

**Multi-D**  
*engineering*

# Россия Атомный проект

RUSSIA  
Atomic Project



ПЕРВАЯ В МИРЕ АЭС



#18  
2014



## ● ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ

Комплексное проведение гидроизоляционных работ с использованием материалов собственного производства системы «ГИДРОПЕН».

## ● ШПУНТОВЫЕ РАБОТЫ

Работы по погружению, извлечению шпунта различных марок (ларсен, arcelor, трубошпунт). Собственный парк вибропогружателей.

## ● ОБЩЕСТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

## ● ОБОРУДОВАНИЕ

Комплексная поставка оборудования для энергетических предприятий



# ГидроПромСтрой

[www.gps-atom.ru](http://www.gps-atom.ru)

## ПРОФЕССИОНАЛИЗМ НА КАЖДОМ ЭТАПЕ РАБОТЫ:

- соответствие знаний и опыта задачам, которые решает компания
- способность осваивать и применять в работе новые знания
- ответственное отношение к результатам своей работы
- соблюдение принципов деловой этики

119134, г. Москва,  
ул. Б. Якиманка, д. 24, офис 40Б  
тел. +7 (499) 238-63-96  
тел./факс +7 (499) 238-66-57  
e-mail: [gps-atom@mail.ru](mailto:gps-atom@mail.ru)

# Атомный проект

ВЫПУСК ВОСЕМНАДЦАТЫЙ

Будет представлен на конгрессно-выставочных мероприятиях:

- VI Международный форум АТОМЕХРО-2014 (9-11 июня, Москва, Россия)
- V Российско-казахстанская промышленная выставка Expo-Russia Kazakhstan-2014 (11-13 июня 2014 г., Республика Казахстан, Алматы)
- Международная специализированная выставка «Энергетика и электротехника» (17-20 июня, Санкт-Петербург, Россия)
- Многоотраслевой выставочный проект «ТЕХНОЭКСПО-2014» и VI Индустриальный форум (9-11 сентября, Саратов, Россия)
- XV Международная конференция «Супервычисления и математическое моделирование» (13-17 октября, Саров, Россия)

# Atomic Project

ISSUE EIGHTEENTH



# 17–20 июня 2014

XXI международная  
специализированная выставка

# ЭНЕРГЕТИКА и ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

## Санкт-Петербург

ВК Ленэкспо, павильоны №7, 8, 8а

В.О., Большой пр., 103

[www.energetika-restec.ru](http://www.energetika-restec.ru)

### ТЕМАТИКА ВЫСТАВКИ

#### Энергетика

- электроэнергетика,
- тепловая энергетика,
- гидроэнергетика,
- атомная энергетика,
- малая, нетрадиционная и возобновляемая энергетика

#### Энергетическое машиностроение

- турбины и турбовспомогательное оборудование,
- котельные установки и котловспомогательное оборудование о дизели и дизельгенераторы
- теплообменные аппараты
- компрессоры

#### Электротехническое оборудование

- электродвигатели, электрогенераторы, электроприводы
- преобразователи, трансформаторы,
- силовая электроника,
- электроустановочные изделия,
- кабели, провода, соединительная арматура
- электроизоляционные изделия,
- светотехника

#### Системы газоснабжения

- газовые трубопроводы
- полимерные материалы для газоснабжения
- соединительная, запорная арматура, регуляторы, газовые редуктры
- газогорелочные устройства

#### Системы и средства измерения, контроля, управления и автоматического регулирования, программное обеспечение

#### Энергоэффективные и энергосберегающие технологии и оборудование

#### Исследования и разработки

#### Безопасность энергообъектов и экологическая безопасность



Организаторы:

ВЫСТАВОЧНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ

**РЕСТЭК**

ВО "РЕСТЭК"

Тел.: (812) 3038868

[energo@restec.ru](mailto:energo@restec.ru)

[www.energetika-restec.ru](http://www.energetika-restec.ru)

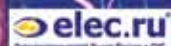


Тел. +7 (812) 321-2630

[energetika@expoforum.ru](mailto:energetika@expoforum.ru)

[www.energetika.lenexpo.ru](http://www.energetika.lenexpo.ru)

Генеральные информационные  
спонсоры в сети Интернет:



Генеральные  
информационные спонсоры:



Информационные спонсоры:



Интернет партнеры:





**ПЯТАЯ ЮБИЛЕЙНАЯ  
РОССИЙСКО-КАЗАХСТАНСКАЯ  
ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА  
ТРЕТИЙ АЛМАТИНСКИЙ  
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ БИЗНЕС-ФОРУМ  
EXPO-RUSSIA  
KAZAKHSTAN 2014**



**11-13 июня 2014 г.**  
Республика Казахстан, г. Алматы  
RIXOS ALMATY



Машиностроение  
Автомобильная промышленность  
Электроэнергетика  
и энергоэффективность  
Строительство и проектирование  
Нефтехимическая  
и газовая промышленность  
Металлургия, новые технологии  
в металлургической промышленности  
Водное хозяйство  
Горнодобывающая промышленность  
Транспортная инфраструктура

### III АЛМАТИНСКИЙ БИЗНЕС-ФОРУМ

**ОРГАНИЗАТОР:**

ОАО «Зарубеж-Экспо»

**СООРГАНИЗАТОРЫ:**

Торгово-промышленная Палата Российской Федерации  
Международная Ассоциация Фондов Мира (МАФМ)  
Торгово-промышленная Палата Республики Казахстан  
Торгово-промышленная Палата г. Алматы

**ПАТРОНАЖ:**

Торгово-промышленная Палата РФ  
Совет руководителей Торгово-промышленных Палат  
государств-участников СНГ

**ПОДДЕРЖКА:**

Министерства иностранных дел РФ, отраслевых  
Министерств РФ и отраслевых министерств и ведомств  
Республики Казахстан, Посольства и Торгового  
представительства РФ в Республике Казахстан

**МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:**

RIXOS ALMATY  
Республика Казахстан, г. Алматы

**КОНТАКТЫ:**

Москва, ул. Пречистенка, 10  
Тел.: +7 (495) 637-50-79, +7 (499) 766-99-17  
многоканальный номер: +7 (495) 721-32-36  
E-mail: [info@zarubezhexpo.ru](mailto:info@zarubezhexpo.ru)  
[www.zarubezhexpo.ru](http://www.zarubezhexpo.ru)  
[www.exporf.ru](http://www.exporf.ru)

**АТОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Информационно-аналитический журнал для специалистов в области атомного машиностроения  
№ 18, июнь, 2014 г.

**Учредитель-издатель**  
ООО «РИЦ «Курьер-медиа»

**Генеральный директор**  
Г. П. Митькина

**Сайт в Интернете**  
www.kuriermedia.ru

**Журнал издается при содействии:**

- ОАО «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**  
3000 экз.  
на бумажном и CD-носителях

**Дата выхода в свет**  
04.06.2014 г.

**Типография**  
Общество с ограниченной ответственностью «АПД»  
Нижний Новгород,  
проспект Гагарина, 178  
В свободной продаже отсутствует  
Перепечатка, копирование материалов, опубликованных в журнале, без согласования с редакцией не допускается.  
Ответственность за достоверность рекламных материалов несут рекламодатели.

16+

**Фото на обложке:**  
**Обнинская АЭС.**  
Фото предоставлено  
пресс-службой ГНЦ РФ-ФЭИ  
им. А.И. Лейпунского

**ИСТОРИЧЕСКАЯ ДАТА/ HISTORICAL DATE**

60 лет отечественной атомной энергетике	<b>6</b>
<i>The 60th Anniversary of Nuclear Power Engineering</i>	<b>8</b>

**АКТУАЛЬНО/TOPICALLY**

Сокрушая льды Арктики. <b>Галина Митькина</b>	<b>9</b>
<i>Breaking the Ice of the Arctic Region. Galina Mitkina</i>	<b>12</b>

**КОНФЕРЕНЦИЯ/CONFERENCE**

«Кузькина мать» в IT-преломлении	<b>14</b>
<i>We Shall Show What is What in IT-Sector</i>	<b>16</b>

**ПРАКТИКА/PRACTICE**

Особенности управления крупными проектами. <b>Н.Я. Леонтьев, Е.А. Стеньшин</b>	<b>17</b>
<i>Special Aspects of Managing Large-Scale Projects. N. Leontyev, E. Stenshyn</i>	<b>23</b>
Управление качеством процессов жизненного цикла сложных инженерных сооружений. <b>С.А. Фатеева, А.В. Прокопенко</b>	<b>27</b>
<i>Quality Management of Complex Engineering Facilities Life Cycle. S. Fateeva, A. Prokopenko</i>	<b>32</b>

**ЮБИЛЕЙ/JUBELEE**

КАЭС-1: 30 лет безотказной эксплуатации	<b>34</b>
<i>Kalininskaya NPP-1: 30 Years of Reliable Operations</i>	<b>36</b>

**НАУКА. ОБРАЗОВАНИЕ/SCIENCE. EDUCATION**

Водо-водяные энергетические реакторы – основа для развития атомной энергетики в ближайшей перспективе.	<b>39</b>
<b>В.А. Сидоренко, Ю.М. Семченков, А.В. Жукова</b>	<b>40</b>
<i>Water-Water Power Reactors – the Basis for Development of Nuclear Power in the New-Term Perspective.</i>	
<b>V.A. Sidorenko, Yu.M. Semchenkov, A.V. Zhukova</b>	<b>42</b>
«Политех – лучше всех». <b>Галина Юрьева</b>	<b>43</b>
«Nizhny Novgorod Polytechnic is the Best». <b>Galina Yurieva</b>	<b>45</b>

**ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АЭС/NPP EQUIPMENT****АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ/INDEX****ОТ РЕДАКЦИИ/FROM THE EDITORS****Редакционный совет журнала «Атомный проект»****РУКОВОДИТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА**

**Лимаренко В. И.** – президент ОАО «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 ОАО «НИАЭП»

**Борисов И. А.** – вице-президент по развитию ОАО «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 РФЯЦ-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 ОАО «НИАЭП», к. фил. н.

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

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

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

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

**Гирин Я. Н.** – начальник рекламно-выставочного управления СДС РФЯЦ-ВНИИЭФ



# 60 лет отечественной атомной энергетике

**В 1945 году один из создателей ядерной и нейтронной физики, основатель научных школ в Италии и США, иностранный член-корреспондент АН СССР Энрико Ферми сказал: «Первая страна, которая разработает реактор на быстрых нейтронах, получит конкурентное преимущество в использовании атомной энергии».**

В этом же 1945 году Технический комитет Первого главного управления при Совнаркоме СССР рассмотрел записку академика Петра Капицы «О применении внутриатомной энергии в мирных целях». Советские учёные приступили к разработке первых проектов мирного использования атомной энергии, генеральным направлением которого сразу же стала электроэнергетика.

В 1948 году по предложению И.В. Курчатова начались первые работы по практическому применению энергии атома для получения электроэнергии. 16 мая 1949 года правительство СССР издало постановление о создании первой атомной электростанции. Научным руководителем работ был назначен Игорь Васильевич Курчатов, главным конструктором реактора – Николай Антонович Доллежал. Своим заместителем по научному руководству Первой АЭС Курчатов назначил Дмитрия Ивановича Блохинцева, которому поручалось не только научное, но и организационное руководство строительством и пуском АЭС. Первым директором АЭС был назначен Николай Андреевич Николаев. Непосредственное руководство строительством и монтажом первой в мире АЭС осуществлял Ефим Павлович Славский – будущий министр среднего машиностроения СССР.

В мае 1950 года вышло постановление правительства страны о начале работ по строительству Первой АЭС. Через год, в 1951 году – постановление Совета министров СССР о разработке мероприятий по сооружению первой АЭС.

К этому времени в Соединенных Штатах был уже создан и 20 декабря 1951 года запу-



щен в эксплуатацию первый атомный реактор на быстрых нейтронах EBR I, вырабатывающий электроэнергию. Однако, к внешним электросетям он подключён не был, энергия реактора использовалась в основном для освещения здания, в котором он находился, поэтому называться «электростанцией» американский реактор не мог.

Строительство первой в мире атомной электростанции началось в Советском Союзе, вблизи станции Обнинское Калужской области, в «жилом поселке объекта «В»: на берегу реки Протвы, на месте бывшей деревни Пяткино, что примерно в 100 км от Москвы.

Велось оно темпами, удивительными даже по современным меркам: от принятия постановления правительства до пуска энергоблока прошло всего четыре года. В мае 1950 года начались строительные работы. 30 марта 1952 года был залит первый бетон в основание реактора, развернулись работы по подземной части АЭС, строительству жилья и соцкультбыта, подъездных путей, плотины на реке Протве. а уже через год, в 1953 году, был выполнен основной объем строительных и монтажных работ: возведен реакторный корпус и здание турбогенератора, смонтированы металлоконструкции реактора, парогенераторы, трубопроводы, турбина и многое другое. В это же время в секретной Лаборатории «В» (будущий РФ ФЭИ), на базе которой и строилась Первая АЭС, заканчивалась разработка тепловыделяющего элемента.

В 1953 году стройке был придан статус «важнейшей в Минсредмаше». Сам Курчатов часто приезжал на строительство; ему даже построили небольшой деревянный домик в соседнем лесу, где он проводил совещания с руководителями объекта.

Основная задача строительства первой АЭС заключалась в проверке технической осуществимости безопасной работы в единой технологической схеме с турбиной в условиях выдачи энергии в сеть, поэтому многие технические решения по реактору были выбраны достаточно консервативными, со значительным запасом надежности. Энергетический реактор, получивший название АМ-1 («Атом мирный»), имел мощность всего 5 Мвт.

