, complains that costs are growing. So, we are strong on the financial side, while the safety of Russian NPP and synergetic effect are admitted by Americans themselves.

How did it happened?

Speaking about Russia's competitive advantages, one should recall Vladimir Putin's saying: «Russia would build not only a NPP but a whole nuclear sector».

This is the genuine truth. Today Rosatom is the only company in the world that can offer a whole line of products along the nuclear engineering technical chain – from uranium extraction to NPP decommissioning. This is Russia's competitive advantage.

As a matter of fact, as early as in 2006, speaking at EurAsEC summit in St.Petersburg, Vladimir Putin put forward an initiative to build a system of relations that would provide all stakeholders with a free and fair access to nuclear power. According to the concept, the states that are experienced in nuclear power engineering and ready to build NPPs could assist newcomers while solving their own infrastructural problems. The initiative was called «Global Nuclear Power Infrastructure» (GNPI). Though other countries were not quick to respond to the initiative (USA, as usual, had its own opinion concerning the issue), Rosatom immediately started to implement it. Fundamentally, Russia implements GNPI fully and successfully, in this way gaining competitive advantages.

Apart from benefiting from strategic implementation of GNPI concept, Rosatom enjoys substantial federal funding and does not face any financial problems. It is the state that offers Egypt a credit on beneficial terms. What is the Americans' estimation of the half of Alvin W Vogtle Plant construction cost in Georgia? Wasn't it USD 7.5 billion?

The following conclusion should be drawn. A state and business can successfully develop now only if they launch large projects supported by substantial funding, if they make protectionism a state policy. Rosatom experience confirms it.

Petr CHURUKHOV

Перспективы мирового рынка вывода из эксплуатации объектов атомной энергетики

«Вывод из эксплуатации объектов использования атомной энергии – это бурно развивающийся бизнес в мире»
С.В. Кириенко, 2011г.

**Г.О. ТЕПЛЯН, И.В. ЗАЙЦЕВ,
О.М. КОРОВЯКОВ, Ю.Н. УДЯНСКИЙ,
АО «НИАЭП»**

В 2012 году в странах мира находились в эксплуатации 437 энергоблоков общей установленной мощностью 372,325 ГВт; окончательно остановлены 146 энергоблоков общей установленной мощностью 51,818 ГВт.

Жизненный цикл любого объекта атомной энергетики состоит из этапов проектирования, строительства, эксплуатации и вывода из эксплуатации. После исчерпания проектного срока службы объект должен быть переведен в ядерно безопасное состояние и выведен из эксплуатации. Прекращение эксплуатации может быть осуществлено и по другим причинам:

- авария, после которой эксплуатация невозможна или нецелесообразна;
- изменение требований к надежности и безопасности эксплуатации, которые невозможно или нецелесообразно удовлетворить в рамках существующей конструкции;
- политическая ситуация в стране;
- экономическая нецелесообразность эксплуатации.

Примеры подобных ситуаций представлены в таблицах 2, 3 [1].

С учетом обобщающих разработок МАГАТЭ [2], мнений авторитетных отечественных и зарубежных экспертов [3, 4] можно выделить 3 основные возможные стратегии вывода АЭС из эксплуатации:

1. Непосредственный быстрый демонтаж электростанции. ОЯТ и теплоноситель после продолжительного отстоя вывозятся в хранилище с радиационной защитой. Все загрязненные радиацией материалы и оборудование демонтируются и утилизируются. Территория станции приводится в радиационно безопасное состояние.

2. Отсроченный демонтаж. С территории АЭС убирают ОЯТ и теплоноситель, а после окончания срока консервации станции (в Германии этот срок – 30 лет, в Великобритании – от 50 до 100 лет) производят демонтаж и окончательную очистку территории станции от радиоактивных материалов.

Таблица 1. Окончательно остановленные энергоблоки по странам

Страна	Количество энергоблоков	Электрическая мощность, МВт
Великобритания	29	4225
США	28	9764
Германия	27	14301
Франция	12	3789
Япония	9	4337
Канада	6	2143
Россия	8	1080
Украина	4	3515
Италия	4	1423
Болгария	4	1632
Швеция	3	1210
Словакия	3	909
Литва	2	2370
Испания	2	621
Армения	1	376
Казахстан	1	52
Голландия	1	55
Бельгия	1	10
Швейцария	1	6
Всего	146	51818

3. Изоляция. Все радиоактивные материалы остаются на станции и заключаются в бетонный саркофаг, позволяющий периодически контролировать их состояние. Примерно через 100 лет может быть произведена разборка станции и ее дезактивация. Либо использование метода ENTOMB, или капсуляция загрязнённых элементов энергоблока в таких материалах, как бетон.

При выборе стратегии одним из главных факторов является количество и радионуклидный состав твердых и жидких РАО и степень заполнения ими хранилищ на АЭС. К моменту вывода из эксплуатации особое внимание должно быть уделено трудностям обращения с графитовым замедлителем и натриевым теплоносителем по сравнению с компонентами в водо-водяных реакторах.

Окончательное состояние площадки выведенного из эксплуатации атомного объекта может представляться в двух основных вариантах:

1. Состояние площадки в виде «зеленой лужайки» предусматривает демонтаж зданий и сооружений реакторной установки, переработку, изоляцию и удаление радиоактивных и нерадиоак-

тивных отходов, рекультивацию освободившейся территории для ее неограниченного дальнейшего использования.

2. Этот вариант подразумевает достижение возможных двух стадий конечного состояния реакторной установки. Освобождение площадки предусматривает демонтаж оборудования, зданий и сооружений, не предназначенных для дальнейшего использования, переработку и вывоз всех РАО с площадки реакторной установки и доведение площадки до состояния, пригодного для нужд ядерной энергетики, например, для строительства нового энергоблока или хранилища РАО. Такое состояние площадки называется «коричневая лужайка».

Комиссия по ядерному регулированию (NRC) США, например, требует, чтобы по окончании работы энергоблока радиационный фон на его площадке должен быть снижен до уровня, который позволит переопределить площадку под использование для других нужд.

Такой процесс называется «вывод из эксплуатации» (decommissioning) и стоит сотни миллионов долларов для каждого энергоблока.

Таблица 2. Реакторные установки, выведенные из эксплуатации вследствие аварии или серьезного инцидента

Страна	Энергоблоки	Тип реакторной установки	Мощность, МВт	Период эксплуатации (год)	Закрытие	Причина
Германия	Грайсвальд 5	VVER-440/V213	408	0,5	11/1989	Расплавление части ТВС
	Гундремминген А	BWR	237	10	01/1977	Несанкционированный останов
Япония	Фукусима Даичи 1	BWR	439	40	03/2011	Расплавление части ТВС
	Фукусима Даичи 2	BWR	760	37	03/2011	Расплавление части ТВС
	Фукусима Даичи 3	BWR	760	35	03/2011	Расплавление части ТВС
	Фукусима Даичи 4	BWR	760	32	03/2011	Закрытие АЭС
Словакия	Богунце А1	Prot GCHWR	93	4	1977	Повреждение ТВС
Испания	Ванделлос 1	GCR	480	18	середина 1990	Пожар в турбине
Швейцария	Лусенс	Exp GCHWR	8	3	1966	Расплавление части ТВС
Украина	Чернобыль 4	RBMK LWGR	925	2	04/1986	Разрушение энергоблока вследствие ядерной аварии
США	Три Майл Айленд 2	PWR	880	1	03/1979	Расплавление части ТВС

Таблица 3. Реакторные установки, выведенные из эксплуатации преждевременно согласно принятому политическому решению

Страна	Энергоблоки	Тип реакторной установки	Мощность, МВт	Период эксплуатации (год)	Закрытие
Армения	Мецамор 1	VVER-440/V270	408	13	1989
Болгария	Козлодуй 1-2	VVER-440/V230	408	27, 28	12/2002
	Козлодуй 3-4	VVER-440/V230	408	24, 26	12/2006
Франция	Супер Феникс	FNR	1200	12	1999
Германия	Грайсвальд 1-4	VVER-440/V230	408	10, 12, 15, 16	1990
	Мульхайм Каерлич	PWR	1219	2	1988
	Рейнсберг	VVER-70/V210	62	24	1990
Италия	Каорзо	BWR	860	12	1986
	Латина	GCR	153	24	1987
	Трино	PWR	260	25	1987
Литва	Игналина 1	RBMK LWGR	1185	21	2005
	Игналина 2	RBMK LWGR	1185	22	2009
Словакия	Богунце 1	VVER-440/V230	408	28	12/2006
	Богунце 2	VVER-440/V230	408	28	12/2008
Швеция	Барсебак 1	BWR	600	24	11/1999
	Барсебак 2	BWR	600	28	5/2005
Украина	Чернобыль 1	RBMK LWGR	740	19	12/1997
	Чернобыль 2	RBMK LWGR	925	12	1991
	Чернобыль 3	RBMK LWGR	925	19	12/2000
США	Шерегам	BWR	820	3	1989

По требованиям NRC вывод из эксплуатации обязан завершиться не позднее, чем спустя 60 лет после окончательного останова энергоблока. Это обусловлено, в основном, накоплением необходимых средств для вывода из эксплуатации в специализированных фондах.

В настоящее время в США завершён процесс вывода из эксплуатации 10 энергоблоков, а ещё 18 находятся на этой стадии [5].

Все экономические расчеты, связанные с выводом АЭС из эксплуатации, имеют очень большую погрешность. По некоторым экспертным оценкам, реальные общие расходы составляют от 10 до 37% стоимости строительства АЭС [1, 3, 4]. Другие оценки свидетельствуют о том, что стоимость вывода энергоблока сопоставима со стоимостью его строительства [6].

Затраты на вывод АЭС из эксплуатации, помимо таких показателей, как мощность энергоблока, срок его службы и время до окончательной остановки, зависят также от многих других факторов (в основном это тип и состояние ЯЭУ, проблемы, связанные с обработкой и хранением остаточных материалов, предельные нормативы радиационной защиты, методика получения лицензий, затраты на персонал, график работ). Существенным фактором при оценке затрат является класс РАО, находящихся на объекте и в пределах площадки (см. табл. 4). Представленные данные свидетельствуют о значительном разбросе удельных затрат на утилизацию РАО в различных странах. В свою очередь, это обстоятельство позволяет сделать вывод о том, что мировой рынок утилизации РАО пока не стабилизировался. Интегральные фактические

данные по затратам на вывод из эксплуатации энергоблоков некоторых АЭС представлены в табл. 5. Очевидно, что и в этом случае удельные затраты находятся в широком диапазоне: (0,12-4,65) млн долл./МВт. Поэтому для компаний, претендующих на роль головного исполнителя работ по выводу ядерного объекта из эксплуатации, появляются дополнительные степени свободы в выборе предпочтительной страны-заказчика.

До 2030 года ожидается вывод более 40 ГВт атомных мощностей в странах Западной Европы [7]. При этом более 65% всех выводимых реакторов приходится на Великобританию, Францию и Германию. Как показывает анализ, наибольшее количество ядерных реакторов будет выводиться из эксплуатации в период 2020-2030 гг. Суммарный потенциальный объем рынка вывода из экс-

Таблица 4. Стоимость утилизации РАО

Класс РАО	Виды РАО, передаваемых на захоронение	Страна	Объем, м³	Удельные затраты в ценах 2011 г., \$/м³
Класс 1	Твердые высокоактивные отходы (ВАО) с предварительной выдержкой (остаточное энерговыделение – не более 1 кВт/м³).	В настоящее время пунктов захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО) данного вида ВАО в мире не существует. В некоторых странах построены подземные лаборатории для проведения исследований с целью подтверждения безопасности ПЗРО.		
Класс 2	Твердые ВАО и твердые долгоживущие среднеактивные отходы (САО).	В настоящее время ПЗРО данных видов ВАО и САО в мире не существует. В некоторых странах построены подземные лаборатории для проведения исследований с целью подтверждения безопасности ПЗРО.		
Класс 3	Твердые САО и твердые долгоживущие низкоактивные отходы (НАО).	Финляндия Olkiluto	8432	5682
		Финляндия Loviisa	5400	6721
		Швеция SFR	63000	3731
		Германия Konrad	650000	3803
		Корея	20000	5869
		Швейцария Wellenberg	200000	6433
Класс 4	Твердые НАО, включая очень низкие активные отходы (ОНАО)	Чехия Dukovany	18520	504
		Франция Aube	1000000	527
		Япония Rokkasho	80000	11338
		Испания El Cabril	100000	1705
		Великобритания Drigg	1650000	326
		Бельгия	60000	3519
		Венгрия Udvari	40000	1583
Класс 5	Жидкие САО и НАО	Захоронение жидких САО и НАО в недрах в пределах горного отвода, где такие РАО локализованы, производится только в России. Аналогов в мире такого вида захоронений не существует.		
Класс 6	Жидкие САО и НАО, образующиеся при добыче и переработке урановых руд, а также при добыче и переработке минерального и органического сырья.	Подлежат захоронению в пунктах приповерхностного захоронения РАО.		

Таблица 5. Затраты на вывод из эксплуатации энергоблоков АЭС [1]

АЭС, страна	Тип реактора, мощность, МВт	Стоимость, \$ млн	Примечания
Биг-Рок Пойнт, США	BWR 70	25,0	После выгрузки ОЯТ корпус реактора вывезен. Общая масса РАО составила 290 т. На площадке осталось хранилище ОЯТ площадью 43,3 га. Площадь АЭС составляла 182,2 га
Форт Сент-Врэйн, США	HTGR 330	173,9	Принят вариант немедленного демонтажа. Переоборудована в газотурбинную станцию
Токай Мура, Япония	GCR 166	772,5	Демонтаж начат в 2001 г., будет завершён в 2017 г.
Штаде, Германия	PWR 672	668,4	Первая АЭС, выводимая из эксплуатации после принятия закона об отказе от ЯЭ. Топливо будет отправлено на переработку во Францию. Из 300 сотрудников на демонтажных работах осталось 150
Библис-А, Германия	PWR 1225	141,2	Затраты на полную ликвидацию энергоблока
Ловиса-1, Финляндия	ВВЭР 440	166,5	Затраты на полную ликвидацию энергоблока

платации может быть оценен величиной до 200 млрд долларов США.

На рынке Великобритании кроме АЭС значим также объем вывода из эксплуатации прочих объектов использования атомной энергетики. По базовому сценарию количество выводимых из эксплуатации реакторов до 2030 года выглядит следующим образом: Великобритания – 17; Франция – 9; Германия – 9; Россия – 8; Швеция – 4; Швейцария – 4; Бельгия – 3; Финляндия – 3; Испания – 3.

В период до 2030 года рынок по выводу из эксплуатации будет сосредоточен в Великобритании, Франции и Германии, где будут выводиться из эксплуатации наибольшее количество ядерных реакторов.

Учитывая дефицит финансовых и материальных средств, подготовленных специалистов, а также неопределенность методов и способов завершения ЯТЦ в этих странах, рассматриваемый рынок представляется перспективным для деятельности отечественных инжиниринговых компаний. При этом ключевыми конкурентами ГК «Росатом» в Западной Европе будут являться компании Areva и Westinghouse. Предполагается, что Великобритания параллельно с выводом своих газовых реакторов будет постепенно сворачивать соответствующие мощности по переработке ОЯТ.

Итак, возможный доступный рынок для Госкорпорации «Росатом» в Западной Европе может содержать [7]:

- вывод из эксплуатации – весь рынок, кроме Франции (по политическим причинам) и британских реакторов Magnox (по технологическим причинам) – это примерно 10% совокупного рынка вывода из эксплуатации;

- переработка ОЯТ – открыт рынок всех стран региона, кроме Франции и Великобритании, которые разрабатывают собственные технологии переработки, а также кроме Швеции, Испании и Финляндии, которые развивают программы окончательного геологического захоронения ОЯТ. При этом переработка европейского ОЯТ на горизонте до 2030 года маловероятна ввиду ограничения российских перерабатывающих мощностей.

В других странах мира ситуация менее определена. В этих условиях пока возможна лишь качественная оценка.

Так, например, в Восточной Азии доступен, в основном, сегмент атомного рынка вывода из эксплуатации, в Юго-Восточной Азии присутствуют все сегменты атомного рынка в полном объеме. В Южной Азии рынок вывода из эксплуатации пока закрыт (по крайней мере, до 2030 г.). Доступен рынок вывода из эксплуатации одного энергоблока в Армении и реактора БН-350 в Казахстане.

В Южной и Центральной Африке рынок вывода из эксплуатации до 2030 года отсутствует.

Рынок Китая закрыт ввиду его ориентации на развитие собственной программы вывода из эксплуатации, переработки и захоронения РАО и ОЯТ.

В России опыт вывода из эксплуатации атомных объектов гигаваттного класса практически отсутствует. Тем не менее, накоплен большой опыт

по утилизации атомных подводных лодок (АПЛ). При этом сложилась и активно действует международная кооперация, включающая Россию, США, Францию, Италию, Норвегию и другие страны [8].

Рассматривая процесс вывода атомной станции из эксплуатации как сложный объект управления, вполне уместно предположить, что АО «НИАЭП» в состоянии освоить и удерживать значительную часть мирового рынка по выводу АЭС из эксплуатации. Значительные ожидания связаны, прежде всего, с огромным и разносторонним опытом АО «НИАЭП» в строительстве энергетических объектов на различных физических принципах (методах генерации), а также с владением единым информационным пространством.

В данном пространстве присутствуют статическая 3D-модель, динамическая модель (Multi-D), электронный каталог оборудования, сформированы все ресурсы, представленные как прогноз использования интеллектуальных (информационных), материальных и трудовых ресурсов, а также определена стоимость объекта на стадии «Проект» в виде сводного сметного расчета и соответствующая стоимость в реальных ценах с учетом их эскалации в результате инфляции [9]. Таким образом, на стадии «Проект» имеется реальная основа для разработки и формирования плацдарма для развертывания процесса вывода из эксплуатации.

В этом направлении уже предприняты конкретные действия. Так, под эгидой Госкорпорации «Росатом» создан консорциум по выводу из эксплуатации ядерно и радиационно опасных объектов, обращению с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами. В консорциум вошли пять компаний: АО «НИАЭП», ЗАО «Атомстройэкспорт», NUKEM Technologies GmbH, ОАО «Государственный специализированный проектный институт» (ГСПИ) и ОАО «СвердНИИхиммаш». Две последние компании входят в состав ОАО «Атомэнергомаш» [10]. В рамках консорциума объединенная компания АО «НИАЭП» – ЗАО «Атомстройэкспорт» будет выполнять функции генерального подрядчика; ГСПИ будет осуществлять маркетинг внутреннего рынка, проектные работы и комплексные инженерно-радиологические обследования; NUKEM Technologies GmbH будет заниматься маркетингом внешнего рынка, внедрением соответствующих технологий и программ управления проектами по выводу из эксплуатации, обращению с ОЯТ и РАО; «СвердНИИхиммаш» будет обеспечивать разработку, изготовление и поставку специального оборудования. Масштабный заказ на проекты вывода из эксплуатации АЭС и объектов «ядерного наследия» в России даст возможность сформировать внутри Госкорпорации «Росатом» бизнес с конкурентоспособными компетенциями реализации проектов «под ключ» не только внутри страны, но и на растущих зарубежных рынках по выводу из эксплуатации.

В условиях жесткой конкуренции на международном атомном рынке консорциум по своим возможностям может претендовать на определенную долю, например, в части создания «коричневой

лужайки» на месте выводимого из эксплуатации объекта. При этом после реализации проекта ликвидации отслужившего свой срок объекта возможно строительство на «коричневой лужайке» нового атомного сооружения, но уже по проекту консорциума. Подобный подход позволит получить двойной эффект: в пределах одной площадки в этом случае реализуются сразу два проекта – вывода старого объекта из эксплуатации и строительство нового. Объединение двух проектов позволит консорциуму достичь синергетического эффекта: в части финансовых и материальных средств, используемых машин, механизмов и оборудования, привлекаемых специалистов. Выгоды заказчика работ также не подлежат сомнению, так как существует реальная возможность сохранения квалифицированных кадров, устойчивого развития энергосети и промышленности региона.

Отметим, что детальные проекты вывода из эксплуатации АЭС по аналогии с проектами строительства атомных электростанций в настоящее время не существуют. Необходима их разработка с учетом современных информационных технологий, в частности, Multi-D технологий.

В целом, по нашему мнению, в России вполне созрели необходимые и достаточные предпосылки для активизации действий на мировом рынке вывода из эксплуатации объектов атомного профиля. Этому способствует и внешняя среда: отказ ряда стран от продолжения атомных программ, внушительный объем потенциального рынка, повышение интереса конкурентов к рассматриваемой проблематике. В плане развития дальнейших действий не исключена и возможность при необходимости привлечения западноевропейских игроков в стратегические альянсы/партнерства. Промедление в освоении рассматриваемого рынка представляется недопустимым.

Литература

1. Decommissioning Nuclear Facilities. World Nuclear Association, 2012.
2. Стандарт по безопасности МАГАТЭ WS-G-2.1 Decommissioning of Nuclear Power Plants and Research Reactors, 1999.
3. Кузнецов В.М. Доклад «Вывод из эксплуатации объектов атомной энергетики», М., 2005.
4. Муратов О.Э., Тихонов М.Н. Снятие АЭС с эксплуатации: проблемы и пути решения. Proatom.ru, 2008.
5. Информационное сообщение Атоминфо, www.atominfo.ru, 09.05.2012.
6. Декомиссия – это вывод из эксплуатации АЭС. www.za-prirodu.ru, Челябинск, 2013.
7. Отчет ГК «Росатом» Анализ внешней среды (Западная Европа), ноябрь 2012.
8. О. Крюков: «Росатом» положительно оценивает итоги «Глобального партнерства», www.nuclear.ru, 21.11.2012.
9. Лимаренко В.И. Управление жизненным циклом на этапе сооружения. Информационная система управления сооружением. «Инновационное проектирование (Multi-D engineering)», № 6, 2012, с.6-15.
10. «Росатом» создал консорциум по выводу из эксплуатации. www.Nuclear.ru, № 47 (88), 13.12.2012.

Prospects of the Global Market of Nuclear Facilities Decommissioning

Sergey Kirienko: «Decommissioning of nuclear facilities is a burgeoning business in the world»
01.06.2011

Gennady TEPKYAN, JSC NIAEP, Vice-President
Igor ZAYTSEV, JSC NIAEP, Head of Deputy Department, Doctor of Engineering Science, Professor of Warfare Academy
Oleg KOROVIYAKOV, JSC NIAEP, Head of Department
Yuri UDYANSKY, JSC NIAEP, Chief Specialist Bachelor of Engineering Science, Senior Scientist

In 2012, 437 power generating units of installed capacity 372,325 GWt were in operation worldwide; 146 units with installed capacity 51,818 GWt were finally shutdown.

Life cycle of any nuclear facility consists of designing, construction, commissioning and decommissioning. After the end of design life, plant must be transferred into a nuclear safe mode and decommissioned. A plant may be shutdown due to other several reasons:

- An accident after which plant operation is impossible or inappropriate;
- Changes in reliable and safe operation requirements that cannot meet the scope of an existing construction;
- Political situation in a country;
- Economic impracticality of operation.

Taking into account the generalizing developments of IAEA [2], opinions of home and foreign experts [3, 4] it is possible to distinguish 3 basic possible NPP decommissioning strategies:

1. Direct rapid plant dismantling In this case spent fuel assembly and coolant are transferred to spent fuel storage with radiation protection after a long-term settling. All the nuclear contaminated materials and equipment are reassembled and utilized. The plant territory is set in a nuclear-safe condition.

2. Postponed dismantling .In this case spent fuel assembly and coolant are removed from the NPP territory and after a plant preservation period (in Germany it is 30 years, in Great Britain- from 50 to 100 years) NPP is dismantled and its territory is finally cleaned from radioactive materials.

3. Isolation. All radioactive materials are left on the plant and are put into a concrete containment

Table 1. Finally shutdown power units by countries

Country	Number of power units	Electrical power, MW
Great Britain	29	4225
USA	28	9764
Germany	27	14301
France	12	3789
Japan	9	4337
Canada	6	2143
Russia	8	1080
Ukraine	4	3515
Italy	4	1423
Bulgaria	4	1632
Sweden	3	1210
Slovakia	3	909
Lithuania	2	2370
Spain	2	621
Armenia	1	376
Kazakhstan	1	52
Holland	1	55
Belgium	1	10
Switzerland	1	6
Total	146	51818

that enables periodic monitoring of their state. After about 100 years a plant may be dismantled and deactivated. Any use of ENTOMB method or capsulation of contaminated units elements in such materials as concrete.

While choosing a strategy, one of the key factors is quantity and radionuclide composition of liquid and solid RW and their filling degree of storages in NPP. By the decommissioning time special attention should be paid to the treatment difficulties with graphite moderator and sodium coolant in comparison with components in water- cooled reactors.

Final state of a decommissioned plant site may have two basic variants:

1. Site state in a form of a «green lawn» envisages dismantling of buildings and structures of reactor, reprocessing, isolation and removal of radioactive

and non-radioactive wastes, recultivation of the free territory for its non-restricted further application.

2. This variant envisages achievement of two possible final states of reactor. Site clearing envisages dismantling of equipment, structures and buildings not designated for further use, reprocessing and removal of all RW from reactor, and site putting into a state appropriate for the needs of nuclear energy, for example, for a new unit construction or a RW storage. Such site state is called a «brown lawn».

Nuclear Regulation Committee (NRC), USA demands, for instance, that on Unit shutdown a radiation background on its site was decreased to the level that would enable to use the site for other purposes.

Such state is called decommissioning and costs millions of dollars for each unit.

Table 2. Reactor units decommissioned in result of an accident or a severe accident

Country	Power units	Reactor type	Power, MW	Operating period, year	Shutdown	Reason
Germany	Graisvald 5	VVER-440/V213	408	0,5	11/1989	Fuel assembly melting
	GundremmingenA	BWR	237	10	01/1977	Unauthorized shutdown
Japan	Fukushima Daiichi 1	BWR	439	40	03/2011	Fuel assembly melting
	Fukushima Daiichi 2	BWR	760	37	03/2011	Fuel assembly melting
	Fukushima Daiichi 3	BWR	760	35	03/2011	Fuel assembly melting
	Fukushima Daiichi 4	BWR	760	32	03/2011	NPP shutdown
Slovakia	Bogunice A1	Prot GCHWR	93	4	1977	Fuel assembly damage
Spain	Vandellos 1	GCR	480	18	Mid 1990	Fire in turbine
Switzerland	Lucens	Exp GCHWR	8	3	1966	Fuel assembly melting
Ukraine	Chernobyl 4	RBMK LWGR	925	2	04/1986	Unit destruction in result of a nuclear accident
USA	Three Mile Island 2	PWR	880	1	03/1979	Fuel assembly melting

COMPETITION

Table 3. Reactor units prematurely decommissioned by political solution

Country	Power units	Reactor type	Power, MW	Operating period, year	Shutdown
Armenia	Metsamor 1	VVER-440/V270	408	13	1989
Bulgaria	Kozloduy 1-2	VVER-440/V230	408	27, 28	12/2002
	Kozloduy 3-4	VVER-440/V230	408	24, 26	12/2006
France	Super Fenix	FNR	1200	12	1999
Germany	Graisvald 1-4	VVER-440/V230	408	10, 12, 15, 16	1990
	Mulhaim Kaerlich	PWR	1219	2	1988
	Reinsberg	VVER-70/V210	62	24	1990
Italy	Kaorzo	BWR	860	12	1986
	Latina	GCR	153	24	1987
	Trino	PWR	260	25	1987
Lithuania	Ignalina1	RBMK LWGR	1185	21	2005
	Ignalina 2	RBMK LWGR	1185	22	2009
Slovakia	Bogunice 1	VVER-440/V230	408	28	12/2006
	Bogunice 2	VVER-440/V230	408	28	12/2008
Sweden	Barsebak 1	BWR	600	24	11/1999
	Barsebak 2	BWR	600	28	5/2005
Ukraine	Chernobyl1	RBMK LWGR	740	19	12/1997
	Chernobyl 2	RBMK LWGR	925	12	1991
	Chernobyl 3	RBMK LWGR	925	19	12/2000
USA	Sheregam	BWR	820	3	1989

In concurrence with NRC requirements a decommissioning process must be completed no later than 60 years after a final Unit shutdown. In the main, it is stipulated by accumulation of the capital necessary for decommissioning in specialized funds.

Presently, in the USA the decommissioning is completed on 10 Units and 18 more Units are in this stage. [5].

All economic calculations related to NPP decommissioning have a big error. Certain peer estimations suggest that total expenditures account for no less than 10-37 % from NPP construction [1, 3, 4]. Other estimations indicate that the

decommissioning Unit cost is equal to its construction cost [6].

NPP decommissioning expenditures, apart from such indices as power, its design life and period till the final shutdown, also depend on many other factors (in the main it is reactor type and condition, problems germane to treatment and storage of left materials, license acquisition method, personnel expenditures, work schedule). A significant factor in expenditures estimation is class of RW present in the plant and off the site (see table 4). The revealed data speaks of substantial scatter of specific expenditures on RW utilization in different countries. This fact

enables to conclude that the global market for RW utilization has not stabilized yet. Integral actual data on decommissioning expenditures of some NPPs are represented in table 5. Obviously that in that case specific expenditures are in big range: \$ 0,12 - 4,65 mln/MW. That is why for the companies pursuing the role of the key executor of NPP decommissioning appear additional liberty degrees in selecting a preferred country-customer.

Till 2030, over 40 GWt of nuclear power is expected to be decommissioned in the Western European countries [7]. At that, over 65 % of all decommissioning reactors are in Great Britain, France

Table 4. RW utilization cost

RW class	RW types to be dumped	Country	Amount, m ³	Specific expenditures in 2011 year prices, \$/ m ³
Class 1	Solid high-radioactive wastes (SHW) with preliminary settling (residual energy release no more 1kW/m ³).	Nowadays there no places of RW disposal (PRWD) of this SHW type in the world. In certain countries there are underground research laboratories to validate safety of PRWD.		
Class 2	Solid RW and solid long-lived medium-active RW (MAW).	Nowadays there are no PRWD of these types of HRW and MAW in the world. In certain countries there are underground research laboratories to validate safety of PRWD.		
Class 3	Solid MRW and solid long-lived low-active wastes (LAW).	Finland Olkiluto	8432	5682
		Finland Loviisa	5400	6721
		Sweden SFR	63000	3731
		Germany Konrad	650000	3803
		Korea	20000	5869
		Switzerland Wellenberg	200000	6433
Class 4	Solid LAW including very low-active wastes (VLAW).	The Czech Republic Dukovany	18520	504
		France Aube	1000000	527
		Japan Rokkasho	80000	11338
		Spain El Cabril	100000	1705
		Great Britain Drigg	1650000	326
		Belgium	60000	3519
Class 5	Liquid MAW and LAW	Hungary Udvari	40000	1583
		Disposal of liquid MAW and LAW in depths of in a mining claim area where such RW are localized is performed only in Russia. There is no analogous disposal in the world.		
Class 6	Liquid MAW and LAW that generate from extraction and processing of autunite, and also from extraction and processing of mineral and organic raw materials.	Subject to disposal in near-surface RW disposal places.		

Table 5. NPP units decommissioning expenditures [1]

NPP, country	Reactor type, power MW	Cost, \$ mln.	Notes
Big-Rock-Point, USA	BWR, 70	25,0	The reactor containment was carried away after SF removal. Total mass of RW accounted for 290 tons. A spent fuel storage is preserved on the site with 43,3 hectare square. NPP square amounted to 182,2 hectare.
Fort Saint- Vrain, USA	HTGR, 330	173,9	Selected a variant of immediate dismantling. Turned into a gas-turbine station.
Tokai Mura, Japan	GCR, 166	772,5	Dismantling started in 2001 and will be completed in 2017
Stade, Germany	PWR, 672	668,4	The first NPP decommissioned after law adoption concerning refusal from nuclear energy use. Fuel will be sent in France for reprocessing . 150 men out of 300 left for dismantling works.
Biblis-A,Germany	PWR, 1225	141,2	Expenditures on complete Unit liquidation
Loviisa-1, Finland	BB9P, 440	166,5	Expenditures on complete Unit liquidation

and Germany. As research results suggest, the major number of reactors will be decommissioned in 2020-2030 years. Total potential decommissioning market may be estimated up to \$ 200 billions.

On the Great Britain market apart from NPP is also significant the amount of other nuclear facilities decommissioning. As per the basic scenario the number of decommissioning reactors runs as follows: Great Britain- 17; France- 9; Germany- 9; Russia- 8; Sweden- 4; Switzerland- 4; Belgium- 3; Finland- 3; Spain- 3.

In the period till 2030, the market for decommissioning will be concentrated in Great Britain, France and Germany, where the major number of reactors will be decommissioning.

Taking into account deficiency in finance and materials, in trained specialists, and also vagueness of methods and ways of nuclear fuel cycle completion in these countries, the considered market seems to be perspective for activity of home engineering companies. At that, the key competitors of SC Rosatom in the Western Europe will be Areva and Westinghouse. It is assumed that Great Britain concurrent with decommissioning of its gas reactors will be gradually curtailing the corresponding powers on SFA reprocessing.

Thus, a potential available market for the State Corporation Rosatom in the Western Europe may contain [7]:

- Decommissioning- the entire market except France (due to political reasons) and British reactors Magnox (due to process reasons)- it is about 10 % of total decommissioning market;

- SFA reprocessing market – is open of all the region countries except France and Great Britain that are developing their own reprocessing technologies, and also except of Sweden, Spain and Finland that are developing programs of final geological RW disposal. At that, reprocessing of the European SFA in prospect till 2030 is unlikely due to the Russian reprocessing power limits.

The situation in the other world countries is less determined. In these circumstances only a qualitative estimation is possible.

Thus, for example, in the Eastern Asia, only a decommissioning segment is available, in the South-Eastern Asia present all the segments of the nuclear market in full amount. In the South Asia the market for decommissioning is closed yet (at least till 2030). The decommissioning market is available for one Unit in Armenia and for BN- 350 reactor in Kazakhstan.

In the South and Central Africa market for decommissioning is absent on the prospect till 2030.

The Chinese market is closed due to its orientation towards development of in-house programme of decommissioning, reprocessing and disposal of RW and SFA.

In Russia decommissioning experience of gig watt class facilities is almost absent. Nevertheless, major experience was accumulated in utilization of nuclear submarines. At the same time was established and is now working an international cooperation that

includes Russia, the USA, France, Italy, Norway and other countries[8].

Treating nuclear plant decommissioning process as a complex management facility, it is appropriate to suggest that JSC NIAEP is able to master and preserve a significant part of the market for NPP decommissioning. Substantial expectations are firstly connected with major and diverse experience of JSC NIAEP in construction of nuclear facilities basing on different physical principles (generation methods), and also with existence of the unified information space.

In this space present a static 3D model, a dynamic model (Multi-D), electronic equipment catalogue, there are formed all the resources presented as a use forecast of intellectual (information), material and labour resources, and also defined a plant cost on the stage «Project» in an aggregate estimation and corresponding cost in real prices with account of their escalation due to inflation [9]. Thus, on the stage «Project» there is a real base for development and formation of a platform for development of the decommissioning process.

Certain steps have already been made in this direction. Thus, under the auspices of the State Corporation Rosatom was established a consortium to deal with decommissioning of nuclear and radiation hazardous wastes, treatment of spent fuel assemblies and radioactive wastes. Five companies make up the consortium: JSC NIAEP, JSC Atomstroyexport, NUKEM Technologies GmbH, JSC Gosudarstvenny specializirovany proektny institute (GSPI) and JSC SverdNIIkhimmash. The two latter companies are within JSC Atomenergomash [10]. Within the consortium the merged company JSC NIAEP- JSC Atomstroyexport will perform act as general contractor. GSPI will be dealing with domestic marketing and complex engineering radiological investigation.

NUKEM Technologies GmbH will be dealing with foreign marketing, implementation of the corresponding technologies and project programs management on decommissioning, treatment with SFA and RW. SverdNIIkhimmash will provide development, production and procurement of special equipment. A major order for NPP decommissioning projects and those of «nuclear heritage» in Russia gives an opportunity to organize business within SC Rosatom with competitive competences in turnkey projects implementation not only within the country but also on burgeoning foreign decommissioning markets.

In tough competition circumstances on the global nuclear market the consortium may have a claim on its certain segment, for instance, in part of «brown lawn» creation on the territory of a decommissioning facility. At that, after liquidation of a decommissioned facility it will be possible to construct a new nuclear structure as per the consortium project. Such approach will permit to gain a double effect: within one site two projects are implemented in this case- decommissioning of an old facility and construction of

a new one. Consolidation of the two projects will allow the consortium to reach synergetic effect: in the part of financial and material means, used machineries, mechanisms and equipment, involved specialists. Customer's advantages are also undoubted, since there is a real possibility of qualified personnel preservation, steady development of energy network and regional industry.

It is worth mentioning that nowadays in the world there are no detailed NPP decommissioning projects in analogy with NPP construction projects. They require development with account of modern information technologies, particularly Multi-D technologies.

Upon the whole, in our opinion, in Russia have matured the necessary and sufficient prerequisites for start of actions on the global market for decommissioning of nuclear facilities. External environment is also favours to it: refusal of some countries from nuclear programs, substantial prospect market, and interest increase of competitors to the considered issue. Under the plan of further actions development the possibility of Western European players involvement in strategic alliances / partnerships is not excluded. Delay in mastering of the considered market is inadmissible.

References

1. Decommissioning Nuclear Facilities. World Nuclear Association, 2012.
2. IAEA Safety Standard WS-G-2.1 Decommissioning of Nuclear Power Plants and Research Reactors, 1999.
3. V.D.Kuznetsov Report «Decommissioning of nuclear energy facilities», M., 2005.
4. O.E.Muratov, M.N. Tikhonov NPP decommissioning: problems and ways of settlement. Proatom.ru, 2008.
5. Information message of Atominfo, www.atominfo.ru, 09.05.2012.
6. Decommissioning is bringing out of operation a NPP. www.za-prirodu.ru, Chelyabinsk, 2013.
7. SC Rosatom report External environment analysis (Western Europe), November 2012.
8. O.Kryukov: Rosatom positively assesses results of Global partnership , www.nuclear.ru, 21.11.2012.
9. V.I.Limarenko Life cycle management on the stage of construction. Information system of construction management «Innovative design» (Multi-D engineering), № 6, 2012, p.6-15.
10. Rosatom established a decommissioning consortium. www.Nuclear.ru, № 47 (88), 13.12.2012.

Системная оценка стратегических планов ведущих поставщиков АЭС на мировом рынке

И.В. ЗАЙЦЕВ,
московский филиал АО «НИАЭП»
Д. т. н., профессор АВН

Основная цель данного аналитического материала заключается в определении уровней экспансии лидеров зарубежного реакторостроения на мировом рынке АЭС. Современный маркетинг ситуации выступает как достижение нового понимания особенностей продвижения отечественных разработок на фоне зарубежных предложений.

Аналитический материал даст возможность повысить точность ориентирования на мировом рынке строительства АЭС, позволит наметить пути дальнейшего продвижения предложений Группы компаний АО «НИАЭП» – ЗАО «Атомстройэкспорт».

Задачами настоящего анализа являются:

- поиск информационных данных о действиях фирм-конкурентов в странах, потен-



циально заинтересованных в развитии атомной энергетики;

- о б о б щение и синтез полученных данных по признаку – и/или: наличие протоколов о намерениях, заключение двухсторонних соглашений МПК, участие в тендерах, наличие контрактов, ведение строительства АЭС или энергоблоков и др. (события отмечены знаком + в прилагаемой таблице);

• формирование таблицы результатов, а также их наглядное представление в графическом виде в различных системах координат;

- прогнозирование возможных действий АО «НИАЭП» в зависимости от сложившейся ситуации или ее изменений, выработка пред-

ложений по принципам действий и практических рекомендаций.

В качестве объекта исследования рассматривались энергоблоки АЭС на основе реакторов с электрической мощностью класса 1000 МВт и более, являющиеся наиболее близкими аналогами российских проектов МИР-1200, ВВЭР-1000. В ходе исследования рассматриваются девять конструкций реакторов, представленных на мировом рынке:

– EPR-1600 (реактор с водой под давлением мощностью 1600 МВт разработки AREVA);

– AP-1000 (реактор с водой под давлением мощностью 1100 МВт разработки Westinghouse Electric/Toshiba);

– CR-1000 (реактор на тяжелой воде мощностью 1200 МВт разработки AECL);

– ABWR-1300 (модернизированный реактор с кипящей водой мощностью 1300 МВт разработки General Electric/Hitachi);

Страны \ АЭС	EPR-1600 (Areva)	ATMEA-1, KERENA (Areva&MHI)	AP-1000 (Westinghouse-Toshiba)	APR-1400 (KEPCO)	ACR-1000 (AECL)	CPR-1000 (CGNPG)	МИР-1200, ВВЭР-1000, БН-1200 (ЗАО АСЭ)	ESBWR (GE-Hitachi)	ABWR, US-ABWR, EU-ABWR (GE-Hitachi)
	Франция	Франция, Япония	США, Япония	Ю.Корея	Канада	Китай	Россия	США, Япония	США, Япония
1. Великобритания	+		+		+			+	
2. США	+	+	+	+				+	+
3. Франция	+								
4. Китай	+		+	+		+	+		
5. Индия	+	+	+	+	+		+	+	+
6. Иран							+		
7. Россия							+		
8. Япония									+
9. Тайвань									+
10. Турция	+		+	+	+		+		
11. Болгария			+				+		
12. Венгрия	+		+				+		
13. Вьетнам	+		+	+			+		+
14. Египет	+		+	+			+		
15. Иордания	+		+	+	+		+		+
16. Ливия	+	+			+		+		
17. Марокко	+			+	+		+		
18. Словакия	+	+					+		
19. Финляндия	+	+		+			+	+	+
20. Чехия	+	+	+	+			+		
21. Аргентина	+	+			+		+		
22. Бангладеш	+	+		+		+	+		
23. Бразилия	+	+		+			+		
24. Венесуэла	+	+					+		
25. Индонезия				+			+		
26. Намибия	+	+	+				+		
27. Нигерия	+	+					+		
28. Польша	+	+	+	+			+		
29. Чили							+		
30. ЮАР	+	+	+						
31. ОАЭ	+			+					+
32. Италия	+	+	+					+	+

АЭС	EPR-1600 (Areva)	ATMEA-1, KERENA (Areva&MHI)	AP-1000 (Westinghouse-Toshiba)	APR-1400 (KEPCO)	ACR-1000 (AECL)	CPR-1000 (CGNPC)	МИР-1200, ВВЭР-1000, БН-1200 (ЗАО АСЭ)	ESBWR (GE-Hitachi)	ABWR, US-ABWR, EU-ABWR (GE-Hitachi)
Страны	Франция	Франция, Япония	США, Япония	Ю.Корея	Канада	Китай	Россия	США, Япония	США, Япония
33. Малайзия				+			+		
34. Кения				+					
35. Беларусь	+	+				+	+		
36. Армения			+				+		
37. Ю.Корея				+					
38. Канада					+				
39. Украина			+		+		+		
40. Литва	+	+	+		+				+

- APR-1400 (усовершенствованный реактор с водой под давлением мощностью 1400 МВт разработки КОРЕС KEPCO);
- CPR-1000 (клон французской разработки мощностью 1080 МВт фирмы China Guangdong Nuclear Power Group (CGNPC));
- ATMEA-1 (легководный реактор под давлением мощностью 1100 МВт группы AREVA/MHI),
- KERENA (реактор с кипящей водой мощностью 1200 МВт разработки AREVA&E.ON);
- ESBWR (экономичный и упрощенный реактор с кипящей водой мощностью 1390-1500 МВт разработки General Electric/Hitachi)
- МИР-1200 (модернизированный интернациональный реактор мощностью 1200 МВт – базируется на проекте «АЭС-2006», разработчики ОАО «СПбАЭП» и АЭП, Москва),
- БН-1200 (реактор на быстрых нейтронах мощностью 1200 МВт разработки ОКБМ Африкантов).