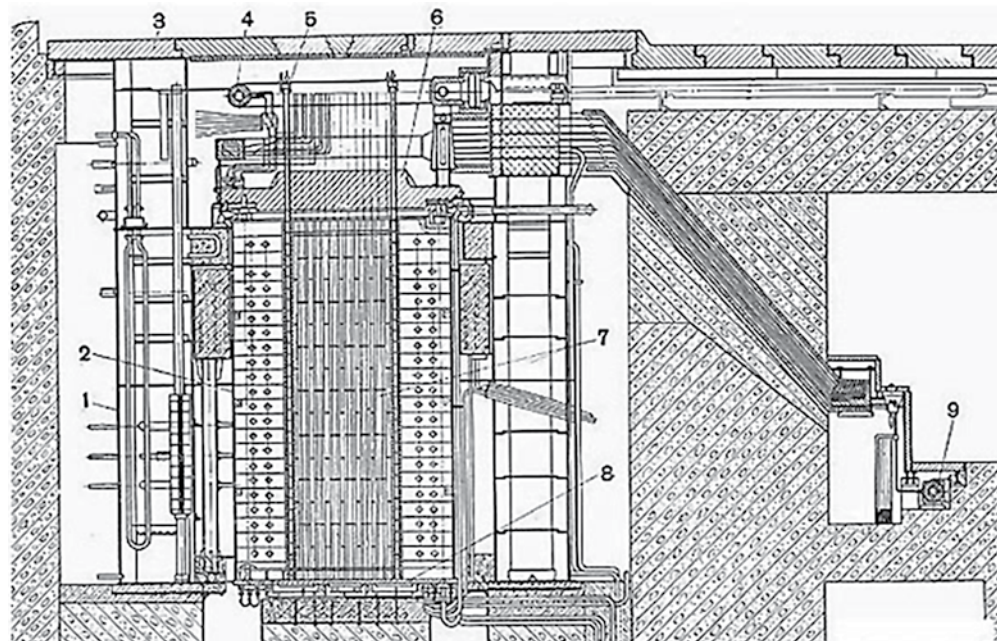
К сооружению был принят проект уран-графитового реактора канального типа с трубчатыми тепловыделяющими элементами с теплоёмким некипящей воды под давлением. Надо отметить, что при создании Первой АЭС оказалось недостаточно опыта, накопленного при разработке и сооружении промышленных реакторов. Переход от промышленного реактора, в котором уровень температур материалов в активной зоне реактора относительно низкий, к энергетическому реактору с более высоким уровнем температур материалов, необходимым для получения высокотемпературного тепла, потребовал проведения большого и разностороннего объема экспериментальных и расчетных исследований.

Обычные урановые блоки не были пригодны для АЭС. Пришлось конструировать специальные технологические каналы, состоящие из системы тонкостенных трубок небольшого диаметра, на наружных поверхностях которых размещалось ядерное топливо. Технологические каналы в несколько метров длиной загружались в ячейки графитовой кладки реактора мостовым краном реакторного зала и присоединялись к трубопроводам первого контура съемными деталями.

В качестве конструкционного материала технологических каналов и оболочек твэлов была принята нержавеющая сталь; циркониевых сплавов, подходящих по свойствам для работы при температуре 300°C, еще не было. Реактор Первой в мире АЭС охлаждался водой под давлением 100 ат, что позволило получать пар при температуре 280°C, т. е. весьма умеренных параметров.

Конструкция каналов ядерного реактора была выбрана полностью сменяемой из условий ограничения ее ресурса под облучением временем пребывания топлива в активной зоне. Рассчитывать на ресурс работы конструкционных материалов в активной зоне под облучением, равный полному сроку службы АЭС (20-30 лет), не было оснований. Конструкцию твэлов приняли трубчатую с односторонним охлаждением, чтобы уменьшить вероятность попадания продуктов деления в контур при возможных повреждениях твэлов. Для снижения температуры оболочек твэлов в качестве топливной композиции был использован уран-молибденовый сплав в виде крупки, диспергированной в теплопроводной матрице.

Диспергированное ядерное горючее в теплопроводящей матрице-разбавителе позволило создать для Первой АЭС высоконадежные твэлы, способные работать с большой энергонапряженностью при значительных те-



**Рисунок 1. Реактор Первой в мире АЭС. 1 — боковая водяная защита; 2 — кожух кладки; 3 — верхнее перекрытие; 4 — сборный коллектор; 5 — топливный канал; 6 — верхняя плита; 7 — графитовая кладка; 8 — нижняя плита; 9 — распределительный коллектор**



пловых нагрузках. Первая партия топлива для Обнинской АЭС в количестве 514 твэлов была изготовлена на Машиностроительном заводе города Электросталь в Московской области. Испытания этих твэлов в реакторе показали, что они также весьма слабо подвергаются деформации и распуханию под облучением при достаточно большой глубине выгорания ядерного горючего.

Герметичность корпуса реактора заранее испытывали чувствительным гелиевым методом. Внутрь корпуса подали газ гелий под небольшим давлением, а снаружи все сварные соединения «ощупали» гелиевым течеискателем, который обнаруживает малые протечки гелия.

Во время гелиевых испытаний были выявлены неудачные конструктивные решения и пришлось кое-что переделать. После ремонта сварных соединений и повторной проверки на герметичность внутренние поверхности металлоконструкций тщательно обеспылили и сдали под кладку.

В начале 1954 года велась графитовая кладка реактора, которую с нетерпением ждали как рабочие, так и руководители проекта. Это своеобразная веха на длинном пути монтажа реактора. Кладка относится к разряду чистых работ и требует стерильной чистоты. Рабочие укладывали графитовые блоки в белой спецодежде и спецобуви, в белых шапочках, чтобы волосок не упал. В реакторном зале такая же стерильная чистота, ничего лишнего, влажная уборка почти непрерывно. Кладку вели быстро, круглосуточно, а закончив работу, сдавали ее придирчивым контролерам. В завершении закрыли и заварили люки в реактор, чтобы приступить к монтажу технологических каналов и каналов управления и защиты реактора. На первой АЭС промышленность впервые осваивала производство и сварку таких тонкостенных труб, отчего случались протечки воды через неплотности сварки. Текущие каналы приходилось менять, технологию их изготовления тоже, все

это отнимало время. Были и другие сложности, однако все препятствия преодолели.

Кстати, незадолго перед пуском реактора, в феврале 1954 года, в Лаборатории «В» был сооружен реактор нулевой мощности (так называемый «критический стенд»), собранный в одной из лабораторных комнат, расположенных на первом этаже главного корпуса прямо под кабинетом Д.И. Блохинцева. Целью создания стенда была необходимость экспериментальной проверки пригодности расчетных методик, использовавшихся при определении характеристик реактора Первой АЭС. На этом стенде 3 марта 1954 года была осуществлена первая самоподдерживающаяся цепная реакция деления урана.

Наконец начались пусковые работы. Запуск реактора осуществляли А. К. Красин и Б. Г. Дубовский под руководством И. В. Курчатова. 9 мая в 19 часов 7 минут при загрузке примерно 60 ТК было достигнуто критическое состояние. В дальнейшем была загружена полностью активная зона, вместившая 128 ТК.

26 июня 1954 года на первой в мире АЭС был осуществлен энергетический пуск. Начальник объекта «В» Дмитрий Блохинцев записал в оперативном журнале: «17 часов 45 минут. Пар подан на турбину». Академики Курчатова и Александров поздравили всех участников исторического события соответствующе, порусски: «С легким паром!»

Станция строилась в условиях строжайшей секретности, и вдруг не только на всю страну – на весь мир прозвучало сообщение ТАСС: «В Советском Союзе усилиями ученых и инженеров успешно завершены работы по проектированию и строительству первой промышленной электростанции на атомной энергии полезной мощностью 5000 киловатт. 27 июня атомная станция была пущена в эксплуатацию и дала электрический ток для промышленности и сельского хозяйства прилежащих районов».

Это событие ознаменовало собой начало новой эры в мировой энергетике.

Обнинская АЭС привлекла внимание людей всего мира. На ней побывали многочисленные делегации почти из всех стран. Они хотели своими глазами посмотреть на «русское чудо». Не надо каменного угля, нефти или горючего газа; тепло от реактора приводит в движение турбогенератор и вырабатывает электроэнергию, которой по тем временам было достаточно для нужд города с населением 30-40 тысяч человек, при расходе ядерного топлива около двух тонн в год.

Первая в мире АЭС находилась в эксплуатации 48 лет. 29 апреля 2002 года в 11:31 по московскому времени ее реактор был навсегда заглушен. Как сообщил Минатом России, станция была остановлена исключительно по экономическим соображениям, поскольку «поддержание ее в безопасном состоянии с каждым годом становилось все дороже и дороже».

Операция по остановке реактора в Обнинске прошла штатно, без нарушений, в присутствии научной общественности и ветеранов отечественной ядерной энергетики. В сентябре 2002 года была выгружена последняя топливная сборка.

Первая АЭС дала начало мирному использованию атомной энергии – это ее главный вклад в мировую цивилизацию. Опыт эксплуатации первой, по сути экспериментальной атомной станции полностью подтвердил инженерно-технические решения, предложенные специалистами атомной отрасли, что позволило приступить к реализации широкомасштабной программы по строительству новых АЭС в СССР.

**«Проектирование и создание реакторной установки Первой в мире АЭС было первым и, вероятно, самым значительным достижением в области ядерной энергетики. Ее пуск доказал и продемонстрировал практическую возможность получения электроэнергии на АЭС».**

**Академик Н.А. ДОЛЛЕЖАЛЬ**



# The 60th Anniversary of Nuclear Power Engineering

**In 1945 Enrico Fermi, who was one of the founders of nuclear physics and neutronics, founded schools of sciences in Italy and the US, and was a corresponding member of the Academy of Sciences of the USSR, said: «The country, which first develops a breeder reactor will have a great competitive advantage in atomic energy».**

In the same year, the Technical Committee of the First Main Directorate of the Council of People's Commissars of the USSR considered the memorandum of Peter Kapitsa «On Peaceful Utilization of Internal Atomic Energy». The Soviet scientists started developing the first research projects for peaceful uses of nuclear energy. And from the very start generation of electric power became the main line of investigation.

In 1948 the first works for practical uses of the energy of atom for generation of electric power were started at the suggestion of I.V. Kurchatov. On May 16, 1949 the USSR government issued the resolution on construction of the first nuclear power plant. Igor Vasilyevich Kurchatov was appointed the scientific supervisor of the works, and Nikolay Antonovich Dollezhal – the chief designer of the reactor for the future plant. Kurchatov appointed Dmitry Ivanovich Blokhintsev as his deputy for scientific supervision. Dmitry Ivanovich Blokhintsev was entrusted with not only scientific, but also organizational management of the construction and start-up of the nuclear power plant. The first director of the nuclear power plant was Nikolay Andreyevich Nikolayev. Direct management of the construction and installation of the first nuclear power plant was carried out by Yefim Pavlovich Slavsky. Later he was appointed the Minister for Nuclear Industry of the USSR.

In May 1950 the decree of the government on the start of works for the construction was issued. In 1951 the Council of Ministers of the USSR issued its resolution on the development of the building measures for construction of the first nuclear power plant.

By this time, the first breeder reactor EBR I producing electric power had been already built and commissioned in the United States on Dec 20, 1951. However, it was not connected to exterior electrical grids. The power of the reactor was mainly used for lighting of the building, in which it was located. Therefore, the American reactor could not be called «an electrical power plant» proper.

The construction of the first nuclear power plant was started in the Soviet Union near the railway station Obninskoye in the Kaluga region in the «project «B» housing community»: on one of the banks of Protva river, where village Pyatkinino had been located, which is approximately 100 km away from Moscow.

The speed of construction was astonishing even by modern standards: four years only from the day of the governmental decree to the start-up of the power-generating unit. In May 1950, construction began. On March 30, 1952 the first concrete pouring was made for the reactor base. The works started for construction of the plant substructure, housing and objects of cultural and social activities, access roads, a dam on river Protva. And within only one year, in 1953, the bulk of the construction and installation works was completed: the reactor block and the turbogenerator block, reactor metal structures, steam generators, pipelines, the turbine and many other elements were installed. At the same time the development of the fuel element was being completed in the secret «B» Laboratory (later – the Institute of Physics and Energy), which became the base for the first nuclear power plant.

In 1953 the project was considered as «the most important project of the Ministry». Kurchatov often came to the site; there was even a small wooden hut built for him in the neighboring forest, where he held meetings with the construction managers.

The main target of the construction was to analyze the technical feasibility of safe work in a uniform process scheme that includes a turbine under the conditions of energy output into an electrical mains. Therefore, many of the technical solutions were quite conservative, with a considerable safety margin. The

electrical capacity of the reactor named AM-1 (Russian for: Atom Mirny, or «peaceful atom»), was only 5 megawatt.

A project for construction of a carbon-uranium pressure-tube reactor with tubular fuel elements and heat transfer to non-boiling pressurized water was approved for construction. It is noteworthy, that the experience accumulated during the development and construction of commercial reactors was not enough to construct the first nuclear power plant. Transition from a commercial reactor, with rather low temperatures of materials in the core, to a power producer with higher temperatures of materials necessary for production of high-grade heat, required a large number of experimental studies and a large-scale design analysis.

Standard slugs could not be used in the nuclear power plant. Special technological channels had to be designed, which consisted of a system of thin-wall tubes of a small diameter with nuclear fuel on their outer surfaces. These technological channels were a few metres long and were loaded into the cells of the graphite stack of the reactor using a traveling crane of the reactor room and connected by removable parts to the primary circuit pipelines.

Stainless steel was approved for use as the structural material of technological channels and jackets of fuel elements. There were no zirconium alloys with necessary properties for work at 300°C. The reactor of the first nuclear power plant was cooled by water under 100 atmospheres of pressure. This allowed production of steam at 280°C, i.e. with rather moderate parameters.

The selected design of the channels ensured their complete replaceability as the time of residence of the fuel in the core restricted the life of the structure exposed to radiation. There were no good grounds to think that the life of the structural materials exposed to radiation in the core would be 20-30 years (full life cycle of the nuclear power plant). The design of the fuel elements was tubular with cooling on one side to reduce the danger of getting of the fission products into the primary circuit of the fuel elements. To reduce the temperature of the jackets of the fuel elements uranium-molybdenum powder dispersed in a heat-conducting matrix was used as the fuel composition.

Dispersed nuclear fuel in a heat-conducting dilution matrix allowed building of highly reliable fuel elements for the first nuclear power plant, capable to work with a high fuel rating and considerable heat loads. The first batch of the fuel for the Obninsk nuclear power plant in the total quantity of 514 fuel elements was produced at the Electrostral Machine Engineering Plant in the Moscow Region. The trials of these fuel elements in the reactor showed that they are not easily deformed and swollen when exposed to radiation with a considerable burnup of nuclear fuel.

The reactor vessel was helium tested for leak-tightness in advance. Helium was injected under a small pressure into the vessel, and all welds were «felt» using a helium leak detector, which detects small leakages of helium.

During the helium testing unsuccessful design solutions were revealed, and some adjustments had to be made. After repair of welds and another inspection for leak-tightness the internal surfaces of the metal structures were carefully cleaned from dust and approved for graphite stacking.

At the beginning of 1954, the stacking of graphite was carried out. Workers and the project managers waited with impatience for the stack to be ready. It was a critical milestone for installation of the reactor. Stacking of graphite requires sterility. Workers stacked graphite blocks wearing white overalls, special foot and head gear. The same sterility was maintained in the reactor room: only necessary things were allowed, wet cleaning was done almost continuously. The stacking was done quickly, round the clock, and when finished the work was checked by exacting inspectors. When the stacking was complete the manways were closed and welded to get down to the installation of technological, control and protection channels. It was for the first time

that pipes with such thin walls were produced and welded, and there were water leakages through welds. The leaking channels had to be replaced together with the technology of their production, and all this took time. There were also other difficulties. However, the team overcame all obstacles.

Shortly before the reactor start-up, in February of 1954, a zero-power reactor (the «critical test facility») was built in Laboratory «B». It was assembled in one of the laboratory rooms at the ground floor of the main building directly under the office of D.I. Blokhintsev. The purpose of the facility was experimental verification of reliability of the design methods used to determine the characteristics of the reactor of the first nuclear power plant. The first self-sustaining uranium fission chain reaction was carried out in the test facility on March 3, 1954.

Finally, the start-up began. It was carried out by A.K. Krasin and B.G. Dubovsky under the guidance of I.V. Kurchatov. On May 9 at 19:07 with an approximate loading of 60 TC the critical state was achieved. Later, the core was fully loaded. The core accommodated 128 TC.

On June 26, 1954 the power start-up was carried out. Dmitry Blokhintsev wrote down in the log as follows: «17:45. Steam has been supplied to the turbine». Kurchatov and Alexandrov congratulated all participants of the historical event.

The plant construction had been strictly classified, and suddenly the whole world heard the TASU statement: «In the Soviet Union, through the effort of scientists and engineers the works for design and construction of the first commercial nuclear 5000 kilowatt electric power plant have been successfully completed. On the 27 of June the nuclear power plant was commissioned and supplied electric power for the industry and agriculture of the adjacent districts».

This event heralded the beginning of a new era in the world power engineering.

The Obninsk nuclear power plant drew attention of people from all over the world. Numerous delegations almost from all countries visited the plant. They wanted to see «the Russian miracle» for themselves. No bituminous coal, petroleum or combustible gas was now necessary; the heat of the reactor actuated the turbogenerator and produced electric power, which was enough to meet the needs of a city with a population of 30-40 thousand people, with a consumption of nuclear material of about two tons per year.

The first nuclear power plant was in operation for 48 years. On April 29, 2002 at 11:31, Moscow time, its reactor was shutdown forever. According to the Ministry for Nuclear Energy of Russia, the plant had been shut down exclusively for economic reasons as «keeping it in a safe state became more expensive every year».

The shutdown in Obninsk was performed normally without violation of rules or standards, in the presence of scientists and veterans of the Russian nuclear power engineering. The last fuel assembly was unloaded in September of 2002.

The first nuclear power plant gave rise to peaceful uses of nuclear power energy and this is its main contribution to the world's civilization. The experience of operation of the first experimental nuclear power plant confirmed the effectiveness of the technical solutions proposed by the Soviet nuclear power engineering specialists. This made possible the implementation of the large-scale program for construction of new nuclear power plants in the USSR.

**«The design and construction of the reactor unit for the World's first nuclear power plant was the first and probably the most significant achievement in the domain of nuclear power engineering. The start-up of the power plant proved and demonstrated the practical feasibility of electric power production at a nuclear power plant».**

**N.A. Dollezhal,  
Member of the Russian Academy of Sciences**



# Сокрушая льды Арктики

**Одна из тем, находящихся в последнее время в повестке дня как западных стран, так и России – освоение Арктики. Но какие бы амбициозные цели ни ставили перед собой претенденты на несметные арктические богатства, скрытые под многометровой толщей льда, их практическое достижение невозможно без обеспечения судоходства по северным морям.**

Россия потому и считается мощной арктической державой, что обладает единственным атомным ледокольным флотом в мире. Северный морской путь превратился благодаря атомным ледоколам в постоянно действующую водную магистраль. Атомные ледоколы находятся на трассах Севморпути длительное время, не нуждаясь в заправке, обеспечивая тем самым автономность выполнения задачи, что особенно важно в сложных условиях ледяного Севера.

Как известно, атомный ледокольный флот развивался почти параллельно с отечественной атомной энергетикой. Инициатором создания ядерных установок для гражданского флота, в первую очередь, для ледоколов был Анатолий Петрович Александров. А реакторную установку для первого ледокола, как, впрочем, и для всех последующих, разработали и изготовили совместными силами горьковский завод №92 и его ОКБ.

О том, как это было, мы попросили вспомнить в недавнем прошлом главного конструктора реакторных установок водо-водяных энергетических реакторов, ныне – советника директора – генерального конструктора ОАО «ОКБМ Африкантов», Заслуженного конструктора Российской Федерации Ю.К. Панова.

**– Юрий Кириллович, как все же случилось, что именно ОКБМ стало предприятием, создавшим первую реакторную установку для ледокольного флота?**

– За год до решения правительства о строительстве первого ледокола было принято постановление о строительстве первой советской подводной атомной лодки (подписано И.В. Сталиным в сентябре 1952 года. – *Ред.*). Инициировали это решение И.В. Курчатова и А.П. Александрова.

Разработчиком техпроекта установки подводной лодки было специально созданное для этого московское НИИ-8 (ныне – НИКИЭТ им. Н.А. Доллежаля), а изготовителем установки по созданному в Москве техпроекту назначили наш горьковский завод №92, в состав которого входило Особое конструкторское бюро. Этому ОКБ и было поручено вести производство реакторной установки на заводе.

Специалисты ОКБ – а именно из него впоследствии и было образовано нынешнее предприятие ОКБМ Африкантов – усмотрели в представленном им техпроекте такие решения, реализация которых сделала бы будущую подлодку фактически недееспособной. В итоге рабочий проект, по которому проводилось изготовление, стал практически новым проектом ядерной установки для первой советской подводной лодки, имевшим мало общего с первоначальным вариантом.

И когда через год (20 ноября 1953 года – *Ред.*) Совет министров СССР принял постановление о строительстве атомного ледокола «Ленин» — первого в мире судна гражданского назначения с ядерной силовой установкой –



Ю.К. Панов

Игорь Иванович Африкантов, бывший в то время главным конструктором ОКБ завода, добился, чтобы все проектирование реакторной установки и входящего в нее оборудования выполнялись силами ОКБ. Изготовление оборудования реакторной установки (РУ) проводилось, в основном, нашим заводом, а монтаж и испытание РУ – силами Адмиралтейского завода в Ленинграде при постоянном участии и контроле сотрудников ОКБ. Специалистами ОКБ в течение всего срока службы РУ проводился авторский надзор за работой установки.

Первый советский ледокол «Ленин» проектировался и строился для обслуживания Северного морского пути. Мощная энергоустановка и высокая автономность позволяли значительно увеличить срок северной навигации. Имея практически неограниченный район плавания, ледокол мог побывать за один рейс в самых отдаленных районах Арктики.

Длина атомного ледокола составляла 134 метра, ширина — 27,6 метра, водоизмещение — 16 тысяч тонн, скорость хода — 18 узлов на чистой воде и 2 узла (около 4 км/ч) во льдах толщиной более двух метров. Корпус ледокола был изготовлен из специальной высокопрочной стали, разработанной в институте «Прометей».

5 декабря 1957 года был осуществлен спуск ледокола на воду, в сентябре 1959 года начались ходовые испытания в Финском за-

ливье, а 3 декабря того же года состоялось успешное завершение испытаний, и на ледоколе «Ленин» был поднят государственный флаг СССР. Эта дата считается днем рождения советского атомного ледокольного флота.

Как и полагалось, ядерная установка успешно проработала шесть лет, показав высокую эффективность своего применения, после чего поступил заказ на изготовление точно такого же комплекта оборудования, чтобы атомоход «Ленин» мог находиться в строю еще долгие годы. Но в это же время было издано постановление правительства о создании более мощного атомного ледокола «Арктика», реакторную установку для которого также разрабатывали в ОКБМ.

Когда проработали вариант новой, более мощной установки, поняли, что на ледоколе «Ленин» демонтировать действующую трехреакторную и установить новую, двухреакторную установку, проще и удобнее, чем заменять на аналог.

Срок модернизации атомохода был очень сжатым, поскольку физпуск должен был во что бы то ни стало состояться в день 100-летия вождя мировой революции, 22 апреля 1970 года. ЦК КПСС и Совет министров СССР выпустили специальное постановление, устанавливающее задачи для нескольких десятков предприятий, принимавших участие в этой работе. И 22 апреля физпуск ледокола был осуществлен, а уже в начале мая 1970 года он ушел в годичное турне по Северу с совершенно новой установкой, которая, по сути, нигде до этого не опробывалась.

**– В чем особенности этой установки по сравнению с первым реактором? Было в ней что-то принципиально новое?**

– Все в ней было принципиально новое. Первая реакторная установка на ледоколе «Ленин» вся была опутана трубами: реактор располагался отдельно, парогенератор отдельно, насосы отдельно, и к каждому оборудованию тянулся трубопровод большого диаметра, рассчитанный на высокое давление. Насосы были горизонтальными, что не очень удобно как в обслуживании, так и в работе. В новой установке в парогенераторах вместо нержавеющей стали применили более стойкий к хлорной коррозии титан, который не растрескивается под напря-



Первый в мире атомный ледокол «Ленин»



Почтовая марка, выпущенная в честь создания атомохода Арктика

жением; сама конструкция РУ представляла собой реактор, соединенный с оборудованием мощными, равнопрочными с корпусными конструкциями, короткими патрубками. Это почти в полтора раза уменьшило объем и массу установки, поэтому на ледоколе «Ленин» она разместились совершенно спокойно, да еще осталось место «для танцев». Сам реактор тоже был принципиально другим, с эллиптическим днищем, и более защищенным от коррозии за счет наплавки на внутреннюю поверхность корпуса нержавеющей стали. При создании этой установки пришлось разработать немало новых технологий, к примеру, позволяющих надежно соединять титан и нержавеющую сталь. В результате была создана надежная, компактная установка, которая успешно функционирует многие десятилетия.

Ледокол «Ленин» проработал 30 лет, на пять лет больше проектного срока эксплуатации. В 1989 году он был выведен из состава флота, и то только потому, что обветшал корпус судна. Что касается реакторной установки, безотказно проработавшей к тому времени почти два десятилетия, на момент вывода ледокола из эксплуатации она оставалась абсолютно пригодной к дальнейшему использованию (ледокол «Ленин» прошел 654,4 тысячи морских миль, из них 563,6 тысячи – 30 земных экваторов – во льдах, то есть, в среднем за один год ледокол прокладывает по северным морям маршрут протяженностью в одно кругосветное путешествие. За время службы ледокол провел через льды Арктики 3741 транспортное судно. – **Ред.**)

После апробации первого атомного ледокола стало совершенно ясно, что без атомных ледоколов невозможно обеспечить надежное функционирование важнейшей транспортной магистрали – Северного морского пути. И с ледоколом-то удалось освоить только западную часть пути, а на восток, где в определенные годы была более тяжелая ледовая обстановка, даже «Ленин» пройти не мог. Поэтому в июле 1971 года на Балтийском заводе в Санкт-Петербурге заложили ледокол «Арктика» мощностью 75 тыс. л. с. (у ледокола «Ленин» – 44 тыс. л. с. – **Ред.**). Строили его четыре года. 26 декабря 1972 года был произведен спуск на воду, а в мае 1975 года «Арктика» вошла в состав действующего атомного ледокольного флота.

Настоящим «звездным часом» для «Арктики» стало покорение Северного полюса. Несмотря на то, что лозунг «К полюсу – напролом!» был выдвинут еще в начале XX века адмиралом С.О. Макаровым, до этого момента ни один ледокол не решался на такую экспедицию. В экспериментальной экспедиции принимало участие более 200 человек. 17 августа 1977 года в четыре часа утра по московскому времени атомный ледокол, преодолев мощный ледяной покров Центрального полярного бассейна, впервые в мире достиг в активном плавании географической точки Северного полюса. Над полюсом был поднят флаг Советского Союза.



Атомоход «50 лет Победы»

Моряки и ученые совершили «кругосветное путешествие»: вокруг десятиметровой стальной мачты, к которой крепились полотнище, протоптали круг радиусом метров в двадцать и, следуя друг за другом по этому кругу, пересекли все земные меридианы.

Перед уходом с полюса моряки спустили в воды Северного Ледовитого океана памятную металлическую плиту с изображением Государственного герба СССР, капсулу с проектом Конституции СССР и текстом гимна, а также сувенирный штемпель похода. В истории отечественного мореплавания найдется немало примеров, когда по итогам одного рейса весь экипаж, а это около двухсот человек, был награжден орденами и медалями. Орденом был награжден и сам атомный ледокол.

К 1999 году атомный ледокол «Арктика» за 25 лет своей работы прошел во льдах почти миллион миль, покорила полюс, провел за собой около трех тысяч судов с грузами. Но достойную историю ледокола продолжил новый рекорд. Не заходя в порт, атомоход «Арктика» ровно 365 суток, с 4 мая 1999 года по 4 мая 2000 года, работал в морях Северного Ледовитого океана, занимаясь проводкой судов на трассах Севморпути (проведено 110 судов), и добавил к своему богатому послужному списку 50 тысяч пройденных миль, из них 32 тысячи во льдах без единой поломки узлов и механизмов ледокола. На момент возвращения из рейса наработка основного оборудования и обслуживающих систем атомного ледокола «Арктика» составила 146 тысяч часов. Именно эти результаты позволили ученым и эксплуатационщикам поставить вопрос о продлении ресурса работы атомной установки «Арктики» до 175 тысяч часов, а остальных атомных ледоколов – до 150 тысяч.

В августе 2003 года после комплекса работ по продлению ресурса атомный ледокол «Арктика» вновь вышел на трассы Северного морского пути и успешно работал в течение еще девяти лет. 31 июля 2012 года ледокол был исключен из Регистрационной книги судов и начал подготовку к утилизации, наработав более 177 тысяч часов при сроке службы 34 года.

После спуска атомохода «Арктика» в 1972 году, с разбежкой в три-четыре года со стапелей Балтийского завода сходили атомные ледоколы «Сибирь», «Россия», «Советский Союз», «Ямал». Последний в этом ряду – ледокол «50 лет Победы» достраивался 17 лет и был принят в эксплуатацию только в марте 2007 года.