Выводы

- Наибольшую активность в продвижении собственных разработок на мировом рынке проявляют в настоящее время Группа компаний АО «НИАЭП» – ЗАО «Атомстройэкспорт» (МИР-1200, ВВЭР-1000, БН-1200), AREVA (EPR-1600), KEPCO (APR-1400), Westinghouse/Toshiba (AP-1000).
- В Индии сосредоточены усилия практически всех участников мирового рынка АЭС, что можно объяснить масштабностью национальной программы развития атомной энергетики (установленная мощность всех АЭС должна составить 470 ГВт к 2050 г.). Рассматриваются варианты строительства АЭС с реакторами различных типов: на быстрых нейтронах, тяжеловодные, легководные. Обладая необходимым потенциалом и отработанной технологией сооружения тяжеловодных реакторов, Индия имеет реальные перспективы стать поставщиком данного типа АЭС в другие страны, прежде всего в страны Южной Азии. Аналогичная ситуация может сложиться, например, и с другими типами реакторов по мере их освоения индийскими специалистами. Конкурентная борьба России в этой стране обостряется вследствие обилия альтернативных предложений.
- По числу получаемых предложений и рассматриваемых типов АЭС также лидируют страны: Иордания, Финляндия, США, Великобритания, Турция, Вьетнам, Бангладеш, Нигерия.
- Относительно свободными для дальнейшего продвижения российских технологий являются Украина, Беларусь, Армения, Кения, Малайзия, Чили.

Предложения

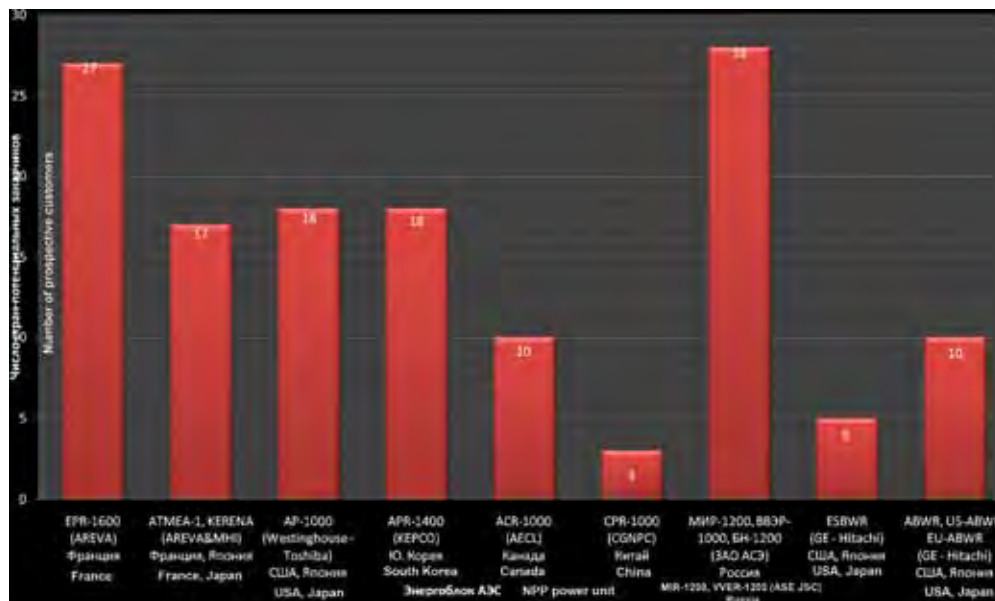
- Исходя из полученных результатов целесообразно развивать усилия по более глубокому освоению рынков АЭС преимущественно стран СНГ: Украины, Белоруссии, Армении и

др., а также расширить базу отношений с Кенией, Малайзией, Чили, Нигерией.

- Для более объективной оценки конкурентоспособности отечественных разработок блоков АЭС, направлений развития маркетинговых действий в той или иной стране необходимо использовать многокритериальный подход, учитывающий технико-экономические, политические, финансовые, физико-географические и другие показатели. Соответствующая модель поддержки решений разрабатывается главным управлением маркетинга и бизнеса московского филиала АО «НИАЭП».
- Наряду с проектами блоков АЭС имеет

смысл одновременно выдвигать предложения по строительству исследовательских центров (медицинских, материаловедческих). При этом для страны-заказчика появляется возможность одновременного решения проблем ОЯТ и снабжения свежим ядерным топливом усилиями поставщика.

- Рассмотреть возможность объединения усилий по строительству АЭС с зарубежными фирмами в части заимствования на взаимовыгодных условиях таких агрегатов и подсистем, как турбинный блок, система управления и защиты, парогенераторы, вентильная аппаратура, измерительные приборы и др.



Strategic Plans of NPP Leading Suppliers in the Global Market: Systemic Evaluation

I. ZAITSEV, NIAEP, Moscow Branch

The main objective of the present analysis is to determine the extent of expansion effected by the foreign nuclear reactor industry leaders in the NPP global market. The modern situation marketing is a manifestation of the understanding of how Russian technological developments can be promoted in light of the offerings of foreign companies.

The following specific tasks are solved:

- search for information about the actions of competitors in the countries interested in the development of the nuclear sector;
- summarizing and consolidation of the data according to the principle «and/or»: availability of protocols of intent, IPC bilateral agreements, participation in tenders, availability of contracts, construction of NPP or power-generating units, etc. (events are marked + in the Table);
- making up a table of results and their graphical expression in various models;
- forecast of probable NIAEP actions depending on the situation and its changes, elaboration of practical recommendations and proposals concerning the operation principles.

The subject of research is NPP power-generating units with reactors of 1,000 MW of capacity and over, analogous to Russian MIR-1200 and WWER-1000 reactors. The research investigated nine reactor designs offered in the market:

- EPR-1600 (AREVA-designed pressurized-water reactor with capacity of 1,600 MW);
- AP-1000 (Westinghouse Electric/Toshiba-designed pressurized-water reactor with capacity of 1,000 MW);
- CR-1000 (AECL-designed heavy-water reactor with capacity of 1,200 MW);

- ABWR-1300 (General Electric/Hitachi-designed boiling-water reactor with capacity of 1,300 MW);
- APR-1400 (KOPEC KEPCO-designed pressurized-water reactor with capacity of 1,400 MW);
- CPR-1000 (French-designed reactor with capacity of 1,080 MW, China Guangdong Nuclear Power Group (CGNPG));
- ATMEA-1 (AREVA/MHI-designed pressurized light-water reactor with capacity of 1,100 MW),
- KERENA (AREVA&E.ON-designed boiling-water reactor with capacity of 1,200 MW);
- ESBWR (cost-effective simplified boiling-water reactor with capacity of 1,390-1,500 MW, General Electric/Hitachi);
- MIP-1200 (modernized reactor with capacity of 1,200 MW, based on AES-2006 project, designed by Saint-Petersburg Atomenergoproekt Engineering Company and Moscow AEP);
- BH-1200 (fast-neutron reactor with capacity of 1,200 MW, designed by Afrikantov OKBM).

Conclusions

- NIAEP-Atomstroyexport Group of Companies (MIR-1200, WWER-1000, BN-1200), AREVA (EPR-1600), KEPCO (APR-1400) and Westinghouse/Toshiba (AP-1000), are most active in promoting their designs in the global market.
- Efforts of practically all NPP market players are focused in India which implements a large-scale national program of nuclear power sector development (total capacity of all NPPs is estimated at 470 GW by 2050). Projects of constructing NPP with various types of reactors (fast-neutron, heavy-water, light-water) are considered. India can become a supplier of this type of NPP to other countries, mainly to South Asia states. The same situation can occur in relation to other types of reactors after they are

mastered by Indian specialists. Competition of Russia in India gets tougher due to a large number of alternative offers.

- Jordan, Finland, USA, Great Britain, Turkey, Vietnam, Bangladesh and Nigeria are among the leaders in terms of the number of offers and NPP types being considered.
- Ukraine, Belarus, Armenia, Kenya, Malaysia and Chile are relatively open for offers of Russian technologies.

Offers

- The investigation results show that it is reasonable to develop the NPP market mainly in CIS countries, such as Ukraine, Belarus, Armenia, etc. and to develop relations with Kenya, Malaysia, Chile and Nigeria.
- To evaluate objectively the competitiveness of Russian NPP units designs and marketing efforts effectiveness in various countries, it is necessary to use a multi-criteria approach that accounts for technical and economic, political, financial, physical and geographical and other indicators. An appropriate model of solutions support is being developed by Marketing and Business General Directorate of NIAEP Moscow branch.
- Apart from NPP unit projects, proposals of constructing research centers (medical, material studies centers) are to be put forward. A customer country obtains an opportunity to have the waste nuclear fuel problem and the problem of nuclear fuel supply solved by a supplier.
- It is reasonable to join efforts of Russian and foreign companies in NPP construction; foreign companies are expected to supply the turbine system, the reactor control and safety system, steam generators, valves, measuring instruments, etc.

NPP	EPR-1600 (Areva)	ATMEA-1, KERENA (Areva&MHI)	AP-1000 (Westinghouse Toshiba)	APR-1400 (KEPCO)	ACR-1000 (AECL)	CPR-1000 (CGNPG)	MIR-1200, WWER-1000 BN-1200 (ASE JSC) Russia	ESBWR (GE-Hitachi) USA, Japan	ABWR, US-ABWR, EU-ABWR (GE-Hitachi) USA, Japan
Country	France	France, Japan	USA, Japan	South Korea	Canada	China			
1. Great Britain	+		+		+			+	
2. USA	+	+	+	+				+	+
3. France	+								
4. China	+		+	+		+	+		
5. India	+	+	+	+	+			+	+
6. Iran							+		
7. Russia							+		
8. Japan									+
9. Taiwan									+
10. Turkey	+		+	+	+		+		
11. Bulgaria			+				+		
12. Hungary	+		+				+		
13. Vietnam	+		+	+			+		+
14. Egypt	+		+	+			+		
15. Jordan	+		+	+	+		+		+
16. Libya	+	+			+		+		
17. Morocco	+			+	+		+		
18. Slovakia	+	+					+		
19. Finland	+	+		+			+	+	+
20. Czech Republic	+	+	+	+			+		
21. Argentina	+	+			+		+		
22. Bangladesh	+	+		+			+		
23. Brazil	+	+		+			+		
24. Venezuela	+	+					+		
25. Indonesia				+			+		
26. Namibia	+	+	+				+		
27. Nigeria	+	+					+		
28. Poland	+	+	+	+			+		
29. Chile							+		
30. South African Republic	+	+	+						
31. UAE	+			+					+
32. Italy	+	+	+					+	+
33. Malaysia				+			+		
34. Kenya				+					
35. Belarus	+	+				+	+		
36. Armenia			+				+		
37. South Korea				+					
38. Canada					+				
39. Ukraine			+		+		+		
40. Lithuania	+	+	+		+				+

БелАЭС: лидерский проект



История создания первой белорусской атомной станции не такая простая. Тема использования мирного атома в Республике Беларусь изучалась специальной правительственной комиссией, которая в 1998 году решила на 10 лет заморозить все работы в этом направлении. Когда по истечении названного срока идея строительства атомной станции получила новое развитие, в республике сформировался протестный вектор: в марте 2008 года было создано движение «За безъядерную Беларусь», участники которого утверждали, что ни при каких условиях строить АЭС в Беларуси нельзя.

Это теперь тема строительства АЭС громко звучит во многих странах мира и полку желающих развивать у себя атомную энергетику все прибывает и прибывает. Но пять лет назад даже в соседней Литве народ выходил на протестные митинги с плакатами «Астравецкая АЭС – дзякуй, не трэба!» Правда, в протестах прибалтов, озабоченных строительством АЭС в соседней Беларуси, многое было от лукавого. Ведь теперь, как известно, власти Литвы, Латвии и Эстонии сами намерены объединить усилия, чтобы построить общую атомную станцию, и никакой озабоченности у их общественности это на удивление не вызывает.

История же строительства Белорусской АЭС, генеральным проектировщиком и генеральным подрядчиком которой является объединенная компания АО «НИАЭП» – ЗАО «АСЭ», началась в марте 2011 года, когда в Минске было подписано соглашение между правительством Российской Федерации и правительством Республики Беларусь о сотрудничестве в строительстве АЭС на территории Республики Беларусь.

Знаковым событием стало подписание 25 ноября 2011 года в ходе заседания Высшего государственного совета Союзного государства межправительственного соглашения о предоставлении российской стороной белорусской стороне государственного кредита на строительство в Республике Беларусь атомной электростанции. Соглашение создало необходимую международно-правовую базу для осуществления механизма финансирования работ по проекту.

2 ноября 2013 года Александр Лукашенко подписал указ № 499 «О сооружении Белорусской атомной электростанции», что позволило генеральному подрядчику, российскому ЗАО «Атомстройэкспорт», начать сооружение атомной станции неподалеку от Островца в Гродненской области.

И вот уже позади год активной работы на строительной площадке, можно подводить первые итоги.

«Для нас это лидерский проект. У нас в таком темпе и в таком штатном режиме сооружение не идет ни по одной зарубежной стройке, здесь нечего таить – это действительно так:

это уникальная модель. В целом, и это самое главное, есть огромное удовлетворение тем сотрудничеством, которое сложилось у нас с белорусскими коллегами», – такое мнение высказал в ноябре прошлого года заместитель генерального директора – директор блока международной деятельности государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» **Николай Спасский**, отметив при этом, что на строительстве надземной части сооружения первого энергоблока станции уже пересечен двадцатиметровый рубеж. Здесь уместно напомнить, что в надземную стадию строительства сооружения атомной электростанции перешло лишь в начале сентября, когда был смонтирован первый блок внутренней защитной оболочки. Таковы темпы.

Что касается штатного режима, то численность строительного персонала БелАЭС в декабре минувшего года выросла до 3,5 тысячи человек, что более чем в два раза превысило число рабочих на начало года. «При этом доля участия белорусских строительных организаций – более 85%», – сообщил заместитель генерального директора РУП «Белорусская АЭС» **Андрей Баркун**, отметив при этом, что «средняя зарплата персонала БелАЭС составляет 8 млн белорусских рублей». Чтобы было понятно россиянам, по текущему курсу это около 32.000 российских рублей.

При этом на БелАЭС реализуется программа жилищного строительства: в 2014 году введено в эксплуатацию восемь домов для обеспечения жильем около 1,8 тыс. человек. В текущем году за счет средств респу-



бликанского бюджета планируется введение в эксплуатацию ещё семи жилых домов общей площадью 26,8 тыс. кв. метров в Островце – по сути, здесь строится новый город. Поэтому желающих работать на площадке Белорусской АЭС достаточно. Причем, как отмечает заместитель министра энергетики Беларуси **Михаил Михадюк**, много предложений приходит из России и Украины, что не может не радовать: русские, украинцы и белорусы все большие советские стройки возводили плечом к плечу, в том и была наша сила.

Сейчас на площадке в Островце возводятся основные здания и сооружения — строители и специалисты работают на 71 объекте АЭС (всего в проекте 128 объектов). Только строительного персонала на площадке БелАЭС до конца 2015 года будет около 6000 человек. Объем строительно-монтажных работ при сооружении Белорусской АЭС в 2015 году будет увеличен в 1,6 раза.

По словам **Игоря Щеголева**, вице-президента объединенной компании АО «НИАЭП» – ЗАО «АСЭ», курирующего проект Белорусской АЭС, ключевые работы текущего года на стройплощадке будут связаны с установкой в проектное положение и бетонированием защитной оболочки здания реактора первого блока, а также с монтажом внутренних стен и перекрытий здания реактора первого блока до проектных отметок. За 2015 год только по контрактам с российской стороной на строительстве атомной станции планируется освоить из средств государственного экспортного кредита Российской Федерации 570 млн долларов. А в целом на начало марта на строительстве АЭС уже освоено около 1,3 млрд долларов, что составляет примерно 15% общего объема финансирования проекта.

И это при том что, безусловно, дают о себе знать «новые экономические условия»: санкции, кризис, падение курса рубля. «Мы строим нашу станцию не в каком-то экономическом заповеднике, не в какой-то особой экономической зоне, — заявил **Андрей Баркун** на пресс-конференции в начале марта. — Поэтому, естественно, все проблемы, которые возникли в России, а генподрядчик у нас российский, в той или иной мере на ходе строительства отражаются».

С осени, когда нефть упала в цене и российский рубль существенно подешевел по отношению к ведущим мировым валютам, на европейских информационных площадках произошло заметное оживление.



«...Проекты Росатома часто финансируются за счет дешевых займов от российского правительства, — озаботились финансированием БелАЭС в финском отделении Greenpeace и даже представили по этому поводу отдельный доклад белорусам. — Одновременно мы видим, что запасы нефти и газа в России сокращаются. Если Росатом не откажется от одного или нескольких проектов, то российские деньги от нефти и газа быстро закончатся».

«Российский кризис может сказать «Нет!» белорусской АЭС», — вещает один из «евробелорусских» сайтов, призывая «как минимум, отложить решение о строительстве АЭС», потому как «сегодня нет абсолютно никакой гарантии, что Белорусская АЭС будет когда-либо поставлять электричество».

Но ни российская, ни белорусская стороны панических настроений категорически не разделяют.

«Из совместных проектов особо отмечу сооружение в Белоруссии атомной электростанции. Стоимость контракта составляет 10 миллиардов долларов, 90 процентов из этой суммы – российские кредиты. Строи-

тельство идёт по графику, на 2018 год запланирован запуск первого блока, — остудил паникеров президент России **Владимир Путин** на встрече с журналистами по итогам заседания Высшего Государственного Совета Союзного государства, проходившего 3 марта в Москве. — Специалисты считают, что сооружение Белорусской АЭС это образцовая стройка».

«Знаю, что Вам непросто, Правительству непросто в эти времена. Но мы чувствуем Вашу поддержку – и не просто поддержку: мы реализовываем такие крупные проекты, как атомная электростанция стоимостью 10 миллиардов долларов. Должен сказать, что сегодня мы уже на два месяца опережаем проект. Белорусы и россияне строят её вместе, рука об руку», — вторит своему российскому коллеге президент Республики Беларусь **Александр Лукашенко**.

Гарантии продолжения строительства даны на самом высоком уровне. А это означает, что Белорусская АЭС станет надежным источником экологически чистой и экономически выгодной энергии в запланированный срок.

Кстати:

- В 2013 году в ежегодном докладе МАГАТЭ отмечалось, что Беларусь стала второй страной за последнюю четверть века, приступившей к строительству своей первой атомной электростанции.
- В 2014 году Республиканское унитарное предприятие «Белорусская АЭС», осуществляющее функции заказчика по сооружению станции и оператора, принято во Всемирную ассоциацию организаций, эксплуатирующих атомные электростанции.
- За прошедший год стройплощадку БелАЭС посетило более десятка миссий МАГАТЭ. Агентство оценивает стройку атомной станции как образцовый объект и пример для развития ядерной энергетики в мире.
- 26 марта 2015 года, эксперты МАГАТЭ, в очередной раз побывавшие на Островецкой площадке, дали положительную оценку хода строительства учебно-тренировочного центра БелАЭС.



Петр ЧУРУХОВ

Belarusian NPP: Flagship Project

The history of construction of the Belarusian NPP, the general designer and general contractor of which is NIAEP – ASE United Company, started in March, 2011, when the agreement between the governments of the Russian Federation and the Republic of Belarus on cooperation in construction of the NPP in the territory of the Republic of Belarus was signed in Minsk. On November 2, 2013, the president of the republic, Alexander Lukashenko, signed decree № 499 «On the Construction of the Belarusian Nuclear Power Plant». This enabled the general contractor, Atomstroyexport JSC, to start the construction of the nuclear power plant near Ostrovets in the Grodno region.

It has been one year of vigorous work on the site and the first results can now be summed up.

«This is our flagship project. No other construction project we run abroad is progressing so fast. It is really so. This is a unique project. Most importantly, we are greatly satisfied with the cooperation with our Belarusian partners», – said Nikolay Spassky, Deputy Director General, Director of the International Operations Division of the Russian state nuclear energy industry corporation Rosatom in November 2014.

The number of the construction personnel in December 2014 was 3.5 thousand, which more than twice exceeds the number of workers at the beginning of the year. «And the share of Belarusian construction organizations in this is over 85%», – reported Deputy Director General, Head of the Capital Construction Office of Belarusian Nuclear Power Plant, Andrey Barkun.

In 2014, eight apartment buildings were commissioned to accommodate approximately 1.8 thousand persons. This year it is planned to withdraw funds from the republican budget to commission seven more apartment houses with a total area of 26.8 thousand square metres in Ostrovets. «In fact, a whole new city is under construction here», – noted Mikhail Mikhadyuk, Deputy Minister of Energy of Belarus.

Currently the key buildings and structures are being built on the Ostrovets site. Builders and experts are working on 71 construction objects (the whole project includes 128 objects). Only the on-site construction team will include about 6000 people by the end of 2015. The scope of construction and erection works in 2015 will be increased by 1.6 times.

According to Igor Shchegolev, Vice-President of NIAEP – ASE, supervising the project of the Belarusian NPP, the key work on the site in the current year will be placing in the permanent

location and concrete casting of the first section reactor building containment and erection of internal walls and floor structures of the first unit reactor building to design marks. In 2015, it is planned to apply 570 million dollars of the state export loan from the Russian Federation only under contracts with Russian construction contractors. In general, by the beginning of March about 1.3 billion dollars were already implemented, which makes about 15% of the total amount of project financing. All this taking certainly into consideration «the new economic environment»: sanctions, crisis, weakening rouble.

«We are building our plant not in some economic reserve, not in some special economic zone», – said Andrey Barkun at the press conference at the beginning of March. «Therefore, naturally, all problems, which arose in Russia – and our General Contractor is Russian – have had an effect on the process of construction».

Since the last fall, when oil slumped and rouble fell sharply against the leading world currencies, there has been a noticeable revival on European information platforms.

«...Rosatom projects are often financed through cheap loans from the Russian government», – claimed the Finnish Greenpeace concerned about financing of the construction. «At the same time we see that oil and gas reserves in Russia are reducing. If Rosatom does not give up one or several of its projects, Russia will quickly run out of its oil and gas money».

«The Russian crisis can say “No!” to the Belarusian NPP», – declares one of the «euro-belarusian» sites, calling «at least, to postpone the decision on the construction of the NPP», as «there is absolutely no guarantee today that the Belarusian NPP will ever supply electricity».

However, neither Russian, nor Belarusian party shares the panic.

«Among our joint projects I should note the construction of a nuclear power plant in Belarus. The value of the contract is 10 billion dollars. Loans from Russia make 90 percent of this sum. The construction goes according to the schedule, the start-up of the first section is planned for 2018», – said Vladimir Putin to comfort panic-mongers at a media briefing following the results of a meeting of the Supreme State Council of the Common State held on March 3 in Moscow. – Experts regard the construction of the Belarusian NPP as a model construction project».

«I know these are difficult times for you and for the Government. Nevertheless, we feel your support, and not simply support: we execute such

big projects as a nuclear power plant worth 10 billion dollars. I should say that today we are two months ahead of the schedule. Belarusians and Russians build it together arm in arm», – said the President of Belarus, Alexander Lukashenko, echoing his Russian colleague.

Thus, guarantees of continuation of the construction are given at the highest level. And this means that the Belarusian NPP will become a reliable source of environmentally friendly and economical energy within the time planned.

By the way:

In 2013, the annual report of IAEA read that Belarus became the second country in the last 25 years that started construction of its first nuclear power plant.

In 2014, the Republican Unitary Enterprise «Belarusian NPP» carrying out customer and operator functions was admitted to WANO (World Association of Nuclear Operators).

During the previous year the site was visited by more than ten IAEA missions. The agency regards the project as a model one and an example to follow for further development of nuclear energy in the world.

Quite recently, on March 26, 2015, IAEA experts once again visited the Ostrovets site and gave a positive assessment of the progress on construction of the NPP training center.

Petr CHURUKHOV

Слагаемые успеха ОАО «Гроднопромстрой»



Первый куб бетона в основание фундамента Белорусской атомной станции был подан специалистами флагмана стройиндустрии Беларуси – ОАО «Гроднопромстрой».

Руководитель представительства АО «НИАЭП» в Беларуси – директор по строительству Белорусской АЭС Юрий Пустовой убежден, что право на столь почетную миссию организация получила не случайно, а благодаря высокому профессиональному мастерству специалистов Гроднопромстроя.

Гроднопромстроевцы одними из первых пришли на островецкую строительную площадку и возвели пионерную базу – современное предприятие по производству бетона и железобетонных изделий для строящихся объектов поселка атомщиков, а также впервые проложили железнодорожную ветку к площадке строящейся АЭС длиной 34 км. С 2013 года силами всех подразделений предприятия сооружаются башенные испарительные градирни с подводными каналами и насосными станциями, здания основного периода строительства первого и второго энергоблоков. Кроме того, строители ОАО «Гроднопромстрой» ведут работы по возведению кварталов жилой застройки города атомщиков – Островца.

Каковы же слагаемые успеха предприятия, которое на протяжении семидесяти лет является ведущим предприятием строительной отрасли республики и которому доверяется строительство особо важных и уникальных объектов?

Как считают сами гроднопромстроевцы, сильными сторонами их предприятия являются:

- диверсификация производства за счет освоения новых видов деятельности (в т. ч. изготовление и монтаж металлоизделий с полимерным покрытием, монтаж систем противопожарной автоматики, связи и электро-



снабжения, локально-вычислительных сетей, отделки поверхностей гранитом, производство пенополистирола и др.);

- снижение зависимости от внешних субподрядчиков – выполнение сантехнических и электромонтажных работ и сетей связи, работ по озеленению, устройство вентилируемых фасадов;

- опыт работы с иностранными фирмами – строительство объектов в Армении, в Гомельской и Гродненской областях, в Российской Федерации, в Республике Венесуэла, Республике Азербайджан;

- опыт сооружения уникальных спортивных объектов и объектов социально-культурного назначения (набережные, шлюзы, дамбы, плотины, взлетно-посадочные полосы и рулежные дорожки аэродромов, ледовый дворец, транспортные развязки, Гродненская ГЭС, технологическая линия по производству клинкера «сухим» способом и углеподготовительное отделение на ОАО «Красносельскстройматериалы», завод по производству железнодорожного и городского пассажирского электротранспорта, национальный аэропорт «Минск» и др.);

- наличие собственного завода по производству железобетонных конструкций и товарных смесей;

- наличие собственного карьера гравийно-песчаных смесей;

- создание собственного проектно-технического управления;

- большой парк строительных машин и механизмов;

- обновление активной части основных фондов;

- наличие сертификата на соответствие системы менеджмента качества требованиям СТБ ISO 9001-2009.

И все же главная составляющая успешной работы предприятия – это люди. Сегодня ОАО «Гроднопромстрой» представляет собой мощную многопрофильную строительную организацию, которая обходится без массового привлечения субподрядчиков. Всего в штате организации почти 6000 человек – высокопрофессиональных специалистов, влюбленных в свою профессию, преданных делу. Признание их труда – получение организацией аттестата соответствия первой категории.

Все это и позволяет предприятию выполнять работы под ключ своими силами в гарантированные сроки, не зависеть от субподрядных организаций. Разумеется, это дает ОАО «Гроднопромстрой» весомые преимущества перед конкурентами.

ОАО «ГРОДНОПРОМСТРОЙ»
Республика Беларусь, 230003,
Гродно, проспект Космонавтов, 52
Телефон: +375 (152) 74-41-08
E-mail: grodno-promstroy@mail.grodno.by
http://grodno-promstroy.by





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 электромонтажных управлений, расположенных в 26 городах Республики Беларусь, а также филиалы: завод электромонтажных изделий, изготавливающий высоковольтное и низковольтное электротехническое оборудование, изделия, конструкции, и «Электромонтажкомплект», занимающийся комплектацией объектов строительства.

Сегодня ОАО «Белэлектромонтаж» – активный участник строительства Белорусской АЭС, выполняющий электромонтажные и пусконаладочные работы наружных и внутренних сетей электроснабжения, электроосвещения, слаботочных сетей и систем. Опыт выполнения электромонтажных 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 ИСО 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 Montazhspeetsstroy (Moscow), Titan-2 (Sosnovy Bor), Tulachermet (Tula), Severstal (Cherepovets), Sodruzhestvo (Kaliningrad) 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.





Культура изменений

Производственная система Росатома работает в отрасли уже четыре года. За плечами организаторов – успешно реализованные проекты, сплоченная команда, удачные решения и тонны вывезенного металлолома. Но задача и тогда, при внедрении системы, и сейчас стоит шире: не просто системные изменения, а ментальное восприятие культуры бережливого производства.

Эволюция и революция

Изменение производственной культуры для такой масштабной отрасли, как атомная энергетика, по понятным причинам, процесс не быстрый. Разные дивизионы, разные предприятия, изначально разное отношение к ПСР – от непонимания до активной вовлеченности. Чего стоит только популярная нынче поговорка: «ПСР – не новая практика с японскими корнями, а научная организация труда советских времен». Для одних это попытка откеститься от необходимых изменений, для других – стимул включиться в процесс.

Внедряя инструменты производственной системы на площадках, специалисты, по сути, производят небольшую техническую революцию, потому что продуктивность участков вырастает в разы. Но, как оказалось, успешно реализовывать проекты по повышению эффективности производства проще, чем вовлечь в процесс всех без исключения сотрудников. Для решения этого вопроса нужна не революция, в умах должен произойти естественный эволюционный процесс. Руководство отрасли это понимает, поэтому режим «Мы тебя научим ПСР любить» никогда не включался.

Изменение уровня культуры производства – процесс, включающий как минимум четыре стадии. Прежде всего, необходимо **понять**. Именно на этом этапе находится сейчас большинство сотрудников и руководителей, вовлеченных в ПСР. Следующий шаг – **принять**. Участников этого этапа можно определить по желанию вникнуть во все процессы ПСР, изучить инструменты и внедрять их у себя на производстве. На третьей стадии начинают **делать**, то есть, показывать конкретные результаты. Достигших этого этапа в отрасли видно по состоявшимся проектам. Пока не так много среди сотрудников отрасли тех, кто не ограничивает внедрение ПСР проблемным участком, а несет знамя производственной системы дальше, постоянно **совершенствуя** процесс.

Первого заместителя главы ГК «Росатом» **Николая Соломона** смело можно отнести к таким «знаменосцам». Благодаря реализации в 2014 году его личного ПСР-проекта, сроки утверждения и получения разрешений Ростехнадзора на использование импортных материалов на производстве сократились в 10 (!) раз. Грамотный анализ выявил, что в согласовании участвуют много разных организаций, в действиях которых не было согласованности, как не было и заинтересованности в скорейшем решении вопроса, поэтому документы ходили по кругу. Были приняты необходимые меры и, если раньше на получение разрешений Ростехнадзора уходило 600-700 дней, теперь



Н.И. Соломон, первый заместитель главы ГК «Росатом»

называется, с горящими глазами. «Самая главная проблема при становлении ПСР – это мотивация генеральных директоров. Будет мотивированный руководитель – будет все остальное, – уверен Н.И. Соломон. – Ключевая роль в развитии ПСР на предприятиях за генеральным директором, это для меня однозначно. Руководитель для своих сотрудников – это определенная модель лидера, как он себя ведет, в том числе по отношению к ПСР, так ведут себя и подчиненные. Директор должен заботиться не о том, чтобы больше произвести на имеющихся мощностях, а о том, чтобы произвести именно столько, сколько нужно, с минимальным количеством затрат и потерь, и необходимым качеством. В этом отношении пока еще не у всех руководителей менталитет изменился так, как того требует ПСР».

Получается, что, как и в любом серьезном деле, в ПСР нужно начинать с себя. Не стоит ждать, когда специально обученные люди придут и наладят эффективное производство. Назначение начальника по ПСР – не гарантия изменения производственной культуры. Статистика говорит о том, что только 5% со-

целевой срок – 60 дней.

Для реализации следующего ПСР-проекта Соломон выбрал Смоленскую АЭС. Это значимое предприятие, опыт реализации проекта можно будет тиражировать на других станциях, да и генеральный директор станции А.Ю. Петров, что

Словарь ПСР

Пять «С»: система эффективной организации рабочего места, основанная на визуальном контроле. Включает в себя пять принципов: сортируй, создай свое рабочее место, содержи в чистоте, стандартизируй, совершенствуй.

Пока-йокз: «защита от ошибок» — специальное устройство или метод, благодаря которому дефект просто не может образоваться.

«Точно вовремя»: система, при которой изделия производятся и доставляются в нужное место точно в назначенное время и в нужном количестве.

Кайдзен: непрерывное совершенствование деятельности с вовлечением всего персонала в постоянную работу по сокращению потерь, воплощенное в конкретные формы, методы, технологии и обращенное к людям.

«Тянущая система»: каскадная система производства и поставки изделий в соответствии с сигналами клиента (внутреннего заказчика), определяющими время или объем поставки изделий.

7 основных видов потерь на производстве: перепроизводство, лишние движения, запасы, избыточная обработка, ожидание, брак, ненужная транспортировка.

трудников готовы пойти за ПСР-лидером, но 70% полностью поддержат лидера в лице генерального директора.

Завершить свою первую пятилетку производственная система Росатома планирует масштабно, начав реализацию сразу нескольких глобальных проектов. Сегодня программа вышла за рамки пилотных участков и становится неотъемлемой частью любых сфер деятельности Госкорпорации.



С.А. Обозов, директор по развитию ПСР Госкорпорации «Росатом»

Фабрика процессов

На Ковровском механическом заводе и Московском заводе полиметаллов созданы так называемые «Фабрики процессов». Они станут ключевыми элементами в образовательной системе ПСР. Такие площадки – полная имитация реального производственного цикла. На эталонных линиях смогут пройти ПСР-обучение сотрудники всех предприятий. Фабрики – хорошая возможность изучить процессы на практике. По словам заместителя директора департамента кадровой политики ГК «Росатом», начальника отдела оценки и развития **Юлии Ужакиной**, знание ПСР просто необходимо всем сотрудникам, планирующим успешную карьеру в Росатоме: «Принято решение, что в систему обучения ПСР будет входить базовый курс для всех сотрудников, который расскажет, что такое производственная система, какими инструментами обладает и как её применять. В дальнейшем планируется более специфическая часть обучения реализации ПСР-проектов, методикам культуры постоянных улучшений. В конце образовательного курса – экзамен для подтверждения квалификации, это важно. Сегодня вовлеченность в ПСР – дополнительное условие для выдвижения в кадровый резерв Росатома, а со следующего года может стать обязательным условием, на этом настаивает глава Госкорпорации Сергей Кириенко: если ты не вовлечен в ПСР, тебе не место в кадровом резерве».

Эталонные производства

Руководство Росатома определило 10 ПСР-предприятий: это площадки, которые станут образцово-показательными для всей отрасли. Концерн «Росэнергоатом» представят Смоленская и Балаковская атомные станции, Топливную компанию ТВЭЛ – Уральский электрохимический комбинат, МСЗ и КМЗ. Машиностроительный дивизион Росатома представлен нижегородским ОКБМ Африкантов и питерским ЦКБМ. Блок по управлению инновациями представляет Институт реакторных материалов, ядерный оружейный комплекс – производственное объединение «Старт», инжиниринговый дивизион – дочерняя компания НИИАЭПа Трест РосСЭМ.

Отрабатывать принципы производственной системы Трест РосСЭМ начал при строительстве третьего блока Ростовской АЭС, охватив всю технологическую цепочку. Специалисты посмотрели, в каком состоянии находятся рабочие места, разбили технологический цикл изготовления на потоки. В результате уменьшили складские запасы, загруженность людей и повысили производительность труда. «Полученный опыт мы применили на четвертом блоке, – рассказывает **Геннадий Довгань**, директор Волгодонского филиала Треста РосСЭМ, – там, помимо сооружения гермооболочки и купола, определили несколько ПСР-проектов внутри реакторного отделения. Поскольку строительство четвертого блока сейчас вышло на финишную прямую, наша основная задача – минимизировать трудовые затраты, не уменьшая при этом производительность».

В ОКБМ Африкантов одной из первых проблем внедрения ПСР-проектов называют неопределенность. Сотрудникам необходимо объяснить, какие задачи стоят перед предприятием, и объединить всех общей целью. В ОКБМ руководство включилось в процесс внедрения ПСР сразу, каждый заместитель директора взял себе проблемный бизнес-процесс по своему направлению и начал работу в рабочих группах. По словам **Александра**



Директор по экономике и финансам Госкорпорации «Росатом» Илья Ребров:

«Инвестиции, вкладываемые Росатомом в развитие ПСР, прямо скажем, не самые большие, если сравнить с другими позициями в структуре инвестиционной программы. Но эти деньги в любом случае одни из самых эффективных. Самая большая инвестиция в данном случае – это не деньги. Это работа мозгов, анализ, поиск решений».



Заместитель генерального директора – директор Блока по управлению инновациями Госкорпорации «Росатом» Вячеслав Першуков:

«Институт реакторных материалов вошел в число образцовых ПСР-предприятий, активно развивается производственная система на НПО «Луч», подключается НИИАР. Нашим московским институтам еще предстоит внедрение ПСР, и сегодня они находятся в процессе компактизации – съезжаются на одну площадку. Уже на этом этапе мы следим, чтобы технологические линии отвечали требованиям производственной системы».



Директор Департамента методологии и организации закупок Госкорпорации «Росатом» Роман Зимонас:

«ПСР должна быть в любом процессе, как в производственном, так и в офисе, и в закупках. Производственная система – это такой осмысленный процесс постоянных улучшений. Однозначно у ПСР уже есть своя позиция в отрасли, и осталось совсем немного, чтобы производственная система на 100% стала частью корпоративной культуры Росатома, была внедрена во всех процессах и постоянно развивалась».

Чаэрова – начальника отдела по развитию производственной системы ОКБМ Африкантов, за прошлый год было реализовано 18 основных и три дополнительных проекта. Пять из них были производственные, остальные связаны с бизнес-процессами, оформлением документов, договоров, с оценкой качества. По итогам выполнения проектов был получен суммарный экономический эффект в 137 млн рублей плюс от 20 до 30 процентов сокращено время протекания процессов.

Среди пилотных ПСР-предприятий одно из самых опытных – Ковровский механический завод. Благодаря производственной системе на КМЗ удалось сократить время изготовления газовой центрифуги с 500 до 189 дней. Инструменты ПСР помогли грамотно организовать производственный процесс и рационально использовать помещения. Специалисты отстраивают поток таким образом, чтобы практически все производство центрифуг, включая сборку, было сосредоточено в одном корпусе. Эффективность этих решений в полной мере ощутили, когда объем производства сократился практически в два раза, а себестоимость изделия практически не изменилась. «Это пример того, что происходит благодаря ПСР, – говорит президент ОАО «ТВЭЛ» **Юрий Оленин**. – В ТВЭЛе все предприятия в разной степени охвачены производственной системой. КМЗ

и МСЗ – первые заводы, где началась эта кампания, поэтому на примере Ковровского механического завода четче видны результаты реализации системы. Есть конкретные изделия, есть проблемы, которые были очень крепкими испытаниями для завода. И с помощью ПСР нам удалось эти проблемы вытащить и их решить. Благодаря производственной системе мы улучшили производственное состояние завода, эффективность работы, конкурентоспособность продукции. Пределов для совершенства нет. Нет таблички «Всё, конец, больше можем не заниматься». ПСР на КМЗ будет до того момента, пока будет изготавливаться хотя бы одна центрифуга».

Настрой руководства разделяют и сотрудники КМЗ. «Несмотря на то, что нам многое удалось сделать на площадке, я по-прежнему считаю, что мы только в начале пути, – считает начальник отдела управления и планирования контроля производства КМЗ, – и на этом пути многое зависит от вовлеченности людей в процесс. При безразличном отношении сотрудников ПСР не будет развиваться на производстве. И никакой административный рычаг не сможет это изменить. А с другой стороны, люди – основной ресурс этой системы. Когда люди готовы меняться, хотят и понимают зачем, тогда они могут сделать практически невозможное».



Ростовская АЭС



Эффект масштабирования

Отдельные ПСР-проекты на отраслевых стройках начали реализовать несколько лет назад. Теперь предстоит сделать ковровую масштабную систему контроля, выдача суточных заданий, внедрить цепочку помощи. Для производственной системы во всем мире стройка – самая сложная площадка для внедрения. В цехе человек стоит у станка, а деталь движется. На стройке люди постоянно перемещаются и продукт изменяется. Но это не повод считать, что на заводе конвейер сделать можно, а на стройке – нет. Принципы ПСР и для производства, и для строительства одинаковы.