Все названные ледоколы относятся к классу «Арктика». Парогенерирующий блок – «сердце» ядерной установки – на этих судах практически не отличается от поставленного в свое время на «Арктике». Но от ледокола к ледоколу в связи с ужесточением норм ядерной безопасности появлялись новые системы безопасности: расхолаживания, ввода жидкого поглотителя и т. д. Больше всего новых систем вводилось, когда начались работы по



Атомный ледокол «Таймыр»

продлению ресурса действующих установок, с целью устранения дефицита безопасности. Однако, «сердце» установки осталось без изменения, настолько эффективен был созданный полвека назад проект.

Более того, эту же установку использовали и на плавучей атомной теплоэлектростанции «Академик Ломоносов» – головном проекте серии мобильных транспортабельных энергоблоков малой мощности (ПАТЭС). Основное отличие заключается лишь в том, что активная зона на ПАТЭС для выполнения требований МАГАТЭ о нераспространении должна быть не выше 20% обогащения. Это вызвало некоторые изменения в конструкции (вместо канальной она стала кассетной), но существенных изменений установка не претерпела, за исключением внедрения более совершенных систем безопасности.

Для вывоза различных грузов из устьев северных рек появилась необходимость заходить в устья рек, чтобы брать на борт полезные ископаемые, перевозить их в доступные порты разгрузки. Для этого нужны были мелкосидящие ледоколы. Так были созданы атомные однореакторные ледоколы «Таймыр» и «Вайгач». Все оборудование и корпус этих ледоколов делали в Финляндии, а атомную установку монтировали на Балтийском заводе в Ленинграде. Реакторная установка использовалась та же, что и на предыдущих судах, с незначительными изменениями, направленными на снижение массо-габаритных характеристик. «Таймыр» был принят в эксплуатацию 30 июня 1989 года, а «Вайгач» – 25 июля 1990-го.

До настоящего времени на Северном морском пути работают четыре атомных ледокола: «50 лет Победы», «Вайгач», «Таймыр» и «Ямал». Пятый ледокол – «Советский Союз» – находится в эксплуатационном резерве. Срок службы «Таймыра» и «Вайгача», с учетом продленных ресурсных показателей, заканчивается в 2018 году, «Ямала» – в 2020-м.

Кстати, в последние годы мощнейший в мире атомный ледокол «50 лет Победы» активно использовался в качестве круизного судна, на котором туристов доставляли на Северный полюс. Это приносило хорошие деньги, но с 2015 года эра ледокольных круизов завершится, поскольку ледоколы становятся очень востребованными для выполнения производственных задач по освоению Арктики.

**– Юрий Кириллович, удивительно, что на сегодняшний день наша страна по-прежнему остается единственной в мире державой, имеющей атомные ледоколы. Неужели никто так и не пытался составить нам конкуренцию?**

– А зачем им это было нужно? Как известно, с Арктикой граничит всего пять стран в мире: Дания, Норвегия, Канада, США и мы. При этом Советский Союз имеет самую протяженную береговую линию, затрагивающую



почти треть всей площади Арктики. Освоение таких огромных территорий было просто необходимо для СССР.

У других стран береговая линия гораздо меньше. Канаду, конечно, тоже можно в полной мере считать арктической державой, так как 40% ее территории относится к Арктике, но для нее создание атомного флота оказалось слишком дорогостоящей задачей. Канадцы одно время решали вопросы освоения арктических территорий за счет того, что брали наши ледоколы в лизинг.

Сейчас, когда речь идет об освоении арктических нефтяных и газовых месторождений, наверняка займутся созданием собственных ледоколов американцы, а, возможно, и другие страны. Но их еще надо сделать.

**– Еще более удивительно, что мы сумели сохранить свой атомный флот, несмотря на все происходившие в стране перемены...**

– Когда началась перестройка, для того, чтобы выжить, многие начали направо и налево раздавать свои секретные разработки. Ледоколы, по счастью, оказались никому не нужны, потому что к этому времени их эксплуатация оказалась глубоко убыточной. Объем перевозок в разы сократился. Ну что такое перевезти полтонны груза по Северному морскому пути? Конечно, затраты на такую перевозку не окупались и не могли окупиться. Тем более затратны ледоколы, стоящие на приколе. Их ведь надо поддерживать в рабочем порядке, и экипаж никуда не денешь. Вот никому в голову и не пришло продать иностранцам такую «невыгодную» разработку.

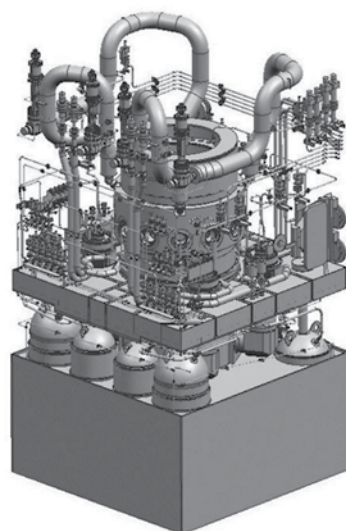
Могли бы, конечно, наши великие «реформаторы» пустить весь ледокольный флот под нож, как это случилось с подводными лодками, да, видно, руки не дошли. А потом вот обнаружили залежи полезных ископаемых в Арктике...

Надо сказать, что российский атомный флот во многом существует благодаря программе продления ресурса действующих установок. Когда реакторная установка для ледокола только разрабатывалась, срок эксплуатации для нее ограничивался двенадцатью тысячами часов. Это всего полтора года. Потом этот срок повысили до 25 тысяч часов, затем до 50 тысяч, до 100 тысяч, до 150 тысяч, а сейчас на ледоколах «Вайгач» и «Таймыр» подлен ресурс до 175 тысяч часов и срок службы ледокола до 32 лет. Никаких существенных ремонтов реакторных установок на ледоколах не проводилось. Как любил повторять наш первый главный конструктор Игорь Иванович Африкантов, «установки надо проектировать в расчете на дураков», чтобы никакая случайная ошибка не могла стать роковой. Наши установки оказались очень хорошими, что подтверждается вот уже шестой десяток лет.

В августе 2008 года атомный флот был передан на баланс Госкорпорации «Росатом». С тех пор работой всех ледоколов управляет ФГУП «Атомфлот» в Мурманске. Два года назад наше правительство подписало постановление о строительстве головного универсального атомного ледокола. Универсальным он называется потому, что совмещает в себе возможности и глубоководного, и мелководного ледоколов, то есть, у него может быть осадка и 10,5 метра, и 8,5 метра за счет перекачки воды из моря в ледокол и с ледокола в море. Это уникальная конструкция, позволяющая ледоколу работать и на Севморпути, и в устьях сибирских рек. Ширина – 34 метра – позволяет проводить танкеры дедвейтом сто тысяч тонн. При этом экспериментальные проводки показывают, что ледокол примерно вдвое бы-



**Атомоледоход «Вайгач»**



**Модель установки РИТМ-200**



**Универсальный атомный ледокол**

стрее будет преодолевать Северный морской путь, чем его предшественники.

В составе ядерной энергетической установки используется новый тип интегральной реакторной установки «РИТМ-200», разработанной в ОКБМ Африкантов. Тепловая мощность одного реактора – 175 МВт. Реакторная установка выполнена с интегральным парогенерирующим блоком, что позволило конструкторам добиться меньших размеров и массы РУ. Длина установки – шесть метров, ширина тоже шесть метров, вес в защитной оболочке – до 1000 тонн. Расчетное время работы реактора на одной загрузке топлива (с обогащением по урану-235 до 20%) – до 10-12 лет. «РИТМ-200» является сегодня самым современным, высокотехнологичным и безопасным ядерным реактором с минимальными массо-габаритными характеристиками. Уже планируется создать такие же установки и для плавучих АЭС.

В декабре 2017 года Атомфлот планирует получить первый в новейшей истории универсальный атомный ледокол мощностью 60 МВт. Второй и третий ледоколы должны ввести в эксплуатацию к 2020 году. Эти сроки продиктованы жесткой необходимостью, т. к. после 2020 года в составе действующего атомного ледокольного флота может остаться только атомоледоход «50 лет Победы».

Ледоколы нового поколения, оснащенные современными элементами антитеррористи-

ческой защиты и навигации, будут мощнее и быстрее своих предшественников. Они могут участвовать и в проводке судов по Северному морскому пути, и в освоении месторождений различных полезных ископаемых на шельфе и на материке, и в обеспечении всеми необходимыми товарами жителей Севера, и в рыболовстве. Учитывая, что грузопоток по Северному морскому пути с каждым годом только увеличивается, потребность в атомных ледоколах в российской Арктике будет только возрастать.

Кстати, ожидается, что к началу 20-х годов эксплуатация Севморпути выйдет на коммерческую основу, и тогда Россия может получить большие дивиденды. Но только в том случае, если у нас будет атомный ледокольный флот.

Между тем, в рамках госзаказа на 2014-2016 годы планируется разработка проекта ледокола следующего поколения, он носит название «Лидер». Это будет крупнейший российский ледокол с мощностью 110 МВт. Главная цель будущего судна – осуществление круглогодичной навигации на Северном морском пути, в любых погодных условиях. Сейчас мы ограничены сроком 5-6 месяцев. Это связано и с работой самих ледоколов, и с теми судами, прохождение которых они обеспечивают. Мощность «Лидера» беспрецедентна, она в два раза больше, чем мощность любого имеющегося на сегодняшний день атомного ледокола. Военные и пассажирские корабли с мощностью 110 МВт существуют, но ледоколы – нет. Еще одно преимущество будущего корабля – его размеры. Ширина наших современных ледоколов – 30 метров, с учетом подлома льда они делают каналы 33-34 метра. А ширина многих грузовых судов, которые нужно проводить по Севморпути, достигает 45-50 метров. Поэтому нужно строить уже более крупные корабли, каким и будет «Лидер».

**– Каковы перспективы развития реакторных установок для ледоколов? Возможно ли создание автономных установок, в 5-10 раз меньших по своим габаритам, чем «РИТМ-200»?**

– Нет, реакторных установок «для особняков» не будет! То, что наша установка при более высокой мощности в полтора раза уменьшила размеры по сравнению с предшественницей – это уже громадное достижение. Поэтому мы уверены, что у наших установок очень хорошие перспективы и большое будущее.

**– Что ж, мы можем сказать, что в российском атомном флоте все спокойно и все хорошо...**

– Все спокойно. Но пока не все хорошо. Когда ледокольный флот перешел в корпорацию «Росатом», было очень многое сделано, чтобы привести ситуацию на флоте в порядок: в частности, расплатиться с экипажами по долгам по зарплате. Это воодушевило плавсостав, дало надежду на развитие базы для обслуживания ледоколов. Но база развивается, ее мощностей не хватает, нужны соответствующие постройки. Суда автономного технического обслуживания все очень старые, давно превысившие нормативные сроки эксплуатации. Сейчас заказали строительство нескольких новых, но пройдет года три, пока они появятся. Учитывая появление новых судов, необходимо расширять пирс. Надо куда-то девать ледоколы, которые сегодня находятся в отстое. Словом, проблем много. Все они находятся в ведении Атомфлота, и надо признать, что сейчас работы в этом направлении ведутся достаточно активно. В общем, есть повод для оптимизма.

# Breaking the Ice of the Arctic Region

**Exploration of the Arctic region is a topical issue on the Russian and Western agenda. But the ambitious goals of the claimants upon the illimitable wealth covered by the ice can be practically achieved only if a maritime traffic is organized in the northern seas.**

Russia is considered a powerful Arctic nation because it has the world's only icebreaker fleet. The Northern Sea Route (NSR) is a permanent thoroughfare due to the use of nuclear icebreakers. Nuclear-powered icebreakers have been navigating the NSR for a long time; they do not need refueling, thus helping to solve various tasks independently, which is especially important in the conditions of the Arctic.

Russia's nuclear icebreaker fleet has been developing concomitantly with the development of Russia's nuclear sector. Building nuclear power units for the civil fleet, first and foremost, for icebreakers was initiated by Anatoly Alexandrov. A reactor for the first and other icebreakers was designed and produced by joint efforts of a plant №92 in Gorky and its design office.

**Yuri Panov**, former Chief Designer of WWER-type reactors, Counsellor of OKBM Afrikantov Director – Chief Designer, Honored Designer of the Russian Federation, recalls the events of the past.

**– How did it happen that OKBM became that very company that developed the first reactor for the icebreaker fleet?**

– A year before the governmental decree on construction of the first icebreaker was issued, the Government adopted a decree on construction of the first Soviet nuclear submarine (the decree was signed by Joseph Stalin in September 1952). The decision was initiated by Igor Kurchatov and Anatoly Alexandrov.

NII-8, a specially organized research institute in Moscow (now – NIKIET named after Nikolai Dollezhal), was assigned a mission to develop a reactor for the submarine while Gorky Plant №92 that incorporated a design office had to manufacture the unit. The design office was set a task to produce the unit at the plant.

The design office specialists who later formed the core of OKBM Afrikantov team found that the engineering design developed in Moscow contained such solutions that would make the submarine unviable. As a result, a detailed design was developed that had little in common with the initial draft.

When a year later the USSR Council of Ministers adopted a decree (on November 20, 1953) on building «Lenin» nuclear icebreaker, the world's first nuclear-powered civilian ship, Igor Afrikantov, then the Chief Designer of the Plant №92 design office, insisted that the reactor and all the equipment would be developed by his design office. The reactor was produced mainly by Plant №92 while assembly and testing were performed by Admiralteisky Plant in Leningrad under constant supervision of the design office experts. Designer supervision over the reactor was also performed by OKBM specialists.

«Lenin» nuclear-powered icebreaker was expected to aid shipping along the Northern Sea Route. With its powerful power plant and its long

self-sustaining period, the vessel extended navigation significantly in the Arctic. As its navigation zone was practically unlimited, the vessel was able to visit most remote Arctic areas during one voyage.

The length of the icebreaker was 134 m, the width – 27.6 m, the displacement – 16,000 tons, speed – 18 knots in ice-free waters; it can force through ice with thickness of 2 m (6.5 feet) at speeds up to 2 knots (about 4 km/h). The icebreaker's hull was made of high-strength steel developed at Prometei Research Institute.

On December 5, 1957, the icebreaker was put afloat; a sea trial began in September 1959 in the Gulf of Finland; on December 3, 1959, the sea trial was successfully completed and the USSR state flag was hoisted on Lenin icebreaker. It is the date of the birth of Soviet nuclear icebreaker fleet.

According to the initial plans, the reactor was in successful operation for six years demonstrating its good performance. Then an order was received by the plant to produce another set of similar equipment to make the icebreaker useable for many years. At the same time, the Government adopted a decree to develop a more powerful nuclear icebreaker «Arktika», and OKBM developed the reactor for the icebreaker.

After the analysis of a new version of the reactor, conclusion was made that it was easier and more reasonable to decommission the reactor under operation on «Lenin» icebreaker and to replace it by the upgraded one.

The icebreaker must be upgraded very quickly since its first criticality was scheduled for April 22, 1970 to celebrate Vladimir Lenin's 100th anniversary. A special decree of the Central Committee of the Communist Party and the USSR Council of Ministers set tasks to several dozens of enterprises participating in the project. The first criticality of «Lenin» icebreaker was effected on April 22. In the beginning of May, the vessel sailed for a year-long voyage in the Arctic region with a new plant that had never been test-operated.

**– Did the plant differ greatly from the first reactor? What was so new in it?**

– Everything was new. The first reactor plant on «Lenin» icebreaker was wrapped in pipes: the reactor, the steam generator, the pumps were separated from each other, and each unit was connected with other units by large-diameter high-pressure pipes. The pumps were horizontal, and it was inconvenient for operation and maintenance. In the steam generators of the new plant stainless steel was replaced by titanium that is more resistant to chloric corrosion and does not crack under tension. The reactor plant consisted of the reactor connected to the equipment by short and strong connectors. As a result, the dimensions and weight of the installation decreased 1.5 times; thus, there was enough room to erect it. The reactor itself was also absolutely different. It had an elliptic bottom and was protected against corrosion by stainless steel overlaid on the inner surface of the reactor vessel. To produce the installation, designers had to develop many new technologies. For example, a technology of surfacing stainless steel

on titanium was developed. Thus, a compact and reliable installation was designed that has been in operation for dozens of years.

Nuclear-power icebreaker «Lenin» was in operation for 30 years, five years longer than its design lifetime. In 1989, it was decommissioned just for one reason: its hull had deteriorated. That time the reactor plant that had been in operation for about 20 years was still exploitable (Lenin icebreaker has covered 654.4 thousand nautical miles, among them 563.6 thousand miles, which equals to 30 equators, in ice; it means that the annual average voyage of the ship equals to one equator length; the icebreaker has piloted 3,741 vessels).

After the first nuclear-powered icebreaker had been tested, it became clear that nuclear icebreakers were indispensable for ensuring navigation along the Northern Sea Route. Even when the icebreaker was available, it became possible to explore only the western part of the route; as for the eastern part, sometimes the ice conditions there were so hard that even nuclear icebreaker «Lenin» was unable to force its way through the ice. That is why in July 1971 a keel of Arktika icebreaker with the capacity of 75,000 h.p. («Lenin» icebreaker had the capacity of 44,000 h.p.) was laid down at Baltic Plant in Saint-Petersburg. It was built for four years, and on December 26, 1972, the vessel was put afloat and in May 1975 became a unit of the nuclear icebreaker fleet.

The conquest of the North Pole became the sidereal hour for the fleet. Though the slogan «Baldheaded to the Pole!» was proposed by Admiral Stepan Makarov as early as in the beginning of the 20th century, no icebreaker managed to undertake such an expedition. Over 200 specialists participated in the trial expedition to the North Pole. On August 17, 1977, 04.00 a.m. Moscow time, the nuclear icebreaker reached the Pole having forced its way through a powerful ice cover of the central basin of the Arctic. The flag of the Soviet Union was hoisted at the Pole. Seamen and scientists made a round-the-world trip: they stamped a trail in the snow and, walking one after another around the flag pole, crossed all meridians of the Earth.

Before leaving the Pole, the seamen plunged into the water of the Arctic Ocean a metal plate with the USSR coat-of-arms inscribed on it, a capsule with the USSR Constitution draft and a text of the national anthem and a souvenir punch of the expedition. Rare are cases when the whole crew, i.e. about 200 people, was rewarded with orders and medals for the participation in an expedition. The icebreaker itself was also rewarded with an order.

By 1999, for 25 years of operation, «Arktika» ship had covered about one million miles, conquered the North Pole and piloted about 3,000 vessels. Yet, one more record was added to the glory of the icebreaker. Since May 4, 1999 to May 4, 2000 «Arktika» icebreaker was navigating along the Northern Sea Route without touching at a port and a single damage of its units. The ship covered 50,000 miles, among them 32,000 miles in ice. By the time «Arktika» returned from the voyage, the operation hours



of its main and servicing facilities amounted to 146,000 hours. This allowed scientists and operation specialists to propose extending the lifetime of «Arktika» nuclear plant to 175,000 hours and the lifetime of other nuclear icebreakers – to 15,000 hours.

After the completion of works related to the extension of the nuclear plant's lifetime in August 2003, the icebreaker again put out to sea and then operated for nine more years. On July 31, 2012, nuclear-powered icebreaker «Arktika» was excluded from the Register Book having worked for 177,000 hours for 34 years, and preparation for its disposition began.

After the commissioning of «Arktika» icebreaker in 1972, nuclear icebreakers Sibir, Rossiya, Soviet Union, Yamal were launched from the building slips of the Baltic Plant once in three-four years. The last one was «Fifty Years of Victory» icebreaker that was built for 17 years and was commissioned only in March 2007.

The above icebreakers belong to «Arktika» class. The steam generator – the core of the nuclear plant – has little difference from the one that was installed on «Arktika» ship. But new safety systems were added on each icebreaker: an emergency cooldown system, a soluble poison injection system, etc. More systems were introduced when it became necessary to extend the lifetime of the units under operation and to solve the problem of the safety deficit. But the core of the plant remained unchanged as the design made half a century before proved to be exclusively efficient.

Moreover, the same nuclear plant was used on the floating nuclear power plant «Academician Lomonosov», the trial project of mobile small capacity nuclear plants. The only distinguishing feature was that the enrichment in the reactor core was beyond 20% to meet the IAEA requirements of non-proliferation. It entailed some changes in the design (instead of channel design a cartridge design was used) without any other substantial alterations. And more sophisticated safety systems were introduced.

In order to take aboard natural resources and to transport them to unloading ports, icebreakers must be able to enter river mouths. So, shallow-draft ships were required. «Taimyr» and «Vaigach» single-reactor icebreakers were developed. Their hulls and equipment were manufactured in Finland while the reactor installation was produced at Baltic Plant in Leningrad. It was the same reactor plant but with some insignificant alterations made to reduce the weight and dimensions of the plant. «Taimyr» ship was accepted for operation on June 30, 1989, and «Vaigach» icebreaker on July 25, 1990.

Four nuclear-powered icebreakers have been operating on the Northern Sea Route: «Fifty years of Victory», «Vaigach», «Taimyr» and «Yamal». The «Soviet Union» icebreaker is at the operating reserve. The lifetime of «Taimyr» and «Vaigach» icebreakers will be over in 2018, of Yamal ship – in 2020.

By the way, in recent years «Fifty years of Victory» ship, the world's most powerful icebreaker, has been used as a cruise boat for bringing tourists to the North Pole. It has brought a good return, but in 2015 the era of icebreaker cruises will be over since icebreakers are in demand for the Arctic exploration.

**– The fact is surprising that Russia remains the only country with an icebreaker fleet. Hasn't any other country tried to compete with us?**

– Nobody needed to do so. Only five countries border with the Arctic region: Denmark, Norway,

Canada, USA and Russia. Russia has the longest coastline along a third of the Arctic territory. For the Soviet Union, exploration of the vast territory was a vital necessity.

The coastline of other countries is much shorter. Canada can be considered as an Arctic country since 40% of its territory is in the Arctic region, but building a nuclear fleet was too expensive for Canada. At one time Canadians tried to solve the task of exploring the Arctic territory leasing our icebreakers.

Today, when the issue of exploring Arctic oil and gas fields has become topical, Americans are likely to start building nuclear icebreakers of their own. But it will take time to build them.

**– It is still more surprising that we have managed to keep our nuclear fleet despite all the transformations in the country...**

– When the perestroika began, many researchers handed around their secret know-how just to survive. Fortunately, icebreakers were not in demand since their operation turned out to be too costly. The volume of transportation reduced manifold. Is it worth to transport half a ton of cargo along the Northern Sea Route? The cost is too high. Laid-up ships are even more unprofitable. They are supposed to be maintained, and the crews must be retained. So, nobody thought of selling such an unprofitable product to foreigners.

Certainly, our «great reformers» could take all icebreakers to pieces as it happened to submarines but, apparently, they did not have time to do this. Later, deposits of natural resources were found in the Arctic region...

It is noteworthy that Russia's nuclear fleet has been preserved due to the extension of the lifetime of units under operation. When the icebreaker reactor plant was developed, its lifetime was rated at 12,000 hours. It means only one year and a half. Then the operation time was extended to 25,000 hours, 50,000 hours, 100,000 hours, 150,000 hours, and the operation time of Vaigach and Taimyr icebreakers has been extended to 175,000 hour, or 32 years. No significant repair works have been made at the reactor plants. As our first Chief Designer Igor Afrikantov used to say: «Reactor plants must be designed fool-proof» so that no accidental error would become a fatal flaw. Sixty year of experience in our reactor plants proved that they are very good.

The nuclear fleet was transferred to the balance sheet of Rosatom State Corporation in August 2008. Since then Atomflot of Murmansk is in charge of all icebreaker operations. A decree on construction of a universal nuclear icebreaker was adopted by the Government two years ago. The vessel is called universal because it combines properties of deep-draft and shallow-draft ships: its sea-gauge can be changed from 10.5 m to 8.5 by means of pumping water from sea to the vessel and vice versa. The design is unique, and allows using the icebreaker both on the Northern Sea Route and in river mouths. With the width of 34 m, it can pilot tankers with the deadweight of 100,000 tons. Trial navigations proved that the icebreaker will navigate the NSR twice as fast as its predecessors.

RITM-200 integral reactor unit developed by OKBM Afrikantov is used in the reactor plant. A reactor's thermal power is 175 MW. Installation of an integral steam generator unit allowed to reduce the weight and dimensions of the reactor plant. The length of the plant is 6 m, the width is 6 m, the weight of the reactor in containment is 1,000 tons. Estimated operation time on one fuel load (20%-enriched uranium-235) is 10 to

12 years. RITM-200 is the most sophisticated, hi-tech and safe nuclear reactor with the minimal weight and dimensions. Plans are made to develop similar plants for FNPP.

Atomflot expects to receive the first universal nuclear icebreaker with the capacity of 60 MW. The second and third icebreakers will be commissioned by 2020. It is a vital necessity to observe the deadlines since after 2020 only «Fifty Years of Victory» icebreaker will be afloat.

As compared to their predecessors, the new generation icebreakers equipped with modern counterterrorist protection and navigation systems will be faster and more powerful. They will be used for piloting ships along the NSR, for exploration of off-shore and on-shore fields, for transporting goods to inhabitants of the Arctic Region and for fishing. Given the increase of the transportation volume along the NSR, the demand for nuclear icebreakers will only grow in Russia's Arctic region.

Incidentally, by early 2020s operations on the NSR will be commercialized, and Russia will be able to receive large dividends. But it will be possible only if the country has a nuclear fleet of its own.

Meanwhile, plans have been made to develop a new generation icebreaker named «Leader» within the state order for 2014-2016. It will be the largest Russian icebreaker with the capacity of 110 MW. The principal mission of the vessel is to navigate year-round along the NSR in any weather conditions. Now the navigation is limited to five-six months due to the capacities of the icebreakers and the ships they pilot. The «Leader» icebreaker has an unprecedented capacity that is twice as much as the capacity of any nuclear icebreaker. There is no icebreaker with the capacity of 110 MW though military and civilian ships of the same capacity are available. Dimensions are another advantage of the icebreaker. The width of the icebreakers under operation is 30 m; with consideration of ice breakage, the vessels make channels of 33-34 m wide. Yet, the width of ships to be piloted along the NSR is 45-50 m. It means that larger icebreakers must be built, such as Leader vessel.

**– What are the prospects of icebreaker reactor plants development? Is it possible to build self-contained reactors five-ten times smaller than RITM-200 reactor?**

– No, we are not going to develop self-contained units. With the capacity 1.5 times greater and smaller dimensions, our reactor plant presents a tremendous achievement. We are confident that our plants have very good prospects.

**– Well, one may say that everything is OK, everything is calm in Russia's nuclear fleet...**

– Everything is calm but not OK. After the icebreaker fleet had been transferred to Rosatom, quite a lot was done to improve the situation, in particular, to wipe off debts to the crews. The shipboard personnel got inspired, and it gave hope for the improvement of the servicing base. The servicing base has limited capacity now, new facilities are required. Ships of self-contained maintenance are very old, their lifetime has long expired. An order has been made to build several new ships but they will be ready in three years. For the new ships the pier must be expanded. The laid-up icebreakers must be disposed of. Thus, there are many problems, but they are being solved by Atomflot quite energetically. Upon the whole, there are all reasons to be optimistic.

**Galina MITKINA**

# «Кузькина мать» в IT-преломлении

**Информационные технологии давно уже стали неотъемлемой частью деятельности крупных и успешных мировых компаний. Именно поэтому, когда правительство страны поставило перед Госкорпорацией «Росатом» задачу стать лидером глобального рынка ядерных технологий, на IT было обращено самое пристальное внимание.**

В условиях глобального рынка ведущие компании конкурируют не только по параметрам реакторов или ядерного топлива, но и по уровню производительности и себестоимости, частью которых являются современные финансовые и информационные технологии. Внедряя современные IT, организации существенно повышают эффективность и снижают издержки, следовательно, получают необходимое конкурентное преимущество.

Пилотной зоной для разработки и внедрения «Типовой информационной системы предприятий ядерно-оружейного комплекса (ТИС ЯОК)» стал РФЯЦ-ВНИИЭФ. Программа ТИС включает 25 проектов по нескольким направлениям: бизнес-приложения, системы промышленной автоматизации, информационная безопасность и организация и поддержка IT-услуг. На реализацию проекта Госкорпорация выделила 5 млрд рублей. Работы завершаются в 2014 году.