«Четыре месяца назад нам передали в антикризисное управление объект Нововоронежской АЭС-2. За это время вместе с дирекцией атомной станции нам удалось наладить систему «Последний планировщик», – рассказывает генеральный директор объединенной компании НИАЭП-АСЭ **Валерий Лимаренко**. – Последние планировщики – это пусконаладчики. Идет последний год перед пуском, поэтому именно пусконаладчики ставят

задачи перед монтажниками, а монтажники перед строителями, снабженцами, проектировщиками, которые вносят коррективы в чертежи. Система отлажена. Каждый день заканчивается постановкой сменных заданий на следующий. Есть недельное планирование, суточное. И рабочий день не заканчивается до тех пор, пока сменное задание полностью не выполняется».

Внедрением системы «Последний планировщик» инжиниринговая компания не ограничится. Директор по развитию ПСР **Сергей Обозов** уверен, что вместе с НИАЭП удастся реализовать проект, который в дальнейшем можно будет тиражировать на всех строящихся объектах.

«Мы планируем одну из «дочек» НИАЭП сделать «гвардейской организацией», пилотной площадкой, на которой попробуем реализовать ПСР в полном объеме в течение одного года. И одновременно будем вести эту работу на всех «дочках» инжинирингового дивизиона. Понятно, что сначала мы должны сделать задуманное на своих предприятиях, а потом

92 предприятия Росатома уже включены в кампанию по внедрению ПСР

За четыре года в отрасли реализовано более 1000 ПСР-проектов

94 руководителя Росатома взяли на себя личную ответственность за ПСР-проекты

1,6 млн тонн металлолома вывезли с предприятий, организова производственные площадки в соответствии с принципами ПСР.

57 предложений по улучшению производственной деятельности за один 2014 г. подал инженер-технолог «СХК» Михаил Мясников, и все они были реализованы при его участии.

добиться того, чтобы в этой же логике работали и частные субподрядчики на отраслевых стройках. Это следующий шаг. Но уже сегодня система планирования и контроля распространяется на всех. То, что компания частная, не имеет значения. Если субподрядчик пришел на нашу стройку, значит, он подписал дополнительное соглашение об обязательствах вести производственный контроль по логике производственной системы Росатом. Иначе он вылетит с атомной стройки как пуля».

ПСР и на такой трудной площадке, как АЭС, ставит амбициозную задачу. Цель – сократить срок строительства с десяти лет до шести. Четыре российских АЭС уже участвуют в этой работе: вторая очередь Курской АЭС, Нововоронежская и Ленинградская АЭС-2, а также четвертый блок Ростовской АЭС. В этом году подходы ПСР планируется распространить на зарубежные проекты, такие как сооружение новых блоков Тяньваньской АЭС и АЭС «Аккую», «Бушер-2» и «Пакш-2», атомные станции «Куданкулам» и «Руппур».

«Производственная система не решает за нас проблемы – она позволяет их увидеть и решить», – уверен глава Росатома **Сергей Кириенко**. Инструменты и технологии ПСР необходимо распространить на все процессы в отрасли, и тогда атомная промышленность справится с поставленной стратегической целью: к 2017 году сократить себестоимость продукции в среднем по отрасли на 30%.

Полина СТУПИНА



Culture of Changes

Rosatom production system has been in operation for four years. The system initiators have implemented projects successfully, have built up a tight-knit team, found good solutions to many problems and disposed of lots of scrap metal. But now and then, when the system was introduced, the task was more sophisticated – not only to make systemic changes but to ensure clear understanding of the lean production culture.

Evolution and Revolution

It is clear that it takes a lot of time to change the production culture in such a large industry as the nuclear sector. Different divisions and enterprises reveal different attitudes towards the Rosatom Production System (RPS) – from sheer ignorance to active involvement. Some try to avoid necessary changes, others see it as a stimulus to get involved into the process.

Changing the production culture is a complicated task, and the process is divided into four stages. First of all, it is necessary to understand it. The largest number of employees and managers engaged in RPS are exactly at this stage now. The next step is to accept it. Those who are at this stage can be recognized by their anxiety to understand all RPS processes, to master its tools and to use them in their operations. The third stage is the stage of doing, of achieving specific results. Those who are at this stage are visible thanks to the projects implemented. There are not many players in the sector who do not limit the RPS to areas of concern but use the RPS to improve the process.

Nikolay Solomon, Rosatom First Deputy Director, is surely one of the banner-bearers of the RPS. After his personal RPS project was implemented in 2004, the term of receiving permits of the Federal Service for Ecological, Technical and Nuclear Supervision to use imported materials was cut 10-fold. His analysis revealed that many organizations participated in the consensus building process, and there was neither coordination of their actions nor any interest in the prompt settlement of the problem. That is why documents went round in circles. Necessary measures were taken, after which the standard period of 600-700 days was reduced to the target period of 60 days.

Nikolay Solomon chose Smolenskaya NPP to launch his next project. It is a very important facility, and the experience in the project implementation can be duplicated at other plants.

With the launch of several large-scale projects, RPS fifth anniversary will be celebrated on a noble scale. RPS program has crossed the limits of pilot projects and has become an integral part of all Rosatom activities.

Process Factory

So called «process factories» have been organized at Kovrov Mechanical Plant and Moscow Polymetal Plant. They will be the key elements in the RPS training system. The platforms simulate real life production cycle and can be used for training specialists of all enterprises of the corporation. They offer opportunities to see the processes in practice. Yulia Uzhakina, Head of

the Evaluation and Development Department and Deputy Director of Human Resources Department, Rosatom, says that RPS is necessary for all Rosatom specialists who want to make good career in the corporation. «Today mastering RPS is an additional requirement to those who want to get into the Rosatom talent pool, and in the next year it can become a must. Rosatom General Director Sergey Kirienko insists that if a person is not involved in RPS he or she cannot be listed in the talent pool», – she says.

Benchmark Production

Rosatom management has designated 10 plants that will be showpieces for the whole sector. Rosenergoatom Concern will be represented by Smolenskaya and Balakovskaya NPP, TVEL Fuel Company – by Urals Electrochemical Integrated Plant, Machine Building Plant and Kovrov Mechanical Plant. Rosatom's machine building division is represented by OKBM Afrikantov and Central Machine Building Design Office (CKBM). Innovation management division is represented by Reactor Materials Institute, nuclear weaponry complex – by Start Production Amalgamation and RosEm Trust, a NIAEP subsidiary.

RosEm Trust mastered RPS during the construction of Rostovskaya NPP 3rd unit introducing it within the whole process flow. Experts analyzed the state of work places, divided the process flow into separate stages. It resulted in smaller inventories, lower personnel load and higher productivity. «We used our expertise at the 4th unit, – says Gennady Dovgan, Director, RosEM branch in Volgogradsk. – Apart from the reactor containment and the dome, several RPS projects were developed for the reactor compartment. With the construction of the 4th unit being completed, our main task now is to reduce labor cost maintaining the present level of productivity».

Specialists of OKBM Afrikantov treat uncertainty as the major problem of RPS-project implementation. Personnel is to be explained the tasks of the enterprise and united by the common goal. OKBM management got involved into RPS process at the very start; each deputy director became responsible for an area of concern and initiated activity in task forces. Alexander Chaerov, Head, Department of RPS Development at OKBM Afrikantov, says that 18 main projects and 3 supplementary projects were implemented last year. Three of them were production projects, others concerned business process, documentation, agreements and quality assessment. The accumulated profit drawn from the projects implementation amounted to 137 million rubles; besides, the process duration reduced 20 to 30 percent.

Kovrov Mechanical Plant is the company which is most experienced in RPS. The use of RPS helped reduce the time of gas centrifuge manufacture from 500 to 189 days. RPS tools were used to organize the operations efficiently and to utilize the premises effectively. The overall centrifuge production including assembly is effected in the same building. The effectiveness of these solutions were fully realized when the output halved while the production cost remained the same.

Scaling Effect

Some RPS projects were launched at construction sites several years ago. Now the task is to organize a large-scale control system, a daily targets system and to introduce a support chain. A construction site is the most complicated target for the production system. In a work shop a man works at his machine-tool while the component is moving; at a construction site people are moving constantly while the product is changing. But this is not a reason to think that a conveyor is possible in a plant and is impossible at a construction site. RPS principles are the same in the both environments.

«Four months ago we became responsible for the anti-crisis management of Novovoronezhskaya NPP-2. Since that time we have managed to introduce the «Final Planner» system, – says Valery Limarenko, NIAEP-ASE General Director. – Final planners are those who are engaged in adjustment and commissioning. Now it is the last year before the commissioning, and it is the adjustment workers who set tasks for assemblers, while assemblers set tasks for builders, suppliers and designers who make adjustments in their drawings. This system is fine-tuned. At the end of each day assignments are specified for the next day. But weekly and monthly planning also exists. A working day is not over if the daily assignment is not fulfilled».

The engineering company will not limit itself with the «Final Planner» system introduction. Sergey Obozov, Director for RPS Development, is confident that NIAEP will be able to implement a project that later will be duplicated at all facilities under construction.

Introduction of RPS at Novovoronezhskaya NPP, a very difficult plant, is an ambitious task. The goal is to reduce the construction time from ten years to six years. Now four Russian NPPs are engaged in the process: Kurskaya NPP-2, Novovoronezhskaya NPP, Leningradskaya NPP-2 and Rostovskaya NPP-4. Plans have been made to start introducing RPS at facilities abroad: Taiwan NPP, Akkuyu NPP, Bushehr-2, Paks-2, Kudankulam NPP and Ruppur NPP.

«Rosatom Production System does not solve our problems; it helps understand and solve them, – says Sergey Kirienko. – RPS tools and technologies must be used in all processes within the nuclear sector. After that the industry will be able to achieve the strategic task of reducing the production cost by 30 percent by 2017».

Polina STUPINA

Система управления качеством в объединенной компании АО «НИАЭП» – ЗАО «АСЭ»

**С.А. СТРЕЛЬЦОВ,
В.Ю. СМЕЛОВ,
Московское представительство
АО «НИАЭП»**

*«Все достижения человечества имеют
ценность лишь в той степени,
в которой они сохраняют и улучшают
качество жизни»*

**Чарльз Линдберг – летчик,
первым перелетевший
через Атлантический океан**

Исторически сложились высокие требования к качеству объектов атомной энергетики. Имеется немало примеров того, какие чрезвычайные ситуации, связанные с атомной отраслью, могут возникнуть. Последствия многих из них до сих пор нельзя оценить в полной мере. Именно поэтому качество в нашей отрасли занимает одно из главных мест, а по сути служит синонимом и обязательной составляющей всего, что имеет хоть какое-то отношение к деятельности объединённой компании АО «НИАЭП» – ЗАО «АСЭ».

Существующая система управления качеством в АО «НИАЭП» и ЗАО «АСЭ» берёт своё начало с внедрения и сертификации систем менеджмента качества обеих компаний в 2003 году.

Общее формирование и развитие управления качества условно можно разделить на следующие этапы:

- на I этапе качество не было определяющим фактором, важно было наличие самого товара и его соответствие названию. Хотя последнее также могло быть не обязательным условием. Этот этап условно можно описать словами «хочешь – бери, не хочешь – не бери»;
- на II этапе потребители стали более избирательными, что привело к появлению спецификаций, технических условий или иных аналогов таких документов, содержащих чёткие требования к свойствам продукции. Это в свою очередь привело к тому, что качество подтверждалось, а зачастую и обеспечивалось контролем. Этот этап лучше всего описывается словами «качество гарантировано (сто процентным) контролем»;
- III этап начал своё формирование в первой трети XX века благодаря работам

У. Шухарта. Рассвет этого этапа прежде всего связан с Японией и именами таких гуров в области качества, как Э. Деминг и Дж. Джуран. На этом этапе качество – не только и не столько свойство конечного продукта, сколько результат или даже побочный эффект системы, создающей этот продукт. Девиз этого этапа: «непрерывное совершенствование всех аспектов деятельности бизнеса».

Понятие «качество» всеобъемлюще и трудно поддаётся определению. В философии пользуются определением Гегеля, согласно которому «качество – это объективно существующая совокупность свойств и характеристик изделия, которая определяет изделие как таковое и отличает его от другого». Широко применяется определение, данное в ISO 9000. Здесь «качество – степень, с которой совокупность собственных характеристик выполняет потребности или ожидания, которые установлены, обычно предполагаются или являются обязательными». У. Шухарт говорит, что «... концепция качества некоторой вещи означает последовательность воспринимаемых составляющих, связанных с предварительно обдуманным или заданным набором операций». Согласно У. Шухарту имеются три типа качества:

- тип 1 – то, что «характеризует вещь саму по себе, независимо от всех других вещей и воли и интересов человека»;
- тип 2 – то, что «характеризует вещь А в ее отношении к другой вещи Б как части целого, независимо от воли и интересов человека»;
- тип 3 – то, что «делает вещь желаемой со стороны одного или более персон».

По сути, каждый тип напрямую связан с соответствующим этапом развития управления качеством.

Одним из наиболее распространенных подходов к управлению качеством на сегодняшний день служит система менеджмента качества (СМК), соответствующая требованиям стандарта ISO 9001. Стандарт содержит минимальные требования к системе управления организацией, то есть, обеспечению качества системы управления. Наряду со многими международными и отечественными компаниями АО «НИАЭП» и Группа компаний (ЗАО «АСЭ», московский филиал АО «НИАЭП» и московское представительство АО «НИАЭП») внедрили и сертифицировали СМК. Ор-

ганы по сертификации TÜV SÜD Management Service и Bureau Veritas Certification выдали сертификаты подтверждения СМК компаний требованиям стандарта ISO 9001 «Системы менеджмента качества. Требования». Наличие сертифицированной СМК в авторитетном международном органе по сертификации требуется для конкурентного участия в реализации международных проектов. Но и этого недостаточно. Сегодня в наших компаниях внедрены и сертифицированы Система экологического менеджмента на соответствие требованиям ISO 14001 и Система менеджмента охраны труда и техники безопасности на соответствие требованиям OHSAS 18001. Эти системы по сути логически дополняют и развивают СМК. Именно поэтому все они объединены в единую систему управления – интегрированную систему менеджмента (ИСМ).

Несмотря на то, что СМК преобразилась в ИСМ, в её основе все так же лежат восемь принципов менеджмента, определённые в ISO 9000 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь». Подробнее с ними можно ознакомиться в стандарте и статье [5]. Мы рассмотрим их кратко:

1. Ориентация на потребителя. Без потребителя нет бизнеса, так как он единственный, кто готов платить нам за результат нашего труда.

Но надо видеть в числе потребителей не только тех, кто платит нам деньги. Следует помнить и о тех, кто станет потребителем результатов функционирования проектируемых и сооружаемых нами объектов, о тех, кто будет жить рядом с ними, об окружающей среде и о тех, кто сегодня еще не родился.

2. Лидерство руководителя. Всем ясно, что без согласия и инициативы со стороны высшего руководства и заинтересованности первого лица любые начинания, носящие системный характер, обречены на провал.

Принципиальное отличие лидера от начальника в том, что начальника назначают, а лидера нельзя назначить, им можно только стать будучи признанным коллективом и осознанно принять на себя ответственность. Лидер не использует силу своей власти, власть ему просто не нужна.

Лидерами должны быть не только первые лица. Каждый сотрудник должен быть готовым взять на себя лидерские функции. И это не ведет к бесчисленным конфликтам, а наоборот – только укрепляет организацию, повышает уровень доверия и взаимопонимания.

3. Вовлеченность работников. Сегодня для решения комплексных задач, направленных на удовлетворение потребителей, нужно много специалистов различных направлений. Все эти люди должны стать единым целым, одной командой. Вовлеченные и понимающие ценность своего труда сотрудники всегда работают в разы эффективнее тех, кто вынужден делать это постольку поскольку.

4. Процессный подход. Только правильный процесс дает желаемый результат. Совершенным и абсолютно верным сделать процесс невозможно. Но это вовсе не значит, что к этому не надо стремиться. К тому же цели процесса все время меняются, так как меняются потребности наших клиентов, мы становимся умнее (хочется на это надеяться), все больше и больше знаем о нашем продукте, о процессе его создания. В любой организации, в том числе и нашей, великое множество процессов. Их следует выявить. Далее надо описать их текущее состояние «как есть сейчас», честно и не приукрашивая реальность. Иначе мы обманем себя. Но описать все процессы очень сложно. Потому лучше начать с самых значимых для наших потребителей, с тех, за результаты которых нам готов платить заказчик. Далее надо определить владельца каждого процесса. У каждого процесса должен быть выход – потребитель и его требования к качеству и, соответственно, вход от поставщика. Очень важно правильно определить критерии эффективности процессов и их метрологически обеспеченные измерители. Естественно, что процесс надо описать. Лучше всего его описывать в виде алгоритма или блок-схемы. Такой способ имеет огромное количество плюсов и, прежде всего, то, что процесс визуализируется. Далее начинается процесс анализа процесса на соответствие описанию (для этого проводят внутренние аудиты). Этот анализ будет длиться до тех пор, пока существует сам процесс. По результатам анализа корректируется либо его описание, либо сам процесс.

5. Системный подход к менеджменту. Можно выявить, описать и работать над совершенствованием одного процесса, двух. Но их много. Все эти процессы должны быть упорядочены и сонаправлены; не мешать, а гармонично дополнять друг друга для достижения общей конечной цели – удовлетворения потребителей.

Также важно системно оценивать эффективность бизнеса в целом. И показатели эффективности должны быть не только финансовые, но и удовлетворенность потребителей, эффективность процессов и удовлетворенность сотрудников.

6. Постоянное улучшение. Меняется мир. И он меняется постоянно. Это делает неизбежными и наши перемены, нам приходится всё время совершенствоваться. Но совершенствоваться можно двумя путями: учиться у других или все время экспериментировать. Первый путь хорош, но говорит о том, что кто-то ушел вперед. Если это так, не стоит стесняться; не теряя времени, стоит начать изучение и адаптацию чужого опыта

под особенности нашей компании. Но если мы впереди, то и это не дает права расслабляться. Сегодня стоит на секунду зазнаться, как оказываешься в числе догоняющих. Потому совершенствоваться приходится все время. И тут путь только через постоянные эксперименты и изучение процессов компании. Это позволяет успешно справляться с проблемами, делать работу быстрее, качество выше, потребителей довольнее. Именно непрерывное совершенствование всех аспектов деятельности организации должно стать постоянной и неизменной целью всей организации.

7. Принятие решений, основанное на фактах. Опять вроде все очевидно. На чем могут основываться наши решения, как не на фактах? Оказывается, факты фактам рознь. И в зависимости от того, каковы эти самые факты, нужны решения и действия на разных уровнях. Уровень решения зависит от состояния систем и характера причин их неудовлетворительного состояния. Для диагностирования стабильности систем используются статистические методы управления качеством. За этим названием кроются довольно-таки простые и удобные в использовании инструменты.

8. Взаимовыгодные отношения с поставщиками. Процессы поставщиков так же важны, как и наши собственные. Опыт и знание поставщика, умение работать с учетом наших требований и требований наших конечных потребителей куда ценнее мнимых финансовых выгод при выборе поставщика по наименьшей цене для каждого отдельного случая. К тому же нам важно всё время помогать нашим поставщикам совершенствовать их деятельность. Это положительно отразится на удовлетворенности наших конечных клиентов и увеличит нашу совместную прибыль. Всем выгоднее, если к взаимоотношениям с поставщиками подходить системно и воспринимать их как часть нашего бизнеса.

Для реализации всех вышеперечисленных принципов в объединенной компании АО «НИАЭП» – ЗАО «АСЭ» создан Блок управления качеством. Им руководит директор по управлению качеством АО «НИАЭП» – представитель руководства Группы компаний по ИСМ.

В блок управления качеством входит управление качества и стандартизация московского представительства АО «НИАЭП» (территориально расположено в Москве) и управление качества и контроля безопасности АО «НИАЭП» (территориально расположено в Нижнем Новгороде и Москве). В управление качества и стандартизации МП АО «НИАЭП» входят 7 отделов: интегрированной системы менеджмента; аудитов и экспертизы; отделы обеспечения качества по проектам; отдел качества УКС ЗАО «АСЭ» на площадке Тяньваньской АЭС (КНР).

В управление качества и контроля безопасности АО «НИАЭП» входят 4 отдела: управления качеством; инспекторов контроля безопасности; организации контроля качества; технической поддержки. Также в функциональном подчинении директора по качеству находятся отделы управления качеством и лицензирования филиалов АО «НИАЭП» на площадках строящихся АЭС.

Как в АО «НИАЭП», так и в Группе компаний, ИСМ документирована в соответствии с требованиями системных стандартов. На верхнем уровне документов ИСМ находятся политика АО «НИАЭП» в области качества,

экологии, профессиональной безопасности и здоровья и политика Группы компаний – ЗАО «Атомстройэкспорт», московского филиала АО «НИАЭП» и московского представительства АО «НИАЭП» в области качества, охраны окружающей среды, профессионального здоровья и безопасности. Эти документы определяют основополагающие принципы и функции ИСМ.

Ежегодно в объединенной компании на основании проведенного анализа функционирования ИСМ за прошедший календарный год определяются цели в области качества, экологии, профессиональной безопасности и здоровья. Степень достижения этих целей служит одним из показателей эффективности ИСМ.

В АО «НИАЭП» действуют «Руководство по качеству», «Руководство по системе экологического менеджмента», «Руководство по системе безопасности труда». В Группе компаний аналогичные руководства объединены в «Руководство по интегрированной системе менеджмента». Также на верхнем уровне документов ИСМ находятся «Описания программ обеспечения качества». На данный момент объединенной компанией АО «НИАЭП» – ЗАО «АСЭ» в общей сложности разработано более 50 программ обеспечения качества.

В структуру документов ИСМ входят процедуры управления, регламенты, стандарты организации, инструкции, положения, положения о структурных подразделениях, должностные инструкции, методические инструкции и рекомендации, разрабатываемые по мере необходимости. Все эти документы дополняют руководство и направлены на реализацию политик.

Помимо системных стандартов ISO 9001, ISO 14001 и OHSAS 18001 ИСМ регламентируется нормами Международного агентства по атомной энергетике и нормативными правовыми актами (НПА) Российской Федерации. В их число входят 50-С-QA (рев.1) Свод положений по безопасности атомных электростанций: Обеспечение качества на АЭС; 50-SG-QA1÷11 (Руководства по безопасности); 50-С/SG-Q Свод положений: Обеспечение качества для безопасности атомных электростанций и других ядерных установок; Q1÷Q14 Руководства по безопасности; GS-R-3 Требования по безопасности. Системы управления для установок и деятельности; GS-G-3.1 Руководство по безопасности. Применение системы управления для установок и для деятельности; GS-G-3.5 Руководство по безопасности. Системы управления для ядерных установок. Из отечественных НПА основополагающими являются Федеральный закон от 21.11.1995 №170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» и НП-090-11 Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Требования к программам обеспечения качества для объектов использования атомной энергии».

Оценка соответствия требованиям системных стандартов проводится в ходе внешнего сертификационного аудита. Проводится такая проверка внешними аудиторами, которые знают не только требования системных стандартов, но и особенности отрасли, в которой функционирует организация. Сертификационный аудит проводится согласно плану аудита. По результатам аудита принимается либо отрицательное (отказ в выдаче сертификата соответствия) либо положительное (выдача сертификата соответствия) решение. Сертификаты соответствия требованиям системных стандартов выдаются сроком на три года. Ежегодно орган по сертификации

проводит наблюдательный или инспекционный аудит для того, чтобы удостовериться в том, что система надлежащим образом функционирует, ранее выявленные несоответствия устранены, а также имеются реальные результаты, демонстрирующие результативность систем менеджмента. В случае ненадлежащего функционирования систем менеджмента орган по сертификации может приостановить действие сертификатов или вовсе отозвать их.

В целях обеспечения выполнения требований регламентирующих документов в области атомной промышленности, а также выполнения контрактных обязательств при проектировании и сооружении АЭС в рамках ИСМ осуществляется деятельность по следующим направлениям:

- 1) разработка и согласование с заказчиками статей и приложений по менеджменту качества для включения их в контракты/договоры на сооружение АЭС;
- 2) разработка и согласование ПОК;
- 3) оценка СМК потенциальных поставщиков и их плановые аудиты;
- 4) разработка и контроль требований по менеджменту качества на всех этапах работ при сооружении АЭС;
- 5) организация и осуществление надзора за качеством при изготовлении оборудования и его приемка на заводе-изготовителе;
- 6) менеджмент качества при проведении монтажных, пусконаладочных работ и вводе в эксплуатацию АЭС;
- 7) управление несоответствиями, организация и проведение корректирующих мероприятий.

В объединённой компании АО «НИАЭП» – ЗАО «АСЭ» проводятся внутренние аудиты для получения объективных свидетельств выполнения требований, определённых в документации ИСМ и системных стандартах.

Для оценки потенциальных поставщиков в рамках ИСМ предусмотрено проведение оценочных аудитов качества. В ходе их проведения определяется уровень зрелости системы управления наших возможных партнёров, их производственные возможности, квалификация и компетентность персонала. Для оценки хода реализации контрактных обязательств и программ обеспечения качества проводятся плановые аудиты. Они проводятся в соответствии с требованиями контрактов/договоров (в т. ч. и обязательного приложения «Менеджмент качества»), программ обеспечения качества и определённых в контракте/договоре документов МАГАТЭ.

При реализации контрактных/договорных обязательств работы выполняются в соответствии с дифференцированным подходом к управлению качеством. Согласно ему элементы атомной энергетики подразделяются на классы безопасности и категории обеспечения качества. Класс безопасности определяется Генеральным проектировщиком в соответствии с ОПБ88/97. Категория обеспечения качества определяется Генеральным проектировщиком согласно требованиям контрактов/договоров с учетом публикаций МАГАТЭ. В настоящее время категории обеспечения качества не применяются при сооружении АЭС на территории РФ.

Согласно постановлению правительства Российской Федерации №982 от 1 декабря 2009 года «Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей сертификации, и единого перечня продукции, подтверждение

соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии» оборудование, изделия и технологии для ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения подлежат обязательной сертификации соответствия.

Для оборудования и работ, важных для безопасности, разрабатываются планы качества, по которым осуществляются надзор и инспекция. Для осуществления надзора назначается уполномоченная организация, которая представляет интересы генподрядчика или заказчика и действует от их имени. До начала производства проводится инспекция по проверке готовности предприятия. Такая инспекция завершается совещанием перед запуском производства, на котором присутствуют представители заказчика, генподрядчика и уполномоченной организации. Положительное решение, дающее право начать производство, фиксируется в протоколе совещания и в «Плане качества». В «Плане качества» определяются контрольные точки событий, о наступлении которых поставщик в официальном порядке заведомо уведомляет заинтересованные организации. Заказчик, генподрядчик и уполномоченная организация проводят инспекции, о чём заносятся соответствующие записи в «План качества». Ежеквартально поставщик предоставляет сведения о выявленных несоответствиях, мерах по их устранению и корректирующих действиях по устранению причин их возникновения. По завершению производства проводится приёмочная инспекция. При соответствии оборудования всем требованиям заносятся записи в «План качества» и выдаётся удостоверение приёмочной инспекции.

Деятельность по управлению несоответствиями также основана на дифференцированном подходе, который основывается на относительной важности влияния несоответствий продукции на безопасность и надежность.

Управление несоответствиями предусматривает выявление несоответствий и исключение попадания несоответствующей продукции потребителю либо влияния данного несоответствия на качество конечной продукции. Управление несоответствиями осуществляется на основе дифференцированного подхода в зависимости от влияния несоответствий на безопасность. В качестве мер по управлению несоответствующей продукцией предусмотрены такие варианты, как переделка, ремонт, применение по иному назначению. Но если ни один из этих вариантов не применим, то продукция бракуется.

Но недостаточно устранить само несоответствие. Важно определить первопричины возникновения несоответствий и устранить их. Такое действие называется корректирующим. Несоответствия, а лучше их причины, эффективнее определять и устранять до возникновения несоответствий. Такие действия в свою очередь называются предупреждающими.

В рамках ИСМ и в соответствии с требованиями МАГАТЭ следует осуществлять непрерывное совершенствование как деятельности объединённой компании, так и наших поставщиков. В основе непрерывного совершенствования лежит цикл Шухарта-Деминга.

Цикл Шухарта-Деминга состоит из четырех этапов: планирование (работы, направленной на очередные улучшения процесса или его части), реализация (намеченного плана), проверка и изучение (того, что получилось) и изменение (сложившейся практики и порядка

реализации плана). Этот цикл должен быть не разовым, а постоянным применительно ко всем процессам.

Главной целью ИСМ является постоянно развивающаяся и совершенствующая система. Для этого необходимо системно совершенствовать все её элементы. Это должно стать общим правилом для всех.

Ежегодно руководством объединённой компании АО «НИАЭП» – ЗАО «АСЭ» проводится анализ функционирования ИСМ. Входными данными для анализа служат данные о функционировании всех элементов ИСМ, а также выводы и предложения по улучшению. Выходными данными анализа ИСМ служат решения по совершенствованию всех аспектов деятельности организации, их планирование, а также определение требуемых ресурсов для их реализации и достижения целей ИСМ.

Только в организации, где все процессы функционируют системно и надлежащим образом, ведётся системная работа над их непрерывным совершенствованием, возможно внедрение проектного управления. Но в основе и во главе любой организации находятся люди, их добросовестный и ответственный труд во благо внутренних и внешних потребителей. А это формируется системой, в которой находятся люди, поведение которых определяется в зависти от системы управления. Таким образом, получается, что эффективное функционирование ИСМ – это основа благополучия всей компании и ее сотрудников.

Литература

1. ISO 9001:2008. Системы менеджмента качества. Требования.
2. ISO 9000:2005 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.
3. ISO 14001:2004 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению.
4. OHSAS 18001:2007 Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования.
5. Адлер Ю. П. Восемь принципов, которые меняют мир // Стандарты и качество. – № 5/6, 2001.

Quality management system of NIAEP – ASE united company

**S. A. STRELTSOV,
V. Y. SMELOV,
Moscow Representative Office NIAEP**

«All the achievements of mankind have value only to the extent that they preserve and improve the quality of life»

Charles Lindberg – aviator, the first person to make a solo transatlantic airplane flight

The quality management system currently used by NIAEP and ASE has its origins in the quality management systems implemented and certified in the companies in 2003.

In general, the genesis and development of quality management can be divided into the following stages:

Stage I. Quality was not a determining factor. Availability of product and its compliance with its denomination was most important. And the latter was not indispensable. This stage can be described by the phrase «take it or leave it».

Stage II. Customers became more selective. This led to emergence of standards, specifications or similar documents containing exact requirements to product properties. As a result, quality was confirmed and often inspected. This stage is best described by the expression «quality is guaranteed by (complete) control».

The formation of stage III started in the first third of the XX century stemming from the works of W. Shewhart. The peak in the development of this stage was associated with Japan and such gurus in the domain of quality as E. Deming and J. Juran. At this stage quality is not only and not so much a property of any final product, but a result or even a side effect of the system producing this product. The motto of this stage is «continuous improvement of all aspects of business activity».

The concept of quality is all-embracing and difficult to define. In philosophy they use Hegel's definition, according to which quality is an objectively existing set of properties and characteristics of a product, which determines the product as such and makes it different from another product. The definition given in ISO 9000 is widely applied, according to which quality is a degree to which a set of inherent characteristics fulfils requirements or expectations, which are set, ordinarily assumed or obligatory. W. Shewhart wrote that the concept of quality of any object is a sequence of perceived attributes related to a set of operations previously considered or determined. According to W. Shewhart there are three types of quality:

– **type 1** – that characterizes a thing in itself, irrespective of all other things, desire or interest of a person;

– **type 2** – that characterizes a thing A in its relation to another thing B as to a part of a whole, irrespective of desire or interest of a person;

– **type 3** – that does a thing desirable for one or more persons.

In fact, each type is directly related to a corresponding stage of development of quality management.

One of the most widespread approaches to quality management nowadays is a quality management system (QMS) which complies with the requirements of ISO 9001. This standard contains minimum requirements to a system of organization administration, that is, to control system quality assurance. Along with many international and domestic companies NIAEP and the Group of Companies (ASE, NIAEP Moscow branch and NIAEP Moscow representative office) have implemented and certified a QMS. TÜV SÜD Management Service and Bureau Veritas Certification issued certificates that confirm compliance of the QMS to the requirements of ISO 9001 standard «Quality Management Systems. Requirements». An established QMS certified by an authoritative international body is required for competitive participation in execution of international projects. However, it is not enough. Our companies have implemented and certified an Environmental Management System according to ISO 14001 and an Occupational Health and Safety Management System according to OHSAS 18001. These systems logically supplement and develop the QMS. Therefore, all of them were united into a uniform control system – integrated management system (IMS).

Though the QMS became IMS, the eight principles of management defined in ISO 9000 «Quality management systems—Fundamentals and vocabulary» are still used as the basics. For more detail see the standard and the article [5]. Let us go through them briefly:

1. Customer Focus. Without a customer there is no business, as only the customer is ready to pay us for results of our work.

But customers are not only those who pay us money. It is necessary to remember about those who will become customer of the results of functioning of the objects designed and constructed by us, about those who will live near the objects, about environment and about those who will be born.

2. Top Management Leadership. It is clear to everybody that without approval and initiative from the top management or interest of the first person all system undertakings are doomed to failure.

The fundamental difference between a leader and a manager is that a manager is appointed and a leader cannot be appointed. One can only become a leader after he or she was recognized as one by the team. Then he or she must consciously assume responsibility. A leader does not make use of his/her power, it is simply not necessary.

Not only top managers must be leaders. Each employee has to be ready to assume leader func-

tions. And it should not cause uncountable conflicts. On the contrary, it should only strengthen organization, increase level of trust and mutual understanding.

3. Involvement of Employees. Nowadays solution of complex tasks aimed at satisfaction of customers requires use of many experts in various domains. All these people have to unite, become a team. Employees who are involved and understand the value of their work are always many times more effective than those who simply work according to their job description.

4. Process Approach. Only a correct process yields desired result. It is impossible to make a process perfect and absolutely correct. But it does not mean at all that it is not necessary to strive for it. Besides the process targets change all the time as do the needs of our clients, we become cleverer (hopefully), we know more and more about our product, about the process of production. In any organization, including ours, there is a great variety of processes. They should be revealed. Then it is necessary to describe their current state «as of now», honestly and without varnish. Otherwise, we would delude ourselves. However, it is very difficult to describe all processes. Therefore, it is better to start with those most significant for our customers, those the results of which the Customer is ready to pay us for. Then it is necessary to define the owner of each process. Each process has to have its own output, customer and requirements to quality, and, correspondingly, input from suppliers. It is very important to determine correctly the criteria of efficiency of processes and metrological instruments. Naturally, a process should be described, and best of all in a form of algorithm or a flowchart. This form has many advantages. First of all, the process is visualized. Then analysis of the process for compliance with the description is started (internal audits). This analysis continues during the whole life of the process. By results of the analysis the process description or the process itself is corrected.

5. System Approach to Management. One process or two can be revealed, described and improved. But there is a lot of them. All these processes have to be put in good order, correlated, not obstructing, but harmoniously supplementing each other to achieve the common ultimate goal – satisfaction of customers.

It is also important to systemically assess business efficiency in general. And KPIs have to include not only finance, but also satisfaction of customers, efficiency of processes and satisfaction of employees.

6. Continuous Improvement. The world changes. And it changes constantly. It inevitably makes us change ourselves; we have to improve all the time. However, it is possible to improve in two ways: learn from others or make

own experiments. The first way is good, but it shows that someone is better than you are. If this is so, you should start learning without waste of time or hesitation, and adapt experience of others for the needs of your company. But, if we ahead of others, it does not give us the right to relax. Nowadays if you relax for a second you find yourself among those catching up. Therefore, it is necessary to improve all the time. And this is possible only through continuous experimenting and studying of company processes. This allows coping successfully with problems, making work faster, quality higher, and customers happier. Continuous improvement of all aspects of activity of an organization must become a constant and invariable target for all departments in the organization.

7. Fact Based Decision Making. Again, it seems that everything is obvious. What could be a better basis for our decisions than facts? However, there are facts and facts. Depending on the nature of facts, necessary decisions and actions should be taken at different levels. Decision level depends on the state of systems and the character of the reasons for their unsatisfactory state. Statistical methods of quality management are used to diagnose stability of systems. They are simple and convenient tools.

8. Mutually Beneficial Supplier Relationship. Suppliers' processes are as important as our own. Experience and knowledge of a supplier, ability to work taking into account our requirements and requirements of our end users are much more valuable than supposed financial benefits from a supplier with the smallest price in each separate case. Besides, for us it is important to help our suppliers to improve their work all the time. It produces a positive effect on satisfaction of our end clients and increases our joint profit. Using a systematic approach and working with suppliers, as if they are a part of our own business, is beneficial for everybody.

For the purpose of implementation of the above-mentioned principles NIAEP – ASE established the Quality Control Unit (QCU). The Quality Director of NIAEP (management representative of the Group of companies for ISM) is in charge of the unit.

The QCU includes the quality and standardization management of the Moscow representative office of NIAEP (located in Moscow) and the Quality Management and Safety Control Department of NIAEP (located in Nizhny Novgorod and Moscow). The management of quality and standardization of the MRO of NIAEP includes 7 departments: IMS; Audits and Inspection; Project Quality Assurance; the Quality Department of ASE Capital Projects Division on the site of Tian-Wang Nuclear Power Plant (PRC).

The Quality Management and Safety Control Department of NIAEP includes 4 departments: Quality Management; Safety Control Inspectors; Quality Control Organization; Technical Support. Besides, the quality management and licensing departments of the branches of NIAEP (on sites of NPPs under construction) are under functional control of the Quality Director.

Both in NIAEP, and in the Group of Companies, the IMS is documented in compliance with system standards. At the top document level of the IMS there are the policies of NIAEP for quality, environmental protection, professional safety and health, and the policies of the Group of Companies – Atomstroyexport, the Moscow branch of NIAEP and the Moscow representative office of NIAEP for quality, environmental protection, professional health and safety. These documents determine the fundamental principles and functions of the IMS.

Quality, environmental protection, professional safety and health targets are set annually based on analysis of IMS performance in the previous calendar year. Attainment of these targets is one of the IMS performance indexes.

NIAEP uses the following documents: Quality Manual, Environment Protection Manual, Occupational Safety Manual. The Group of Companies uses similar manuals integrated into the IMS Manual. Also at the top level of the IMS documents there are Quality Assurance Programs Descriptions. By now NIAEP – ASE united company has developed over 50 quality assurance programs.

The structure of the IMS documents includes management procedures, regulations, organization standards, instructions, provisions, structural division's rules, job description, procedural instructions and recommendations developed when it is required. All these documents supplement the manuals and are intended for implementation of the policies.

Apart from ISO 9001, ISO 14001 and OHSAS 18001 system standards the IMS is regulated by the norms of IAEA and laws and regulations of the Russian Federation.

External certified audit is used for assessment of conformance with the requirements of system standards. In case of inadequate functioning of management systems the certifying body can suspend certificates or withdraw them completely.

For the purpose of compliance with the requirements of regulating documents and also contractual obligations as for design and construction of NPPs in the framework of IMS the following activities are carried out:

- 1) development and approval by customers of articles and appendixes regarding quality management to further include them in contracts/agreements for construction of NPPs;
- 2) development and approval of Quality Assurance Programs;
- 3) assessment and audits of potential suppliers by the QMS;
- 4) development and control of quality management requirements at all stages of NPP construction;
- 5) organization and implementation of quality surveillance in production of equipment and its acceptance at the manufacturer's facility;
- 6) quality management during assembly, commissioning and start-up of NPPs;
- 7) nonconformity management, organization and execution of corrective actions.

NIAEP – ASE carries out internal audits to get objective evidence of conformance to the requirements defined in the IMS documentation of and system standards.

For assessment of potential suppliers, the IMS provides for quality assessment audits of suppliers.

For equipment and works critical for safety, quality plans are developed according to which surveillance and inspection are carried out. An authorized organization is appointed for surveillance. The organization represents interests of the general contractor or customer and acts on their behalf. Once per quarter a supplier provides information on revealed nonconformances, measures for their elimination and corrective actions for elimination of their root causes. Upon completion of a production trial an acceptance inspection is carried out. In case of compliance of equipment with all requirements corresponding records are made in the Quality Plan and an acceptance inspection certificate is issued.

Nonconformance management provides for detection of nonconformances and prevention

of delivery of nonconforming products to the customer or effect of such nonconformance on the quality of end products. Nonconformance management is carried out on the basis of the differentiated approach depending on the effect of nonconformances on safety. Nonconforming products management includes rework, repair, use for new purpose. If none of these options is applicable, products are scrapped.

However, it is not enough to eliminate nonconformances. It is critical to determine root causes of nonconformances and eliminate them. Such actions are called corrective. Nonconformances and better still their root causes are determined more effectively before emergence of nonconformances. Such actions are called preventive.

According to the IMS and IAEA requirements continuous improvement of the united company and our suppliers should be carried out. The Shewhart-Deming cycle is used as the basis for continuous improvement.

The Shewhart-Deming cycle consists of four stages: plan (work intended to further improve a process or its part), do (work planned), check (results) and act (may include change of established practices and plan implementation order). This cycle must not be used just once, but must be applied for all processes.

Implementation of project management is possible only in organizations, where all processes function systemically and properly and continuous improvement is systematically performed. Nevertheless, at the basis and at the top of any organization are employees with their conscientious and responsible work for the benefit of internal and external customers. This attitude is formed by the system embracing employees, whose behavior is determined by the management system. Thus, it turns out that effective functioning of IMS is the basis for wellbeing of the company as a whole and its employees.

References

1. ISO 9001:2008. Quality Management System. Requirements.
2. ISO 9000:2005 Quality Management System. Fundamentals and Vocabulary.
3. ISO 14001:2004 Environmental management systems -- Requirements with guidance for use
4. OHSAS 18001:2007 of Occupational Health and Safety Management. Requirements.
5. Adler Y. P. The Eight Principles That Change the World//Standards and Quality. – №№ 5/6, 2001.