Выбор в качестве пилотной зоны РФЯЦ-ВНИИЭФ вопросов не вызывает. Во-первых, из всех предприятий ЯОК именно здесь представлено все многообразие научно-конструкторской и производственной деятельности. Во-вторых, в ядерном центре работают специалисты высокой квалификации. В-третьих, им приходится опираться на отечественное программное обеспечение, поскольку существуют ограничения на поставки отдельных компонентов IT, и именно в Сарове разрабатываются свои программные продукты.

Выбранный курс, надеются специалисты, поможет России перейти от сырьевой экономики к промышленной.

Недавно в Сарове состоялась Третья конференция «Информационные технологии на службе оборонно-промышленного комплекса России». В течение четырех дней на площадке Российского федерального ядерного центра «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» (РФЯЦ-ВНИИЭФ) представители органов государственной власти, российских и зарубежных IT-компаний, специалисты и эксперты в области информационных технологий обсуждали актуальные проблемы развития предприятий ОПК.

В направленном в адрес конференции приветствии заместитель председателя правительства Российской Федерации, председатель Военно-промышленной комиссии при Правительстве РФ **Дмитрий Rogozin** отметил, что это мероприятие призвано дать импульс дальнейшему развитию и создать условия для прорыва в управлении бизнесом, производством, технологиями и ресурсами предприятий.

Всего в конференции приняли участие более 700 представителей из 180 IT-компаний и 300 предприятий оборонно-промышленного комплекса России, многие из которых

презентовали свои разработки и решения в сфере IT.

Мы хотим познакомить читателей «АП» с некоторыми выступлениями, прозвучавшими в ходе конференции.



**Заместитель председателя Военно-промышленной комиссии при правительстве Российской Федерации Олег Бочкарев:**

## «ЗДЕСЬ ЛУЧШИЕ РЕШЕНИЯ В РОССИИ»

– Информационные технологии занимают в экономике России особое место. Их применение значительно сокращает трудоемкость процессов управленческой деятельности и повышают ее качество. Уровень использования информационных технологий на предприятиях ОПК, государственных корпорациях, органах исполнительной власти во многом определяет уровень обороноспособности и безопасности государства. Развитие автоматизации способствует повышению конкурентоспособности продукции оборонно-промышленного комплекса на мировых рынках. Мы работаем в эпоху широкого фронта применений преимуществ IT для автоматизированных систем управления в промышленности, где реализуются задачи системного развития и управления бизнесом. Информационные технологии и автоматизация – это значительное улучшение условий ведения деятельности в области разработки, производства и сопровождения всего жизненного цикла продукции вооружения и военной специальной техники. Информационные технологии влияют на эффективность бизнеса, позволяют управлять в режиме реального времени в точках создания материальных ценностей.

...Информационные технологии – это стратегическая цель, которая стоит перед нашим профессиональным сообществом. Мы проводим конференцию в знаковом для России месте. Именно здесь были созданы изделия, которые позволили советскому государству занять решающее место в развитии всего мира. Сегодня одной из первоочередных задач является скорейшее получение результатов прорыва отечественных решений в сфере IT, как смогли это сделать предыдущие поколения нашей страны в одном из решающих технологических сражений того времени, создать одну из самых мощных отраслей, которая более чем через полвека является флагманом отечественной индустрии. Я говорю об атомной отрасли.

Настало время создать свою информационную «кузькину мать», которая повернет историю в пользу России на информационно-технологическом поле битвы за конкурентоспособные возможности российской промышленности и экономики.

В Сарове очень сильны инженерная, техническая, экономическая школы. Поэтому мы и сделали ставку на специалистов ядерной отрасли и года полтора назад увидели первые зачатки серьезной работы по IT-технологиям в оборонке, поддержали их, и результат не заставил себя долго ждать. Сегодня мы видим прекрасные результаты.

Отечественные разработки однозначно могут заменить все решения по импорту. Мы первоначально ставили себе цель стать максимально независимыми от внешних факторов. Это была задача стратегическая. Да, еще не весь путь пройден. За один год нельзя переломить или перевернуть целую историю, но тот путь, тот тренд, та динамика, которая заложена здесь у специалистов, по моей оценке через несколько лет позволит нашей стране быть независимой от всех внешних решений.



**Директор РФЯЦ-ВНИИЭФ Валентин Костюков:**

## «ГЛУБОКОЕ ЗАБЛУЖДЕНИЕ, ЧТО С НАМИ БУДУТ ДЕЛИТЬСЯ»

– Хотя ВНИИЭФ и не является организатором этой конференции, она прошла на площадке ядерного центра, поскольку здесь реализован полномасштабный проект, который может быть представлен экспертному сообществу не только в теоретическом, но и практическом плане. Мы благодарны Военно-промышленной комиссии за то большое доверие, которое было нам оказано.

Глубокое заблуждение, что мы можем приобрести сегодня технологии за рубежом, что с нами охотно будут делиться. С нами будут делиться только теми технологиями, которые не дают преимущества на рынке. Создание условий для рождения этих технологий является основой для экономического развития нашей страны, основой выполнения поставленных президентом задач. Вот почему наряду с реализацией своих основных задач институт занимается такими направлениями, как суперкомпьютерные, лазерные и информационные



технологии. Реализация этих мегапроектов, с нашей точки зрения, будет способствовать и прорывному развитию информационных технологий. Это необходимо, поскольку пока мы находимся в узких рамках решений прикладного продукта, которые в самое ближайшее время ограничат наше развитие. Надо думать на перспективу, надо думать о создании новой технологии на базе соединения тех направлений, которые у нас уже есть.

В 2014 году мы заканчиваем реализацию масштабного проекта ТИС ЯОК, и нам нужна была экспертная оценка профессионального сообщества достигнутых результатов. С удовлетворением могу отметить, что эта оценка положительная.

В ходе конференции было высказано предложение о создании национальной аппаратно-программной импортонезависимой платформы и участия ВНИИЭФ в одной из групп в качестве основного исполнителя. Думаю, у нас впереди достаточно серьезный этап сдачи в промышленную эксплуатацию и реализация задач по созданию национальной аппаратно-программной платформы для введения информационных технологий.



**Министр связи и массовых коммуникаций РФ Николай Никифоров: «СРЕДСТВА УЖЕ НАЙДЕНЫ»**

– Россия может стать активным игроком на поле информатизации оборонно-промышленного комплекса за счет новых отечественных продуктов. Сегодня мы принимаем активное участие в разработке системного подхода к информатизации предприятий ОПК и применению информационных технологий в интересах разработки новых средств вооружений и военной техники. Во-первых, это участие в разработке концепции информатизации ОПК. Во-вторых, анализ возможных источников финансирования научно-исследовательских работ в интересах развития стратегических информационных технологий для ОПК. Совместно с Минобрнауки мы уже нашли средства и планируем эту работу запускать. Это разработка перечня мер поддержки исследований и разработок в сфере IT в интересах ОПК. Возможно, нам придется создать и какие-то новые механизмы. Наконец, мы должны довести уже имеющиеся в Российской Федерации отечественные продукты до требований ОПК.

Теме информатизации ОПК сегодня уделено большое внимание и в рамках развития IT-отрасли (документ утвержден правительством в конце 2013 года; создана дорожная карта по его реализации). Документы предполагают запуск в интересах ОПК специальной программы долгосрочных исследований, максимально эффективное использование уже имеющихся в РФ суперкомпьютерных мощностей, комплексное стимулирование развития производства отечественной инфокоммуникационной продукции.

Важно, что речь идет о разработке и запуске по сути отдельной программы импортозамещения для предприятий ОПК. Угрозы сегодняшнего дня делают этот запуск совершенно необходимым. Создание программы поручено Минпромторгу.

В самом ближайшем времени необходимо создать полноценную карту российских инфокоммуникационных технологий, а также обеспечить механизмы создания продукции, конкурентоспособной на международном уровне. Российские эксперты сходятся во мнении, что за ближайшие пять лет возможно разработать целый ряд платформенных решений.



**Заместитель генерального директора ГК «Росатом» по обеспечению государственных полномочий и бюджетного процесса Татьяна Ельфимова:**

### **«ЕДИНСТВО УПРАВЛЕНИЯ ПОСТРОЕНО, РЕАЛИЗОВАНО И РАБОТАЕТ»**

– Базовая задача, поставленная перед ГК «Росатом», – это единство управления отраслью для обеспечения обороноспособности страны и конкурентоспособности атомной отрасли. Понятно, что без единой системы автоматизированного управления и решения инфраструктурных и функциональных задач это сделать невозможно. Система, разработанная в ядерном центре, получилась многофакторной и многофункциональной: это и открытая атомная энергетика, и перспективное медицинское направление... Без разработок и открытий ЯОК эти гражданские части никакой конкурентоспособности иметь не могут. Так что из области IT задача перешла в многофункциональную, технологическую и инфраструктурную. И опыт ядерного центра оказался бесценен, поскольку здесь можно было проверить, отретипировать и запустить в тестовые испытания технологическую систему управления. Лучшей площадки в стране попросту нет. Не стоит забывать, что IT – это ресурс: управления, экономики, конкурентоспособности.

Мы достаточно много сил положили на то, чтобы проекты дошли до реальной реализации, достаточно емкой и интересной. Начинается новый этап, когда количество переходит в качество, когда можно говорить о тиражировании пакетов и методологии. Сегодня российские предприятия приобрели некую платформу, некий стандарт, который позволит им сделать большой шаг вперед. Трудно переоценить значение конференции для Росатома, потому что госкорпорация создавалась для единого управления всей отраслью страны. Представление стенда ВНИИЭФ – это и есть ответ на поставленный вопрос: вот оно – единство управления, которое построено, реализовано и работает. Более высокую оценку трудно заслужить.

**Материалы подготовлены при содействии пресс-отдела РФЯЦ-ВНИИЭФ**

## **We Shall Show What is What in IT-Sector**

**Information technologies are an indispensable tool in activities of any large company. That is why after the Russian Government had assigned Rosatom State Corporation a task of assuming leadership on the global nuclear technology market, IT became the focus of attention.**

In the global market, the leaders compete in reactor and nuclear fuel properties, productivity and production cost determined by application of modern financial and information technologies. Introducing IT, organizations boost their effectiveness and cut their costs, thus obtaining competitive advantage.

Russian Federal Nuclear Center – Russian Research Institute of Experimental Physics has become a testing ground for development and introduction of «Standard Information System for Nuclear Weapons Complex (SIS)». SIS incorporates 25 projects in various areas: business applications, industrial automation systems, information security and IT services support. Rosatom has invested 5 billion rubles in the project. The completion is scheduled for 2014.

The choice of the Russian Federal Center as the testing ground is obvious. First, it is the only nuclear weapons developer that presents the diversity of research, designing and production activities. Second, it employs highly qualified specialists. Third, they have to use Russia-made software since supply of some IT components is limited; it is in Sarov where the software is developed.

Specialists hope that this policy will help Russia to transit from raw-material economy to production economy.

The 3rd Conference «Information Technologies for Russian Defense and Production Complex» has been held in Sarov recently. Hosted by the Russian Nuclear Center, representatives of Russian authorities, Russian and foreign IT companies and IT specialists discussed the vital issues of the defense industry development.

Addressing the conference, Dmitri Rogozin, Vice-Chairman of the Government and Chairman of the Military and Industrial Committee at the RF Government noted that the conference was to give impetus to further development and create conditions for a breakthrough in business, production, technology and resources management.

Over 700 representatives of 180 IT companies and 300 defense industry enterprises participated in the conference, and many of them made presentations of their IT products and solutions.

The «Atomic Project» offers some presentations at the conference.

**Oleg Bochkarev, Deputy Chairman, Military and Industrial Committee at the Government of the Russian Federation:**

### **«THE BEST SOLUTIONS ARE HERE»**

– Information technologies hold a unique position in Russia's economy. Due to their application the labor intensity of management is reduced while the management quality is

enhanced. The degree to which IT is used at defense industry enterprises, state corporations and executive bodies determines the state's defense capacity and security. Automation helps to boost competitiveness of the defense and industrial complex in the world markets. Now we witness the extensive use of IT advantages in industrial automation systems for solving tasks of systemic development and business management. IT and automation imply better conditions for development, production and support of the weapons and military equipment life cycle. IT help enhance business efficiency and allow management of production on a real-time basis.

...Our professional community sees IT development as a strategic goal. We hold this conference in the place that is symbolic for Russia. Here products have been made that allowed Russia to play the most important role in the world. Today, our top-priority goal is to obtain quickly results of the breakthrough in the IT solutions in the way it has been done by the previous generations during one of the decisive battles of technologies of the time, and to ensure the development of the powerful industry that has been the flagship of Russian economy for half a century. I mean the nuclear sector. Time is right to toss an IT challenge that would ensure Russia's upper hand on the information technology battlefield for Russian production and economy competitiveness.

Sarov boasts of its developed engineering, technical and economic schools. That is why we place stake on nuclear engineering specialists, and a year and a half ago we saw the beginning of a serious work in IT application in defense industry. We supported the activities, and soon had the first fruits. Today the results are splendid.

Russia-made products can definitely replace imported production. From the very beginning, our strategic goal was to become independent of any external factors. Yes, we have not gone the whole way. One year is not enough to reverse the history, but the trend and dynamics initiated by the specialists of the Center will let our country be independent of all external solutions.

**Valentin Kostyukov, Director, Russian Federal Nuclear Center – Russian Research Institute of Experimental Physics (VNIIEF):**

**«IT'S WRONG TO THINK THEY WILL SHARE THEIR EXPERTISE WITH US»**

– Though VNIIEF is not among the organizers of the conference, we have hosted it because it is here where a large-scale project has been implemented. The project is worth presenting in both theoretical and practical aspects at the forum of experts. We are grateful to the Military and Technical Committee for the confidence in our Institute.

It's wrong to think that we can purchase technologies abroad, that foreign companies will eagerly share their expertise with us. They will share only those technologies that cannot secure competitive advantage. Economic development of the country, fulfillment of the tasks set by the President can be achieved only through the creation of the conditions for developing competitive technologies. Therefore, along with performing its main tasks, the Institute is engaged in such areas as supercomputer, laser and information technologies. Implementation of these mega-projects will bring about a breakthrough in IT development. The task is most essential because so far we have been dealing with applied solu-

tions that can hardly be further developed. We should foresee the future and plan to create a new technology through unification of the lines of activity we are engaged in.

We complete «Standard Information System for Nuclear Weapons Complex (SIS)» project in 2014, and we needed to know the experts' opinion of the project results. I can note with satisfaction that their opinion is very positive.

At the conference, an idea was voiced to develop a Russian import-substitution soft-and-hardware platform. VNIIEF is ready to participate in the project as one of the main performers. So, we are entering a new phase of commissioning and development of the soft-and-hardware platform for information technologies.

**Nikolay Nikiforov, Minister of Communications:**

**«THE NECESSARY INVESTMENT HAS BEEN FOUND»**

– With its new products, Russia can be one of the main players in the defense industry informatization. Today, we are active in the development of a systemic approach to informatization of the defense industry enterprises and in application of IT in development of new weapons and military equipment. First, we participate in the elaboration of the defense industry informatization concept. Second, we analyze probable sources of financing research in the field of strategic IT for the defense industry. In the partnership with the Ministry of Education and Science we have found the necessary investment and plan to launch the project. A list of measures to support IT research and development for the defense industry will be compiled. Probably, some other mechanisms of support will have to be envisaged. Finally, available Russia-made products will be improved to meet the requirements of the defense industry.

The defense industry informatization is a topical issue for IT sector too (an appropriate document was approved by the government at the end of 2013), and a road map of informatization has been worked out. The documents envisage a launch of a special program of long-term research in the interests of the defense industry, effective use of available supercomputer technologies, enhancement of IT production in Russia.

Important is the fact that a program of import substitution at the defense industry enterprises

should be developed and implemented. Threats we face make the program absolutely imperative. The program will be developed by the Ministry of Industry and Trade.

In the near future it will be necessary to work out a map of Russian information technologies and to ensure manufacture of products that would be competitive on the global market. Russian experts share the opinion that a number of platform solutions can be developed within the next five years.

**Tatiana Elfimova, Rosatom General Director Deputy for State Authority and Budgeting:**

**«THE UNITY OF MANAGEMENT IS REALLY ENSURED»**

– The key task of Rosatom is to ensure the unity of management in order to provide the country's defense capacity and the nuclear sector competitiveness. It is clear that it can hardly be achieved if a single automated management system is not developed and infrastructure and functional problems are not solved. The system developed in the Russian Nuclear Center is multifactorial and multifunctional: it integrates civil nuclear engineering, medical engineering, etc. Without solutions and inventions made in the nuclear weapons complex these civil branches will not be competitive. Thus, the IT problem has transformed in a multifunctional, technological and infrastructural problem. The expertise of the Nuclear Center is most valuable since it makes it possible to test the technological management system. It is the best testing ground in the country. We should bear in mind that IT is a resource of management, economic development and competitiveness.

We have invested a lot of efforts to bring the projects to the stage of exciting implementation. Now a new stage begins when quantity transfers into quality, when packages of solutions and development methods can be replicated. Russian companies have developed a kind of a standard that will enable them to make a step forward. Significance of the conference for Rosatom is hard to be overestimated because the state corporation has been founded to manage the whole nuclear industry of the country. VNIIEF stand offers an answer to the question: here is the unity of management that is really ensured. This is the highest appraisal.





# Особенности управления крупными проектами

**Н.Я. Леонтьев, начальник отдела научно-технического развития управления стратегии ОАО «НИАЭП» – ЗАО «АСЭ», к.э.н.  
Е.А. Стеньшин, ведущий специалист ОАО «НИАЭП»**

По мере развития цивилизации человечество приобретало компетенции по строительству всё более и более сложных сооружений. Более того, именно умение строить гигантские фортификационные, ирригационные и культовые сооружения являлось основным признаком степени зрелости и могущества наций. Возведение великолепных и грандиозных сооружений древней Греции, Египта, Индии, Китая и некоторых других стран приходилось на периоды максимального могущества и процветания данных государств, а возникавший благодаря этому «социальный заказ» обуславливал необходимость развития архитектуры и строительных технологий, математики, механики, прикладных искусств и прочих наук и компетенций. Вдумчивый турист, в первый раз посещающий Луксор или музеи древнего Египта, задает себе множество вопросов, например: как без кранов на дизельной или электрической тяге становилось возможным поднимать и перемещать огромные строительные конструкции? Как без современных шлифовальных станков более четырех тысяч лет назад египетские инженеры добивались такой степени полировки гранитных поверхностей? Как без программных пакетов типа «Autocad», «Archicad» или «Primavera» инженеры двадцатого века до нашей эры проектировали и довольно ритмично возводили эти исполинские сооружения, впоследствии простоявшие тысячелетия?



Н.Я. Леонтьев



Е.А. Стеньшин

Сейчас можно с сожалением констатировать прискорбный факт, что потеря огромных массивов информации о строительных технологиях, об искусстве управления строительством, наработанных в древности, существенно затормозила развитие всей человеческой цивилизации, и что в силу этого современный небогатый Египет уже не является предметом восхищения и обожания соседних государств. Подобное сожаление можно выразить и в отношении ряда других стран, в первую очередь Греции, имевшей много веков назад плеяду выдающихся математиков, философов, архитекторов. История очень сурова с теми странами, которые не смогли создать прообраз того, что сейчас называется «системой управления знаниями», и благодаря этому обеспечить воспроизводство Архимедов, Пифагоров и Сократов, или же архитекторов, способных возводить величественные строения. Проблема передачи и сохранения знаний в настоящее время вызывает серьёзную озабоченность специалистов почти всех высокотехнологичных компаний различных отраслей экономики, однако данная статья ставит своей целью выделить и понять проблемы, возникающие при реализации крупных энергетических или

инфраструктурных проектов, в первую очередь при строительстве атомных электростанций.

Итак, основы управления грандиозными проектами зародились несколько тысячелетий назад. Интересно отметить, что в рамках десяти наиболее значимых и грандиозных проектов человечества современное инженерное сообщество ставит египетские пирамиды и Великую китайскую стену в один ряд с такими проектами, как туннель под Ла-Маншем или же высадка американских астронавтов на Луне. Однако, в отличие от древних времен, в современном мире количество крупных объектов и их сложность выше на порядок. Кроме того, при всем уважении к нашим далёким предкам, следует отметить, что при строительстве крупных объектов не существовало жестких ограничений на такие ресурсы, как, например, физический труд, так как в условиях рабовладельческого строя и постоянных захватнических войн бесплатная рабочая сила была в изобилии.

## Управление проектами как прикладная дисциплина

Следует дать четкое определение понятия «проект». Исторически сложилось так, что многие заимствованные слова в русском языке потеряли свое первоначальное значение и несут в себе несколько другой смысл. Так, при толковании термина «проект» очень часто возникает определенная двусмысленность, например, в зависимости от контекста под понятием «проект» понимается «конструкция, устройство» (пример: проект моста, здания и т. д.) или же «черновик, набросок» (пример: проект выступления), что не совсем точно. На самом деле, проект – это уникальная деятельность, предполагающая координированное выполнение взаимосвязанных действий для достижения определенных целей в условиях временных и ресурсных ограничений. Достижение цели проекта требует получения результатов, соответствующих определенным требованиям, и в процессе достижения целей существуют ограничения на основные ресурсы, включая время, людей, деньги, материалы.

Современная наука о менеджменте наряду с понятием «проект» вводит также понятие «бизнес-процесс». Любые производственные предприятия или финансовые учреждения функционируют в виде совокупности бизнес-процессов, происходящих по строго определенным технологическим или финансовым регламентам, силами устоявшейся организационной структуры и преследующих циклически повторяющиеся цели. В рамках проекта все виды деятельности выполняются силами нового состава персонала, по оригинальным, вновь установленным регламентам, и поставленные при этом цели всегда так или иначе уникальны. Бизнес-процессы происходят повторяющимся образом, например, автомобильный завод каждый день выпускает установленные отделом маркетинга количество и ассортимент автомобилей, и весь персонал изо дня в день скрупулезно работает по установленным программам, инструкциям и регламентам. Все без исключения бизнес-процессы установлены,



Египетские пирамиды

каждая операция нормирована по времени, каждая деталь имеет закупочную цену, благодаря чему сборочный конвейер ритмично выдает продукцию. Если автозавод принимает решение разработать и поставить в производство новую модель автомобиля, это уже будет «проектная деятельность», будут установлены сроки начала и завершения разработки новой модели и выставлены новые цели. В рамках четкой иерархической структуры завода будет создана рабочая группа с так называемой матричной организационной структурой, то есть, сотрудник по-прежнему будет числиться в своем подразделении, но реально будет создавать нечто новое в рамках реализации проекта.

Менеджеры процессов, называемые также функциональными менеджерами, поддерживают текущее состояние производства, по возможности осуществляя при этом оптимизацию бизнес-процессов. Для достижения этих целей требуются узкая профессиональная специализация и умеренный консерватизм. Менеджер проектов постоянно управляет изменениями, разрешает неизбежные конфликты между всеми участниками, он работает на стыке различных дисциплин и поэтому просто обязан обладать широкими универсальными знаниями во всех областях, включая технологии, финансы, коммуникации, а также быть хорошим психологом и сторонником нововведений. Менеджер проектов – не консерватор, а новатор, он находится в постоянном поиске оптимальных решений все более сложных проблем.

Итак, управление проектами – это природное умение, а также приобретенные опыт



Луксорский храм в Египте

и знания о методах управления, опирающиеся на достижения современных технологий. Менеджер проектов достигает поставленных целей при постоянном балансировании между объемом работ, денежными, трудовыми, временными и прочими ресурсами, сроками, качеством и рисками. Ключевыми факторами успеха проектного управления являются на-

личие четкого заранее определенного плана, минимизация рисков и отклонений от плана, а также эффективное управление изменениями.

Правильно сказать, что основы управления проектами как прикладная наука были заложены в 1957 году благодаря совместным усилиям инженера всемирно известной компании «Дюпон» Моргана Уолкера и компьютерного эксперта и математика Джеймса Келли из некогда знаменитой компании «Ремингтон», сформулировавшими метод управления сложными проектами. Метод получил название «Метод критического пути» (по-английски «Critical Path Method»), и появился он в процессе планирования работ по модернизации заводов фирмы «Du Pont». Существуют разные определения данного понятия, но, вероятно, наиболее ёмкую формулировку дает стандарт ISO 21500: «Критический путь – это такая очередность работ, которая позволяет завершить проект в наиболее ранний срок».

Интересно, что примерно в это же время Пентагон поручил особому проектному бюро ВМС США создать ракетный комплекс «Polaris». Для реализации данного проекта требовалось скоординировать усилия множества научно-технических и производственных предприятий, для чего была разработана методика PERT (полное наименование «Project (program) evaluation and review technique», в приблизительном переводе «Метод оценки и пересмотра планов»). Данная методика подразумевает декомпозицию более крупных видов деятельности на составные работы или задачи, с проведением анализа времени, которое требуется для выполнения каждой отдельной задачи, и

Таблица 1. Соответствие процессов управления проектами группам процессов и предметным группам

Предметные группы	Группы процессов				
	Инициация	Планирование	Выполнение	Контроль	Завершение
<b>Интеграция</b>	Разработка устава проекта	Разработка планов проекта	Руководство работами по проекту	Управление работами по проекту	Завершение фазы проекта или проекта в целом
<b>Стейкхолдеры</b>	Определение стейкхолдеров		Управление стейкхолдерами		
<b>Содержание</b>		– Определение содержания проекта – Создание структуры декомпозиции работ – Определение состава работ		Управление содержанием проекта	
<b>Ресурсы</b>	Создание команды проекта	– Оценка ресурсов – Определение организационной структуры проекта	Комплектование команды проекта	– Управление ресурсами – Управление командой проекта	
<b>Время</b>		– Расположение отдельных работ в оптимальной последовательности – Оценка длительности отдельных работ – Разработка сетевого календарного плана		Управление сетевым календарным планом	
<b>Стоимость</b>		– Оценка расходов – Разработка бюджета		Управление расходами	
<b>Риски</b>		– Определение рисков – Оценка рисков	Контрмеры в отношении рисков	Управление рисками	
<b>Качество</b>		Планирование качества	Обеспечение требований качества	Управление качеством	
<b>Закупки-поставки</b>		Планирование закупок-поставок	Выбор поставщиков	Администрирование контрактов	
<b>Коммуникации</b>		Планирование коммуникаций	Распространение информации	Управление коммуникациями	



определением в результате минимально необходимого времени для выполнения всего проекта. Методика PERT была разработана главным образом для упрощения планирования на бумаге и составления графиков больших и сложных проектов, и её основной идеей по-прежнему было определение «критического пути» при построении сетевого графика. Благодаря PERT проект, который состоял из 60 тысяч операций и объединял около 3800 основных подрядчиков, удалось закончить на два года раньше запланированного срока.

Стоит отметить, что в нашей стране также выполнялись незаурядные военные, космические и инфраструктурные проекты, реализованные в сжатые сроки в труднейших условиях. Современная российская атомная отрасль также во многом базируется на фундаменте, заложенном в тяжелые послевоенные годы благодаря самоотверженности, энтузиазму и компетентности наших отцов и дедов. Однако, реализация грандиозных строек осуществлялась в рамках централизованной плановой экономики под идеологическим давлением, что неприемлемо в реалиях современной рыночной экономики. Тем не менее, в последнее время постепенно приходит понимание необходимости использования лучших инженерных практик советского периода применительно ко многим аспектам хозяйственной деятельности.

**Стандарты управления проектами**

Итак, управление проектом – это применение методов, инструментов, технологий и компетенции для достижения целей, а поскольку управление проектами является прикладной наукой, вполне естественно предположить, что существуют стандарты, регулирующие данный вид деятельности. В сентябре 2012 года Россия, США и страны Евросоюза на государственном уровне через Международную организацию по стандартам ISO ввели в действие стандарт ISO 21500. Стандарт основывается на так называемой модели PMBOK (сокращенно от «Project Management Body of Knowledge»), что переводится как «свод знаний по управлению проектами».

Стандарт ISO 21500 отражает все достижения науки о менеджменте, включая декомпозицию длительных процессов на составные части, классификацию ограничений на выполнение проектов, разбивку на фазы жизненного цикла. Стандарт выделяет 10 «предметных групп», являющихся субъектами управления при реализации каждого проекта: интеграция, стэйкхолдеры (то есть все лица и/или организации, вовлеченные в проект), содержание, ресурсы, время, стоимость, риски, качество, закупки-поставки, коммуникации. Кроме того, стандарт классифицирует пять групп процессов, которые могут быть присущи как отдельным фазам проекта, так и всему проекту в целом: инициация, планирование,



**Модернизация Панамского канала**



**Строительство тоннеля под Ла-Маншем**

выполнение, контроль, завершение. Всего стандартом выделено и проанализировано 39 процессов, встречающихся при выполнении любого проекта (смотрите таблицу 1). Ознакомление с данным стандартом, тем более его тщательное изучение, в значительной мере помогут менеджерам проектов упорядочить знания и руководить проектами с учетом лучших мировых практик.