И в науке есть место для ПСР



Ещё в январе 2014 года по результатам проведения Управляющего совета проекта «Комплексная оптимизация производства предприятий атомной отрасли» Институт реакторных материалов оказался в списке десяти пилотных ПСР-предприятий. Суть идеи – демонстрация комплексного подхода применения методов ПСР и его последующее тиражирование на все предприятия отрасли.

Лиха беда – начало...

Реализация проекта «ПСР-институт» на площадке ОАО «ИРМ» стартовала в январе 2014 года, когда по результатам заседания Управляющего совета проекта «Комплексная оптимизация производства предприятий атомной отрасли» институт был внесён в список организаций на 2014 год для формирования образцовых ПСР-предприятий в целях демонстрации комплексного подхода применения методов ПСР и его последующего тиражирования на предприятия отрасли.

И первый же вопрос, который возник у многих сотрудников института: «А возможно ли в принципе применить систему, разработанную, по сути, для конвейерного производства, на такую творческую сферу, как проведение исследований и научных изысканий?»...

Но, как метко заметил директор по развитию ПСР ГК «Росатом» Сергей Александрович Обозов: «Это как с написанием музыки. Нельзя стандартизировать тот удивительный момент, когда на тебя сходит Божественное озарение, и тот творческий процесс, когда внутри тебя рождается мелодия, но, как только ты берёшь в руки карандаш и пачку свежих нот, чтобы её записать... Это уже можно стандартизировать».

Дело за лидерами

К счастью, такой же (быть может, менее образной, но от этого ничуть не менее взвешенной) позиции придерживались и выявленные буквально на старте проекта «ПСР-институт» лидеры, которые изъявили готовность, как говорится, взять на себя повышенные обязательства.

«Успех проекта, – отмечает руководитель проекта со стороны ОАО «ПСР» Алексей Баранов, – обусловлен, в первую очередь, тем, что уже на этапе начала реализации появились люди, которые приняли идею. Люди, которые вместо того, чтобы тратить силы на споры, возражения, вникли в суть системы, оценили инструменты ПСР и нашли им применение в своей сфере».

Опыт многих предприятий, вставших на путь внедрения производственной системы, настойчиво говорит об одном – внедрение обречено на провал, если инициировано «сверху» и лишено поддержки лидеров, готовых, а главное, способных вести за собой коллектив, объясняя даже самым недоверчивым суть происходящих процессов и формируя смысл проекта в сознании людей. Институт реакторных материалов выбрал для себя путь работы с ПСР-лидерами. Насколько верным оказался этот путь, можно судить по результатам.



Д.В. Марков,
директор АО «ИРМ»

Не просто «навести порядок»

Первое, с чего необходимо было начать – это полномасштабное внедрение системы 5С. Постепенно, поступательно, шаг за шагом приводя 100% рабочих мест в соответствие с требуемым стандартом.

«Честно говоря, всегда придерживалась системы «творческого беспорядка» на рабочем столе, – смеётся специалист по коммуникациям Любовь Фирстова. – Я-то знаю, в какой стопочке у меня что лежит... Но стоило уехать в командировку, и пришлось полчаса по телефону объяснять коллеге, где найти тот самый документ, который срочно нужно отправить по адресу... который тоже где-то в соседней стопочке... И обратная ситуация, когда моя коллега, инженер по ПСР, уходит в отпуск, и я в её образцовом столе легко в считанные секунды нахожу нужные мне документы и канцтовары... После этих ярких примеров не возникает вопроса «зачем?» И споры про «творческий беспорядок» тоже как-то сами собой исчезают».

Однако навести порядок мало. Человеку свойственно со временем возвращаться к ставшему за долгие годы привычным порядку вещей. Поэтому стандартизация рабочего места станет действительно эффективной только при соблюдении двух условий:

1. «ПСР = удобно» – все предметы должны располагаться ровно так, чтобы их было удобно использовать, а не по принципу «убрал подальше с глаз долой».

2. «Прибрался, закрепил результат» – во всяком случае, на первых порах перед глазами все время должен быть визуальный стандарт того, как должно в идеале выглядеть твоё рабочее место. Любая привычка фор-

мируется и закрепляется в сознании 21-28 дней. А значит, 5С каждого отдельно взятого рабочего места станет системой в полном смысле слова, только если непрерывно и последовательно закреплять достигнутый однажды результат.

Первые ласточки

В нескольких словах можно отметить ряд ПСР-проектов, реализованных в рамках проекта «ПСР-институт».

«Пилите, Шура, пилите...»

Проект «Повышение эффективности работы участков резки и пробоподготовки комплекса защитных камер» был направлен на сокращение времени плановых и внеплановых простоев участков резки и пробоподготовки. Удалось не только сократить простои в среднем с 58% до 19%, но и устранить неравномерность загрузки защитных камер, которая колебалась от 0 до 600%.

«Быстрее, выше, сильнее»

Благодаря реализации проекта «Повышение эффективности использования исследовательского реактора ИВВ-2М», направленного на сокращение потерь в процессе транспортно-технологических операций с элементами активной зоны, удалось достичь сокращения времени перегрузки с 40 до 32 часов. Такой результат достигнут во многом благодаря реализации сотрудниками реакторно-экспериментального отделения предложений по улучшению.

«Расскажи мне про закупки...»

Интерес большинства коллег в отрасли вызывают результаты проектов, направленных на повышение эффективности закупочной деятельности. Благодаря внедрению инструментов ПСР удалось снизить время протекания процессов закупки товаров, работ и услуг на сумму до 500 тысяч рублей с 74 до 17 дней.

Куда путь держите?..

«Важно, чтобы проект «ПСР-институт» был системным, – говорит директор института Дмитрий Марков. – Если до недавнего времени суть проекта заключалась в оценке существующей ситуации, прорисовке и решении наиболее острых проблем в выявленных «узких местах», то теперь силы направлены на то, чтобы упорядочить эту работу, чтобы принципы ПСР органично влились в жизнь института, стали неотъемлемой частью нашей повседневной деятельности».

В 2014 году в Институте реакторных материалов были успешно реализованы 13 ПСР-проектов, а в 2015 уже открыты 39. Развитие производственной системы продолжается, трансформируясь в корпоративную культуру непрерывных улучшений.



Результат внедрения системы 5С

АО «ИНСТИТУТ РЕАКТОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ»
624250, Свердловская область,
г. Заречный, а/я 29
Тел.: +7 (34377) 3-50-01,
Факс: +7 (34377) 7-33-46
E-mail: irm@irmatom.ru



Новый импульс для развития



А.Ю. Петров, директор САЭС

На Смоленской АЭС новый импульс получила производственная система «Росатом». Атомная станция определена одним из главных «плацдармов бережливости» в отрасли. Дан старт проекту «Образцовое ПСР-предприятие». Его цель – с помощью современных подходов и принципов повысить уровень безопасности АЭС, создать условия для профессионального развития и карьерного роста персонала. Полученный опыт должен стать примером для других предприятий в атомной энергетике.

– Смоленской АЭС хорошо знакома тема образца, – подчеркивает директор по развитию производственной системы «Росатом» Сергей Обозов. – В 2011 году коллектив блестяще прошел миссию ОСАРТ МАГАТЭ. Международные эксперты отметили высокие результаты, достигнутые в области непрерывного совершенствования производственных процессов. Все это время атомная станция двигалась вперед. Имея серьезный задел, она попала в список эталонов, которые должны стать образцами для всей отрасли. В ближайшее время подготовка Смоленской станции к повторной партнерской проверке ВАО АЭС обретет ПСР-акцент. После глубокого и внима-



тельного анализа областей для улучшения и соединения их с логикой производственной системы, мы расширим портфель ПСР-проектов.

Реализация проекта «Образцовое ПСР-предприятие» будет проходить в формате, отличающемся от ранее используемых подходов. Суть его – внедрение многоуровневого проектного управления по всему производственному фронту.

– Мы переходим к системному внедрению производственной системы «Росатом», воспринимая ее как основной инструмент достижения стратегических целей предприятия, – отметил директор Смоленской АЭС Андрей Петров. – Свои усилия мы направим, с одной стороны, на обеспечение безопасности и качества, с другой – на устранение потерь. Повышая безопасность и качество, мы поднимаем уровень КИУМ и решаем главную производственную задачу – вырабатываем необходимый объем электроэнергии. Устраняя потери в ремонтных операциях, в системе отчетности, на складах – снижаем затраты, оптимизируем производ-

ственные процессы. Под личное управление руководители высшего уровня взяли около 20 проектов в области эксплуатации, ремонта, капитального строительства, радиационной безопасности, складского хозяйства, подготовки персонала, социальной защиты, офисной деятельности и других направлений. Задача – превратить поиск и устранение потерь во внутреннюю потребность каждого сотрудника предприятия.

Как известно, 95% результата или его отсутствия – работа команды, и лишь 5% зависит от внешних обстоятельств. Руководство Смоленской АЭС уверено, что наш коллектив, не раз доказавший способность сплотиться для решения задач, справится и с новыми целевыми ориентирами. Именно работники предприятия, их инициатива, опыт, знания, творческий потенциал – главные слагаемые успеха.

– Сегодня каждый сотрудник предприятия должен узнать о ПСР, захотеть стать участником проекта, обучиться всем инструментам произ-



ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СИСТЕМА «РОСАТОМ»



водственной системы и умело применять их в работе, – говорит директор Андрей Петров. – Поезд «Смоленская АЭС – ПСР-предприятие» отправляется. Кто успеет в него войти, получит интересную работу, уважение, возможности карьерного роста и профессионального развития.

По словам Сергея Обозова, по всей отрасли 2015 год – год масштабного развертывания стратегии ПСР, системного обучения и вовлечения в эту работу всего персонала. А 2016 год – год рывка.

– Чтобы достичь амбициозных целей, которые заложены в стратегии Росатома, надо

создать мощную, четкую и внятную систему управления эффективностью, основанную на лучшем мировом опыте организации труда, в том числе отечественном. И тогда мы будем непобедимы. Еще Ефим Павлович Славский – отец-основатель отрасли – развивал лучшую в стране научную организацию труда, производства и управления, благодаря которой удалось совершить настоящий прорыв, – убежден директор по развитию производственной системы «Росатом» Сергей Обозов.

Наталья ФОРМИНА

ФИЛИАЛ

**ОАО «КОНЦЕРН РОСЭНЕРГОАТОМ»
«СМОЛЕНСКАЯ АТОМНАЯ СТАНЦИЯ»**

216400, Смоленская обл., г. Десногорск

Тел./факс: (8-48153) 7-47-69

E-mail: mail@saes.ru;

snpp@sci.smolensk.ru

www.snpp.rosenergoatom.ru

New Impulse for Development

Smolensk NPP gave a new impulse for the development of Production System «Rosatom» (PSR). The nuclear power plant has been defined as one of the «thriftness launching grounds» in the industry. Start was given to the project «Exemplary PSR enterprise». Its target is to enhance NPP safety, create conditions for personnel professional development and career growth through the implementation of up-to-date approaches and principles. This experience shall make an example for other enterprises in the nuclear energy industry.

– Smolensk NPP is well familiar with the role of example, – underlined Sergey Obozov, the director on the development of Production System «Rosatom». – In 2011 the plant has passed the IAEA OSART mission in great style. The international experts pointed at high results achieved in the area of production processes continuous improvement. All this time the power plant has been moving on. With a wide capacity the plant enriched the list of best patterns which should become role models for the whole industry. In the nearest future preparation of Smolensk NPP for the Follow-up WANO peer review will obtain the PSR-emphasis. After deep and attentive analysis of the areas for improvement and their conjunction with the logic of production system we will enlarge the portfolio of PSR-projects.

Implementation of the project «Exemplary PSR enterprise» will be in the format different from earlier applied approach. Its essence is introduction of multilevel project management throughout the whole production front line.

– We are moving to the systemic implementation of production system «Rosatom» and address it as the main tool to achieve strategic goals of our enterprise, – pointed Andrey Petrov, director of Smolensk NPP. – We will direct our efforts to safety and quality assurance on one hand, and to the elimination of losses – on the other. With safety and quality enhancement we increase Installed capacity utilization factor and solve the main production task – generate required amount of electrical energy. With elimination of losses in maintenance, reporting system, warehousing – we decrease costs, optimize production processes. Top level managers have undertaken about 20 projects in the areas of operation, maintenance, radiation safety, capital construction, warehousing, personnel training, social protection, office activity and other areas. The task is to turn detection and elimination of losses into the inner need of every employee.

It is well known that team work makes 95% of the result or failure, while 5% depend on the externals. Smolensk NPP managers are sure that our staff who have proved their ability to team-up when solving tasks for many times, will cope with the new targets. The main components for success are namely made up of the employees, their initiative, experience, knowledge, creativity.

– Today every employee should learn about PSR, want to participate in the project, learn all the tools of production system and proficiently apply them in work, – says director, Andrey Petrov. – Train «Smolensk NPP – PSR-enterprise» is starting. The one who is in time for it will get

interesting job, respect, career growth and professional development opportunities.

According to the words of Sergey Obozov – the year 2015 in the whole industry – is the year of a wide-scope expansion of PSR strategy, systemic training and involvement of all the staff in this work. And 2016 will be the year of rapid progress.

– To achieve ambitious targets which form Rosatom strategy it is needed to develop powerful, concise and well-defined system of performance management based on the best world and home practice of labor organization. Then we will be superior. It was yet Yefim Pavlovich Slavskiy – the founding father of the industry – who was developing the best scientific organization of labor, production and management in the country, thanks to which we managed to make a real breakthrough, – assures Sergey Obozov, director on the development of production system «Rosatom».

Natalia FORMINA

**SMOLENSK NUCLEAR POWER PLANT
SUBSIDIARY OF JSC ROSENERGOATOM
(REA)**

**Desnogorsk, Smolensk region, 216400,
Russian Federation**

Phone: +7 (48153) 7-47-69

E-mail: mail@saes.ru;

snpp@sci.smolensk.ru

www.snpp.rosenergoatom.ru

Внедрение технологий штрихкодирования в процесс автоматизированного управления жизненным циклом изделий в ПКО «Теплообменник»

А.В. СТРУЧКОВ, И.Н. ФРОЛОВА,
ОАО ПКО «Теплообменник»

ОАО ПКО «Теплообменник» – предприятие по разработке и производству систем и агрегатов для всех типов летательных аппаратов. Продукция предприятия отличается сложностью конструкций, наукоемкостью и высокотехнологичностью. Разработка новых изделий в сжатые сроки, подготовка производства и производство с высоким качеством изготовления в современных условиях невозможны без использования информационной системы, аккумулирующей всю необходимую информацию. На предприятии внедрена информационная система поддержки всех этапов жизненного цикла изделий (ЖЦИ). В основе информационной системы (ИС) лежит принцип единого информационного пространства предприятия. ИС реализована на основе СУБД ORACLE и PDM-системы Teamcenter, безшовно интегрированных между собой и обрабатывающих данные, находящиеся в единой базе ORACLE (рис. 1).

Системным интегратором ОАО ПКО «Теплообменник» является Нижегородская сетевая лаборатория. Специалисты компании принимают непосредственное участие во всех ИТ-проектах, внедряемых на предприятии.



Для повышения эффективности управления материальными потоками и решения учетных задач на предприятии, управлением информационных технологий выполнены несколько проектов по внедрению технологий штрихкодирования, ранее не применявшихся на производстве. Пилотным проектом является разработка и внедрение системы штрихкодирования специального инструмента и оснастки. Вторым проектом в области штрихкодирования является внедрение системы учета выполнения технологических операций в механообрабатывающем производстве.

На предприятиях с многономенклатурным мелкосерийным производством основные материальные затраты и потери происходят в сфере обеспечения производства обрабатываемым материалом, инструментом, ос-

насткой, средствами измерений. Эти потери имеют недостаточную статистику, поскольку материальных ценностей много, инструменты и приспособления имеют сложный и напряженный маршрут движения в цехе, учет их движения весьма приблизителен.

Металл для изготовления выдается на партию деталей. Отслеживание возврата металла в виде бракованных деталей происходит с опозданием, не исключены потери документов. В результате такой организации инвентаризация осуществляется сложнейшими неэффективными процедурами, часть материалов найти невозможно. Несовершенство системы учета всегда оборачивается дополнительными финансовыми потерями.

Инструменты и приспособления передаются со склада в цех и обратно, в авральных ситуациях инструмент и оснастка передается непосредственно рабочими между собой, минуя склад и, соответственно, учетную процедуру. Достаточно часто даже сданная на склад оснастка и инструмент без проведения учетных операций выдается следующему рабочему. Многие рабочие просто не сдают на склад оснастку и инструмент, мотивируя это тем, что скоро опять будет подобная деталь, и инструмент снова понадобится. В результате около станков образуются залежи и «складики», в которых рабочие хранят неучтенный инструмент и оснастку. А в



Рис. 1. На предприятии внедрена информационная система поддержки всех этапов жизненного цикла изделий



Рис. 2. Такое обозначение прочтает лишь человек. Средства автоматизации тут бессильны

это же самое время данные инструменты и приспособления требуются для выполнения других операций. И цех заказывает дублиеры, которые так же оседают в тумбочках рабочих. Получается заколдованный круг: заказывается инструмент и оснастка, тратятся финансовые средства, склады растут, а инструмента и оснастки не хватает... В результате оснастки в цехе становится настолько много, что осуществить поштучный учет всех инструментов, оснастки, деталей в режиме on-line кажется невозможным.

Это ставит задачу автоматизированного контроля над всеми перемещениями материальных ценностей на цеховом уровне. Контроль можно осуществить только путем полного структурирования и отслеживания перемещений материальных ресурсов.

Данная задача была эффективно решена сетями розничной торговли на основе штрих-

кодирования. Ведь по большей части отношения «магазин-покупатель» и «склад-рабочий» идентичны, только взамен денег используется подпись рабочего о получении того или иного предмета со склада. Отличие лишь в сложности учетного пути. Путь товара в магазине короткий: склад – полка магазина – касса. Инструмент и оснастка в цехе имеют гораздо более сложный путь: склад – рабочий – склад – рабочий – ремонт – склад – рабочий..... – склад – доработка – склад – рабочий –... склад – рабочий – склад –изолятор – утилизация.

В условиях таких сложных перемещений инструмента и оснастки совершенно необходима их идентификация. Для автоматизации и ускорения выполнения процедур учета перемещений обязательным условием также является идентификация не в «только человекочитаемом» виде (рис. 2). Кроме этого, возникает проблема правильной организации учета с максимально короткой и прозрачной цепочкой перемещений.

Таким образом, выполнение проекта преследовало ряд целей:

- создание однозначной связи между материальными и информационными потоками;
- создание реальной автоматизированной системы учета;
- проведение реальной (а не формальной!) инвентаризации;
- создание единой информационной среды для эффективного управления разработкой, производством и поштучным учетом оснастки и инструмента в БИХ цеха и на рабочих местах.

При решении данных задач необходимо максимально снизить влияние человеческого фактора в учетном процессе на основе использования информационной системы и средств автоматизации.

Внедрение системы учета движения оснастки и специальных инструментов на складах БИХ

Чтобы оценить область работы, сначала необходимо определиться с существующим процессом движения материальных ресурсов в цехе. В результате проделанного анализа получилась достаточно несложная структура, которую можно представить в виде схемы (рис. 3).

В своей основе данная структура соответствует всем требованиям к автоматизированной учетной системе. Для решения задачи автоматизации учета были разработаны и выполнены следующие основные организационно-технические мероприятия:

- Разработан порядок учета оснастки и инструмента на основе штрихкодирования, а именно:
 - разработаны классификаторы и содержание кодов для оснастки и работников;
 - разработан справочник мест хранения;
 - определен четкий порядок действий по учету.
- Приобретено необходимое оборудование: принтеры штрихкодов, сканеры штрихкодов, терминалы сбора данных для считывания штрихкодов.
- Разработано программное обеспечение «Учет движения оснастки».
- Проведена компьютерная сеть во все необходимые помещения БИХ.
- Организовано выполнение работ по:
 - идентификации оснастки склада цеха (необходимо установить обозначение оснастки, проверить комплектность, сравнить с чертежом и др.);
 - кодированию оснастки, ее привязки к классификаторам корпоративной информационной системы (КИС);
 - печати штрихкодов;
 - наклеиванию штрихкодов на оснастку и др.
- Места хранения оснастки также промаркированы этикетками со штрихкодами (идентифицированы штрихкодами).
- Проведено обучение кладовщиц БИХ цеха, специалистов технологических отделов.
- Рабочим и складским работникам розданы пластиковые карточки с индивидуальными штрихкодами для использования в процессе приемки-выдачи оснастки.

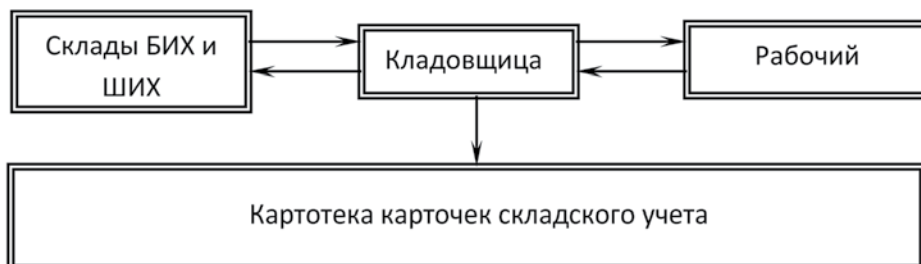


Рис. 3. Структурная схема движения материальных ресурсов в цехе

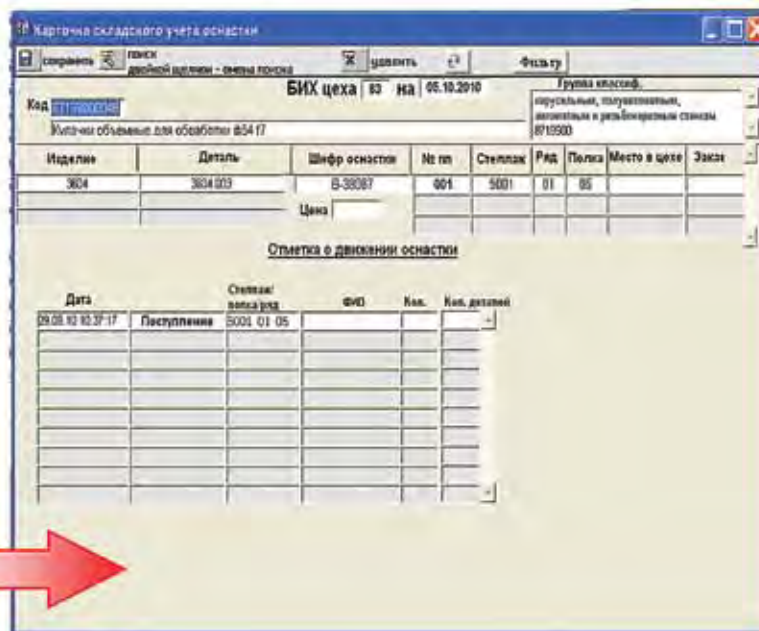
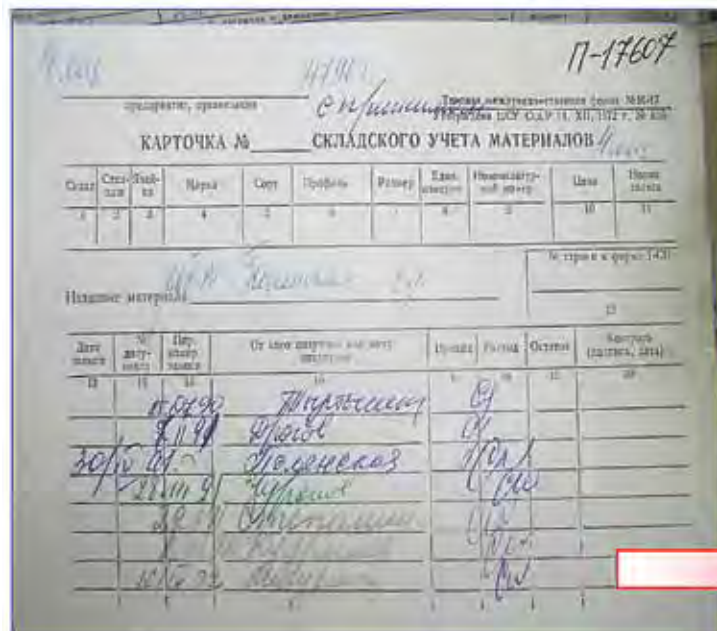


Рис. 4. Карточка складского учета: почувствуйте разницу!

- Выпущен приказ о ведении учета оснастки по вновь внедренной системе штрихкодирования (прием/выдача только идентифицированной штрихкодом оснастки).

Разработанное программное обеспечение «Учет движения оснастки» имеет дружелюбный интерфейс, похожий на привычную работникам склада бумажную карточку учета (рис. 4) и обеспечивает следующие основные возможности:

- поиск электронной карточки учета в корпоративной информационной системе по скану штрихкода, печать карточки при необходимости;
- поиск места хранения оснастки по скану штрихкода или по ее обозначению;
- анализ сведений о хранящейся оснастке: наличие, применяемость, состояние. Информация об оснастке становится доступной пользователям ИС, например, технологам, что исключает необходимость хождения технологов в БИХ или на рабочие места за сведениями по оснастке;
- при использовании терминала для сбора данных обеспечивается возможность по штрихкоду узнать всю информацию по конкретной единице оснастки на любом месте хранения, например, непосредственно на полке в БИХ.

Внедрение системы учета операций технологических процессов в механообрабатывающем производстве

Опробовав основные способы работы со штрихкодами в системе учета оснастки и инструмента и получив положительные результаты, команда специалистов управления ИТ приступила к выполнению следующего проекта в области штрихкодирования.

Основной задачей учета выполнения операций технологических процессов в механообрабатывающем цехе является фиксация всех событий в производственной системе: моментов действительного начала и окончания обработки партий деталей на конкретном рабочем месте, любых опережений и запаздываний тех или иных процессов и т. д. и т. п. Наличие такой информации в КИС позволяет осуществить ее анализ на предмет выявления «узких мест» производства, а также оперативно, в режиме on-line, реагировать на задержки, которые могут вызвать срывы сроков выполнения важных производственных задач.

Фиксация всех этих событий производится сканированием штрихкодов операций, нанесенных на маршрутную карту-наряд (МКН), формируемую мастером участка перед началом работ в корпоративной информационной системе на базе технологий и пооперационно-трудовых нормативов обработки всех выпускаемых деталей и сборок (рис. 5).

В карте автоматически формируется маршрут прохождения партии деталей по рабочим местам в цехе. Каждая операция идентифицирована уникальным штрихкодом, который в КИС предприятия определяет детали, партии, операции, оборудование, на котором они должны быть выполнены.

При внедрении системы была разработана последовательность учетных процедур при работе с операциями МКН, имеющими штрихкоды:

1. МКН со штрихкодами операций для рабочих печатает мастер участка механообрабатывающего цеха. Данные в МКН – из корпоративной информационной системы предприятия.

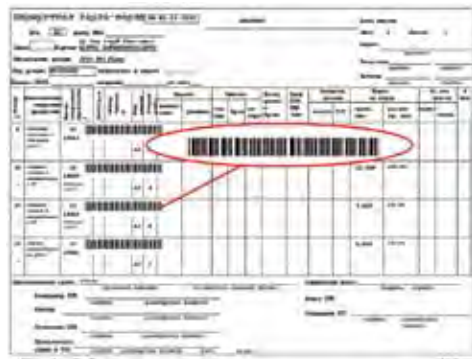


Рис. 5. Новым элементом маршрутной карты-наряда является штрихкод

2. Началом работ по данному технологическому процессу считается внесение в КИС сотрудником ПДБ сведений о количестве выданных в работу деталей по данной МКН. В электронном журнале регистрации МКН открывается.

3. Приступая к выполнению операции, рабочий самостоятельно сканирует свой штрихкод, нанесенный на пластиковую карту (личный идентификатор), и штрихкод на операции в МКН. Это является началом выполнения конкретной операции технологического процесса.

4. После окончания обработки всей партии деталей на операции рабочий самостоятельно сканирует свой штрихкод и штрихкод на своей операции в МКН.

5. Мастер подтверждает окончание работы (обработки всей партии деталей), сканируя штрихкод на своей пластиковой карте и штрихкод на операции в МКН.

6. Если у рабочего есть личное клеймо, то далее детали идут на следующую операцию. Служба БТК не осуществляет межоперационный контроль деталей у рабочих, имеющих личное клеймо, если этот контроль не предусмотрен отдельной операцией в технологии изготовления.

7. Если у рабочего нет личного клейма, то далее деталь отправляется в БТК.

8. При передаче деталей из цеха в БТК рабочий самостоятельно сканирует свой штрихкод и штрихкод МКН сканером, установленным в ОТК. КИС распознает признак «деталь передана в ОТК».

9. При окончании контроля деталей в БТК фиксируется личный штрихкод работника БТК и штрихкод контролируемой операции в МКН.

10. Дальнейшие операции МКН выполняются по пп. 3-9.

11. После выполнения последней операции в МКН партия деталей отправляется в БТК вне зависимости от наличия у работника личного клейма (см. п. 8 – 9). В БТК выполняется отметка о том, что данная операция – последняя, выписывается накладная и т. д. Детали отправляются в ПДБ.

12. В ПДБ на МКН проставляется отметка о закрытии МКН, в электронном журнале регистрации МКН закрывается.

Основные результаты проектов

В результате внедрения учета на складе оснастки и операций технологических процессов в механообрабатывающем цехе на основе технологий штрихкодирования были получены следующие положительные результаты:

- четкая и однозначная связь материальных и информационных потоков в КИС;
- снижение расходов на учет и инвентаризацию материальных ценностей;
- автоматическое фиксирование даты и времени проведения учетной функции в КИС,

что дает прозрачность процессов в режиме on-line;

- сокращение времени проведения учетной операции, исключение влияния человеческого фактора:

- для того, чтобы в КИС ввести информацию о наименовании, обозначении оснастки, фамилии работника или номере полки, на которую оснастка положена, достаточно сканером считать два штрихкода: сначала оснастки, а затем – места хранения (~3 секунды на один штрихкод). Всего – порядка 6...10 секунд;

- для того, чтобы в КИС ввести информацию о начале, окончании операции, достаточно также сканером считать два штрихкода: сначала в МКН, а затем – работника, выполняющего данную операцию (~3 секунды на один штрихкод). Всего – также порядка 6...10 секунд;

- быстрый поиск в КИС и анализ сведений о том, на какой операции находится партия деталей в цехе, сколько деталей в данной партии забраковано, какова реальная длительность цикла обработки партии с учетом межоперационного пролеживания, какова степень готовности той или иной партии и многие другие сведения. Анализ этих сведений обеспечивает повышение производительности труда рабочих, выявляет узкие места производства и быстрое реагирование на ситуацию в цехе;

- на складах БИХ:
 - наведение порядка в складском хозяйстве;

- автоматическое формирование карточки складского учета как отчета из КИС (быстрый выпуск документов, содержащих правильные объективные сведения). Планируется отказаться от бумажных карточек и не вести их вручную (распечатывать при необходимости);

- автоматическое ведение журналов регистрации выдачи оснастки и инструмента;

- возможность проведения поштучного учета движения специальной оснастки, что особенно важно при проведении доработок или ремонта дорогостоящей оснастки.

Руководство предприятия положительно оценило результаты пилотных проектов внедрения технологий штрихкодирования. Планируется развитие внедрения штрихкодирования по всем цехам предприятия, а также внедрение системы для учета материалов, покупных инструментов, оснастки, сборочных комплектов, готовой продукции и др.

В результате высокой оценки эффективности внедрения было решено расширить ее применение за счет внедрения системы штрихкодирования для учета:

- выпуска готовой продукции;
- выполнения операций сборки в сборочном цехе;
- режущего инструмента;
- средств измерений;
- технической документации;
- организационно-распорядительной документации и др.

В итоге: переход на реальный учет и инвентаризацию.

Положительные результаты внедрения технологий штрихкодирования показали их высокую эффективность в производстве агрегатов и систем жизнеобеспечения летательных аппаратов на базе единой информационной системы. В настоящее время уже ведутся работы по расширению сферы применения технологий штрихкодирования. Безусловно, это поможет повысить общую эффективность работы производства и предприятия в целом.



Свои на стройке

Рост курса валют субподрядные строительные организации Росатома ощутили на себе в полной мере. Объемные поставки материалов и деталей, необходимые для возведения атомных объектов, теперь приходят из-за рубежа значительно подорожшими в цене. Отказ от таких закупок равносителен отказу от подряда. Комплексная программа импортозамещения призвана не только решить эту проблему, но и открыть двери в масштабный рынок для отечественных производителей.

Перед саморегулируемыми организациями в этом году стоит глобальная задача – разработать программу импортозамещения продукции, используемой при сооружении объектов атомной отрасли. Программа определяет перечень материалов, конструкций и изделий, которые заменят импортные аналоги отечественными. Для отобранной продукции будут определены предприятия-производители, НИОКРы и обязательная сертификация на соответствие стандартам, которые тоже еще предстоит разработать. Подробнее об этом мы побеседовали с президентом СРО атомной отрасли **Виктором Опекуновым**.

– **Виктор Семёнович, создание программы импортозамещения для стройкомплекса атомной отрасли стало приоритетной задачей, не так ли?**

– Да, это так. Дело в том, что при сооружении атомных объектов применяется до-



В.С. Опекунов, президент СРО атомной отрасли

вольно много импортных технологических и конструктивных элементов. Сейчас появилась необходимость срочного развития здесь, в России, производств, призванных заместить импортные поставки. Вопрос стоит очень остро из-за существенного роста цен на продукцию зарубежных производителей для наших строек. Конечно, мы в системе СРО будем предметно заниматься этим вопросом. Мы наметили разработку и будем утверждать ряд стандартов, которые регламентируют импортозамещающую продукцию строительного производства.

– **По вашим прогнозам, когда появятся ключевые импортозамещающие позиции?**

– Работа была начата ещё задолго до кризиса, потому что этот вопрос стоял всегда. Уже сейчас есть ряд импортозамещающих позиций. Например, СРО атомной отрасли в феврале утвердили стандарты на анкера. Есть компания HILTI (штаб-квартира Hilti расположена в княжестве Лихтенштейн – **Ред.**), которая в свое время предложила новый конструктив, прежде не используемый. Раньше применялись закладные детали, которые нужно было заранее забетонировать, а HILTI предложила современные технологии, позволяющие устанавливать анкера на чистую бетонную стену. Но сегодня эта компания поставляет анкера по очень высокой стоимости, и в принятом СРО стандарте уже не оговаривается, что производителем анкеров обязательно должна быть компания HILTI. В документе содержится полный свод технических характеристик и требований к этим изделиям, и сегодня есть уже отечественные компании, готовые приступить к изготовлению таких анкеров. Сейчас нам необходимо стандартами, которые мы принимаем, проложить путь от доски проектировщика до строительной площадки. Как только стандарт утверждён, проектировщик имеет основания заложить эти изделия в свою документацию, уже без указания конкретного производителя, а со ссылкой на стандарт. И тогда компания, которая изготавливает анкера, может пройти сертификацию и стать полноправным участником рынка этой продукции.

Ещё один серьёзный стандарт, который принял СРО атомной отрасли, касается стыков Передерия (объединение железобетонных конструкций с помощью специальных петлевых арматурных выпусков. Данный стык является универсальным — обеспечивает работу объединенной конструкции не только на срез, изгиб, но и на растяжение – **Ред.**).

Поэтому могу сказать, что мы уже идём путём импортозамещения.

– **Почему именно эти детали стандартизировали первыми?**

– Это выбор профсообщества. Профессионалы, члены экспертного совета, представители проектных организаций, строительных компаний вместе расставляют приоритеты. Анкера и петлевые стыки очень широко применяются на атомных стройках. Это то, что лежит на поверхности, поэтому российские аналоги именно этих изделий нужно внедрять быстрее всего.

– **СРО атомной отрасли будут отбирать предприятия, способные создать российские аналоги продукции. На ваш взгляд,**



Установка реактора на ЛАЭС-2

есть из кого выбирать, хватит ли компетенций отечественным производителям?

– В отрасли нужные компании есть. И у них в запасе не только огромный опыт производства, но и, самое главное, есть технологии, способные обеспечить импортозамещение. Если говорить о конкретных примерах, то назову ТИТАН-2. Муфты для арматуры их производства уже используют при сооружении Ленинградской АЭС-2.

– А каким образом вы будете контролировать конечный продукт?

– Каждое изделие, которое будет идти по импортозамещению, должно пройти полный цикл НИОКРов, испытаний, исследований, прежде чем будет утверждено стандартом и подтверждено сертификатом соответствия. Конечно, мы сегодня очень надеемся на испытательно-исследовательскую базу МГСУ для проведения НИОКРов. Кстати говоря, получив статус научно-исследовательского образовательного центра, университет получил большие инвестиции и переоснастил свои лабораторные комплексы. Сейчас, например, в Мытищах МГСУ монтирует совершенно уникальную систему для испытаний строительных конструкций. На этой площадке будут доводить системы до разрушения, чтобы можно было точно зафиксировать все предельные состояния. Есть ряд других исследовательских институтов, в том числе, наши отраслевые. Головные организации Росатома по материаловедению сейчас будут вовлечены в вопросы, связанные с сертификацией, с испытаниями, с исследо-

Николай Петров, руководитель проекта по производству металлоизделий строительного холдинга «ТИТАН-2»:

– Идея производства импортозамещающей продукции пришла к нам ещё в 2011 году, спустя год мы её реализовали. Раньше муфты приобретались за рубежом, но импортная продукция стоит безумных денег для страны, для производства, для стройки. Благодаря нашему производству зарубежным поставщикам пришлось в два раза снизить цену на свою продукцию, и всё равно наши муфты сейчас в два раза дешевле импортных аналогов.

На сегодняшний день муфты, которые мы производим – единственные отечественные муфтовые резьбовые соединения арматуры. Только что отгрузили очередную партию этой продукции на Ленинградскую АЭС-2. Наше производство может полностью закрыть потребности по этой продукции всех строительных площадок АЭС. Надеюсь, что впоследствии мы сможем обеспечивать ею всю атомную отрасль.

Развитию импортозамещения мешает указание на конкретного поставщика, прописанное в проектах. Это априори ограничивает конкуренцию. На мой взгляд, должны быть указаны общие условия, технические требования для продукции, под которые подходит и российская продукция, и продукция производителей других стран. И тогда в честной конкурентной борьбе решается, кто качественнее и дешевле сможет выполнить тот или иной заказ. Импорт нам, конечно, нужен, но не в таком количестве, в котором он представлен сейчас. А у нас есть все ресурсы, чтобы создавать ещё больше импортозамещающей продукции.

ваниями, НИОКРами по импортозамещению. Это работа не одного дня, но чем раньше мы начнём, тем быстрее пройдем этот путь.

– Как Росатом будет мотивировать переход на отечественную продукцию?

– Росатом уже мотивирует. Чем быстрее мы переходим на отечественные производства, тем быстрее снижается стоимость строительства. Вы же понимаете, что сегодня за счёт разницы курсов взлетает под небеса стоимость многих изделий, которые покупаются за рубежом. Поэтому освоение новых производств – насущная необходимость.

– В связи с ростом курсов валют, будет ли пересматриваться смета по текущим стройкам?

– Бесспорно, там, где невозможно заместить импорт, смета будет пересматриваться. Без этого нельзя, иначе подрядные организации и поставщики просто не смогут работать. Поэтому так важно форсировать стандартизацию импортозамещающих изделий, определить технические требования, определить отечественные предприятия, которые смогут их производить.

Анна КАРТАШОВА



Оборудование Калининской АЭС

«Buddies» at the Construction Site

Rosatom's subcontractors are adversely affected by the rise in foreign currencies. Materials and components required for nuclear facilities construction are imported at much higher prices now. Any refusal of the imported components equals to a refusal of completing the facilities. The comprehensive import-substitution program is designed to solve the problem and to give Russian producers access to the market.

An important task for self-regulated organizations this year is to develop a program of import-substitution of products used in construction of nuclear facilities. The program is to contain a list of materials, units and components that will be used instead of similar imported products. Manufacturers, R&D and certification process are to be specified in the program. Standards for certification are also to be developed. We discussed the issue with Victor Opekinov, President of Self-Regulated Organizations of the nuclear sector.

– Is it true that the import-substitution program in the construction division is a priority for the nuclear sector?

– This is true. A lot of imported technological elements are used in the construction of nuclear facilities. Now we need desperately to develop production of import-substitution materials in Russia. The issue is topical because the prices of foreign manufacturers have grown significantly. Of course, self-regulated organizations will be actively involved in the solution of the problem. Plans have been made to develop and adopt a number of standards for import-substitution construction materials.

– When can we expect the key import-substitution products to appear?

– The work had been initiated long before the crisis, as it was always a topical issue. Some import-substitution materials are already available. In February Self-Regulated Organizations of the nuclear sector adopted standards for wall dowels. Some time ago HILTI Company of Lichtenstein offered a new technology that had not been used before. Originally, concrete inserts were used, while HILTI proposed to use a technology of installing dowels on a clean concrete wall. But today the company supplies wall dowels at a very high price, and the adopted standard does not stipulate that HILTI should be the only supplier of the wall dowels. The document contains a list of specifications and requirements to the product, and now some Russian companies are ready to manufacture these components. The standards we adopt are expected to pave the way from a designers' office to a construction site. When the standard is approved, a designer can foresee the use of components in the design documen-

Nikolay Petrov, Project Manager, Hardware Production, TITAN-2 construction holding:

– It was as early as in 2011 when we began thinking of import-substitution, and one year later the project was implemented. Originally, clutches were purchased abroad, but imported products are very expensive for the country, production and construction. Because of our production, foreign suppliers have had to half their prices, still our clutches are twice as cheap in comparison with foreign-made similar products. Today our clutches are the only Russia-made socket-joints. We have shipped a batch of the clutches to Leningradskaya NPP-2 recently. We can satisfy the needs of all NPP construction sites in these clutches. I hope that we shall be able to provide the nuclear sector as a whole with our products. Import-substitution is hindered by the specification of a concrete supplier in the design documents. This restricts the competition a priori. In my opinion, it is necessary to specify general conditions and product specifications which are met by production of both Russian and foreign manufacturers. And then fair competition will show who can meet an order at a lower price and with a better quality. We need imported products, of course, but not in the present amounts. And we have resources to produce more import-substitution goods.

tation, not indicating a specific manufacturer but referring to the standard. A company that produces the dowels is liable for certification and can be a full-fledged player in the market of these products.

Another important standard adopted refers to castellated joints.

Thus, we are engaged in import-substitution already.

– Why these components were the first to be standardized?

– It is the choice of the professional community. Professionals, experts, representatives of the design organizations and construction companies choose the priorities. Wall dowels and castellated joints are widely used in the construction of nuclear facilities. It is obvious that these are the products that must be developed in Russia as soon as possible.

– The Self-Regulated Organizations will choose companies able to develop Russian analogues. Do you think that the pool of companies is large enough, and companies have sufficient competencies?

– There are competent companies in the nuclear sector. They have vast experience in production and possess technologies necessary to ensure import-substitution. TITAN-2 is an example. Their clutches are used in the construction of Leningradskaya NPP-2.

– Are you going to supervise the final product?

– Each import-substitution product must undergo R&D procedures and a whole cycle of tests in order to be approved by a standard and a conformance certificate. Today we hope to use the research and testing facility of Moscow State Construction University for conducting R&D. By the way, with its new status of a research and education center, the University has received

large funding and managed to update its laboratories. For example, a unique system for testing structural steel is being installed in Mytishi now. Building constructions will be crashed there to determine all limit states. There are other research institutes, and in our industry too. Rosatom's principal agencies engaged in material studies will be involved in certification, testing and research issues of import-substitution. It will take time to solve the issues, but the sooner we begin to do it, the sooner we find solutions.

– What are the means of motivating the companies to transfer to Russia-made products?

– Rosatom does motivate them already. The sooner we start using Russia-made product, the quicker the construction cost reduces. You surely understand that due to the rise in foreign currencies, prices of imported products skyrocket. That is why development of new production is a crying need.

– Will the project estimates be reconsidered because of the price rise?

– Certainly, where import is impossible to replace project estimates will be reconsidered. Otherwise, contractors and suppliers will not be able to operate. That is why it is so important to boost the process of standardization, to determine specifications and to specify Russian companies that will manufacture new components.

Anna KARTASHOVA

Турбоустановка 1200 МВт для АЭС с тихоходной турбиной ARABELLE™ – оптимизированные решения машинного зала

А.М. ЦВЕТКОВ – технический директор ООО «ААЭМ»,
А.В. АЛЕКСАНДРОВ – начальник управления вспомогательных систем, дирекция по инжинирингу ООО «ААЭМ»

ООО «ААЭМ», АО «НИАЭП» (НИАЭП) и Альстом Пауэр Системз СА (Альстом) предлагают сегодня готовое решение для строительства АЭС с тихоходной турбиной ARABELLE™ в оптимизированном машинном зале.

Проект с тихоходной турбиной – это атомная электростанция, обеспечивающая самый высокий в мире уровень экономичности, эксплуатационной готовности и безопасности:

- высокая электрическая мощность 1200 МВт на клеммах генератора;
- большой диапазон маневрирования мощностью: в пределах 100 – 20 – 100%;
- высокий КПД: 37,7%;
- высокая эксплуатационная готовность: 97,5%;
- высокая надежность: 99,97%;
- большой срок службы: 60 лет;
- классификация по безопасности (3Н/4) ядерной части АЭС;
- сейсмостойкость: 7 баллов по шкале MSK-64;
- теплофикационная установка;
- АСУ ТП и компьютеризованный НМИ интерфейс.

Паровая турбина

Используя технологию ARABELLE™, которая подходит для работы с любым типом ядерного реактора в диапазоне электрической мощности от 1000 МВт до 1800 МВт электрической мощности, Альстом/ААЭМ/НИАЭП

спроектировали турбину, адаптированную под все перечисленные выше требования (высокий суммарный КПД, увеличенный проектный срок службы, короткие ремонтные периоды и сниженные затраты на техобслуживание) и в значительной степени адаптированную под российские объекты, условия эксплуатации и технологии. Как показано на рисунке ниже, турбина проекта ВВЭР-ТОИ имеет 3 части: высокого давления (ВД), среднего давления (СД) и низкого давления (НД).

Однопоточная конструкция ЧВД и ЧСД обеспечивает повышение КПД благодаря снижению вторичных потерь, которые формируются в корневой и периферийной зонах проточной части.

Часть среднего давления вынесена из модулей ЦНД и сгруппирована с цилиндром высокого давления в объединенный ЦСВД, что позволило уменьшить длину турбины, а также повысить разделительное давление перед СПП до 10,7 кгс/см².

Повышение разделительного давления увеличивает КПД цикла и уменьшает размеры и количество блоков клапанов после СПП. Блоки клапанов перед ЦНД при этом отсутствуют, что оптимизирует компоновку турбоагрегата.

В конструкции предусмотрена конфигурация выхлопной части турбины НД с лопатками последней ступени НД 57 дюймов (длиной 1430 мм при скорости вращения 1500 об/мин), которые доказали свою эффективность и надежность.

Турбину ARABELLE™ легче монтировать и обслуживать, поскольку модули низкого давления имеют независимую конструкцию, что позволяет собирать цилиндры низкого давления отдельно от конденсатора и облегчает центровку валопровода. Два корпуса

сепаратора-пароперегревателя определяют наличие только 4 блока сдвоенных клапанов промперегрева, тем самым экономится место для техобслуживания вдоль цилиндров низкого давления. Кроме того, более легкий доступ к цилиндрам низкого давления обеспечивается за счет установки перепускных труб СД/НД ниже верхней фундаментной плиты турбины (при техобслуживании ЦНД исключается необходимость разборки данных перепускных труб), таким образом, освобождается много места под площадки для раскладки оборудования и уменьшается время техобслуживания модулей ЦНД.

Турбогенератор

В проекте применен турбогенератор GIGATOR™ мощностью 1200 МВт с водородно-водяным охлаждением. Его основные преимущества и отличительные особенности заключаются в следующем:

- водородно-водяное охлаждение турбогенераторов большой мощности в мировой практике зарекомендовало себя как надежное и референтное решение для всех типов электростанций;
- при использовании водорода как хладагента достигается высокое значение КПД (98,98%), исключается преждевременное старение изоляции, сокращаются эксплуатационные расходы за счет отсутствия увлажнений, окисления и запыления;
- оригинальная схема водородного охлаждения ротора обеспечивает однородное температурное поле по всей длине бочки ротора и устраняет риск температурного дисбаланса;
- проводники обмотки статора из нержавеющей стали позволяют избежать окисления, снизить добавочные потери в пазу, уменьшить

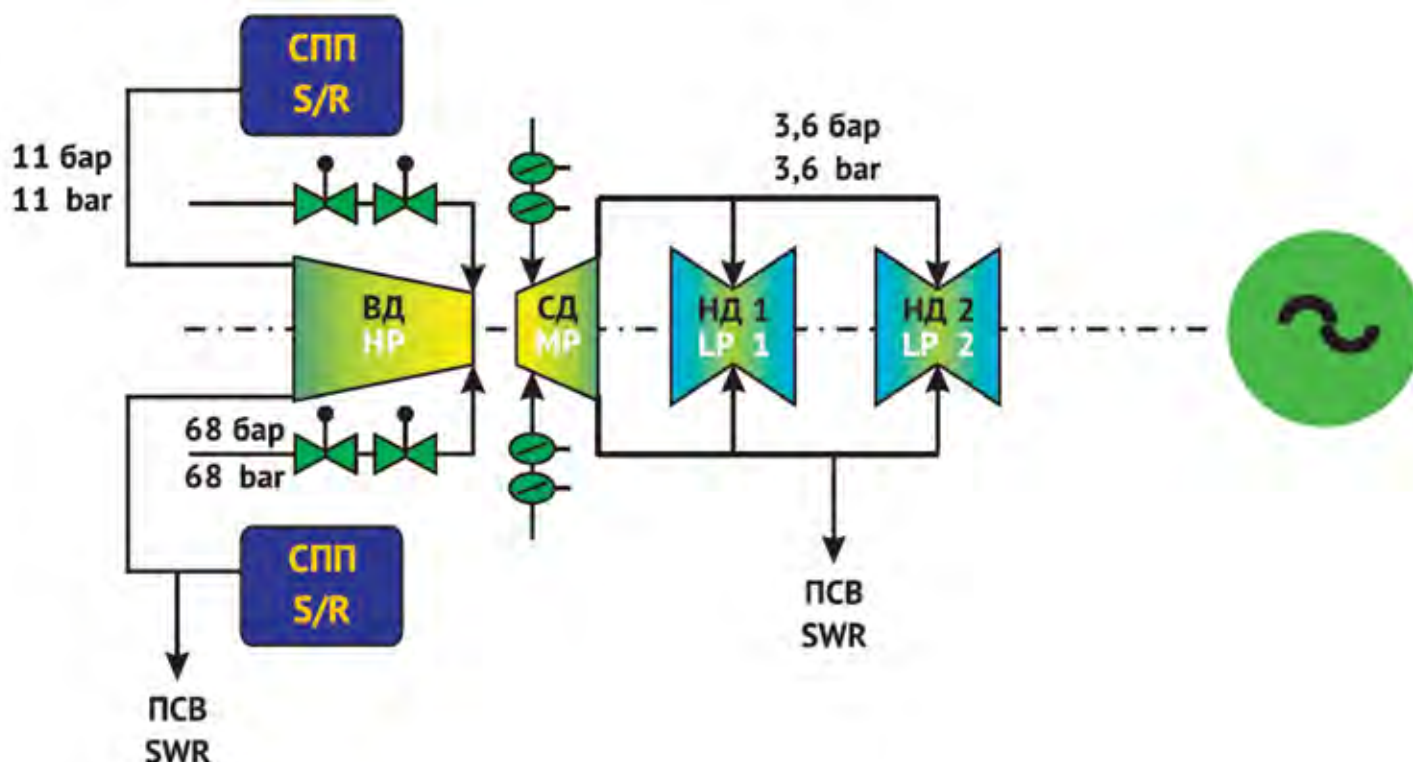


Рис. 1. Принципиальная схема турбинной и генераторной установки

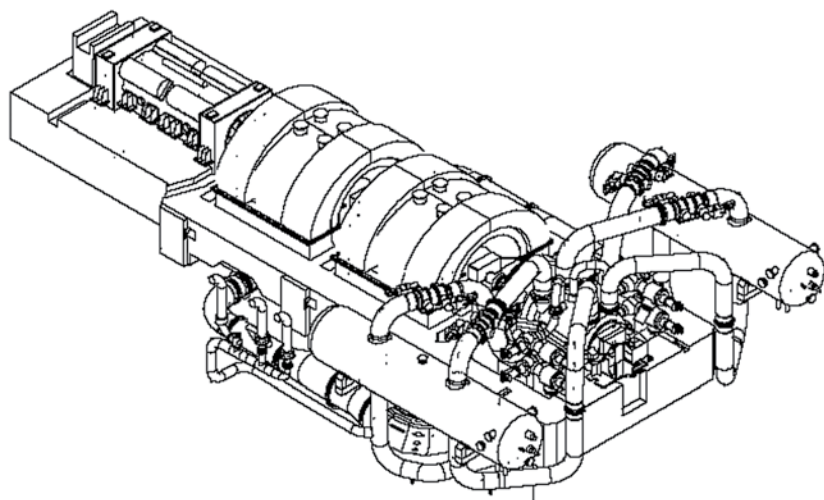


Рис. 2. Общее компоновочное решение турбоустановки

вероятность протечек и увлажнения межфазных зон;

- значительно упрощается процесс водоподготовки;

- конструкция крепления лобовых частей обмотки статора обеспечивает низкий уровень вибрации в процессе эксплуатации;

- масляные уплотнения вала – однопочные, кольцевого типа. Сочетают простоту и надежность конструкции с нечувствительностью к осевому перемещению ротора и обеспечивают недопустимость протечек водорода;
- компактный бесщеточный возбудитель без дополнительных подшипников, а также щитовое исполнение подшипников генератора заметно снижают длину всей линии вала;

- низкие механические нагрузки от центробежных сил на элементы ротора и отсутствие влияния эффекта неравножесткости обеспечивают высокие показатели надежности технологии ARABELLE™.

Компоновочные решения машинного зала

В процессе проектирования машинного зала специалисты ААЭМ/Альстом и НИАЭП совместно работали над определением оптимальной конфигурации турбоустановки с точки зрения ее эксплуатационных возможностей, а также наиболее целесообразной компоновки и конструктивного исполнения машинного зала. В итоге была спроектирована турбоустановка в полном соответствии с требованиями заказчика и условиями эксплуатации на российских АЭС, обеспечивающая высокий суммарный КПД, увеличенный проектный срок службы, короткие ремонтные периоды и низкие затраты на техобслуживание.

В целом была проделана большая работа по общей компоновке здания турбины с целью снижения стоимости строительства и облегчения процесса техобслуживания.

Конструктивные особенности турбоустановки ARABELLE™ и компоновочные решения здания турбины значительно облегчают ее монтаж и обслуживание.

Основные преимущества компоновки машинного зала следующие:

- компактная площадь машинного зала с возможностью внесения изменений в зависимости от расположения отдельных компонентов в соответствии с общей концепцией генплана или иными ограничениями;

- прямой доступ мостовым краном к конденсатным насосам, вакуумным насосам, насосам охлаждающей воды, масляным насосам турбины, насосам охлаждающей воды замкнутого контура, ПНД и ПВД;

- бак запаса питательной воды, расположенный на оперативной отметке перед турбиной, позволяет отказаться от дополнительного пролета, в котором традиционно располагалось деаэрационное отделение;

- свободная зона для замены труб всех теплообменников, включая СПП;

- вдоль всех питательных насосов предусмотрена площадка для техобслуживания, которая находится в зоне действия дополнительного мостового крана;

- блочное исполнение вспомогательных систем турбоустановки.

Проектирование в единой информационной модели

Работы по проекту выполнялись с использованием новейших информационных технологий в полном соответствии с требованиями ГК «Росатом» к проектированию атомных электростанций нового поколения.

Комплекс проектных работ, выполняемых совместно с генпроектировщиком машинного зала, предполагал стандартизованную структуру данных и отчетной документации, которые, начиная со стадии Технического проекта, выполнялись в единой информационной модели при тесном сотрудничестве с профильными специалистами генпроектировщика: технологами, расчетчиками, инженерами по КИПиА и АСУ ТП.

В качестве единой информационной среды был принят продукт SmartPlant компании Intergraph, а именно: Smart Plant 3D для модели машинного зала, Smart Plant P&ID для

технологических схем, Smart Plant Foundation в качестве интеграционной платформы.

Совместная работа инженеров генпроектировщика и поставщика основного оборудования машинного зала проводилась в единой информационной среде, начиная со стадии Технического проекта, при администрировании специалистами генпроектировщика.

Результатом совместной работы с генпроектировщиком явилось, в том числе, формирование пакета чертежей для выдачи «задания на строительную часть», где интегрированная 3D модель системы обладает достаточной степенью детализации, чтобы избежать коллизий при проектировании.

Созданная в процессе проектирования интегрированная 3D модель машинного зала обладала достаточной степенью детализации и позволила сформировать пакет чертежей для выдачи «задания на строительную часть».

Генпроектировщик при этом сумел минимизировать ресурсы, которые традиционно требуются на перенос исходных данных поставщика в модель машинного зала.

Схемные решения по системам, начиная со стадии Технического проекта, реализуются непосредственно в единой информационной модели генпроектировщика – Smart Plant P&ID, позволяя оптимизировать цикл согласования технических решений.

Выполнение схем в модели генпроектировщика позволило обеспечить ведение единой базы данных по объекту на всех стадиях проекта.

На основе согласованных с генпроектировщиком машинного зала технологических схем была выполнена алгоритмизация процессов контроля и управления системой. Алгоритмы выполнялись в специализированной базе данных проектировщика АСУ ТП блока.

Выбор материалов трубопроводов систем турбоустановки

В ходе проектирования был использован опыт компании Альстом по выбору материалов трубопроводов систем турбоустановки с учетом требований по существенному увеличению ресурса эксплуатации до 60 лет.

Основной вклад в увеличение ресурса трубопроводов АЭС вносится за счет корректного учета или снижения эрозионно-коррозионного износа материала трубопроводов. При проектировании турбоустановок по технологии ARABELLE™, ААЭМ опирается на опыт и нормы Альстом по выбору материалов. Именно



Рис. 3. Обобщенная схема подсистем среды SmartPlant

Соотношение материалов трубопроводов, традиционно применяемое при проектировании установки



Соотношение материалов трубопроводов, применяемое для турбоустановки по технологии ARABELLE



Рис. 4. Соотношение материалов систем турбоустановки

этим вызвано применение для ряда систем, которые в России традиционно выполнялись из углеродистых сталей (исходя из расчетного ресурса в 30 лет), материалов, способных эффективней противостоять эрозионно-коррозионному износу.

Для сравнения представлено процентное соотношение материалов систем турбоустановки проекта АЭС 2006 и Проекта ВВЭР ТОИ с турбоустановкой ARABELLE™:

Традиционный подход к проектированию турбоустановок в России предполагает расчетный срок эксплуатации 30 лет и применение углеродистых сталей для большей части технологических систем турбоустановки, при этом очевидно, что при подобном подходе увеличение расчетного ресурса эксплуатации достижимо исключительно за счет утолщения стенок трубопроводов для получения необходимого запаса по эрозионно-коррозионному износу.

Подход, основанный на опыте Альстом по проектированию турбоустановок на базе технологии ARABELLE™, для обеспечения гарантированного ресурса эксплуатации в 60 лет, предполагает более широкое использование сталей, способных эффективно противостоять

эрозионно-коррозионному износу, для чего становится необходимым: а) расширение диапазона систем, где применяются аустенитные коррозионностойкие стали; б) применение для ряда систем перлитных сталей с содержанием хрома более 0,4%.

Подобный подход позволяет избежать целого ряда негативных последствий традиционного подхода для обеспечения ресурса эксплуатации в 60 лет, а именно прямого увеличения толщины стенок трубопроводов из углеродистой стали, и как следствие, увеличения массы трубопроводов с дальнейшей необходимостью усиления опорно-подвесной системы и ухудшению самокомпенсации. Также стоит отметить дополнительную необходимость усиления строительной части для восприятия увеличенных нагрузок от трубопроводов.

Решения для вспомогательных систем турбины и турбогенератора

Наряду с вышеперечисленным к инновационным и конкурентным преимуществам проекта по технологии ARABELLE™ следует отнести комплексную оптимизацию решений

по проектированию вспомогательных систем турбины и турбогенератора.

Эта задача решалась по следующим направлениям:

- оптимизация проектных решений на стадиях Технического и рабочего проектов, направленная на интеграцию с решениями генпроектировщика машинного зала в единой информационной модели;
- оптимизация конструкторских решений по разработке РКД и обеспечению изготовления оборудования, направленная на обеспечение максимальной готовности системы к монтажу и пусконаладке.

При модульном исполнении рабочая конструкторская документация вспомогательных систем турбогенераторов имеет достаточно высокий коэффициент сложности, поэтому необходимым становится использование CAD/CAE систем твердотельного моделирования уровня Solid Edge при одновременной интеграции в управление жизненным циклом изделий Product Lifecycle Management (PLM) в качестве которой выбрана платформа Teamcenter.

Преимущества подобной связки CAD/CAE и PLM систем очевидны и позволяют существенно образом оптимизировать цикл разработки всего пакета РКД.

Заключение

В заключении следует отметить, что наряду с использованием преимуществ турбины ARABELLE™, таких как наивысшая эффективность и компактность конструкции, приоритетной задачей на протяжении всего проекта было достижение оптимального сочетания стоимости строительства и простоты техобслуживания.

Универсальные свойства и функциональные возможности турбоустановки ARABELLE™, а также решения по интеграции оборудования, реализуемые для обеспечения высокого уровня эксплуатационной готовности и надежности различных систем неядерной части АЭС делают данный проект уникальным и конкурентоспособным не только в России, но и на зарубежном энергетическом рынке.

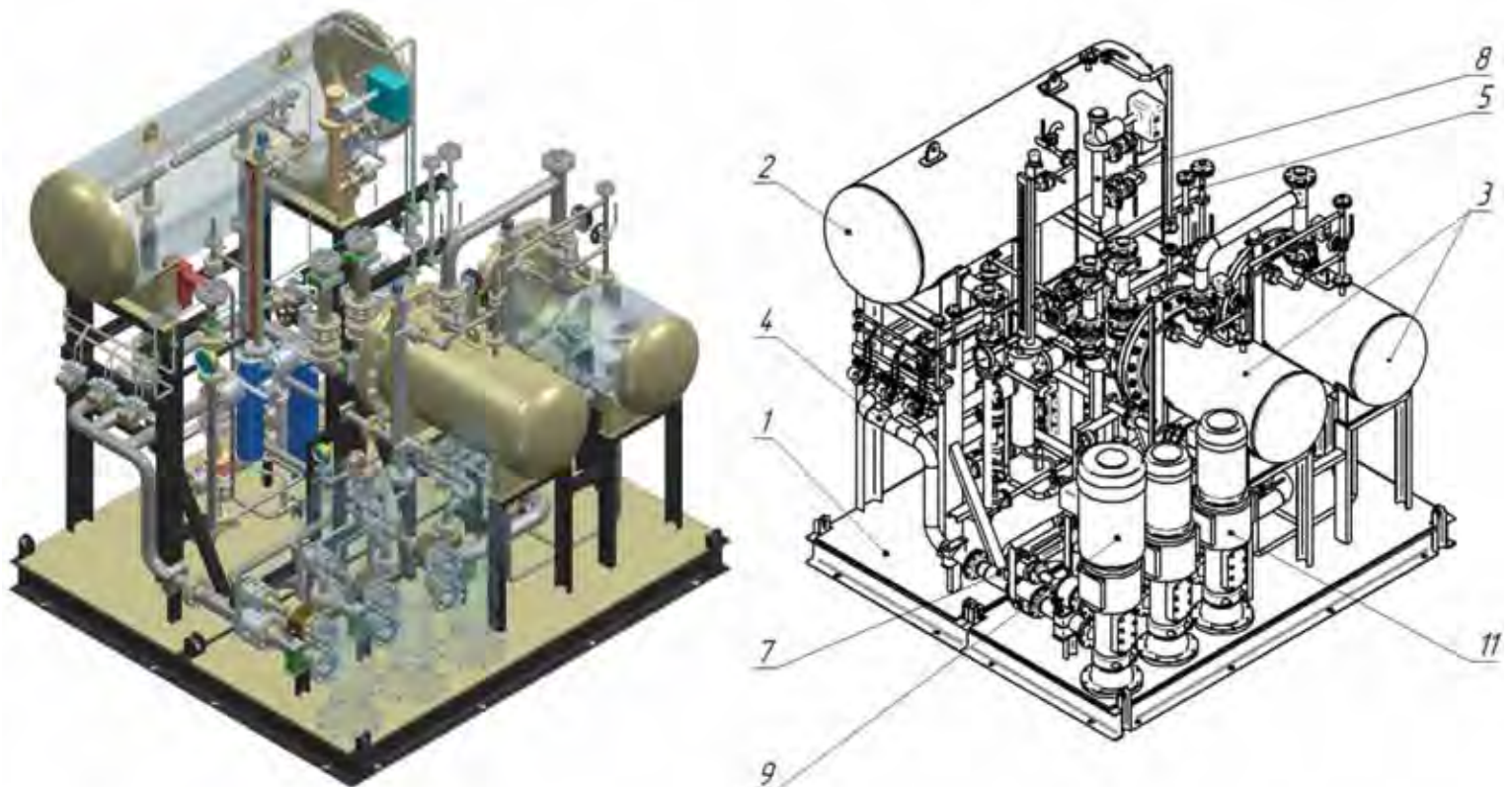


Рис. 5. Пример 3D модели и изометрического вида сборочного чертежа модуля вспомогательных систем турбоустановки

Локализация и импортозамещение – стратегия, приводящая к успеху



ООО «ГЕА МАШИМПЭКС»

105082, г. Москва, ул. Малая Почтовая, д. 12, строение 1

Телефон: (495) 234-95-03

Факс: (495) 234-95-04

E-mail: moo_info@gea.com

www.gea-hx.ru

Импортозамещение, наращивание экспорта и технологическое развитие – приоритетные задачи в государственной политике Российской Федерации. Многие государственные и частные компании прорабатывают возможности организации производства оборудования на территории России с максимальным использованием локальных комплектующих, однако, на пути решения этих задач, несмотря на вовлеченность в проблему государства, возникают существенные трудности:

- инвестиции в новое производство существуют, и по факту немногие предприятия способны реализовать проекты импортозамещения на свои деньги без привлечения государственных средств или дорогостоящих кредитов, которые увеличат себестоимость продукции. В первую очередь это касается тяжелого машиностроения, станко- и приборостроения, двигателестроения;
- недостаточно российских поставщиков комплектующих, соответствующих европейским и мировым стандартам качества;
- зарубежные партнеры неохотно передают российским компаниям технологии, необходимые для импортозамещения, а разработка собственных технологий требует серьезных инвестиций и времени;
- не хватает квалифицированных кадров, которые могли бы решать современные задачи, связанные с импортозамещением и технологическим развитием.

В связи с вышесказанным процесс импортозамещения идет не так быстро, как хотелось бы, но, тем не менее, на российском рынке присутствует ряд компаний, которым удается успешно и профессионально организовывать производство технологического оборудования в России, действуя в рамках стратегии локализации и импортозамещения. Одной из таких компаний является ООО «ГЕА Машинпэкс».

Компания «ГЕА Машинпэкс», основанная в 1995 году как российская инжиниринговая компания, сегодня является одним из признанных лидеров в производстве и поставке пластинчатых теплообменников. Производство компании «ГЕА Машинпэкс» в России сертифицировано по международным стандартам ГОСТ ISO 9001-2011 (ISO 9001:2008). На все производимое и поставляемое оборудование имеется полный комплект сертификатов. Компания обладает необходимыми лицензиями ФС ЭТАН на изготовление и конструирование оборудования для атомных станций.

Стратегия компании с момента образования была нацелена на максимальную локализацию как инжиниринговой, так и произ-



Рис. 1

водственной деятельности: в 1997 году было организовано лицензированное производство разборных пластинчатых теплообменников по технологии и с применением комплектующих немецкой компании GEA Escoflex GmbH, в 2010 году – производственный участок сварных теплообменников. Широкий типоразмерный ряд (рис. 1), который постоянно развивается и дополняется новыми моделями, позволяет компании «ГЕА Машинпэкс» предлагать разборные и сварные пластинчатые теплообменники для большинства сфер применения на атомных станциях, включая здание реактора, здание турбины, здание безопасности, во вспомогательном корпусе, в здании резервной дизельной электростанции системы аварийного электроснабжения и т. д. Они могут быть установлены, например, в качестве:

- охладителя пара расширителей дренажей;
- подогревателя сетевой воды;
- охладителя продувки парогенераторов на линии дренажа;
- доохладителя продувки парогенераторов;
- регенеративных теплообменников продувки парогенераторов;
- теплообменника аварийного впрыска низкого давления;
- теплообменника системы сжигания водорода;
- теплообменника системы очистки радиоактивного газа и т. д.

В феврале 2015 г. в рамках реализации стратегии локализации производства и импортозамещения состоялась открытие новой производственной базы компании «ГЕА Машинпэкс» по производству насосов для трансформаторного масла в подмосковном Солнечногорске. Сборка оборудования осуществляется по лицензии одного из мировых лидеров на рынке данного типа оборудования – немецкой компании GEA Renzmann & Grunewald. Насосы для трансформаторного масла (рис. 2) являются высокотехнологичным оборудованием, которое применяется в системах охлаждения силовых трансформаторов на энергетических объектах и системах охлаждения тяговых трансформаторов грузовых и пассажирских локомотивов на железных дорогах для перекачивания трансформаторного масла и иных диэлектрических жидкостей.

Уже сейчас продукция востребована на российском рынке: в настоящее время на новой производственной площадке осущест-



Рис. 2

вляется сборка первой партии насосов, предназначенных для новых локомотивов, которые приобретаются Российскими железными дорогами в рамках программы модернизации тягового подвижного состава.

Спектр оборудования, поставляемого «ГЕА Машинпэкс», в том числе и для атомных станций, не ограничивается только пластинчатыми теплообменниками и насосами для трансформаторного масла. Применение оборудования «ГЕА Машинпэкс» возможно во многих уникальных и важных для безопасности системах АЭС (2, 3 класс безопасности по НП-001-97 (ПНАЭ Г-01-011-97), представленных ниже:

- аппараты воздушного охлаждения дизель-генераторных установок;
- фильтры дизельного топлива дизель-генераторных установок;
- градирни вентиляторные системы промконтура ответственных потребителей;
- градирни сухие с естественной или принудительной тягой;
- комбинированные системы воздушного охлаждения (сухое + мокрое);
- водяные фильтры с автоматической очисткой.

Компания «ГЕА Машинпэкс» – профессионал в области теплообмена, обеспечивающий заказчикам инновационные высокоэффективные решения задач теплообмена в различных технологических процессах с применением современного теплообменного оборудования. Высокая надежность оборудования и отличное качество оказываемых услуг – это приоритеты работы компании.

Следуя стратегии локализации, «ГЕА Машинпэкс» продолжает развитие производства новых типов теплообменного оборудования в России, обеспечивая закупку комплектующих и материалов у отечественных поставщиков, что создаст дополнительные рабочие места и позволит внедрять современные мировые технологии и практики производства на отечественных предприятиях. При этом в выгодной позиции останутся потребители оборудования, то есть, атомные станции, поскольку в конечном итоге они будут закупать российское оборудование с высоким европейским качеством.

П.В. ДМИТРИЕВ, руководитель направления «Атомная энергетика» ООО «ГЕА Машинпэкс»

А.А. ХОМБАК, менеджер проекта направления «Атомная энергетика» ООО «ГЕА Машинпэкс»

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 энергетике. 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 применялась 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 энергетике.

В 2008 году на смену старому советскому поколению органосиликатных композиций для атомной энергетике 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® А501 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® А-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® А501 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® А501 практически обладает необходимой термической и радиационной стойкостью в аварийных ситуациях. Для повышения водостойкости покрытия Армокот® А501 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® А501 образуется мелкодисперсный шлам, не препятствующий работе насосов.

Армокот® А501 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® А501 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 энергетике.

Application of Armocot® А501 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, Izhorsky 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® А501 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® А501 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® А501 is produced in various colors.

Armocot® А501 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® А501 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® А501 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® А501 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® А501 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® А501 has the necessary heat and radiation resistance in emergency situations. To increase its water-resistance Armocot® А501 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 result in dangerous radiation. When Armocot® А501 coating is destructed, fine-dispersed sludge is formed that does not hinder the pumps operation.

Armocot® А501 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® А501 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.



Увидеть, что земля круглая, можно только в море

В прошлом номере журнала мы опубликовали материалы, приуроченные к 55-летию отечественного атомного флота и освоению арктических пространств. Но Арктика – это не только многометровые льды, белые медведи и могучие атомные ледоколы. Это прежде всего люди – особого рода, особой закалки. Один из них – легендарный ледокольный капитан Александр Баринов. Его дневниковые записи уже знакомы слушателям «Атом Радио», а нам показалось интересным познакомить поближе своих читателей с человеком особой атомной профессии.

Рассказывает Александр Николаевич Баринов, ныне – капитан легендарного ледокола «Ленин», до этого 28 лет проработавший на ледоколе «Арктика», где и стал капитаном, затем три года – на ледоколе «Россия», тоже капитаном.

Хозяин Арктики

«В детстве часто задают вопрос: «Кем ты будешь, когда вырастешь?» Я, как и все, на такие стандартные вопросы отвечал стандартно. В моё время модно было становиться космонавтами, потому что Юрий Алексеевич Гагарин полетел в космос. Спустя какое-то время очень удивил родителей и всех родственников своей мечтой стать таксистом. Потом попал в судомодельный кружок и как-то запал: три года отходил, сделал две модели. Вот как-то это немножко сработало, потом, может быть, мальчишеские мечты везде побывать, посмотреть мир... Закончил Ленинградское высшее инженерное морское училище имени адмирала Макарова по специальности инженер-судоводитель и написал заявление на атомный ледокол.

Я очень не хотел попасть в экипаж «Арктики». Ледокол только что пришёл с Северного полюса. Практически все члены экипажа были награждены орденами и медалями, а капитану,



главному механику и старшему мастеру ППУ присвоено звание Героев Соцтруда, по нынешним меркам это очень круто. И вливаться в героический экипаж молодому моряку было страшновато. Хотелось чего-нибудь попроще. Но судьба распорядилась так, что всё же попал на «Арктику». Оказалось, там очень хороший экипаж, и намёка не было на звёздную болезнь. Люди хоть и носили ордена, но какими были, такими и остались. Вообще, я звёзды-то признаю только на небе и на груди. Остальные «звёзды» для меня не существуют.

В первую навигацию, когда впервые вышли в море, Арктика просто очаровала! Настолько интересный уголок нашей планеты, причем интересный своей недоступностью. Между прочим, открытие архипелагов и все

последние географические открытия, как ни странно, сделаны именно в Арктике. Огромные территории, большие острова, сравнимые в территориальном измерении с европейскими государствами, были открыты в начале XX века. Есть даже острова, открытые Челюскиным в 30-е годы. Тогда ведь не было спутников, авиация только начинала развиваться, и в Арктику ходили только суда, они и открывали новые земли. Абсолютно недоступный район был! Да, в общем-то, и сейчас он такой, туда только на атомоходе или самолетом можно попасть, увидеть эти красивейшие места. Как говорят моряки: «Увидеть, что земля круглая, можно только в море».

«Арктика» – пожалуй, самое красивое и точное название для судна, предназначенного для работы в арктических широтах. Гордое и доброе. А его ведь меняли! (С 1982 года до 1986 года ледокол носил имя «Леонид Брежнев» – **Ред.**). Когда ледоколу вернули первоначальное имя, был конец сентября. Палубную команду не надо было заставлять, сразу развесили забортные беседки. Устаревшее название успели закрасить, а новое на одном борту мороз не дал до конца вывести. В море Лаптевых дело было, лето уже закончилось. Так и пришли в порт. На правом борту красовались только две буквы: АР. Кто-то шутил: «Новый ледокол «АР» пришёл». Но все были счастливы. Никогда не переименовывайте пароходы! Они ведь не просят.

Или вот говорят: человек – хозяин Арктики. Человек в Арктике – это не то чтобы инородное существо, это пришелец. Он там осуществляет свою трудовую деятельность: изучает что-то, или добывает. Хозяином его назвать нельзя. Арктика – это Арктика. Там ветер дунул, и ты становишься песчинкой, которую может сдуть с палубы. Когда ты на ледоколе, в тепле и уюте – чувствуешь себя комфортно. Стоит только сойти по трапу с ледокола – всё, ты уже находишься один на льду, и это совсем другое





ощущение. Какой ты хозяин? Побыстрее бы до корабля добраться! Но есть люди, которые многие месяцы и даже годы посвятили работе в Арктике. Они там и пешком ходили, и на лыжах пытались достичь Северного Полюса. Это определённый тип людей, которые могут жить в таких условиях, и то их хозяевами Арктики нельзя назвать. Они просто часть того мира».

Мой ледокол

«Ледокол у нас по-доброму называют «железо». Он же железный. В каждом ледоколе по-своему работают механизмы, запахи свои. Ты приходишь на другой ледокол – сразу себя по-другому ощущаешь. Надо привыкнуть. Конечно, когда всё работает, крутится – создаётся впечатление живого организма, который дышит, даёт электричество, тепло, кормит тебя, возит. Можно ли любить «железо»? Конечно, можно. Когда душа прикипела, когда знаешь и чувствуешь его от киля до клотика, когда его вмятина – твоя боль, когда лучшие годы отданы ему, когда удачи и проколы пополам, когда обязан ему тем, кем стал, и «оно» к тебе с тем же. Корабль – «железо». Но только свой в доску может так к нему обращаться.

На любом судне судовое время пытаются держать по местному времени. Мы раньше тоже переводили стрелки часов. Уходишь работать в восточный сектор Арктики, значит, на 9 часов – на певекское время – переводишь стрелки. В последние, наверное, лет десять перестали переводить. Очень утомительный процесс и зачастую, если уходим в восточный сектор ненадолго, допустим, провести одно-два судна и вернуться, мы стрелки не переводим. Живём по московскому времени. Правда, получается так, что солнце встаёт – мы ложимся спать, солнце заходит – мы встаём, у нас рабочий день. Перевертыш такой. Но если это ненадолго, организм не успевает этого понять.

У ледокольников есть пословица, может быть, не очень морская, но очень к нам подходящая: «Коль три версты околицей, то пять их напрямки». Смысл такой, что иногда лучше побольше расстояние пройти, но обойти препятствие, чем ломиться через тяжёлые участки льда. Быстрее получится. Мне очень нравится эта пословица, ведь задача судоводителя на мостике – найти наиболее простой, лёгкий и быстрый путь. Пройти из точки А в точку В за минимальное время с максимальной скоростью, ну и чтобы было безопасно, разумеется. Ледовую обстановку не всегда можно предвидеть, неожиданности часто встречаются, и приходится выбирать путь. Практически все четыре часа на вахте человек, управляющий ледоколом, не отрывается от бинокля, если хорошая видимость, или от радара, если видимость плохая. Правильность выбора зависит от опыта, но даже опытный судоводитель не застрахован от того, чтобы в какой-нибудь торос ни заехать. У молодых это, конечно, чаще встречается. Но пока сам не почувствуешь, пока не наломаешь дров, не станешь настоящим профессионалом.

Когда я был молодым моряком, наш капитан как-то вышел на палубу, осмотрелся и буркнул: «Сила есть – ума не надо». Мол, ледокол мощный, сила есть, выбрать дорогу не обязательно. Но зачастую даже ледоколу не хватает силы, и выбирать всё равно приходится. В таких ситуациях, пожалуй, не ума недостает, а именно опыта. Опыта, опыта и опыта! Ну что, казалось бы: смотри в бинокль, выбирай дорогу. Но нет, надо научиться чувствовать, где ледокол пройдёт, а где не сумеет. Зачастую упрёшься о льдину и чувствуешь: здесь он пройдёт. Корабль уже почти остановился, но он идёт, идёт, подламывает немножко, трещинка появилась, и понемножку расходится лед, расходится. Ледокол не останавливается, медленно-медленно, уже по сантиметрам двигается, но проходит. А иногда – нет. Через много лет работы я начал не то чтобы понимать, а чувствовать, сам для себя решать, пройдёт или нет. Со временем это приходит, если человек хочет, если ему нравится его работа».

Живая Арктика

«Белых медведей в Арктике много встречается. Мы даже иногда забирали медвежат на корабль – они вырастали, становились опасными для человека, и мы отдавали их в зоопарк. Киты встречаются, моржи. Тюленей очень много, особенно в Белом море. Однажды мы летом возвращались в Мурманск, и на ледокол сели девять полярных сов. Видимо, решили отдохнуть. Из них несколько штук так и не улетели, и мы их в Мурманск привезли. Но самое экзотическое животное – это муха. Их на ледоколе не бьют. Если завелась муха – она с тобой всю навигацию так и ходит. Там же, в Арктике, насекомых нет.

Историй всяких о встречах с арктическими обитателями – полно. Такая, например: мы стояли у Новой Земли в ожидании каравана, вокруг нас собрались десятки медведей. И одна из дневальных пошла вытряхивать мешок от пылесоса и уронила его. Жалко – без мешочка пылесос не пылесос. Боцман говорит: «Я достану». Ну ладно, трап спустили, и боцман полез. Семь метров всего-то спуститься. Но медведь учуял его. Он так посмотрел! – боцман до половины долез, и медведь пошёл в его сторону. Боцман быстренько назад. Не успел бы поднять мешок. Даже попыток больше не устраивали, потому что опасно. Тогда же, кстати, я впервые увидел, как в арктических условиях спят медведи. Как люди. Медведица ложится, а медвежата к ней подмышку комочком. Метель метёт, их заметает, а им до лампочки, они спят спокойно. Семейная идиллия такая.

Или вот в 2006 году у Новой Земли одна экспедиция искала место стоянки Баренца – и нашла его. Высадились туда на небольшом катерке – они его ботиком называли. Поставили палатки, но ночевать решили на



своем ботике. Утром проснулись – палатки разорваны. Медведи пришли. Потом их ботик на берег волнами вынесло, и они из-за ветра не смогли от берега отойти. У них собака была, ружья с собой. Но медведь – он хоть и боится звука выстрела, но далеко не уходит, его все необычное привлекает, это любознательное существо. И вот эту экспедицию пришлось спасать. Два атомхода туда пришли и своими катерами их отаскивали. Особой опасности для жизни не было, но около десятка медведей рядом с ними все же прогуливались. А когда мы этих ребят сняли, пришла Новоземельская бора. Это ветер, дующий с горного побережья в море с огромной силой. Бывает, бора суда отрывает от якорей и уносит. Наши анемометры, рассчитанные на 30 м/сек., зашкаливали. Я даже не выпускал на палубу матросов измерить ветер, потому что туда невозможно было выйти. И сам ледокол один якорь не удерживал – два якоря пришлось стравливать. Так что эту экспедицию, не забирая мы их, там бы, наверное, сдуло. В таких случаях надо ложиться в снег, прятаться, закапываться...»

Не Ленин!

«На ледоколе «Ленин» служил капитан Зигфрид Адольфович Вибах. Очень интересный человек, и с ним забавная история приключилась. Обычно, когда разговор в караване идёт, не говорят, допустим: «Атомный ледокол «Ленин» или «Атомный ледокол «Арктика». Просто называют: «Арктика», «Сибирь», «Ленин». И вот однажды, сопровождая караван судов, Вибах передаёт позывные: «Я – «Ленин»! Я – «Ленин»! И вдруг кто-то из штурманов уставшим голосом ему отвечает: «Какой ты Ленин? Ты Вибах! Я тебя узнал».

Говорят, даже у белых медведей приступ хохота случился».

Арктические чудеса

«Все чудеса, загадки – от незнания. Когда поймешь причину очередного чуда, от него и следа не останется. Расскажу историю. Я был молодым еще штурманом. Смотрю как-то на судовые часы и вижу, что секундная стрелка идет в обратном направлении. То есть, не по часовой стрелке, как это должно быть, а – против. Поморгал. Думаю, показалось. Нет, стрелка упрямо движется не в ту сторону. Мысли, конечно, замельтешили разные, в том числе и о пошедшем вспять времени. Осталось только засесть координаты, на какой широте да долготе это все происходит. А стрелка взяла и упала совсем, отвалилась от циферблата. Просто крепление от вибрации судна ослабло, и она потихоньку, с каждым толчком часового механизма падала в сторону, куда ей было по всем законам гравитации удобнее падать. А потом крепление совсем отошло, стрелка и оторвалась. Когда я её на место прикреплял, забыл уже о всяком чуде».

Записала Ирина АЗАРИНА

Only Offshore it is Possible to Make Sure that the Earth is Round

In the previous issue of the «Atomic project» we published articles dedicated to the 55th anniversary of Russia's nuclear fleet and development of the Arctic region. But the Arctic regions is not about only thick ice, sea-bears and powerful icebreakers. It is, first and foremost, about people of strong character. Alexander Barinov, a legendary icebreaker captain, is one of them. We introduce to you a man of special atomic profession.

Alexander Barinov, the captain of «Lenin» icebreaker now, has served on «Arktika» icebreaker for 28 years. He became the captain there, and later served as the captain on «Rossiya» icebreaker.

Master of the Arctic Region

«I did not want to become a member of the «Arktika» crew. The icebreaker had just returned from the Arctic Pole. Almost all crew members were rewarded with orders and medals, the captain, the head engineer and the senior foreman of the steam generating plant were bestowed the title of the Hero of Social Labor. In our perception it was a great honor. And joining such a heroic crew was a very uncomfortable thing. I wanted something that was less responsible. But by some quirk of fate I found myself on «Arktika». The crew turned out to be very good, and it did not suffer from star fever.

During the first navigation, after we had put to sea, the Arctic region fascinated me. It is a very interesting region of the globe. It is interesting mainly for its inaccessibility. Incidentally, it was in the Arctic region where the recent geographical discoveries were made. Vast regions, large islands equal to European countries in terms of the territory were discovered in the early 20th century. Some islands were discovered by Chelyuskin in the 1930s. Satellites were non-existent that time, aviation was only developing, and only ships navigated to the Arctic region and discovered new lands there. The region was absolutely inaccessible! It is still the same, it can be approached only by an icebreaker or a plane. As I use to say, «only offshore it is possible to make sure that the Earth is round».

«Arktika» («Arctic») seems to be the best and most beautiful name for the vessel that is designed to float in the Arctic latitudes. It is a proud and kind name. Yet, the vessel was renamed once (from 1982 till 1986 it had the name of «Leonid Brezhnev». – Editor's note). It was at the end of September when the icebreaker got its initial name. It was not necessary to strongarm the deck crew to paint out the obsolete name on the board. Boatswain's chairs were hanged immediately, but because of the frost we did not manage to paint the new name on one board. We were in the Laptev sea, and the summer was over. Thus, we came to the port with only two letters AR on the right board. Somebody made a joke: «A new AR icebreaker came». But everybody was happy. Never rename ships! They do not ask for this.

They say that a man is the master of the Arctic region. But a man is almost a foreign body

in the region, he is a newcomer. He works there: investigates something or extracts something. He can hardly be called the master. When the wind blows in the Arctic region you become a grain of sand that can be blown off the deck. When you are in the cozy warmth of the icebreaker you feel comfortable. But when you step ashore, you find yourself alone on the ice, and feel differently. Are you the master? Hardly so. You only think of getting back to the vessel as soon as possible. Yet, there are people who have spent months and years in the Arctic region. They have walked on foot and on skis to get to the Northern Pole. They are a special type, they can live in such harsh Arctic environment, but they cannot be called masters of the Arctic region. They are simply a part of that world».

My Icebreaker

«They call an icebreaker an «iron» in the nuclear fleet. Mechanisms operate differently on different icebreakers, the vessels smell differently. When you come to another icebreaker you feel differently, and one should get used to it. Certainly, when all the wheels are screwing and spinning, the vessel is like a living organism which that is heating, feeding and transporting you. Can you love the «iron»? Yes, of course. You have your heart chained to the vessel, you know it and feel it, you feel painfully every bruise on its body. You have given a part of your life to it and you must be grateful to it for what you are now. Yes, the icebreaker is the «iron», but only a close friend has the right to call it this name.

On any vessel they try to fix the board time according to the local time. In the past we reversed the points too. When we sailed to the eastern sector of the Arctic region, we reversed the points 9 hours. But we stopped doing it in recent ten years. It is a tedious process, and when we go to the eastern sector for a short period of time we never reverse the points, and live by Moscow time. But when the sun is rising we go to bed, at sunset we start working. If the trip is short the organism is not seriously affected.

Sometimes it is more reasonable to cover a longer distance in order to by-pass an obstacle. It would be quicker too. The navigator's main task is to find the simplest route, i.e. to come from point A to point B fast and safe. The ice situation is not always predictable, there can be surprises, and the captain has to choose the best way. For four hours on the watch the man navigating the vessel looks through binoculars if the visibility is good, or uses the radar when it is bad. The choice of the route is dependent on the navigator's experience, but even an experienced navigator can come across a haycock. Of course, it happens to younger navigators more frequently. But unless you make a lot of blunders you would never become a real professional».

Living Arctic Region

«I know a lot of stories about Arctic dwellers. Here's one of them. We were staying at Novaya Zemlya waiting for a convoy, and a dozen of bears had gathered around us. A keeper wanted to emp-

ty a vacuum cleaner dust collector and dropped it over the side. Sure, a vacuum cleaner is no good without the dust collector. The boatsman decided to fetch it. We got out the side ladder, but the boatsman got down only halfway because the bear smelled him out, stared at him with threat and walked his way. The boatsman was quick to return. So we did not try it again as it was too dangerous. That time I saw for the first time how sea bears sleep. The she-bear lies down, and bear cubs cling under her armpits. It is snowing, and though they are covered by snow they sleep calmly. It is a kind of a family idyll.


An expedition was looking for Willem Barentsz's staging post near Novaya Zemlya – and found it in 2006. They landed from a boat, installed tents, but decided to spend the night on the boat. In the morning the expedition members found out that the tents had been torn: sea bears had come. Then the boat was washed ashore, and because of the wind they could not clear the land. They had a dog and rifles. But, though sea bears are afraid of gun shots, they never go far away. They are attracted by everything that is strange, they are very curious. We had to rescue the expedition: two nuclear icebreakers with their motor boats pulled them afloat. There was not any danger, but still a dozen of sea bears were walking around».

Arctic Miracles

«All miracles and puzzles are products of ignorance. When one understands the reason for a miracle, the miracle vanishes. Just another story. I was a young navigation officer that time. Once I looked at the ship's clock and noticed that the second hand turns counterclockwise. I thought I got mistaken. But still the second hand was stubbornly turning counterclockwise. I thought many things, including that the clock turned back. The only thing I had to do was to fix the latitude and longitude of the point where it happened. Meanwhile the second hand dropped from the clock-face. It turned out that the hand's fixture had got loose due to the ship's vibration and the second hand was turning aside under the influence of gravitation. Finally it dropped. When I was fixing it to the clock-face I did not think of any miracle».

Irina AZARINA

свежие выпуски по **Вторникам, четвергам и пятницам**



Какой новый рынок покоряет РОСАТОМ?
Кто хозяин в Арктике?
Что помогает Курской АЭС поднять необъятное?

Почему в борьбе с коррупцией
РОСАТОМ не терпит формализма?

Откуда на Луне ядерное топливо?

Зачем нужны корпорации внутри госкорпораций?

Эти и другие темы в радиопрограмме «Страна Росатом»

facebook.com/radioatom

vk.com/atomradio

atomradio.podfm.ru

Концепция управления инновационными проектами

В.В. КУЗЬМИН,
ОАО «НИПОМ»

Целью данной работы является аналитический обзор наиболее распространенных систем управления проектами и консолидация опыта управления проектами компании ОАО «НИПОМ», реализующей комплексные проекты в области электроснабжения и автоматизации для ключевых предприятий российской промышленности (Газпром, Роснефть, Транснефть, Росатом, Россети и др.).

В настоящее время мировая экономика переживает не лучшие времена и, как следствие, кризисные и посткризисные явления накладывают свой отпечаток на состояние экономик отдельных взятых стран, в том числе и России. Согласно статистике (Рис. 1), с 2013 года в мировой экономике наметился рост, но он значительно отстает от лучших показателей (2007 и 2010 гг.), этим и объясняется ужесточение на рынках конкурентной борьбы. Шанс занять свое место в экономической нише имеется только у наиболее эффективных предприятий. Эффективности же можно достичь двумя способами:

1. Предложение минимальной цены, что по законам экономики достижимо при максимальных объемах производства; данному направлению характерна высокая вероятность рисков в нашем изменчивом мире, так как требует привлечения максимального количества ресурсов, при этом необходимо обеспечить максимальную технологическую гибкость про-



изводственной системы, реагирующую на изменения рыночной среды.

2. Инновационное развитие, в основе своей предусматривающее наличие научной школы и высокотехнологичных производств, но при

этом нетребовательное к количеству ресурсов. Думаю, данное направление более предпочтительно для российских компаний в ближайшей перспективе.

Особую значимость приобретают слова профессоров Стокгольмской высшей школы экономики К. Нордстрем и Й. Риддерстрал: «В условиях дикой рыночной экономики, господствующей в наши дни, становится все труднее сделать собственный бизнес непохожим на другие. Если задуматься, большая часть того, что вы производите, может быть приобретена у каких-нибудь других производителей, и для того, чтобы их найти, достаточно просто воспользоваться телефонным справочником «Желтые страницы» или поисковой системой в Интернете. Если у вас есть уникальная идея, не пройдет и двух недель, как конкуренты стянут ее. Когда три миллиарда человек пытаются построить общество, подобное вашему, конкурентная борьба быстро достигает точки кипения, но даже не надейтесь, что огонь будет убавлен».

Надо просто сделать что-то новое, что-нибудь, чего мир еще не видел. Придумайте что-нибудь, что сделает вас на секунду уни-

кальным и даст вам уникальное конкурентное преимущество.

Но, должны вас предупредить, уникальность ваша и достигнута должна быть уникальным путем...»²

Наиболее распространенным способом достижения уникального конкурентного преимущества уникальным путем является Проектный менеджмент, вероятно, по этой причине международный стандарт по управлению проектами ISO 21500:2012 был утвержден единогласно Россией, США и Евросоюзом. «Проекты реализуются временными командами, не повторяются и создают уникальные результаты»³ – данное определение подчеркивает уникальность результатов и способов их достижения.

В Азии и США достаточно широкое распространение получил в плане реализации инновационных проектов такой инструмент бережливого производства как метод Хосин Канри (Hoshin Kanri): «это и метод стратегического планирования, и инструмент управления проектами, и система управления качеством»⁴.

Для более детального анализа предлагаю рассмотреть обе концепции в отдельности.

В Стандарте по управлению проектами ISO 21500:2012 доминирует функциональный подход (Рис. 2) с регламентацией взаимодействия внутри команды и с поставщиками, подробным описанием предпринимаемых действий и анализа рисков, все охвачено жестким планированием сроков и бюджета проекта с отвлечением от операционной деятельности участников проекта. «Организация функционирует с целью достижения конкретных целей. В целом вся деятельность организации может быть разделена на проектную и операционную. Операционная деятельность отличается от проектной в первую очередь тем, что она осуществляется относительно постоянными командами на протяжении повторяющихся процессов и нацелена на поддержание жизнеспособности организации»². Система управления проектами ISO 21500:2012 дает ряд неоспоримых преимуществ, таких как разграничение ответственности между участниками проекта, четкое понимание последовательности и сроков предпринимаемых действий, контролируемость и, как следствие, прозрачность процесса.

Но данный подход имеет и ряд недостатков: делая акцент на инновациях в продукте проекта, он не уделяет должного внимания улучшению процесса в ходе реализации проекта; наличие корректировочных и согласовательных петель; высокая вероятность несогласованности действий, так как вся деятельность заикливается на одном человеке – менеджере проекта; сравнительно низкая производительность; довольно низкий уровень инициативы; задержка информации о ходе реализации проекта; повышенная нагрузка на персонал, не задействованный в проекте, так как операционные обязанности участников проекта перекладываются на данных сотрудников. Следует отметить, что в крупных проектах для реализации функции детального планирования возникает необходимость в соответствующем программном обеспечении, что оказывает негативное влияние на стоимость проекта (но при этом делает проект

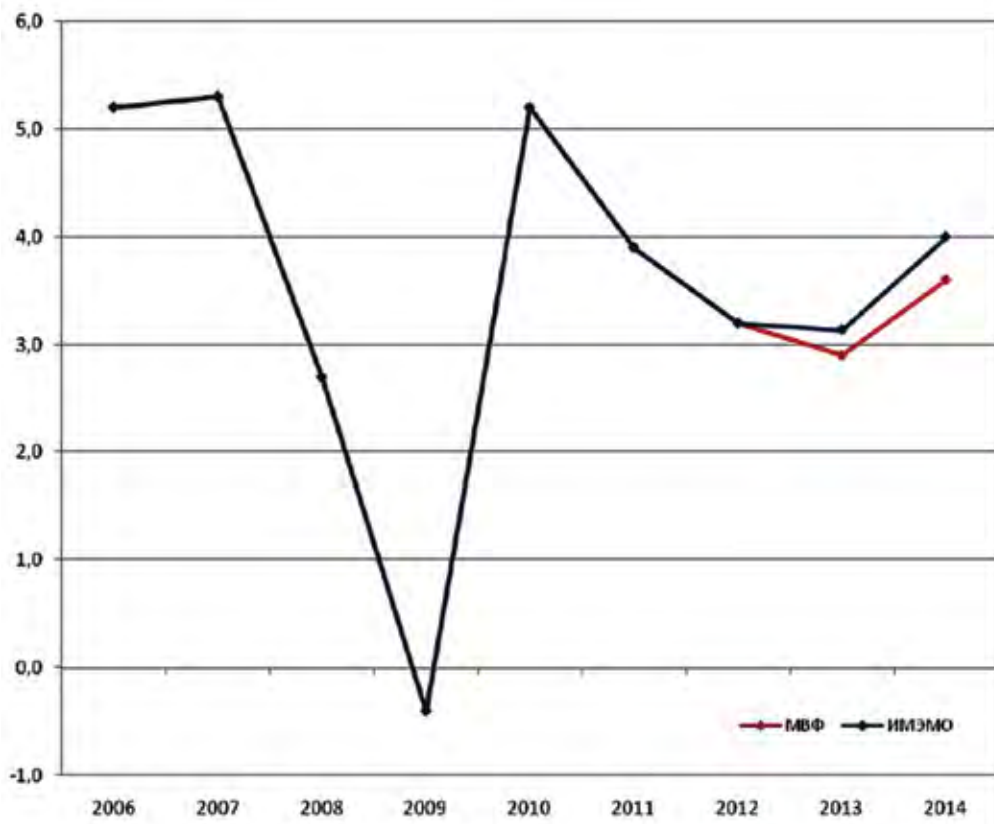


Рис. 1. Темпы прироста мировой экономики, прогноз МВФ и ИМЭМО, %¹

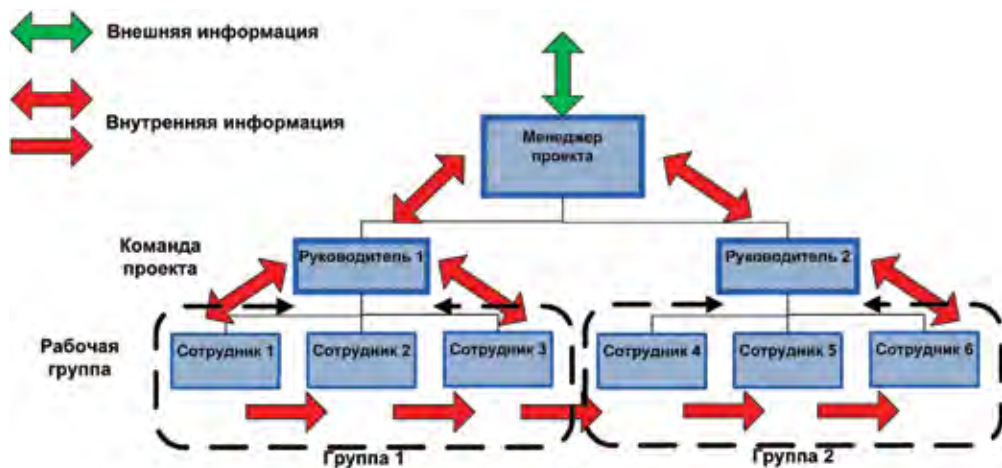


Рис. 2. Система управления проектами ISO 21500:2012

более «прозрачным»), причем, прослеживается прямая зависимость: чем сложнее проект, тем дороже программное обеспечение.

В альтернативной системе Хосин Канри преобладает процессный подход, (Рис. 3), ориентированный на инициативу персонала, максимальную стандартизацию операционной деятельности и вовлеченность в деятельность по улучшению процессов. Важным фактором в данной системе является вовлечение поставщиков в общий поток проекта, а не стандартизация взаимоотношений с ними. Данный подход имеет свои преимущества: со стороны руководства больший акцент делается на внимание к проекту, чем к контролю; ориентируясь на инициативу «снизу», за счет стандартизации операционной деятельности достигается более высокая производительность; меньше нагрузка на руководство и персонал, не занятый в проекте; визуальное планирование не требует затрат на программное обеспечение, и все из-

менения хода реализации проекта отражаются в режиме реального времени на уровне группы в виде визуализированных планов; допустима гибкость процесса внутри проекта; поставщики адаптированы под требования компании.

Но преимущества влекут за собой и недостатки: ослабление контроля приводит к потере оперативности принятия решения руководством в случае отклонений; возникают трудности с мотивированием персонала на вовлеченность в улучшение процесса, так как данная функция больше опирается на сознательность, чем на должностные обязанности; больше ориентированность на уникальность процесса, чем на исключительность продукта проекта.

Исходя из менталитета сотрудников, возможностей и рисков, каждый руководитель может выбрать на основе своих предпочтений и условий функционирования компании любую технологию для реализации проектов – Си-



Рис. 3. Схема Хосин Канри

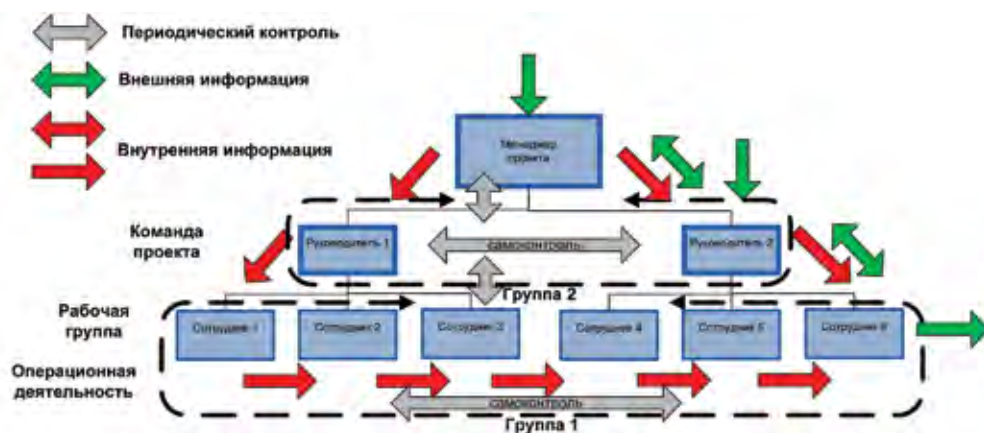


Рис. 4. Система управления проектами ОАО «НИПОМ»

стему управления проектами ISO 21500:2012 или Хосин Канри, но в результате компания, получив уникальный продукт, не достигнет его уникальным путем, а следовательно, конкурентное преимущество будет недолгим или сомнительным. Но выход существует, и заключается он в эклектике лучших качеств обеих систем управления проектами с минимизацией отрицательных особенностей.

Рассмотрим пример комбинированного подхода: концепцию проектного управления, базирующуюся на совмещении двух систем – Системы управления проектами ISO 21500:2012 и Хосин Канри (Рис. 4), разработанную в ОАО «НИПОМ».

К положительным факторам данной системы можно отнести такие функции, как низкая ресурсоемкость планирования за счет совмещения системы планирования верхнего уровня по вехам на базе программного обеспечения и оперативного планирования на базе визуального планирования; гибкость системы, так как в системе отражаются изменения в течение одного рабочего дня от оперативных планов до плана верхнего уровня; визуализация потерь в процессе, над которыми можно работать в плане минимизации; разумная контролируемость процесса, основывающаяся на реагировании на отклонения, но при этом не сковывающая инициативу «снизу»; предсказуемость; достаточно высокая производительность и, что важно, участие в проектах не исключает стандартизованную операционную деятельность. Следует отметить, что работа с поставщиками ведется скорее на основе вовлечения поставщиков в процесс реализации проектов, чем в виде инспекционных проверок.

Было бы искажением истины не упомянуть о недостатках, которые присутствуют в данной концепции: трудности с мотивацией персонала на улучшения процесса (но при соответствующей системе вознаграждения снижается степень воздействия данного фактора), наличие корректирующих и согласующих петель (но они оптимизированы в рамках компетенций персонала и сведены к минимуму).

Концепция управления проектами ОАО «НИПОМ» не является абсолютной и совершенной, ее можно подвергать обсуждению и сомнениям, но то, что она уникальна и работает, подтверждено жизнью и деятельностью компании в течение последних двух лет. Свидетельством ее эффективности служит то, что на предприятии одновременно реализуется 27 инновационных проектов, один из которых одобрен правительством Нижегородской области; компания в 2013 году стала победителем всероссийского конкурса «100 лучших товаров России» и заняла третье место во всероссийском рейтинге «Производственные системы 2013» в номинации «Лучшая система организации рабочих мест 5S».

Литература:

1. РОССИЯ И МИР: 2014. Экономика и внешняя политика/ Ежегодный прогноз – ИМЭМО РАН МОСКВА, 2013.
2. К. Нордстрем и Й. Риддерстрал. Бизнес в стиле фанк. Капитал пляшет под дудку таланта – Translation Copyright © Стокгольмская школа экономики в Санкт-Петербурге, 2002.
3. Международный стандарт по управлению проектами ISO 21500:2012.
4. Т. Джексон Хосин Канри: Как заставить стратегию работать – Институт комплексных стратегических исследований Москва, 2008.

Управление проектами строительства промышленных предприятий. Этап ввода в эксплуатацию

А.Н. ЧЕРЕПАНОВ,
Московская высшая школа
инжиниринга

Основная цель статьи – предложить основу практического и всестороннего подхода к тому, что необходимо сделать, чтобы превратить смонтированные трубопроводы, резервуары, реакторы, клапаны, контрольно-измерительные приборы, кабели, системы управления, насосы, вентиляторы, компрессоры в работающий производственный объект.

Ввод в эксплуатацию в ряду дисциплин управления проектами часто представляется чем-то вроде черной магии. Если подготовка к вводу в эксплуатацию нового завода, цеха, установки отсутствует или осуществляется без проведения предварительного исследования, не спланирована должным образом, то и пуск будет таким же. Необходима система управления процессом ввода в эксплуатацию.

Наука о вводе в эксплуатацию в настоящее время недостаточно разработана. Никакие высшие учебные заведения не готовят специалистов по вводу в эксплуатацию химических и других перерабатывающих заводов. На рынке труда вы найдёте инженеров различных специализаций: технологов, механиков, электриков, по системам управления, а также менеджеров с опытом эксплуатации. Эксперты по вводу в эксплуатацию – специалисты, которых практически невозможно найти. К сожалению, из-за беспрецедентного упадка промышленности в нашей стране был практически утрачен опыт ввода заводов в эксплуатацию. Современный подъём перерабатывающих отраслей, строительство новых заводов, цехов, установок требует понимания процесса их ввода в эксплуатацию, а также подготовки кадров.

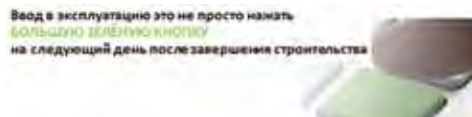
Ввод завода в эксплуатацию является критическим фактором успеха проекта в целом [1, 2].

Ввод в эксплуатацию – это использование систематической и профессиональной методологии, чтобы преобразовать недавно построенный перерабатывающий завод в полностью функционирующее безопасное, эффективное и рентабельное производство, соответствующее идеалу «правильно с первого раза». Ввод в эксплуатацию – это ряд проверок и преодоление препятствий, которые подтвердят, что недавно построенный промышленный объект соответствует всем техническим и иным проектным параметрам и может начать производить продукцию. Эти проверки производятся на всех стадиях реализации проекта, а не только сразу после того, как строительство завершено.

Что такое ввод в эксплуатацию?

Необходимо определить, что подразумевается по термину «ввод в эксплуатацию»:

1. Предварительные мероприятия по вводу в эксплуатацию, действия, выполненные во время строительства, которые позволяют заводу перейти в главную фазу ввода в экс-



плуатацию. Диапазон предварительных мероприятий по вводу в эксплуатацию включает в себя: контроль за ходом монтажа всего оборудования завода, загрузку насадки и катализатора, чистку трубопроводов и смонтированного оборудования, приемочные испытания у поставщиков оборудования, проверку наличия инструмента, электрические испытания.

2. При вводе в эксплуатацию все системы и оборудование должны быть в предпусковом состоянии и готовы к пуску. Энергообеспечение, инструментальный сжатый воздух, охлаждающая вода и вода общего назначения должны находиться в рабочем состоянии, основные технологические системы процесса также должны быть готовыми к эксплуатации, как правило, с безопасными химикатами, воздухом или водой. Оборудование должно быть проверено на предмет утечек, протестировано при запуске и остановке, чтобы убедиться, что, когда сырьё и другие материалы будут введены в процесс, завод начнет работать так, как запланировано проектом.

3. Запуск, когда завод введён в фактическую эксплуатацию.

«Сухой» ввод в эксплуатацию

Тесты и процедуры, которые проводятся, когда не ведётся какой-либо процесс и безопасные (для тестирования) химикаты еще не введены. Примерами этих действий является проверка блокировок и систем аварийной остановки, проверки последовательности работы системы управления и управление основными электродвигателями и/или оборудованием и вспомогательными системами, такими как системы смазки компрессоров, разъединенных от приводимых ими механизмов.

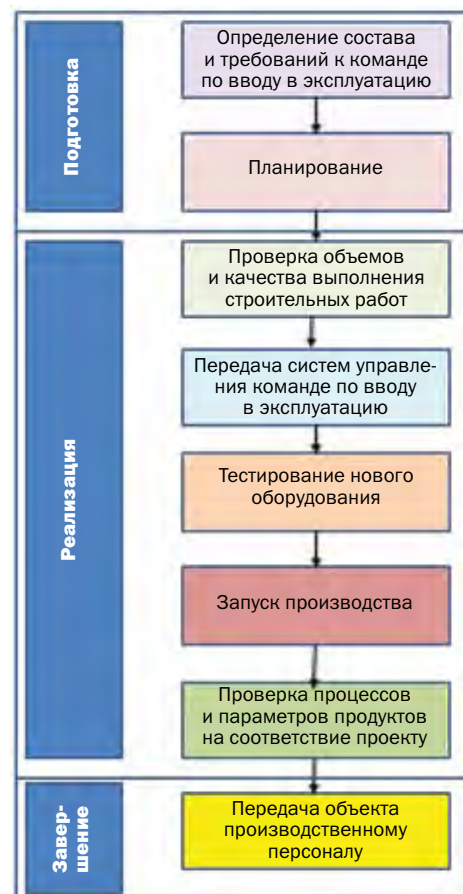
Ввод в эксплуатацию с жидкими средами

Вода или некоторая другая относительно безопасная среда вводятся в процесс и тестируются все системы, симулируя процесс по всем операционным сценариям, чтобы смоделировать функционирование устройства.

Команда ввода в эксплуатацию должна быть составлена из двух частей. Все предварительные процедуры ввода в эксплуатацию и частично сам ввод в эксплуатацию могут быть выполнены персоналом генерального подрядчика, в то время как большей частью работ по вводу в эксплуатацию и запуском управляет команда заказчика, безусловно, с помощью персонала подрядчика. Необходимо разработать четкую и ясную процедуру передачи завода от подрядчика заказчику, чтобы все члены объединенной команды по пуску в эксплуатацию знали границы деятельности и ответственности каждой отдельной группы, что существенно облегчит и обеспечит безопасные совместные, взаимодополняющие действия.

Все проекты показывают, что у запуска и последующей успешной работы недавно построенного объекта есть непосредственная связь с качеством работы и усилиями, выполненными во время предварительных мероприятий по вводу в эксплуатацию, начального этапа ввода в эксплуатацию и собственно запуска. Полные, хорошо спланированные и точно зарегистрированные действия по вводу в эксплуатацию – один из ключевых факторов, которые могут способствовать безаварийному запуску и плавному переходу к производству всего комплекса в соответствии с проектной документацией, обеспечивающей все технические характеристики готовой продукции.

Учебный модуль МВШИ по вводу заводов в эксплуатацию даст полные и подробные описания каждого вида деятельности и обеспечит методологию работы самым эффективным способом. Полученные знания можно также использовать не только при вводе в действие нового завода, но также при реконструкции и модернизации оборудования в пределах действующего завода, при переходе на новую продукцию или вводе оборудования в эксплуатацию после капитального ремонта. Учебный модуль представляет проверенную большим опытом экспертов МВШИ с многолетним и разносторонним опытом строительства и ввода в эксплуатацию различных химических и других перерабатывающих заводов методологию ввода в эксплуатацию.



В модуле по вводу в эксплуатацию химических и других перерабатывающих заводов даётся определение и описание всех составляющих процесса ввода в эксплуатацию. Рассматриваются следующие ключевые моменты:

- проверка конфигурации системы;
- проверка системы контрольно-измерительных приборов и автоматики – проверка тревог и блокировок;
- проверка систем спуска и очистки трубопроводов и судов водой;
- оценка вспомогательного оборудования;
- калибровка сосудов и поверка контрольно-измерительных приборов;
- протокол запуска;
- протокол вывода из эксплуатации;
- химические испытания;
- передача в эксплуатацию.

Развитие процедур ввода в эксплуатацию химических и других перерабатывающих заводов происходило в последние 25 лет, поскольку проектные команды должны были работать в условиях ограничения затрат и жёсткого графика выполнения работ. Предлагаемый модуль даёт рекомендации, основанные на передовых практиках, того, как функция ввода в эксплуатацию может быть лучше реализована в рамках большого проекта, чтобы обеспечить своевременный успешный запуск завода.

В курсе рассматриваются фактические действия на трёх стадиях реализации проекта [1]: подготовки, реализации и завершения.

Хотя стадии изображаются в виде непрерывного потока, есть много тонкостей в действиях в рамках пересечения стадий и потенциального параллельного ведения работ.

Все шаги, представленные в таблице, в пределах каждого этапа нужно рассматривать для любого проекта, независимо от его размера; это будет гарантией, что все требуемые действия по вводу в эксплуатацию включены в систему управления, обеспечивающую своевременный и успешный запуск завода.

Литература

1. Killcross M. Chemical and process plant commissioning handbook. A practical guide to plant system and equipment installation and commissioning. Oxford. – Elsevier. – 2012, 312 p.
2. Watermeyer P. Handbook for process plant project engineers. Suffolk. – Professional Engineering Publishing. – 2002, 326 p.

Фаза	Действия
ПОДГОТОВКА	Назначьте менеджера по вводу в эксплуатацию
	Определите состав работ по вводу в эксплуатацию
	Систематизируйте техническую документацию проекта для ввода объекта в эксплуатацию: технологические схемы (P&I - диаграммы) и другие соответствующие документы, включая чертежи расположения оборудования и механические блок-схемы.
	Интегрируйте документацию по вводу в эксплуатацию в техническую документацию.
	Рассмотрите проект: команда ввода в эксплуатацию по соглашению между Менеджером проекта и Менеджером по вводу в эксплуатацию должна ознакомиться со всей проектной документацией: P&I-диаграммами, изометрией трубопроводов, генеральным планом и планами расположения оборудования, технологией строительства, 3D-моделью, графиком проекта, анализом (классами) точности приборов, анализом уровней защиты и действиями в чрезвычайных ситуациях.
	Разработайте график ввода объекта в эксплуатацию.
	Оцените затраты / бюджет ввода в эксплуатацию.
	Согласуйте порядок взаимодействия / процедуру передачи с проектной командой, заказчиком и строителями.
	Получите необходимые документы и создайте электронные библиотеки.
	Ознакомьтесь с разделами проекта по промышленной безопасности.
	Разработайте начальный план ввода объекта в эксплуатацию.
	Определите место базирования команды и составьте список предметов, которые вам потребуются в работе.
	Решите, чем будет заполняться оборудование для симуляции процесса и обеспечьте поставку этих материалов.
	Разработайте руководство по вводу в эксплуатацию.
	Разработайте стандартные производственные процедуры.
	Разработайте курсы по обучению персонала.
Согласуйте безопасные приёмы работы со всеми заинтересованными сторонами.	
Разработайте процедуры по вводу в эксплуатацию.	
Проинструктируйте команду по вводу в эксплуатацию в соответствии с руководством для пользователей и системой управления.	
Разработайте процедуры дезактивации, обеззараживания.	
РЕАЛИЗАЦИЯ	Примите участие в испытаниях оборудования и в проверке у поставщика компьютерной техники, программного обеспечения, рассмотрите спецификации поставляемого оборудования для систем управления и примите участие в его тестировании.
	При необходимости участвуйте в управлении списаниями и выводом из эксплуатации и/или в процедурах дезактивации, обеззараживания существующего производственного предприятия.
	Проверьте объём и качество выполнения строительных работ.
	Начните вести журнал регистрации работ по вводу в эксплуатацию.
	Выполните тестирование (контроль) и чистку трубопроводов.
	Начните вести дефектную ведомость.
	Начните обучение производственного и технического персонала для будущей работы на действующем производстве.
	Управляйте процессом передачи завершённого строительства команде по вводу в эксплуатацию и/или производственному персоналу.
	Примите участие и/или управляйте предпусковыми проверками систем обеспечения безопасности.
	Завершите гидравлические испытания трубопроводов, ёмкостного оборудования.
	Выполните предпусковые испытания.
	Управляйте послепусковыми модификациями.
	Управляйте введением безопасных (для тестирования) и рабочих сред и химикатов.
	Переведите членов команды по вводу в эксплуатацию на роль начальников смен (если необходимо). Выпустите первую версию «Стандартных рабочих процедур».
Запустите завод.	
Утвердите / легализуйте производительность предприятия с командой обеспечения качества.	
ЗАВЕРШЕНИЕ	Обновите / проверьте, всю документацию по вводу в эксплуатацию и стандартные рабочие процедуры как «Принято».
	Управляйте послепусковыми модификациями.
	Обновите / проверьте всю документацию по обучению персонала на момент принятия в эксплуатацию.
	Ведите производственный процесс и управляйте предприятием до вывода на проектную мощность и стабильного производства в течение требуемого времени.

Вывод из эксплуатации объектов использования ядерной энергии

Л. ДАНКОВЦЕВ, Dassault Systemes

В рамках одной статьи нет возможности более-менее полно охватить спектр вопросов вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии, поэтому я коснусь только тех тем, которые интересны на мой субъективный взгляд.

Вспомним основные этапы вывода из эксплуатации атомных объектов, выработавших ресурс на примере АЭС.

Этап 1: остановка реактора и прекращение производства электроэнергии.

Этап 2: консервация и сохранение под наблюдением.

Проект вывода из эксплуатации начинается после окончательной остановки реактора. Сначала идет подготовительный этап протяженностью до пяти лет. В это время реактор переводится в ядерно безопасное состояние. Из активной зоны, а потом и с территории блока удаляется ядерное топливо. Удаляются РАО, полученные в результате эксплуатации, проводится плановая дезактивация оборудования и другие работы. Этот период формально не включен в процесс вывода из эксплуатации. Энергоблок АЭС все еще считается находящимся в эксплуатации и обслуживается в соответствии с установленным регламентом. Фактически подготовительный период может занимать несколько лет в зависимости от наличия региональных или федерального хранилищ ОЯТ и РАО для данного типа реакторов. Реакторы могут демонтироваться после нескольких лет выдержки. Крупное оборудование может демонтироваться и вывозиться в неразобранном виде. Такое оборудование может использоваться как барьер для удержания внутри радионуклидов. На работах по снятию с эксплуатации целесообразно использовать эксплуатационный персонал АЭС. Помещения захоронения отходов от демонтажа сооружаются на территории станции, на определенной высотной отметке, которая зависит от географического расположения АЭС. С течением времени хранения в радиоактивно загрязненном оборудовании распадаются короткоживущие радионуклиды и остаются долгоживущие. Таким образом, объем радиоактивных отходов



уменьшается. Через 10-30 лет этот эффект «самоликвидации активности» затухает. Для некоторых экологически опасных радионуклидов самоликвидация может продолжаться 70 и более лет.

Этап 3: вывод из эксплуатации.

Этот этап может происходить по нескольким альтернативным сценариям. Для выбора одного из вариантов анализируют не только текущую социальную, экологическую, политическую ситуацию. Учитываются возможные долговременные геодинамические, климатические и другие изменения в районе выводимого из эксплуатации объекта и места организации хранилища (могильника) ОЯТ и РАО.

Сохранение под наблюдением означает, что реакторную установку, все системы и оборудование консервируют, изолируют от внешней среды и затем поддерживают в безопасном состоянии. При этом неактивное оборудование демонтируют для последующего использования или утилизации. Слабоактивное оборудование последовательно дезактивируют до уровня, который позволяет его неограниченное использование или утилизацию. Освобождаемые помещения, здания и сооружения можно демонтировать или повторно использовать для других видов деятельности.

Захоронение радиационно-опасных узлов и конструкций. Реактор, оборудование первого контура и другое высокоактивное оборудование и конструкции консервируют. Например, заключают в бетонную оболочку и производят выдержку, пока не распадутся наиболее активные короткоживущие радионуклиды. При таком способе проявляется свойство самоликвидации активности.

Ликвидация подразумевает достижение одной из двух возможных стадий конечного состояния реакторной промплощадки:

- Brownfield (коричневая лужайка) предполагает демонтаж оборудования и освобождение

зданий и сооружений, не предназначенных для дальнейшего использования, переработку и вывоз всех радиоактивных отходов с территории и доведение ее до состояния, пригодного для хозяйственных нужд не только атомной энергетики, но иной экономической деятельности, например, для создания технопарка.

- Greenfield (зеленая лужайка) предполагает полный демонтаж сооружений реакторной установки, зданий, а также переработку, упаковку и удаление радиоактивных отходов с полной ликвидацией всех следов деятельности по эксплуатации радиационно опасного объекта. Для неограниченного использования освобожденной территории проводят рекультивацию земель.

Тезис № 1. Вывод из эксплуатации – это перспективный бизнес

Современное состояние рынка атомной энергетики изображает достаточно четкую картину, демонстрирующую неплохие перспективы развития бизнеса по выводу из эксплуатации для участников этого рынка. По данным международной атомной ассоциации (World Nuclear Association) количество энергоблоков, которые будут выводиться или выводятся из эксплуатации, превышает количество строящихся энергоблоков – 145 против 71 – более чем в два раза.

Эти цифры наглядно объясняют повышенный интерес компаний, занимающихся ядерными технологиями, к выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии.

Данная тема не нова, на протяжении десятилетий руководящие и технологические умы предлагали и пробовали различные идеи и способы утилизации атомных объектов, но в достаточной степени эффективного и универсального решения до сих пор нет. Ясно одно: демонтаж зараженных объектов – очень трудоемкий, дорогостоящий и длительный процесс. Не без сожаления стоит отметить, что техногенные аварии в значительной степени способствуют развитию технологий вывода опасных объектов из эксплуатации, потому что требуют немедленных действий.

На сегодняшний день многие процессы вывода описаны и регламентированы в доку-

Географический фокус. Строящиеся АЭС



Географический фокус. АЭС, которые могут быть остановлены и выводимые из эксплуатации



Количественный анализ вводимых в эксплуатацию и выводимых из эксплуатации атомных энергоблоков

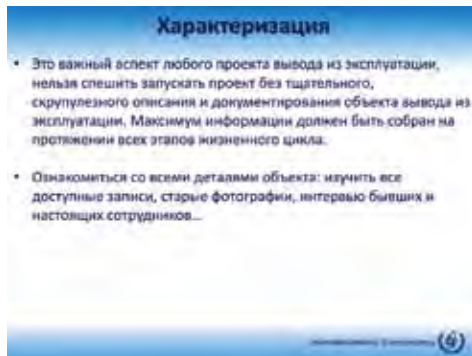
ментах МАГАТЭ и материалах соответствующих организаций различных стран. Однако практический опыт имеется у ограниченного числа компаний и, как правило, в решении ограниченных задач. Целевой вывод до состояния «зеленой лужайки», когда земля, на которой стоял атомный объект, может использоваться для любых хозяйственных или иных целей, пока являет недостижимым для подавляющего большинства объектов. Подобная ситуация складывается не только в нашей стране, но и в мире. На данный момент можно говорить об успешном опыте вывода из эксплуатации небольших и экспериментальных реакторов (имеется в виду полный демонтаж).

С теоретической и технологической сторон ситуация с выводом из эксплуатации выглядит более перспективной. Во-первых, большинство необходимых технологий существуют, пусть даже они обладают недостаточной эффективностью. Имеются технологии дистанционного анализа, роботизированного демонтажа, симуляции сложных работ, разработаны регламенты, собраны требования и т. п. Большинство технологий проверены на практике. Существуют детально проработанные проекты вывода или реновации ядерных объектов, и есть потребность в их реализации. Это является надежной почвой для будущего бизнеса, который имеет не только перспективы в ядерной отрасли, но также подобные методы можно успешно распространять для объектов тепловой энергетики, химической промышленности и пр.

Тезис № 2. Характеризация (сбор проектных данных) – первый и очень значимый этап вывода из эксплуатации

Практическая ценность этапа во многом зависит от умения построения информационных моделей (ИМ).

Данный этап подразумевает точный и аккуратный сбор информации о текущем состоянии объекта, включая полную историю его проектирования, сооружения, эксплуатации. Большая работа сосредоточена в необходимости найти и актуализировать как можно более полный объем документации. Сложность кроется в том, что жизненный цикл атомных объектов составляет десятки лет, в течение которых многое бывает утрачено. Нередко ядерные объекты сооружались без необходимого документирования, а большинство проектов не пред-



МАГАТЭ о характеризации

усматривало вывод из эксплуатации на этапе проектирования и строительства. Ценнейшим результатом этого этапа является точный сбор данных по радиоактивно загрязненным участкам объекта, их зонирование.

Особенностью этого этапа является насущная необходимость создания информационных моделей. Огромный объем информации, консолидируемый на этом этапе, невозможно обработать и сохранить без применения информационных инструментов. Недостаточно просто собрать всю имеющуюся информацию, нужно иметь данные о том, как она связана друг с другом, с требованиями, с изменениями в течение жизненного цикла. Собранную информацию нужно уметь быстро анализировать, для этого очень полезной становится 3D-модель, на основе которой устанавливаются логические связи, используемые для наглядного и быстрого доступа к данным.

Очень полезно, в качестве одного из результатов характеризации, построить единую информационную модель выводимого из эксплуатации объекта. Она должна быть изменяемой и актуальной – такая ИМ требует значительного опыта в использовании информационных технологий, как минимум, функциональности управления изменениями.

Другим не менее значимым результатом этого этапа является анализ материального состава объекта, объемы материалов, уровень их радиационной активности и т. п. Часто на этом этапе также рассматриваются базовые сценарии вывода их эксплуатации, соответствие требованиям регуляторов и безопасности.

Этот этап можно назвать самым разработанным и применяемым из всех процессов вывода из эксплуатации, потому что все АЭС

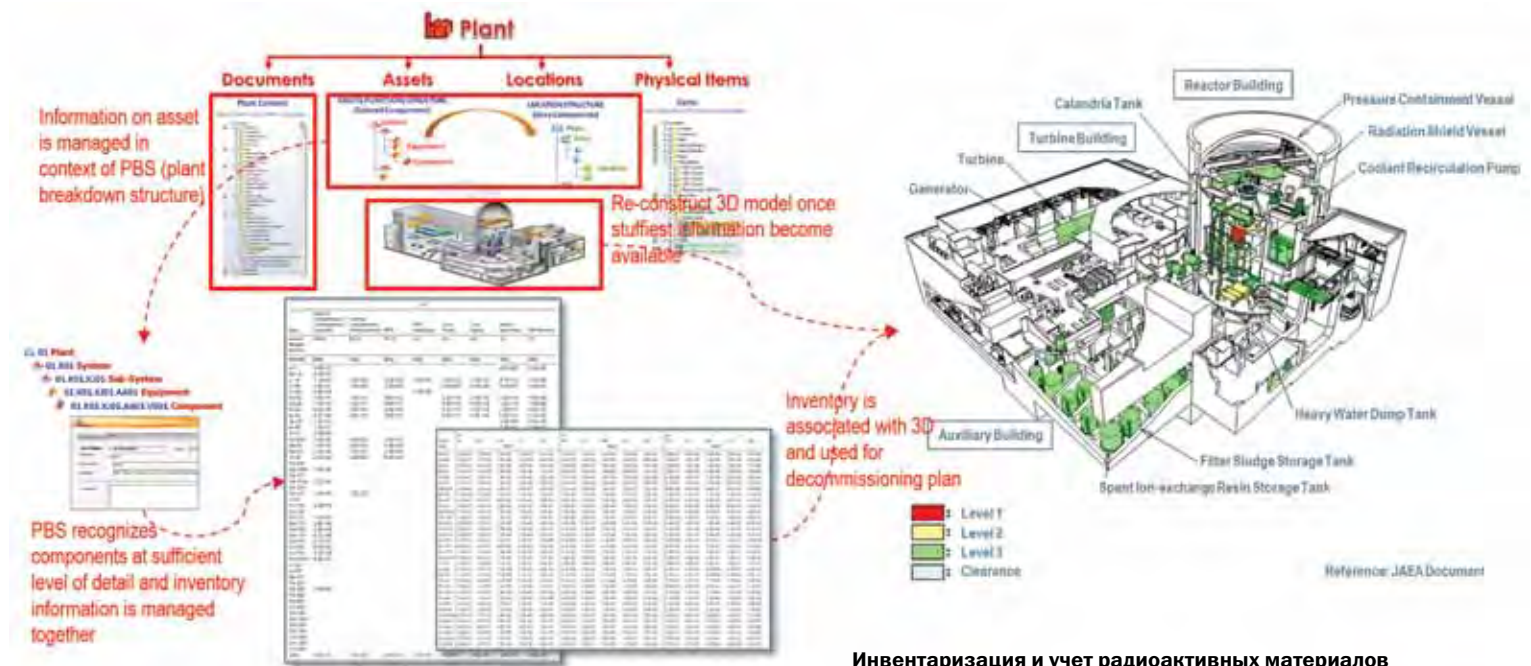
уже имеют или создают такие информационные модели в рамках требований регуляторов. Однако в подавляющем большинстве эти модели не могут быть в полной мере применены для реального вывода. Причины кроются в том, что ИМ создаются операторами, которые экономически не заинтересованы в реальном выводе из эксплуатации. Также у операторов недостаточно опыта как построения, так и использования таких информационных моделей. Достоинства ИМ раскрываются именно через их реальное применения и опыт использования, но именно применение и использование находятся в настоящий период в процессе освоения.

Тезис № 3. Выводить из эксплуатации или подождать?

Технико-экономические обоснования проектов вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии часто показывает, что такие проекты являются мегапроектами (более \$1 млрд стоимости и более 10 лет продолжительности работ). Мегапроекты традиционно сложны как в управлении, так и в соответствии расчетной стоимости. Мировой опыт реализации мегапроектов говорит: расчетная цена может отличаться от реальной в среднем на 60% в сторону увеличения, остановить мегапроект либо невозможно, либо очень дорого. Слабая прогнозируемость мегапроектов делает принятие решения о выводе из эксплуатации крайне сложным.

Не в последнюю очередь поэтому мы наблюдаем желание оттянуть такое решение на более поздние сроки, продлевая срок эксплуатации или затягивая безопасное сохранение под наблюдением. Это основной вариант вывода из эксплуатации блоков АЭС в сложившейся социально-экономической ситуации. Окончательный демонтаж реактора планируется после длительной выдержки (30-100 лет) в целях снижения активности его конструкций за счет естественного распада радионуклидов.

Однако обоснованных расчетов о выгоды такого подхода зачастую нет, вполне возможно, что затраты на немедленный вывод могут быть экономически целесообразнее. Отсроченный старт вывода из эксплуатации энергоблока может привести к более крупным затратам для общества, так как могут возникнуть расходы, за которые владельцы не



Инвентаризация и учет радиоактивных материалов

несут ответственности. В пользу немедленного вывода говорит тот факт, что сразу же после остановки реактора возможно максимально использовать опыт и компетентность персонала, работающего на этом реакторе. Есть также другие проблемы, связанные с тем, что вывод из эксплуатации начинают эксплуатирующие организации, которым по объективным причинам невыгодно принимать решение о выводе из эксплуатации.

Как уже говорилось, оператор заинтересован в максимально возможном продлении срока эксплуатации объекта. Однако существующие естественные ограничения жизненного срока реакторов диктуют неотвратимость остановки и последующего вывода. Уран-графитовые реакторы (РБМК, ЭПГ-6) сохраняют приемлемые свойства графитовой кладки в течение примерно 50 лет, реакторы типа ВВЭР подвергаются риску нейтронного охрупчивания корпуса: срок безопасной эксплуатации может достигать 60 лет. Вторая важная причина отсрочки вывода их эксплуатации – это фонд средств, накопленный для этих целей в конце периода эксплуатации. Если оттягивать реальные работы по выводу, то доходы от хранения этого фонда в банках будут принадлежать эксплуатирующей организации и приносить выгоду до тех пор, пока процентные ставки не превысят расходы на содержание остановленного объекта.

Решение экономической эффективности вывода из эксплуатации ищут через создание специализированных компаний, которые получают в распоряжение накопленный в процессе последних пяти лет эксплуатации фонд средств для D&D. Считается целесообразным привлекать к выводу из эксплуатации независимую от атомной индустрии организацию, потому что это позволит принять решения, лучше отражающие главные общественные ценности и нормы.

Сравнительная оценка немедленного вывода с переводом объекта на сохранение под наблюдением может быть отдельным проектом, который позволит принять правильное решение в каждом конкретном случае вывода из эксплуатации. В пользу немедленного вывода из эксплуатации говорит опыт Германии и Швеции:

- демонтаж загрязненного оборудования возможен без ожидания в течение 50-70 лет,

необходимых для распада короткоживущих радионуклидов загрязненного оборудования; при этом дозовая нагрузка на персонал, работающий на демонтаже, оказалась ниже, чем при эксплуатации станции;

- при выводе из эксплуатации выработавших ресурс энергоблоков целесообразно использовать инфраструктуру самой АЭС, что позволяет снизить финансовые затраты на ее демонтаж, создать новые рабочие места, снизить остроту проблемы безработицы.

Если смотреть на российские реалии, то нельзя не отметить существенные особенности как в пользу скорейшего вывода, так и против них. Во-первых, большинство наших станций многоблочные, это позволяет реализовать поэтапный вывод, тем самым снизив социальную остроту. Во-вторых, принято считать, что наличие большого количества свободных территорий не требует полного освобождения территории после снятия блока с эксплуатации. В-третьих, социальная уязвимость городов-спутников АЭС, их закрытость, создают трудности для создания альтернативных рабочих мест. В-четвертых, отсутствие региональных хранилищ РАО, централизованная переработка и захоронение предъявляют дополнительные требования к логистике, могут породить дополнительные социальные проблемы.

Тезис № 4. Отличительные особенности вывода из эксплуатации

Приведенная ниже таблица иллюстрирует разницу между эксплуатацией и выводом из эксплуатации, а также приводит наиболее эффективные на данный момент технологии, необходимые для D&D.

Приведенный экспресс-анализ показывает, что бизнес вывода из эксплуатации требует от компаний кроме умения управления инжиниринговыми проектами значительных компетенций в управлении активами (часть компетенций оператора), умения качественно выполнять симуляцию планируемых работ и навыков тренировки персонала перед выполнением ответственных задач.

Экспертиза виртуального моделирования планируемых процессов является очень ценным конкурентным преимуществом на рынке вывода из эксплуатации.

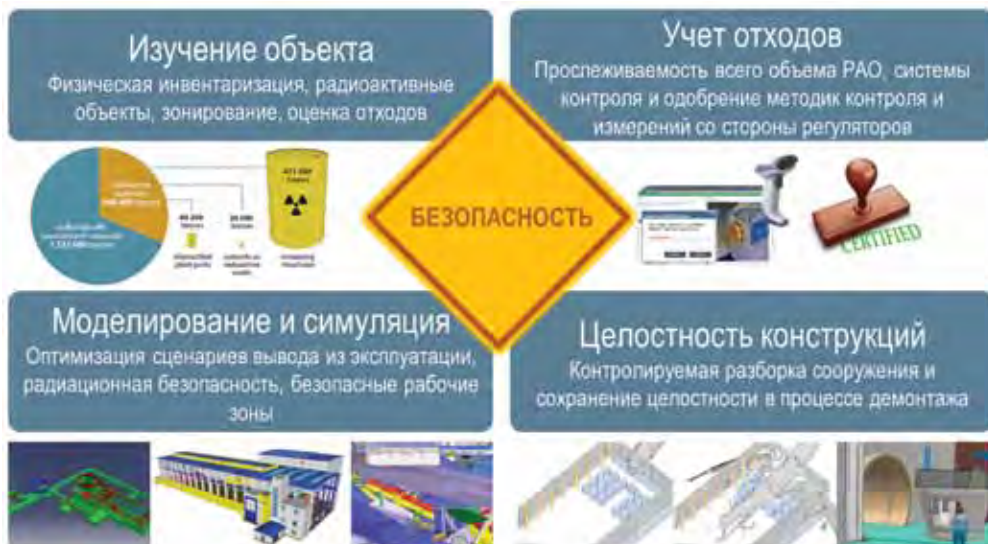
Тезис № 5. Управление обращением с РАО

При выводе из эксплуатации атомных объектов нет малозначимых задач, но обращение с РАО, пожалуй, самая ответственная часть. Мало того, каждый такой проект является заложником РАО, также эта тема обычно ставит непростые социальные задачи, осложняющие выполнение проекта. Концепция обращения с РАО предусматривает необходимость комплексного решения проблемы, начиная с момента их образования до окончательного захоронения. Основной целью обращения с РАО является предотвращение распределения радионуклидов и других вредных веществ в окружающей среде и исключение облучения персонала и населения. Естественно эта задача решается через создание естественных и искусственных защитных барьеров. Главными барьерами, препятствующими распространению радионуклидов и ионизирующего излучения в процессах сбора, переработки и хранения РАО, являются биологическая защита, герметизация оборудования, вентиляция помещений, очистка вентиляционного воздуха. При захоронении РАО основными барьерами служат геологические формации и физико-химическая форма отходов. Важное значение в процессе обращения с РАО имеет их кондиционирование, включающее в себя операции, при которых жидкие и твердые отходы переводятся в формы, пригодные для перевозки, хранения и (или) захоронения.

Продолжительность выдержки отходов, необходимая для перевода их в категорию нерадиоактивных и является основным исходным данным для оценки безопасности при организации их хранения. При локализации РАО решающее значение имеют величина удельной радиоактивности, химическая форма радионуклидов и радионуклидный состав жидких и твердых РАО, образующихся при выводе АЭС из эксплуатации.

Объем РАО, образующихся при выводе из эксплуатации, оказывает первостепенное влияние на общую стоимость проекта, поэтому их минимизация имеет первостепенное значение при планировании технологии вывода из эксплуатации. Часто значительной экономии можно добиться проанализировав затраты на обеззараживание на месте в сравнении с вывозом. Возможность вывозить крупные блоки без разборки и использование роботизированных комплексов также позволяет снизить затраты.

Эксплуатация	Вывод из эксплуатации	Предпочтительные технологии, методы решения задач D&D
Опирается на постоянную инфраструктуру	Необходимо сооружение временных зданий и конструкций	Нужно обеспечивать целостность инфраструктуры, достаточную для выполнения работ.
Устоявшееся управление безопасностью	Управление безопасностью динамически меняющегося объекта	Виртуальные тренинги. Симуляция рабочих процессов.
Управление ориентировано на эффективное производство	Проектно-ориентированное управление	Управление и мониторинг проекта на основе требований
Постоянная занятость персонала, постоянные задачи и показатели	Персонал ориентирован на выполнение конечной задачи. Конечная занятость.	Моделирование рабочих операций. Точное планирование загрузки.
Постоянные утвержденные правила	Меняющийся фокус нормативных требований	Строгая система управления требованиями
Преобладание радиационных рисков	Постепенное сокращение радиационных рисков, их изменение. Значительные производственные риски	Широкое применение предварительной симуляции работ
Повторяющиеся мероприятия	Разовые мероприятия	Большая потребность в разработке различных технологических процессов диктует использование автоматизированных решений
Хорошо известная рабочая среда	Возможно появление неизвестных, непрогнозируемых задач	Четкое управление активами, поставщиками. Автоматизированные системы коллаборации.
Устоявшиеся связи с партнерами и подрядчиками	Новые требования к поставщикам и подрядчикам	Четкое управление активами, поставщиками. Автоматизированные системы коллаборации.



Вызовы проектов по выводу из эксплуатации ядерных объектов

Тезис № 6. Вызовы вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии

Выделим пять, на наш взгляд, первостепенных вызовов вывода из эксплуатации ядерных объектов:

- безопасность;
- изучение, аудит объекта;
- учет радиоактивных отходов;
- моделирование и симуляция;
- обеспечение достаточной целостности инфраструктуры.

Безопасность – самое главное, что обязательно должно быть обеспечено при выводе из эксплуатации, она является главной составляющей любого процесса вывода. Из этой обширной темы выделю радиационную безопасность как главную отличительную особенность вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии. Целью радиационной безопасности является необходимость снижения дозовых нагрузок на персонал и население, а также максимальное уменьшение поступления радиоактивных продуктов в окружающую среду.

Обязательным условием является модернизация системы радиационного контроля объекта для целей вывода из эксплуатации: замена выработавшего свой срок оборудования; создание измерительных комплексов для проведения радиационного контроля металла и материалов, предназначенных для повторного использования и методик их применения; оборудование пунктов дезактивации транспорта и контейнеров с отходами на выезде с объекта и внутри; реконструкция систем вентиляции; сохранение зональности помещений в процессе демонтажа; разработка и установка транспортных вентиляционных систем в зонах демонтажа; организация саншлюзов и другие мероприятия.

Это показывает, что обеспечение безопасности требует не только соблюдения определенных мероприятий, но и построения целой системы, отличной от системы безопасности при эксплуатации.

Изучение объекта проводится в России в рамках КИРО, но здесь остановимся лишь на аспекте радиационного контроля. При проведении комплексного инженерного и радиационного обследования необходимо провести множество замеров, связанных с радиационными рисками. Не всегда можно выполнить замеры, взять пробы и образцы дистанционно, непременно остается необходимость в физических измерениях на месте. Поэтому одной из задач КИРО является

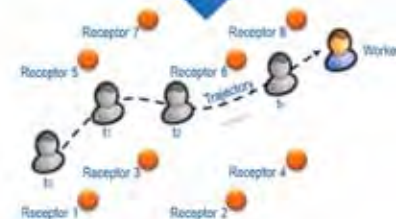
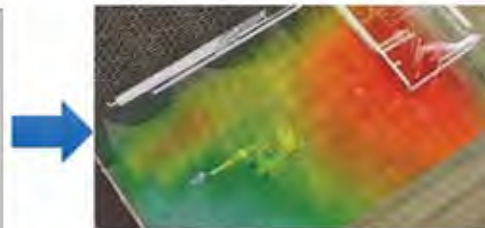
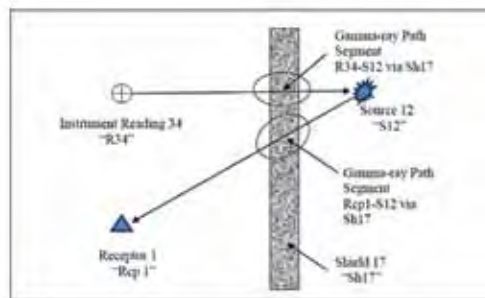
определение объема радиационного контроля. Радиационный контроль разделяется на технологический, контроль защитных барьеров, контроль за нераспространением за пределы объекта, дозиметрический контроль. Структура радиационного контроля на этапе вывода энергоблока из эксплуатации остается такой же, как на этапе эксплуатации. Однако, объем и периодичность контроля в процессе вывода из эксплуатации постоянно изменяются для соответствия состоянию энергоблока, а затем для хранения. Особенностью радиационного контроля на этапе вывода энергоблока из

эксплуатации является изменение структуры радиометрических приборов в сторону приборов с малыми значениями минимально регистрируемых значений и низкофоновой аппаратуры, практически полностью исчезает потребность в аппаратуре контроля газовой активности, однако возрастет роль аппаратуры и приборов для контроля активности радиоактивных аэрозолей, в том числе с малыми значениями энергии b-частиц и у-квантов.

Важнейшим показателем безопасности при проведении работ по выводу из эксплуатации при эффективном радиационном контроле является планирование индивидуальной дозы и дозовых затрат персонала, минимизация численности персонала, привлекаемого к работам, корректировка организации технологических процессов по результатам анализа облучаемости персонала.

Виртуальное моделирование и расчеты являются, пожалуй, наиболее эффективными при выводе опасных объектов. Практические примеры наглядно доказывают, что дешевле и безопаснее сначала детально смоделировать, возможно даже не один раз, чтобы безаварийно выполнить работы. Нередко случайное падение контейнера с радиоактивными материалами приводит к длительным восстановительным работам и непрогнозируемо затягивает сроки.

Владение средствами симуляции и виртуальными расчетами позволяет значительно повысить безопасность и качество работ по демонтажу загрязненного оборудования и объектов. Т. к. не всегда возможно избежать наличия людей в загрязненных помещениях, важное значение приобретают автоматизированные



Расчет доз радиации при работе в зараженном помещении



Моделирование автоматической резки оборудования



Жизненный цикл РАО при выводе из эксплуатации



Решения Dassault Systemes для компаний энергетической отрасли

системы учета радиоактивности как для планирования работ, так и дозиметрического учета.

Учет РАО на всех этапах вывода из эксплуатации является еще одним серьезным вызовом. Учет обращения с РВ и РАО строго регламентирован государственными и международными требованиями, их соблюдение необходимо обеспечить в согласованности с технологиями проведения работ на объекте. Одной из задач данных мероприятий является построение полного описания всех материалов и объектов, а также всех операций, производимых с ними в процессе вывода из эксплуатации. Разработка,

адаптация и применение методик учета РАО требует компетенций в области управления требованиями, проектами, логистикой.

Последним, но не менее значимым вызовом нужно считать целостность конструкций объекта. Например, для обеспечения зональности при демонтаже важно сохранить и усовершенствовать системы вентиляции и очистки. Этот пример показывает, что необходимо тщательно планировать последовательность вывода из эксплуатации систем, участвующих в обеспечении безопасности. Более того, нужно исключить неконтролируемое разрушение

и саморазрушение конструкций в процессе демонтажа. Эта задача требует в процессе планирования работы выполнять большое количество расчетов и использовать инструменты предварительной симуляции планируемых работ. Дополнительно потребуются разработка и изготовление специального оборудования.

Тезис № 7. Вместо заключения

Вывод из эксплуатации энергоблоков АЭС требует значительных интеллектуальных, материальных затрат и тщательного планирования. Необходимо создание инфраструктуры для решения этой проблемы, требующей инновационных политических, инженерных и социальных решений. И, наконец, необходим хорошо организованный высококвалифицированный персонал, а также эффективный мониторинг безопасности этого процесса со стороны общества.

Требования безопасности диктуют широкое применение средств 3D-моделирования, визуализации и симуляции оборудования и процессов. Необходимость сбора и оперирования большим объемом исторической и проектной информации рождает потребность в информационных системах по созданию и работе с информационными моделями и учета радиоактивных материалов и отходов. Кроме того, информационные инструменты должны иметь связь с государственными системами обращения с РАО и РВ.

Компания Dassault Systemes вкладывает большие ресурсы в разработку современных решений, базирующихся на реальном опыте. Решения для вывода из эксплуатации Sustainable Plant Decommissioning является одним из семи комплексных решений для энергетических компаний.

Данное решение – это первое предложение на рынке, которое консолидирует передовые информационные инструменты для ответа на вызовы, встающие при выполнении проектов вывода из эксплуатации. Но первое не значит незрелое: богатый опыт в разработке, симуляции, коллаборации предлагают профессиональную платформу. Данное решение позволяет с высокой точностью смоделировать практически все процессы вывода и смоделировать возможные ошибки.

Sustainable Plant Decommissioning
Безопасность и минимальное воздействие на окружающую среду



«Грабли» запараллеливания этапов жизненного цикла строительного проекта

Е.В. КОЛОСОВА, К.А. СУХАЧЕВ, ООО «К4»

Сокращение сроков ввода объекта в эксплуатацию – это типичная задача, которую пытаются решить на всех стадиях жизненного цикла сооружения объекта. Обычно еще на ранней предпроектной стадии у будущей эксплуатирующей организации, инвестора или застройщика есть четкое представление о требуемой дате начала эксплуатации будущего объекта.

Не вдаваясь в подробности, чем эта дата определяется, в подавляющем большинстве случаев можно сказать, что она уже в момент утверждения может быть достигнута только при достаточно напряженной и слаженной работе всех участников строительного проекта. А ведь до начала даже проектных работ



(не говоря о собственно строительстве) еще большой путь: обоснование инвестиций и воздействия на окружающую среду, ПООБ и ВАБ (если речь идет об ОИАЭ), общественные слушания, получение разрешения на размещение и многое другое. Несмотря на небольшую (по отношению ко всему объекту) стоимость

данных работ, их организация и выполнение требуют существенного времени. Минимальное количество информации на этом этапе, большое количество взаимодействий между участниками проекта, прохождение согласований с регулирующими и надзорными органами часто уже в этот период приводит к существенным задержкам, которые пытаются наверстать на следующих этапах.

Первым решением, лежащим на поверхности, является сокращение сроков разработки проектной документации. Сместем предположить логику данного решения: это ведь не первый объект, значит, в архиве можно найти что-то подобное для основы, все равно еще впереди рабочая документация, а учитывая, что оборудование в основном будем выбирать по конкурсам позднее, потом и так все «перерисуем», да и чего время на «бумагу» тратить. Наверное, с точки зре-

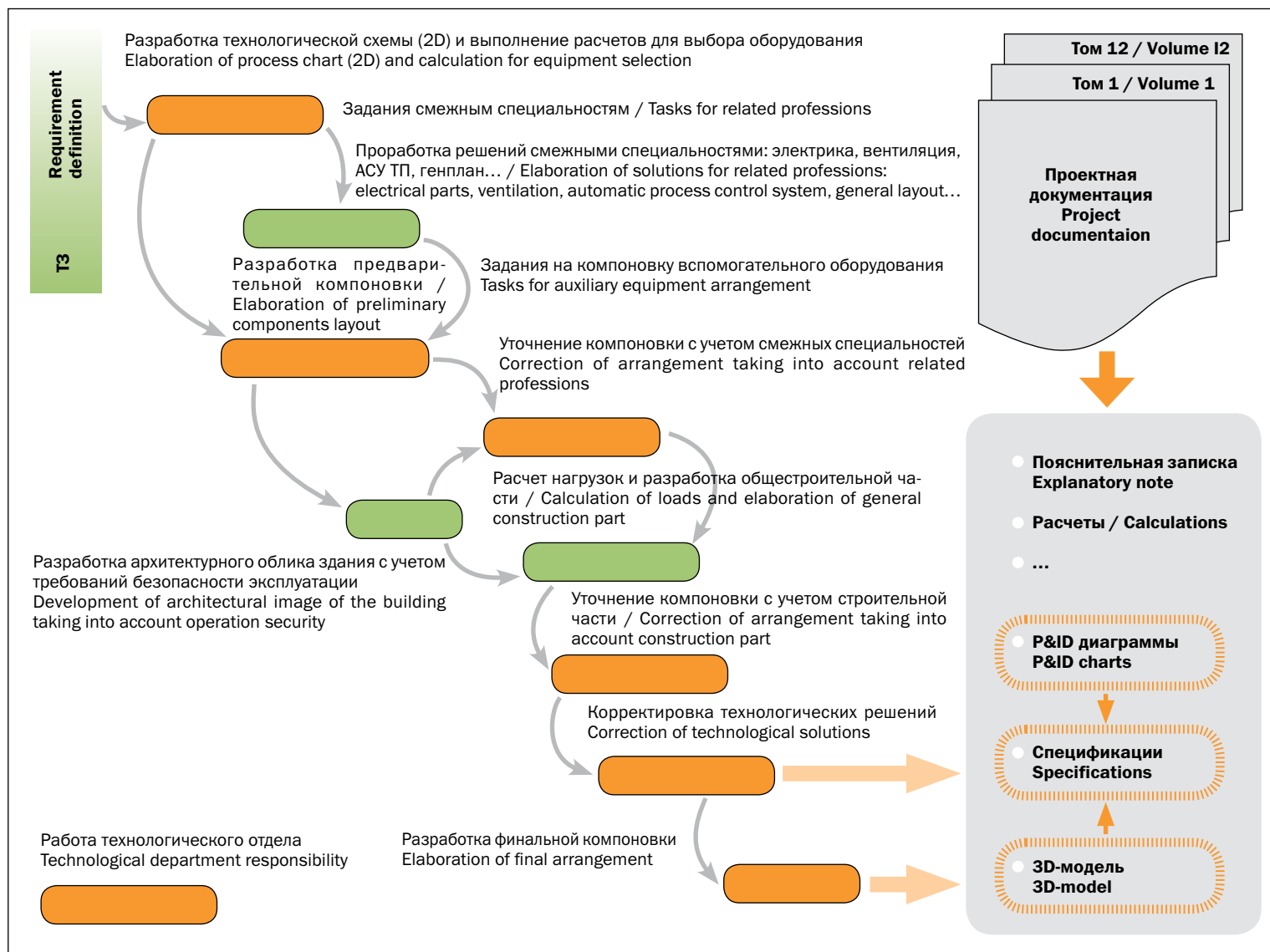


Рис. 1. Фрагмент графика разработки проектной документации в части компоновочных решений по объекту пускового комплекса
Fig. 1. Fragment of the project documentation elaboration schedule concerning layout solutions for the start-up complex

ния демонстрации успешной деятельности и соблюдения сроков, особенно в первое время, такой подход кажется оптимальным. Но надолго ли этого подхода хватит? К слову сказать, за рубежом продолжительность и уровень детализации проработки проектных решений для сложных объектов с каждым десятилетием только увеличиваются.

Если речь идет о проектировании нового объекта, то нарушение логики выработки компоновочных, конструктивных и архитектурных решений приводит только к ухудшению качества: «утяжелению» зданий, увеличению объемов и площадей, очевидно ведущих к увеличению стоимости и сроков строительства. Нет времени на оптимизацию и дополнительные расчеты – делаем с запасом. Сокращение сроков проектирования не может не сказаться на качестве проектной документации, поэтому увеличение сроков прохождения экспертизы также неминуемо. Далеко не все проекты сегодня могут похвастаться получением положительного заключения Главгосэкспертизы за нормативное время.

Поэтому мы подходим к стадии строительства с неизбежными задержками и пытаемся найти способы сокращения его продолжительности. Однако возможности влияния уже минимальны: график выдачи рабочей документации определен и во многом сдерживается проведением конкурсов на выбор оборудования; реальные возможности изготовителей оборудования и связанные с этим сроки поставки и качество поставляемых изделий зачастую сбивают ритм стройки. В этой ситуации тактические решения по оптимизации организационно-технологических решений не могут существенным образом нивелировать задержки и предотвратить рост бюджета строительства.

Где же решение? Большинство инновационных решений сегодня лежит на стыке наук, профессий, специализаций. В данном случае предлагаем взглянуть на процесс сооружения технологически сложного объекта комплексно. Попробуем найти выход на стыке проектирования и строительства.

Задача 1. Оптимизация проектных решений

Эта задача должна начинать выполняться еще на стадии обоснования инвестиций и быть завершена при разработке проектной документации. Компактные решения, применение новых технологий и материалов, совместные находки с конструкторскими организациями – эти и другие направления оптимизации проектных решений могут существенно сократить плановую стоимость и сроки сооружения объекта. Но это требует времени, проведения НИОКР, повторных расчетов и проработок. По зарубежным оценкам этим путем можно сократить порядка 20% от первоначальной стоимости объекта. Для обеспечения такого результата мотивация вовлеченных команд специалистов должна базироваться на трех основных показателях:

1. снижение материалоемкости решения без ухудшения показателей качества (бетона, металла и проч.);
2. сокращение продолжительности строительного-монтажных работ;
3. своевременность выдачи проектной документации. Но для того, чтобы оценить реалистичный срок разработки проектных решений, график работ по разработке проектной документации должен отражать основные этапы разработки и принятия

Задача 2. Оптимизация организационно-технологических решений

Разработка и оптимизация организационно-технологических решений должна начинаться на стадии разработки ПОС и продолжаться весь период выполнения СМР. Необходимо отметить, что выбор ряда строительного-монтажных технологий существенным образом может влиять и на проектные решения.

Одним из способов сокращения продолжительности строительства является использование новых материалов и технологий. В частности, ярким примером является применение фибробетона, позволяющего, в том числе, существенно снизить трудоемкость бетонных работ. Другим не менее эффективным способом является прогрессивная организация строительства, которая состоит в определении и реализации условий, обеспечивающих согласованное во времени и пространстве быстрое превращение материалов, конструкций и оборудования в готовую строительную продукцию при минимальных затратах труда на строительной площадке.

Прогрессивная организация строительства применяется для повышения эффективности организационных решений, например:

- максимальное совмещение периодов (этапов) строительства;
 - рациональный состав и концентрация трудовых и технических ресурсов за счет целесообразного распределения ресурсов во времени и пространстве;
 - своевременное открытие фронтов работ;
 - комплектная поставка оборудования, материалов, конструкций;
 - повышение производительности труда за счет эффективного использования трудовых и технических ресурсов;
- снижение трудоемкости СМР за счет применения индустриальных методов производства работ.

При своей кажущейся «книжности», фраза содержит глубокий смысл. Подрядчики могут обеспечить существенно более высокую производительность (что, кстати, им выгодно), если им будут своевременно обеспечены фронты работ, поставлены МТР, выдана РД. Тогда не придется следить за количеством «голов» на площадке, потому что в конечном счете ни подрядчику, ни заказчику не выгодно держать на стройке избыточное количество рабочих. Организация ритмичного поточного производства может обеспечить лучшую результативность при минимизации трудозатрат. Что для этого нужно? Уже на стадии разработки проектной документации в составе ПОС разработать комплексный укрупненный сетевой график (КУСГ), который, с одной стороны, обосновывает принципиальную технологию выполнения работ, а с другой – определяет требования к срокам выдачи рабочей документации и поставок оборудования. И это – первый шаг к ритмичной организации работ на стройке. Именно график пусконаладочных и строительного-монтажных работ должен определять сроки и объемы работ, обеспечивающих эффективное строительство, а не наоборот.

При этом не нужно забывать и про анализ влияния выбранных организационно-технологических решений на общий график. При изменении технологии критический путь меняется. В некоторых случаях при кажущемся сокращении продолжительности за счет внедрения новой технологии при монтаже одних конструкций наблюдается увеличение общего срока проекта из-за задержки монтажа других конструкций, произошедшей вследствие того же самого внедрения. В любом случае,

каждое изменение технологической последовательности работ должно быть исследовано, и применение визуального планирования в этом случае крайне эффективно.

Задача 3. Организация подготовительного периода

Несмотря на то, что при анализе продолжительности строительства ОИАЭ отсчет обычно начинают от «первого бетона», выполнение подготовительного периода существенно влияет на сроки сооружения.

Начнем с того, что многие проекты испытывают сложности с самим моментом начала подготовительного периода. Казалось бы, он должен начинаться после получения положительного заключения Главгосэкспертизы, но согласно укрупненным графикам, в этот момент требуется начинать основной период. Для этого уже должны быть готовы дороги, обеспечено электроснабжение и снабжение инертными материалами, построены жилые городки и, что немаловажно, стройбаза (не говоря уже о желании иметь к этому моменту готовый котлован и закрытый периметр стройплощадки). Даже не касаясь вопросов оформления разрешений, достаточно очевидно, что разработка рабочей документации на объекты подготовительного периода должна выполняться на стадии разработки проектной документации. При этом определение требований к стройбазе, площадкам временного хранения на нетиповом (несерийном) объекте в условиях неизвестности и в части оборудования, выбираемого по конкурсу, и в части организационно-технологических решений, зависящих от выбранного оборудования, становится в большей степени искусством, чем однозначно решаемой инженерной задачей.

Выводы

Безусловно, каждый застройщик выбирает свою стратегию реализации проекта. Главное, что выбор этот должен делаться с открытыми глазами: застройщик должен хотя бы знать о наличии «граблей», разбросанных на его пути, а в идеале – видеть их все. Желание запараллелить все возможные процессы для сокращения сроков реализации проекта очевидно и закономерно, но такой путь содержит много рисков, связанных с принятием решений при недостаточной информированности. Наступление рисков приводит к неизбежному увеличению продолжительности и стоимости строительства, что слишком часто можно наблюдать сегодня при реализации строительных проектов. Качественная проработка проектных и организационно-технологических решений дает возможность реалистично оценить продолжительность и стоимость строительства, организовывать работы в соответствии с планом и достигать требуемых результатов за счет ритмичной эффективной работы, экономически выгодной всем участникам строительного проекта.

Obstacles for Making in Parallel of the Life Cycle of Construction Project

**E.V. KOLOSOVA,
K.A. SUKHACHEV,
JSK «K4»**

Reduction of plant commissioning terms is a typical objective to be resolved at all stages of the life cycle of construction. Usually, still at the early preliminary investment stage, the future operating organization, investor or builder have all necessary information about required date of commissioning and operation beginning. Without giving specifics, how this date should be determined, in the majority of cases, you may note that this date, already at the moment of approval, can be reached only at condition of intensive and coordinated work of all participants in the project.

Nevertheless, even before project works beginning (without mentioning construction itself), there is a long way to pass: justification of investments and of influence on environment, preliminary report on safety case and probabilistic safety analysis (when nuclear energy institute is involved), public hearings, reception of permit for placement and construction and so on. Despite small cost of these works (to compare with the whole plant) their organization and execution requires considerable period of time. A minimal amount of information at this stage, a large amount of interactions between the participants in the project, approvals by regulating and supervision bodies often lead, already at this stage, to considerable delays to be overtaken at the further stages.

The first decision, laying «at the surface», is a reduction of time terms for project documentation elaboration. We may suggest what is the logic of such decision: it is not at all the first project, so we may find in archives something similar as base for documentation development, anyway, production documentation is to be elaborated later, and taking into account that the most part of equipment will be also chosen by means of tenders later, we'll have time to «redraw» everything and to not spend time for paper job. Maybe, from the point of view of successful activity and terms observation, such approach seems to be optimal. But is this approach convenient for a long time? By the way, in foreign countries duration and detailization level of complex project solutions development increase within each decade.

Provided that the question concerns a new plant project design, so a breach of logic during development of layout, design and architectural solutions still will lead to quality deterioration: «increase in weight» of buildings, as well as augmentation of volumes and areas, and, evidently, to increase of cost and of construction terms. No time for optimization and additional calculations, and we proceed to more ample design. Reduction of design terms gives a negative impact on quality of design documentation, that is why augmentation of expertise terms is also unavoidable. By no means all projects can display reception of positive conclusion from Glavgosexperiza within normative period of time.

That is why we approach the construction stage with inevitable delays and try to find methods for their reduction. However, possibilities of influence have been already reduced to minimum: the elaboration schedule of production documentation is already determined, and, to a large extent, restrained by tenders for equipment selection; real capacities of equipment manufacturers and related delivery terms as well as quality of items to be supplied often breach the rhythm of construction. In this situation, tactic decisions concerning optimization of organizational and technological solutions cannot considerably reduce the delays and prevent the increase of construction budget.

What is the adequate solution? Today, the most part of innovation solutions are laying at junction of sciences, professions, specializations. In this case, we suggest to look at construction process of

technologically complex plant at aggregated base. Let's try to find issue at the junction of design and construction stage.

Problem 1. Optimization of project solutions

This problem should begin to be performed already at the stage of investments justification, and to be finished at the stage of design documentation elaboration. Compact solutions, use of new technologies and materials, conjoint findings together with design organizations – these and other directions of project solutions optimization may considerably reduce planned cost and plant construction terms. However, this requires additional time, research and technological development, reiterated calculations and design works. As per foreign evaluations, you can reduce, by this way, initial cost of the plant for about 20%. To reach such result, motivation of experts teams involved should be based on three main parameters:

1. Reduction of materials output ratio without deterioration of quality parameters (concrete, metal and others).
2. Reduction of construction and erection works duration.
3. Elaboration of project documentation just-in-time. But to evaluate correctly a realistic time for project solutions elaboration, the schedule of project documentation development should reflect principal stages of elaboration and decision-making (Fig. 1), instead of terms necessary for presentation of the project documentation volumes.

Problem 2. Optimization of organizational and technological solutions

Development and optimization of organizational and technological solutions should begin at the stage of construction method statement and continue during all the period of construction and assembly works. It should be noted that the selection of construction and assembly works range may considerably influence on the project solutions.

One of the methods for reducing construction duration consists in using of new materials and technologies. In particular, the remarkable example may be use of fiber-reinforced concrete allowing to considerably reduce the concrete works intensity. Other method, being also very efficient, is the advanced organization of construction which consists in determination and realization of conditions ensuring fast transformation of materials, structures and equipment, coordinated in time and in space, into final construction products with minimum of labor expenses at the construction site.

Advanced or progressive construction organization is used for increasing the efficiency of organizational solutions, for instance:

- maximum combination of construction periods (stages);
- rational composition and concentration of labor and technical resources due to effectual distribution of resources in time and in space;
- well-timed beginning of spread of works;
- complete delivery of equipment, materials, structures;
- labor productivity amelioration due to the efficient use of labor and technical resources;
- labor intensity reduction of construction and assembly works due to use of industrial methods of works performance.

Under its apparent «bookishness», this statement contains a profound meaning. The contractors may ensure a considerably higher labor productivity (and, by the way, this is advantageous for them), if they are being provided with spreads of works, material and technical resources and detail production documentation. In this case, they do not need to observe «workers quantity» at the construction site, because, ultimately, it is not advantageous either for the contractor, or for the customer to have at the site an

excessive workers team. The organization of rhythmic series production may ensure a better effectiveness with minimum labor expenses. What we need for it? Already at the stage of the project documentation elaboration, to develop a complex enlarged network schedule (CENS) which, on the one side, is a basis for the process works execution in principle, and on the other side, determines the requirements to the terms of production documentation issue and of equipment supply. This is the first step for rhythmic organization of works at the construction site. Just the schedule of commissioning and assembly works should determine the terms and volumes of works which will ensure the efficient construction, and not the reverse.

With this, you should not forget about the analysis of influence of chosen organizational and technological solutions on the general schedule. When the technology is changed, the crucial way will also change. In some cases, when an apparent reduction of time due to implementation of new technologies for mounting of some structures, there is being observed an augmentation of the total project period due to delay in construction of other structures, appeared as a consequence of this implementation. In any case, every change of technological sequence of works should be investigated, and, in this case, use of visual planning is very efficient.

Problem 3. Organization of preparation period

Notwithstanding that during analysis of NPP construction duration, the accounting is usually will begin from the «first concrete», because the preparation period considerably influences on the construction terms.

Let's begin with the fact that many projects have difficulties from the moment of the preparation period beginning. It seems that this period should begin after reception of positive conclusion by Glavgosexperiza, but according to enlarged schedules, just at this moment you should begin the principal period of works. And for this, there must be ready roads, power supply and supply of inert materials, hometowns, and construction base (it is important, but even better to have a ready construction pit and closed at perimeter construction site). Even if we do not touch questions concerning permits reception, it is evident that the elaboration of detailed production documentation should be performed at the stage of project documentation elaboration. With this, the determination of the requirements to the construction base, to the temporary storage areas at to the non typical (non series) object at conditions of uncertainty, as well as to the equipment to be chosen by tender, and to the technological solutions depending on the chosen equipment, becomes, in a large extent, a kind of art, rather than an engineering problem to be resolved.

Conclusions

Certainly, every builder chooses its own strategy for the project realization. The main thing that this choice should be done with open eyes: the builder, at least, must know that there are some obstacles in Russian named «rakes», situated at his way, and, ideally, to see all of them. A desire to make parallel all eventual processes, in order to reduce the terms of the project realization, is evident and natural, but this way passes through many risks, related with decisions taken under conditions of insufficient awareness. The appearance of risks leads to inevitable increase of duration and of construction cost, and that is too often visible today during realization of the construction projects. A qualified elaboration of the project and organizational-technological solutions gives the possibility to realistically evaluate duration and cost of the construction, to organize the works in accordance with the plan and to reach required results due to rhythmic efficient work, economically advantageous for all participants in the construction project.

Оценка соответствия продукции для объектов использования атомной энергии в форме обязательной сертификации сегодня



А.В. АГЕЕВ, генеральный директор АНО «АтомТехноТест»,
И.А. АГЕЕВ, заместитель генерального директора – исполнительный директор АНО «АтомТехноТест»,
А.В. МИТРОФАНОВ, заместитель руководителя Отдела экспертизы электротехнического оборудования, приборов и средств автоматизации АНО «АтомТехноТест»,
А.В. БОРОДКИН, заместитель директора Департамента технического регулирования Госкорпорации «Росатом»

Необходимость обязательной сертификации продукции для объектов использования атомной энергии была установлена Федеральным законом от 21 ноября 1995 года №170-ФЗ «Об использовании атомной энергии», и ее реализация в области использования атомной энергии началась с 1999 года. В отличие от других форм оценки соответствия оценка соответствия продукции в форме обязательной сертификации продукции для объектов использования атомной энергии обеспечивает документированное подтверждение соответствия всех необходимых показателей (параметров) продукции, важных для обеспечения безопасности, требованиям нормативных документов в области использования атомной энергии (федеральных норм и правил, национальных стандартов и т. д.).

Какие же изменения произошли за последнее время в организации и процедурах проведения обязательной сертификации продукции для объектов использования атомной энергии?

Во-первых, изменен порядок аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров), выполняющих работы по проведению обязательной сертификации в области использования атомной энергии. **Постановлением правительства Российской Федерации от 20 июля 2013 года № 612 «Об аккредитации в области использования атомной энергии»** было установлено, что **Государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом»** (далее – Госкорпорация «Росатом») осуществляется аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров), выполняющих работы по подтверждению соответствия продукции, для которой установлены требования, связанные с обеспечением безопасности в области использования атомной энергии.

Также данным постановлением правительства Российской Федерации утверждены и введены в действие новые «Правила аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров)», устанавливающие, в том



числе, критерии аккредитации, новые правила ведения реестра выданных сертификатов, более жесткие требования к области аккредитации, ее обоснованию, требования к экспертам – штатным сотрудникам органов по сертификации.

Госкорпорацией «Росатом» в сжатые сроки была проведена большая работа по подбору, обучению и аттестации экспертов по аккредитации для того, чтобы начать работы по проведению аккредитации.

АНО «АтомТехноТест» в сентябре 2014 года подала заявку на аккредитацию в качестве органа по сертификации и 26 декабря 2014 года получила от Госкорпорации «Росатом» аттестат аккредитации на 5 лет, подтвердив выполнение установленных критериев аккредитации, в том числе благодаря команде профессионалов, имеющей большой опыт проведения экспертиз и выполнения сложнейших задач по подтверждению соответствия в форме сертификации.

Область аккредитации Органа по сертификации АНО «АтомТехноТест» включает:

- приборы и средства автоматизации;
- оборудование и изделия электротехнические;
- насосы и насосные агрегаты;
- оборудование технологическое специальное;
- арматуру трубопроводную;
- изделия радиационнозащитной техники;
- продукцию изотопную;
- оборудование систем аварийного электроснабжения;
- оборудование теплообменное и емкостное;
- оборудование систем вентиляции и газоочистки.

Во-вторых, продолжив после получения аттестата аккредитации выполнение работ по сертификации, сотрудники АНО «АтомТехноТест» одновременно продолжают совместно с Госкорпорацией «Росатом» разработку **предварительных национальных стандартов по оценке соответствия в области использования атомной энергии в форме сертификации**, которые заменят документы Системы ОИТ.

В-третьих, в соответствии с постановлением правительства Российской Федерации от 01 марта 2013 года № 173, утвердившим «Положение об особенностях стандартизации продукции (работ, услуг), для которой устанавливаются требования, связанные с обеспечением безопасности в области использования атомной энергии, а также процессов проектирования, производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки,

реализации, утилизации и захоронения указанной продукции», Госкорпорацией «Росатом» осуществляется формирование, ведение и актуализация **сводного перечня документов по стандартизации, содержащего перечни документов по стандартизации, которые применяются в области использования атомной энергии на обязательной основе.**

В-четвертых, утверждено Госкорпорацией «Росатом» и Ростехнадзором **«Решение о применении временных мер при сертификации продукции, для которой устанавливаются требования, связанные с обеспечением безопасности в области использования атомной энергии, № 00-03-11/134 от 17.02.2015»**, устанавливающее в качестве временной меры при проведении работ по обязательной сертификации в области использования атомной энергии до принятия и введения в действие особенностей оценки соответствия в области использования атомной энергии, предусмотренных статьей 5 Федерального закона от 27.12.2002 г. №184 «О техническом регулировании», руководство документами Системы сертификации ОИТ в части, не противоречащей действующему законодательству, а также постановлению правительства Российской Федерации от 20 июля 2013 года № 612.

В-пятых, Государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом», с участием предприятий отрасли, организована подготовка предложений для разработки перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, в области использования атомной энергии.

Практика показала, что на сегодняшний день сертификация – одно из самых эффективных средств по своим функциям и глубине оценки соответствия, что способствует повышению обеспечения эксплуатационной надежности и безопасности объектов использования атомной энергии. Госкорпорация «Росатом» планирует расширить перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации, которая будет проводиться аккредитованными организациями.

АНО «АТОМТЕХНОТЕСТ»
123022, г. Москва,
2-я Звенигородская улица, дом 13,
строение 37
Тел.: (499) 370-01-05
E-mail: info@atomtechnotest.ru
www.atomtechnotest.ru

От Шо до Фламанвиля и Балтийской АЭС: инновационное конструктивное решение машинного зала с надежностью на уровне мировых стандартов

ALSTOM

**Оливье МАНДЕМАН,
Винсент ЖУРДЭН,
Alstom, Франция**

Впервые технология паровой турбины ARABELLE™ для АЭС была разработана еще в 80-х годах прошлого века для оснащения АЭС с реактором N4, построенных во Франции в Шо (Chooz) и Сиво (Civaux). После оценки очень высокой эффективности этой технологии для турбин одновременно в параметрах термодинамической производительности и надежности было принято решение о расширении сферы применения этой турбины для оснащения всех основных коммерческих реакторов, включая реактор ВВЭР-1200 Росатома и европейский реактор 3-го поколения EPR Areva. Для современного мира насущной потребностью является увеличение количества мегаватт-часов электроэнергии, вырабатываемой за счет экологически чистых источников без выбросов CO₂ в атмосферу. Поэтому в основу системного подхода, которому следовали на этапе проектирования машинного зала для 3-го блока АЭС «Фламанвиль», была положена цель эффективного использования доступной тепловой энергии, вырабатываемой реактором EPR. Событие, которое скоро станет новым мировым рекордом по показателю электроэнергии, вырабатываемой одним генератором (1750 МВт в валовом исчислении), рождается сейчас во Франции на заключительном этапе строительства атомной электростанции в Нормандии.



**Оливье Мандеман
Olivier Mandement**



**Винсент Журдэн
Vincent Jourdain**

В настоящей статье представлены технические особенности машинного зала, которые были выбраны одновременно для увеличения выхода валовой мощности, полученной на клеммах генератора, и выхода полезной мощности, доступной для потребителей в сети высокого напряжения, и делается сравнение проекта Фламанвиль-3 с атомными электростанциями предыдущего поколения, построенными во Франции. Дополнительно к увеличению количества произведенных мегаватт полезной мощности, установка проектировалась для обеспечения максимальной надежности, для получения максимального количества произведенных мегаватт-часов. В статье подробно рассматриваются уровни надежности, достигнутых в последние годы за счет применения компонентов, в которых используется та же технология, которая реализована в машинном зале 3-го энергоблока АЭС «Фламанвиль».

Наконец, в статье делается вывод о том, что большинство конструктивных улучшений, разработанных для машинного зала Фламанвиль-3, будут частью проекта Балтийской АЭС

с реакторами ВВЭР-1200, на презентации которого ААЭМ впервые представил в России технологию ARABELLE™.

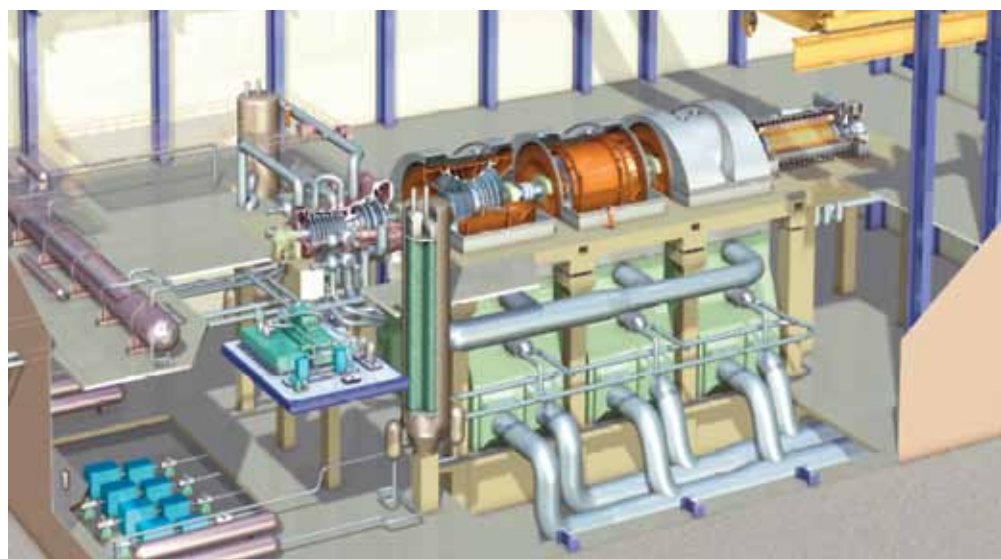
Фламанвиль-3: конструктивные улучшения основного оборудования машинного зала

Эффективная конструкция паровой турбины и большая площадь выхлопа

Как и четыре АЭС во Франции с реакторами N4, неактивная часть 3-го блока АЭС «Фламанвиль» оборудована паровой тихоходной турбиной ARABELLE™ уникальной концепции, которая вращается с частотой 1500 оборотов в минуту. Уникальным в конструкции турбины ARABELLE™ на этом уровне выходной мощности является использование комбинированного цилиндра высоко-среднего давления (ЦВСД). Пар, поступающий из реактора EPR под давлением 75 бар, проходит однопоточное расширение в ступенях части высокого давления (ЧВД) цилиндра ЦВСД и, после удаления из пара влаги и его перегрева в двух сепараторах-пароперегревателях, поступает обратно в тот же цилиндр и расширяется в противоположном направлении, но всегда по однопоточной схеме в ступенях ЧСД. В конце расширения пара в ЧСД приблизительно до 3 бар, однопоточный пар разделяется на 6 потоков, которые расширяются в трех двухпоточных цилиндрах низкого давления (ЦНД). В целом, однопоточное расширение пара, которое принципиально является более эффективным, чем расширение нескольких потоков пара, происходит с давлением от 75 бар до 3 бар и составляет до 60% механической энергии, поставляемой паровой турбиной ARABELLE™, что и объясняет ее высокую производительность. В паровых турбинах для АЭС предыдущего поколения поток пара, поступающий из реактора непосредственно на впуск паровой турбины, обычно делился на два симметрических потока для расширения в двухпоточном ЦВД.

Пути прохождения однопоточного пара в турбине ARABELLE™ потребовали использования более длинных лопаток, в которых относительная важность неизбежных аэродинамических потерь в нижней части и на концах лопаток меньше, чем в путях прохождения с несколькими потоками пара, в которых используются более короткие лопатки (Рис. 1).

Роторы всех паровых турбин ARABELLE™ представляют собой сварные роторы в противоположность моноблочным массивным роторам или роторам с дисками, напрессованными горячей посадкой. Сварные роторы представляют собой надежную и проверенную технологию, используемую концерном Alstom для роторов газовых и паровых турбин, которая была усовершенствована за последние 90 лет. Эта технология применяется для роторов паровых турбин для АЭС с 60-х годов прошлого века, и на сегодняшний день концерн Alstom



Трехмерное изображение машинного зала с паровой турбиной ARABELLE третьего энергоблока АЭС «Фламанвиль» / 3D-view of the ARABELLE-based Turbine Island at Flamanville 3 Nuclear Power Plant

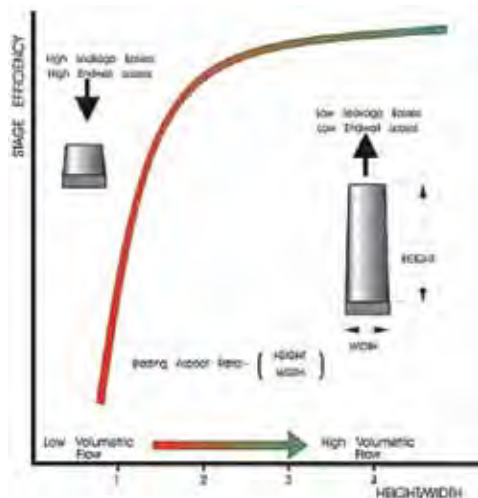


Рис. 1. Увеличение производительности лопаток с большим отношением высоты к ширине / Fig. 1. Efficiency benefit of blades with high aspect ratio (height/width)

поставил более 200 больших сварных роторов для атомных электростанций по всему миру. Роторы Alstom изготавливаются из небольших поковок, которые соединяются сваркой. Для очень больших роторов, установленных в тихоходных паровых турбинах АЭС, используются поковки с небольшими размерами. Их легче штамповать и осматривать, легче контролировать свойства материалов. Кроме того, за счет уменьшения уровней напряжений в сварном роторе по сравнению с роторами с дисками, напращованными горячей посадкой, можно выбирать сталь с более низким пределом текучести, обеспечивая лучшую устойчивость к явлению коррозионного растрескивания (SCC) и при этом достигая адекватных свойств, необходимых для роторных дисков, на которых крепятся лопасти последней ступени части низкого давления (ЧНД). Поковка очень больших размеров, которая требуется для конструкции ротора моноблочной турбины, может оказаться узким местом в системе снабжения проекта атомной электростанции, тогда как поставки повок небольших размеров, используемых в технологии сварного ротора, можно достаточно легко заказать значительно более широкому числу изготовителей штампованных изделий, что повышает надежность поставки конечного изделия.

Одним из основных различий между паровыми турбинами для 3-го блока АЭС «Фламанвиль» и АЭС с реактором N4 является конфигурация выхлопа части низкого давления. В машинных залах АЭС с реактором N4 в Шо и Сиво, конденсаторы охлаждаются водой, поступающей из градирни с обычной температурой 20°C. Во Фламанвиле, где площадка расположена на берегу моря, вопрос о температуре имел принципиальное значение, чтобы извлечь выгоду из относительно низкой температуры воды пролива Ла-Манш, которой непосредственно охлаждаются трубопроводы конденсатора. Учитывая более мощный поток пара, поступающий из реактора EPR, и потенциал для получения более низкого противодавления в проекте в Нормандии по сравнению с проектами N4, последняя ступень ЧНД турбины на Фламанвиль-3 оснащена лопатками длиной 1750 мм, чтобы приспособить для выхлопа поток пара очень большого объема, сохраняя при этом скорость выхлопа пара в разумных пределах с целью минимизации потерь выхлопа. Действительно, кинетическая энергия пара выхлопа может составлять несколько процентов от мощности турбины, и его сокращение очень важно для эффективности



Рис. 2. Монтаж цилиндров низкого давления турбины на Фламанвиль-3 (фото EDF) / Fig. 2: Erection of the Flammanville 3 Low Pressure turbine modules (photo by courtesy of EDF)

проекта. Для сравнения, последняя ступень турбины для реактора N4 оснащена лопатками длиной 1450 мм, что соответствует 111 м² площади выхлопа, а поэтому, при значении в общей сложности 156 м², площадь выхлопа турбины на 3-м блоке АЭС «Фламанвиль» почти на 40% больше, чем на АЭС с N4, что обеспечивает более высокую производительность турбины (Рис. 2).

В широких масштабах лопатки последней ступени на 3-м блоке АЭС «Фламанвиль» демонстрируют те же доказанные особенности конструкции, что и на АЭС с N4: особенностью является демпфер, образующий единое целое и обеспечивающий надежность, и хвостовик елочного типа, обеспечивающий свободный доступ для осмотра. Благодаря контролю вибрации за счет соединения демпфера между лопатками, лопатки этого типа выгодно отличаются уменьшенным весом – приблизительно 80 кг на лопатку на 3-м энергоблоке – по сравнению с отдельно стоящими лопатками подобной длины. Для обеспечения необходимой жесткости отдельно стоящие лопатки такой же длины могут иметь на концах в три-четыре раза большую нагрузку. При наличии относительно легких взаимосвязанных лопаток можно спроектировать подшипниковую систему турбины так, чтобы она могла выдержать нарушение равновесия в результате теоретически допустимого разрушения одного из подшипников последней ступени. Соблюдение

этого критического критерия конструкции не представляется возможным при существовании более тяжелых лопатках.

Оптимизированная конструкция сепараторов-пароперегревателей для уменьшения падения давления

По сравнению с АЭС с реактором N4, для Фламанвиль-3 концерн Alstom спроектировал 2-ступенчатые сепараторы-пароперегреватели для уменьшения падения внутреннего давления и разности конечных температур (РКТ) для обеспечения конструктивных улучшений общей производительности теплового цикла.

На АЭС «Фламанвиль-3» с двух сторон комбинированного ЦВСД турбины располагаются два сепаратора-пароперегревателя (СПП) вертикального типа, в то время как в проекте турбинного зала на АЭС с N4 используются СПП горизонтального типа. В Alstom было найдено техническое решение для адаптации обеих конструкций к определенным требованиям к общей схеме. Такая схема не оказывает воздействия на эффективность теплового цикла благодаря балансу всех «за» и «против».

Снижение падения внутреннего давления в СПП было обеспечено благодаря лучшему использованию внутреннего объема СПП и за счет использования схемы связок трубопроводов. Благодаря этому обеспечивается более широкое и более разреженное прохождение основного пара через меньшее число пре-

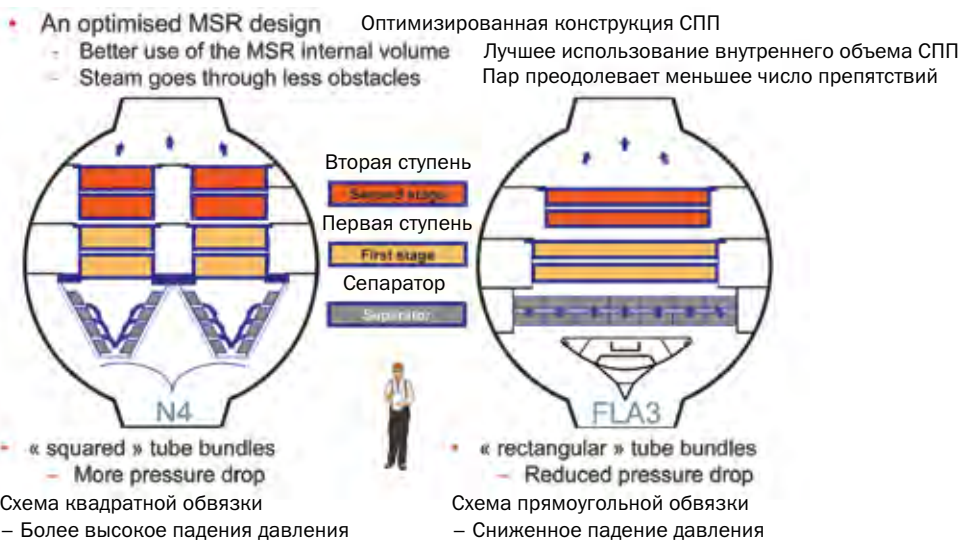


Рис. 3. Внутренняя схема сепараторов-пароперегревателей на 3-м блоке АЭС «Фламанвиль» в сравнении с АЭС с реактором N4 / Fig. 3. Internal arrangement of the Flammanville 3 moisture separator re-heaters compared to N4

паттвий внутри оболочки СПП по сравнению с предыдущей конструкцией для N4 (Рис. 3). Уменьшенное значение РКТ в проекте Фламанвиль-3 было получено за счет увеличения поверхности теплообмена. Оба проверенных изменения имеют существенное воздействие на выход турбины, не создавая технических рисков.

Современная конструкция 4-полюсного турбогенератора

Концерн Alstom поставил для Фламанвиль-3 турбогенератор GIGATOR мощностью 2000 МВА, который представляет собой 4-полюсный агрегат с ротором, имеющим водородное охлаждение, и статором, обмотка которого имеет водяное охлаждение (на рисунке 4 – фотография турбогенератора, сделанная во время монтажа). GIGATOR имеет частоту вращения 1500 оборотов в минуту, выходное напряжение 23 кВ и коэффициент мощности 0.9. Основными техническими характеристиками и преимуществами турбогенератора Фламанвиль-3 являются следующие:

- использование трубопроводов охлаждающей воды из нержавеющей стали для прямого охлаждения стержней статора. Коррозионная стойкость нержавеющей стали позволяет избежать засорения, которое наблюдается в медных трубопроводах охлаждающей воды. Электрический и охлаждающий контуры разделены на лобовых частях обмотки, что еще больше улучшает надежность. За последние 35 лет технология охлаждающих трубопроводов из нержавеющей стали, предложенная концерном Alstom, доказала свои высокие характеристики и надежность в эксплуатации;

- прямое водородное охлаждение активной части ротора по принципу «прямого потока» позволяет получить почти однородную температуру по всей длине ротора;

- использование тройного уплотнения в контуре водородного охлаждения гарантирует очень низкое потребление водорода и высокий постоянный уровень чистоты водорода. Такое тройное устройство надежно выдерживает номинальное давление водорода в турбогенераторе и способствует обеспечению высокого КПД турбогенератора. Эти технические особенности уже были опробованы при модернизации больших устаревших АЭС с помощью технологий Alstom;

- крепление лобовых частей обмотки статора имеет уникальную конструкцию, что сокращает перечень работ по техническому обслуживанию и способствует повышению эксплуатационной готовности турбины. Действительно, эту конструкцию можно проверить и, в конечном счете, подтянуть крепления при проведении плановых ремонтных работ, облегчая техническое обслуживание и увеличивая срок службы обмотки;

- использование системы возбуждения без щеток упрощает техническое обслуживание (не требуется замена щеток); благодаря своей компактности система позволила уменьшить длину турбинного зала.

Многих из вышеупомянутых технических особенностей турбогенератора на 3-м блоке АЭС «Фламанвиль» не было в оригинальной конструкции турбогенераторов на АЭС с N4 (например, небольшое увеличение диаметра и длины активных частей, обеспечивающих выходное напряжение 23 кВ вместо 20 кВ на реакторе N4 для получения мощности 2000 МВА, использование трубопроводов охлаждающей воды из нержавеющей стали, увеличение давления H_2 и использования тройного уплотнения для водородного контура). Такие



Рис. 4. Установка ротора генератора в статор в помещении машинного зала на 3-м энергоблоке АЭС «Фламанвиль» (фото EDF) / Fig. 4. Generator rotor introduced into the stator at Flamanville 3 site (photo by courtesy of EDF)

конструктивные улучшения уже доказали себя в работе при модернизации старых АЭС и в других практических применениях для атомной отрасли. Они будут способствовать снижению эксплуатационных затрат и расходов по техническому обслуживанию на 3-м энергоблоке АЭС «Фламанвиль».

Фламанвиль-3: конструктивные улучшения другого оборудования и систем машинного зала

Конденсатные насосы высокой производительности

На 3-м блоке АЭС «Фламанвиль» установлены три конденсатных насоса по 50% производительности (два рабочих, один резервный), которые также поставил концерн Alstom. Здесь используются многоступенчатые роторные насосы с диффузором вертикального типа, установленные во всасывающей камере. Их конструкция отличается высокой надежностью и хорошо зарекомендовала себя на других АЭС за более чем 25 лет с минимальным техническим обслуживанием. В конструкции используются крыльчатки двойного всасывания, позволившие уменьшить длину насоса и добиться высокой производительности. Камера установлена в бетонном колодце ниже уровня конденсатора, из которого конденсат отводится под давлением в конденсаторе. Двойное всасывание происходит в самой нижней части насоса, чтобы он работал при самом лучшем показателе высоты столба жидкости на всасывающей стороне насоса. Конструкция всасывающего рабочего колеса проектировалась и проверялась с таким расчетом, чтобы получить самую низкую требующуюся высоту столба жидкости во всех рабочих точках, в то время как ступени давления были расположены как можно ближе к выпускной части насосов. Электродвигатель оснащен своим валом с вкладышами подпятника, расположен на отдельной раме для устранения возможных взаимодействий с насосом и снижения до минимума вибраций. Концерн Alstom уже поставил более 200 таких конденсатных насосов для АЭС во всем мире.

Главное отличие между конденсатными насосами на АЭС с реактором N4 и на 3-м блоке АЭС «Фламанвиль» состоит в том, что частота вращения увеличилась с 1000 оборотов в минуту до 1500 оборотов в минуту, при этом

размер насосов и двигателей, используемых на Фламанвиль-3, уменьшился. Гидравлические потоки в насосах были улучшены за счет использования программного обеспечения 3D CFD, а полученные результаты проверены в ходе испытаний, выполненных на масштабной модели. Высокий уровень производительности этих насосов позволяет увеличивать полезную мощность, доступную для передачи потребителям через сеть высокого напряжения.

Более производительная конструкция нагревательной установки питательной воды

Если сравнивать с организацией машинного зала на АЭС с N4, валовая выходная мощность, полученная на клеммах генератора на Фламанвиль-3, также повысилась благодаря более производительной конструкции нагревательной установки питательной воды.

Конструкция нагревательной установки питательной воды на 3-м блоке АЭС «Фламанвиль» была модернизирована по сравнению с предыдущим поколением для N4 за счет еще одной ступени подогревателя питательной воды. В целом на Фламанвиль-3 нагревательная установка состоит из семи ступеней питательной воды, установленных последовательно, что сегодня соответствует лучшим методикам. Для подобного полного повышения температуры в нагревательной установке питательной воды дополнительная седьмая ступень позволяет уменьшить «высоту» шага нагрева, производимого каждой ступенью, и связанные необратимые потери, что оказывает прямое позитивное влияние на общий цикл теплового КПД.

По сравнению с N4 конструкция оболочки, трубопроводов НД и нагревателей питательной воды ВД обеспечивает более низкую разность конечных температур, что обеспечивает улучшение характеристик цикла.

Дополнительно, после регенерационного подогрева конденсата в подогревателе НД на 3-м блоке АЭС «Фламанвил» основной конденсат подается на три нагревателя питательной воды НД. Такая схема перекачки имеет положительное воздействие не только на валовую выходную мощность, но и на полезную выходную мощность АЭС. Для сравнения, на АЭС с N4 только нагреватель питательной воды НД № 2 оборудован таким насосом отбора конденсата.

Система циркуляционной воды

Улучшение валового электрического выхода на клеммах генератора не было единственным нововведением со стороны EDF и Alstom в проекте 3-го блока АЭС «Фламанвиль». Были также предприняты усилия для максимального увеличения полезной выходной мощности за счет использования схемы с низким потреблением в насосной станции морской воды, на которой установлены два насоса циркуляционной воды по 50% производительности в бетонных спиральных камерах. В этом отношении проект Фламанвиль-3 включает два насосных агрегата для охлаждения основного блока, каждый из которых подает на конденсатор более 30 тонн морской воды в секунду.

Эти насосы Alstom конструктивно выполнены в бетонных спиральных камерах (Рис. 5). В них сочетается низкая скорость с высокой гидравлической производительностью. Насосы с бетонными спиральными камерами имеют множество преимуществ перед обычными цельнометаллическими насосами, в том числе более продолжительный срок службы, повышенную устойчивость к коррозии, сниженный шум и вибрацию наряду с минимальными требованиями по обслуживанию. Кожух насоса (спиральная камера) и всасывающий трубопровод изготовлены из стандартного железобетона, имеют очень надежную конструкцию к воздействию коррозии и абразивному изнашиванию, характеризуются хорошей ремонтопригодностью, которая достигается за счет применения простой конструкции с вертикальным вытаскиванием вала. Подобная конструкция позволяет легко снимать для проведения технического обслуживания такие критические узлы, как вал и рабочее колесо. За счет низкой скорости вращения потери давления уменьшаются, а масса бетонной конструкции обеспечивает насосы отличными инерционными характеристиками. Все эти факторы обеспечивают высокую производительность, которая сохраняется на весь срок службы насоса.

Спиральная камера и всасывающий трубопровод, входящие в оборудование насосной станции, особенно устойчивы к коррозии и абразивному изнашиванию; и даже к воздействию морской воды, как на первом блоке АЭС «Фламанвиль»; здесь снижена опасность образования поверхностей ракушками. Металлические части минимально подвергаются воздействию воды, что позволяет избежать проблем с коррозией. По соображениям безопасности, все электрические части расположены выше уровня наибольшего прилива.

Более высокая общая производительность при сравнении N4 и Фламанвиль-3

Технические характеристики, описанные выше, способствуют увеличению уровня выходной мощности, произведенной на 3-м блоке АЭС «Фламанвиль». В дополнение к изменениям, описанным выше, конструкция реактора EPR обеспечивает больший тепловой выход по сравнению с реактором N4, и начальный пар поступает в турбину с давлением на несколько бар выше. Все вместе позволяет увеличить валовую выходную мощность на 3-м энергоблоке более чем на 10% (принимая во внимание необходимые поправки, связанные с мощностью насосов питательной воды), и эта выгода примерно уравнивается между конструктивными улучшениями самого реактора и машинного зала. Повышение производительности машинного зала обусловлено, главным образом, хорошо адаптированной площадью выхлопа с ЦНД турбины, для которого используются более благоприятные условия



Рис. 5. Монтаж бетонной спиральной камеры на 3-м блоке АЭС «Фламанвиль». Справа внизу: вал насоса и рабочее колесо / Fig. 5. Flamanville 3 concrete volute installation. Bottom right corner: pump shaft and impeller

охлаждения за счет размещения 3-го блока АЭС «Фламанвиль» на морском побережье. Остальная часть повышения производительности машинного зала обеспечивается, главным образом, высокими характеристиками СПП и нагревательной установки питательной воды.

Доказанная бесспорная надежность ARABELLE™

Дополнительно к увеличению мощности в мегаваттах, основные узлы машинного зала на 3-м блоке АЭС «Фламанвиль» также должны быть совершенно надежными, чтобы получить максимальное количество мегаватт-часов, которые могут производиться атомной электростанцией.

Бесспорная надежность, равная 99.96%, была отмечена за последнее десятилетие в отношении всех четырех турбин Arabelle, работающих во Франции с конца 90-х годов прошлого века. Все вместе эти четыре паровые турбины, которыми управляет компания Electricité de France (EDF), на АЭС в Шо 1, 2 и Сиво 1, 2 к настоящему времени наработали более 350.000 часов. На сегодняшний день они остаются самыми мощными паровыми турбинами в мире, находящимися в эксплуатации. За последние 12 лет (включая 2000-2011 гг.) средний коэффициент аварийного простоя (FOR) составил не более 0.04% (Рис. 6). Это эквивалентно, в среднем, всего трем часам незапланированного отключения электричества на одну турбину Arabelle в год, что, таким образом, значительно помогает сокра-

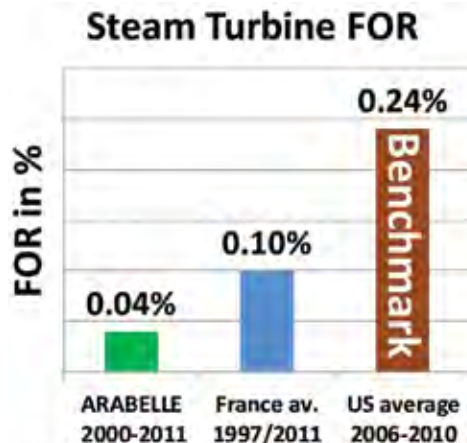


Рис. 6. Коэффициент аварийного простоя четырех паровых турбин ARABELLE™, которыми управляет компания EDF, в сравнении с общим числом турбин АЭС во Франции и средним значением в США (данные NERC-GADS) / Fig.6. Forced outage rate of the four ARABELLE™ steam turbines operated by EDF compared with overall French fleet and U.S. average (NERC-GADS data)

тить стоимость электричества. Действительно, это на 5 часов незапланированного отключения электричества меньше по сравнению с другими АЭС во Франции (всего в стране насчитывается 58 паровых турбин для АЭС, все они поставлены Alstom). Этот показатель среднего коэффициента аварийного простоя также в шесть раз лучше по сравнению со средним показателем в США и со сравнительными оценками (benchmark) в США. Это 16 часов дополнительного производства электроэнергии в год на одну турбину Arabelle во Франции, что обеспечивает дополнительный доход оператора в размере не менее 1 млн евро в год с одного энергоблока.

Турбины ARABELLE™ в России

В настоящее время во многих странах мира в эксплуатации находятся 136 паровых турбин для АЭС, благодаря чему концерн Alstom занимает первое место в этом сегменте рынка: 30% атомных электростанций, находящихся сегодня в эксплуатации по всему миру, оснащены паротурбогенератором, который был спроектирован Alstom. В целом технология ARABELLE™ оценивается как лучшая технология паровой турбины и генератора для больших АЭС. Репутация и передовые технологические особенности паровых турбин и генераторов Alstom явились основными причинами для принятия Росатомом решения об использовании на новых АЭС с передовыми реакторами ВВЭР технологий Alstom.

В 2007 году ОАО «Атомэнергомаш» и концерн «Alstom» учредили совместное предприятие «Альстом-Атомэнергомаш» (ААЭМ), которое будет поставлять машинные залы для реакторов ВВЭР Росатома. Технология тихоходной турбины ARABELLE™ была передана ААЭМ. Другой основной продукцией, предлагаемой ААЭМ, являются сепараторы-пароперегреватели, конденсаторы и подогреватели питательной воды. СП ААЭМ планирует наладить в России поставку оборудования для машинного зала. С этой целью, ААЭМ выбрал Волгодонск в качестве места для изготовления паровых турбин Arabelle в России.

Проект Балтийской АЭС с двумя энергоблоками ВВЭР-1200, которая сейчас строится в Калининграде – первый крупный контракт, выигранный ААЭМ. В этом проекте найдут реализацию многие технические инновации, представленные в настоящей статье. В этом проекте ААЭМ сможет продемонстрировать все положительные стороны этих технических решений, соответствующих всем требованиям по защите окружающей среды, установленным в России.

Заключение

Назначение машинного зала АЭС состоит в преобразовании большого количества тепловой энергии, которая содержится в паре, поставляемом реактором, в электричество с максимальной возможной производительностью и надежностью. Благодаря непрерывным конструктивным улучшениям основных узлов и их всесторонне продуманной интеграции в оптимизированный машинный зал, концерну Alstom удалось сделать на 3-м блоке АЭС «Фламанвиль» заметный шаг вперед по сравнению с предыдущими технологическими решениями. Все внимание в работе машинного зала теперь перенесено с проектирования и изготовления конструкций на строительство, в котором Alstom участвует на строительной площадке вместе со своим заказчиком, компанией EDF, чтобы проект 3-го энергоблока АЭС «Фламанвиль» достиг высокого уровня качества. В России продолжается рабочее проектирование Балтийской АЭС, которая получит самые лучшие применяемые технологии.

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.



Уважаемые читатели – руководители и специалисты предприятий атомной отрасли!

Журнал «Атомный проект» – это надежное связующее звено между специалистами крупнейшей в стране инженеринговой компании НИАЭП-АСЭ, на которую возложена вся ответственность за комплектацию, строительство, пусконаладочные работы и сдачу «под ключ» одновременно более чем на 20 объектах атомной энергетики в нашей стране и за рубежом, и производителями и поставщиками оборудования для АЭС. Мы рады, что наше издание успешно выполняет эту функцию: журнал «Атомный проект» получают проектировщики крупнейшей в стране Нижегородской инженеринговой компании «Атомэнергопроект», специалисты инженеринговых компаний Москвы и Санкт-Петербурга.

Практика показала, что не меньшее значение имеет и другая функция журнала – информировать сами предприятия отрасли о новых разработках друг друга, быть для них инструментом поиска потенциальных заказчиков и деловых партнеров. С этой целью мы рассылаем значительную часть тиража (до 1000 экз. каждого выпуска) на все значимые отечественные предприятия атомной отрасли (список обязательной рассылки опубликован на нашем сайте www.kuriermedia.ru в разделе «Журнал «Атомный проект»»), а также участвуем в важнейших отраслевых форумах, семинарах и конференциях.

Диверсификация производства становится одной из важнейших задач для многих предприятий атомной отрасли. Учитывая пожелания партнеров, редакция журнала «Атомный проект» существенно расширила состав читательской аудитории, включив в нее предприятия многих смежных с атомной энергетикой отраслей. Это помогает нашим рекламодателям представить свои возможности на смежных рынках: традиционной энергетики, машиностроения, станкостроения и других.

Следующий выпуск журнала выйдет в свет в июне 2015 г. и будет посвящен 70-летию атомной отрасли России.

Приглашаем вас к сотрудничеству! В канун юбилейной даты расскажите настоящим и будущим партнерам о своих достижениях, об участии в базовых проектах Росатома, поделитесь перспективными планами, предложите сотрудничество. Мы уверены в том, что ваше будущее будет успешным!

Ждем ваши материалы на страницах журнала «Атомный проект». Мы соединяем лучших с лучшими!

Предприятие	Город	Стр.
Альстом	Франция	67
Альстом Атомэнергомаш, ООО	Подольск, Московская обл.	44
АтомТехноТест, АНО	Москва	66
Белэлектромонтаж, ОАО	Минск, Республика Беларусь	25
ГЕА Машимпэкс, ООО	Москва	47
ГидроПромСтрой, ООО	Москва	1
Гроднопромстрой, ОАО	Гродно, Республика Беларусь	24
Институт реакторных материалов, АО	Заречный, Свердловская обл.	35
К4, ООО	Москва	63
Морозовский химический завод, АО	Санкт-Петербург	48
Московская высшая школа инжиниринга	Москва	56
НИАЭП, АО	Нижний Новгород	12
НИАЭП, АО, Московский филиал	Москва	18
НИПОМ, ОАО	Дзержинск, Нижегородская обл.	54
ОРГСТРОЙПРОЕКТ, ЗАО	Москва	71
Смоленская АЭС	Десногорск, Смоленская обл.	36
Теплообменник, ПКО ОАО	Нижний Новгород	38
Dassault Systems	Москва	58

Undertaking	City	Page
Alstom	France	67
Belelektomontazh, JSC	Minsk, Republic of Belarus	25
Morozovsky chemicle plant, LLC	Saint-Petersburg	49
NIAEP, Moscow Branch	Moscow	20
ORGSTROYPROEKT, CJSC	Moscow	71
Smolensk Nuclear Power Plant	Desnogorsk, Smolensk region	37
K4, JSK	Moscow	65



ГРОДНОПРОМСТРОЙ

УДОВЛЕТВОРЕННОСТЬ ЗАКАЗЧИКА – НАШ ПРИОРИТЕТ



Наши достижения:

- по итогам работы за 2005 год постановлением Совета министров удостоены звания лауреата премии правительства за внедрение высокоэффективных методов управления качеством;
- за достижения в строительной отрасли Республики Беларусь по итогам работы 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 г.г. многократно удостоены званий победителя и лауреата конкурсов в номинациях «Предприятие года», «Лучший объект года», «Руководитель года», «Технология года»;
- по итогам работы 2012 года – победитель в номинациях: «Руководитель года», «Лучший объект года – Гродненская ГЭС на реке Неман». Предприятием построен уникальный объект – первая гидроэлектростанция в Республике Беларусь на реке Неман;
- по итогам работы за 2013 год награждены дипломом победителя IX Международного конкурса в строительной деятельности государств – участников Содружества независимых государств. Дипломанты конкурса на соискание премии правительства Республики Беларусь 2013 года;
- в конкурсе Белорусского союза строителей министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь удостоены Почетного диплома в номинации «Руководитель года» по итогам 2013 года;
- за последние 10 лет предприятие 9 раз заносилось на Республиканскую доску Почета по итогам соревнований среди строительных организаций.

Стратегия развития Общества в 2015 году – это производство конкурентоспособной продукции, удовлетворяющей требованиям и ожиданиям потребителя, наращивание объёмов производства за счёт освоения новых видов продукции, работ, услуг.

ОАО «Гроднопромстрой» выполняет практически весь перечень работ и услуг, составляющих деятельность по проектированию и строительству зданий и сооружений.

Сертифицированы все виды выполняемых работ, сертификация которых обязательна.

В нашем лице вы найдёте надёжного партнёра, строящего профессионально и качественно, обеспечивающего ввод объектов самого широкого назначения в соответствии с заключёнными контрактами. Мы рады сотрудничать для достижения взаимовыгодных результатов на основе делового партнёрства!

ОАО «Гроднопромстрой»

Республика Беларусь, 230003, Гродно, проспект Космонавтов, 52

Телефон: +375 (152) 74-41-08

E-mail: grodnopromstroy@mail.grodno.by, <http://grodnopromstroy.by>