В рамках данной статьи из десяти «предметных групп» стандарта ISO 21500 мы насколько можно подробно применительно к крупным международным проектам остановимся на пяти: «стоимость», «риски», «качество», «закупки-поставки», «коммуникации».

В дополнение к стандарту ISO 21500 каждая индустриально развитая страна имеет свои национальные стандарты. В России действуют следующие национальные стандарты управления проектами:

- ГОСТ Р 54869—2011 «Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом» (Россия)
- ГОСТ Р 54870—2011 «Проектный менеджмент. Требования к управлению портфелем проектов» (Россия)
- ГОСТ Р 54871—2011 «Проектный менеджмент. Требования к управлению программой» (Россия)

Отметим, что данные стандарты всё же уступают по содержательности и научности подхода стандарту ISO 21500.

Перечислим для полноты картины основные национальные стандарты разных стран:

- NASA Project Management (США)
- BSI BS 6079 (Великобритания)
- APM Body of Knowledge (Великобритания)
- OSCEng (Великобритания)
- DIN 69901 (Германия)
- V-Modell (Германия)
- VZPM (Швейцария)
- AFITEP (Франция)
- Hermes method (Швейцария)
- ANCSMP (Австралия)
- CAN/CSA-ISO 10006-98 (Канада)
- P2M (Япония)
- C-PMBOK (Китай)
- South African NQF4 (ЮАР)
- CEPМ (Индия)
- PROMAT (Южная Корея)

Существуют также стандарты оценки компетенции менеджера проекта:

- ICB IPMA Competence Baseline (IPMA)
- НТК – Национальные требования к компетентности специалистов (Ассоциация управления проектами «СОВНЕТ», Россия)
- PMCDF (США)
- NCB UA – National Competence Baseline, Version 3.0 (Украина)

**Планирование как залог успеха**

Анализ большого количества проектов, выполненных в разные годы и в разных отраслях, различных степеней сложности и стоимости, позволяет прийти к выводу, что определяющим фактором для успешной реализации проектов является планирование. Подобно тому, как успех кровопролитного сражения в значительной степени заложен заранее в спокойной и кропотливой штабной работе, так же и успехи или неудачи реализации всех без исключения мегапроектов зависят прежде всего от опытности и компетентности планировщиков.

Кроме таланта и компетентности инженеров, обработка гигантских потоков информации невозможна без применения IT-технологий. Для управления проектами, и осуществления календарно-сетового планирования в частности, разработано большое количество программных пакетов. Подробный анализ данных софтов – тема отдельной специальной статьи, мы же упомянем всего три программных средства: для небольших проектов вполне достаточно применение электронной таблицы Microsoft Excel, для проектов среднего масштаба можно применять Microsoft Project, для крупных проектов и мегапроектов применяется Oracle Primavera.

Большинство мировых инжиниринговых компаний имеют собственные системы календарно-сетового планирования, «заточенные» под конкретные корпоративные стандарты, методы и технологии, а также учитывающие накопленный опыт и ноу-хау при реализации

**Табл. 2. Планируемая и фактическая стоимость блоков АЭС в США**

Годы строительства АЭС	Количество блоков	Предполагаемая стоимость мегаватта в тыс. долларов	Фактическая стоимость мегаватта в тыс. долларов	Удорожание в %
1966-1967	11	612	1279	109
1968-1969	26	741	2180	194
1970-1971	12	829	2889	248
1972-1973	7	1220	3882	218
1974-1975	14	1263	4187	281
1976-1977	5	1630	4377	169
<b>Среднее значение</b>	<b>13</b>	<b>938</b>	<b>2959</b>	<b>207</b>

проектов. Например, компания Bechtel для управления проектами разработала корпоративную систему KASE TM (Key Activities and Successful Execution, то есть «Ключевые виды работ и успешное выполнение»). Данная система позволяет осуществлять тщательное планирование, оценивать риски перед размещением ресурсов, наблюдение выполнения контрольных точек проекта.

Инжиниринговая компания ОАО «НИАЭП» успешно внедряет собственную технологию многомерного календарно-сетевого планирования, так называемую Multi-D технологию. Данная технология позволяет оптимизировать в рамках единой модели распределение человеческих, финансовых ресурсов, средств механизации (краны, грузоподъемные механизмы, и т. д.) на строительной площадке сложного инженерного объекта.

### Проблемы управления стоимостью проектов

При реализации проектов, особенно при строительстве атомных энергетических блоков, управление стоимостью является одной из ключевых и труднейших проблем. Так, американские экономисты Дэвид Шлиссер и Брюс Бивалд начинают свою статью «Стоимость строительства атомных станций», опубликованную в июле 2008 г., с неутешительного вывода о том, что «оценки стоимости строительства новых АЭС имеют большую погрешность и неопределенность, а сама стоимость строительства АЭС за последние годы весьма сильно увеличилась». В статье приводятся как оптимистичные оценки Министерства энергетики США, утверждающие, что стоимость установленного киловатта АЭС без эскалации цен и банковских интересов находится в интервале от 1200-1500 долларов, так и более реалистичные оценки электрогенерирующей компании FPL из Флориды, согласно которым установленный киловатт с учетом всех неизбежных расходов стоит от 5492 до 8081 доллар. Данная верхняя граница подтверждается выкладками и других компаний, например «Progress Energy» и «Georgia Power» (на основе реальных расходов при строительстве двухблочной АЭС Vogtle с реакторами AP1000). Как видно из таблицы 2, даже в такой передовой с точки зрения технологий стране как США при массовом строительстве блоков АЭС в «тучные годы» неизменно присутствовала проблема постоянного удорожания.

Таким образом, приведенная статистика за более чем десятилетний «золотой» период строительства АЭС в США означает, что для 75 ядерных блоков среднее удорожание составило 207%, то есть, тройное удорожание первоначальных бюджетов!

В цитируемой статье американские экономисты подробно анализируют причины удорожания и несоблюдения первоначального графика строительства не только применительно к АЭС, возводимым в США. Французская группа компаний AREVA по результатам выигранного тендера получила в декабре 2003 года контракт на строительство блока «Олкилуото-3» в Финляндии. Пуск блока был исходно намечен на май 2009 года. После неоднократных переносов был установлен новый срок – август 2014 года. Сейчас финны называют новым сроком 2016 год. Перерасход средств может достигнуть, по некоторым оценкам, 100% от начальной сметы. По утверждению французского политика Марка Гуа, реальная стоимость блока составит 6,6 миллиарда евро при первоначальной смете в 3 миллиарда.



Мост в Дубаи

В настоящее время на Тайване строится двухблочная АЭС с реакторами ABWR, причем, задержка строительства составляет 5 лет стоимость строительства выросла с первоначальных 3,7 миллиарда долларов до величины в диапазоне от 7,4 до 9,1 миллиарда долларов США. Примеры можно приводить ещё и ещё. В число причин данного печального состояния дел исследователи относят недостаток грамотных специалистов и утерю компетенций. Если два десятилетия назад в США было более 400 сертифицированных поставщиков атомной промышленности, сейчас их осталось менее 80. Более того, США утратили компетенции по производству крупнокованых заготовок и в получении корпуса реактора, парогенератора, иных крупногабаритных компонентов полностью зависят от заводов Южной Кореи, Японии и Франции. Кроме того, ресурсы и материалы, применяемые при строительстве АЭС, включая, в первую очередь, сталь, имеют высокую ценовую волатильность.

В отличие от американских инжиниринговых компаний, ГК «Росатом» является вертикально интегрированной структурой, контролирующей за небольшим исключением всю производственную цепочку изготовления основных компонентов АЭС. Однако, в строительстве АЭС за границей будет неиз-

бежно вовлечено большое количество местных компаний, сравнительная неопытность и недостаточная квалификация которых могут внести некую неопределенность как в сроки, так и в общую стоимость проекта. Управление местными компаниями-поставщиками, а также взаимодействие с регулирующими и контролирующими органами являются сложными задачами, тем не менее, мировая практика и опыт позволяют надеяться на успешное решение этих проблем.

### Политические и социальные риски как основная угроза строительства АЭС

В современном стремительно меняющемся мире управление рисками при реализации крупных проектов является ключевой темой. Наряду с риском возрастания стоимости проекта, о чем мы говорили только что, отметим следующие типовые риски:

- технические риски
- риск, связанный с содержанием и масштабом проекта
- риск ошибок календарно-сетевого планирования
- риск, связанный с недостатком человеческих ресурсов
- риск, связанный с ужесточением требований регулирующих органов
- политические и социальные риски



Виадук во Франции



С сожалением следует признать, что строительство АЭС крайне уязвимо с точки зрения именно социальных и политических рисков. Вспомним огромное количество АЭС, строительство которых было прекращено в период социально-политической неустойчивости 90-х годов. В этот период было прекращено строительство Крымской АЭС со степенью готовности более 80%, остановлены готовые на 95% блоки Горьковской и Воронежской АСТ, прекращено строительство Башкирской и Татарской АЭС, Минской и Одесской АТЭЦ. Всего же в бывшем СССР было прекращено строительство более чем 10 атомных станций; помимо этого было остановлено строительство АЭС в Польше, Чехословакии, Болгарии.

Недавний пуск АЭС «Куданкулам» в Индии постоянно откладывался и сопровождался многотысячными демонстрациями и голодовками, руководимыми, по сведениям официальной индийской печати, силами международных неправительственных организаций. По счастью, строительство данного блока велось на деньги индийского заказчика, и все возникшие при этом расходы не затронули ГК «Росатом» напрямую. Печальным примером политических рисков является проект строительства АЭС «Белене» в Болгарии. Несмотря на выигранный тендер и подписанный по всем правилам межправительственный контракт на строительство АЭС, болгарское правительство фактически отказалось от выполнения своих обязательств.

Сворачивание и торможение атомных проектов происходит не только из-за политических интриг и козней конкурентов. Например, атомная программа в Германии, самой развитой с технологической точки зрения стране Европы с высочайшей культурой производства, была фактически свернута еще до аварии на АЭС «Фукусима». Несмотря на то, что в Германии никогда не было ни сколь-нибудь значимых землетрясений, ни тем более цунами, ни сколь-нибудь значительных (да и незначительных) происшествий на АЭС, общественное мнение всегда было в подавляющем большинстве настроено против атомной энергии. Авария же на АЭС «Фукусима» просто нанесла атомной энергетике ФРГ «контрольный выстрел».

Для снижения рисков очень правильным ходом руководства ГК «Росатом» является привлечение в союзники по реализации атомных проектов на международной арене всемирно известных компаний, например «Роллс-Ройс» или «Арева». Данная работа может быть продолжена с нахождением в итоге «финансового союзника» мирового уровня, потенциально готового делить не только прибыли, но и финансовые риски, сопутствующие реализации крупных атомных проектов.

Риски, связанные с наличием профессиональных кадров для атомной энергетики, становятся общемировой проблемой. Многие страны, включая США и Великобританию, уже утратили ключевые компетенции в атомном машиностроении и вынуждены размещать заказы на оборудование в других странах. Гордый туманный Альбион вынужден смириться с тем, что на местный рынок атомной генерации приходят китайские и российские компании. Для недопущения утери ключевых знаний и компетенций ГК «Росатом» в кооперации с МАГАТЭ разрабатывает и внедряет систему управления знаниями, что значительно снижает остроту данной проблемы.

В отношении рисков ужесточения требований со стороны регулирующих органов следует отметить «закон обратной силы», принятый индийским парламентом в отношении крупных



**Нефтеперерабатывающий комплекс**

химических и энергетических объектов. Хотя в международном атомном законодательстве ответственность за безопасную эксплуатацию АЭС несет именно эксплуатирующая организация, в Индии после гипотетической ядерной или иной аварии, произошедшей именно по вине оперативного персонала, гигантские иски о возмещении ущерба могут быть предъявлены также к поставщикам технологий и оборудования. Данный закон, появившийся в основном под впечатлением от печальных последствий аварии на химкомбинате в г. Бхопал, является очень важным для партнеров индийских компаний.

#### Управление качеством

В последнее десятилетие сначала в отечественном автопроме, затем в других российских компаниях начало приходить осознание необходимости применения лучших мировых практик по управлению качеством. Вначале в массовом порядке стало происходить внедрение стандартов качества ISO 9001, затем многие компании, включая ГК «Росатом», приступили к внедрению Производственной Системы Тойота (TPS) с учетом особенностей производственных и иных процессов в разных отраслях.

Примерно в это же время более половины мировых инжиниринговых компаний, включая «Вестингхаус», «Дженерал Электрик», «Хонневел» и других, добились крупных успехов благодаря внедрению концепции управления производством под названием «Шесть сигм» (Six sigma).

Название «Шесть сигм» происходит от статистического понятия среднеквадратичного отклонения, обозначаемого греческой буквой сигма

( $\sigma$ ). Процесс управления качеством  $6\sigma$  на выходе даёт 99,99966% выходов без дефектов, или не более 3,4 дефектных выходов на 1 миллион (!) операций. Компания «Моторола» – разработчик данной концепции – установила в качестве цели достижение показателя качества  $6\sigma$  для всех производственных процессов.

Таким образом, следует продолжать изучать и внедрять передовые практики управления качеством.

#### Особенности управления поставками в зарубежных мегапроектах

Как уже было упомянуто ранее, в настоящее время при реализации крупных зарубежных проектов компания-генподрядчик обязуется выполнять часть работ и услуг, включая изготовление и поставку оборудования, силами местных производственных и строительных компаний. Однако в ряде случаев возникают серьезные юридические проблемы из-за нарушения местными поставщиками своих контрактных обязательств. Например, с этим столкнулась американская компания «Бехтель» при реализации мегапроектов в Саудовской Аравии. При этом восточные судебные органы имеют свои представления о справедливости, и совсем не обязательно их решения будут происходить по общепринятым в мировой практике юридическим процедурам. Таким образом, во избежание ненужных осложнений и расходов, компания предпочитала не ссориться и не судиться с местными поставщиками строительных работ и решать все вопросы по возможности на «низовых» уровнях, то есть, не вынося на рассмотрение на высоком уровне.

Во избежание этих проблем при проведении тендеров «Бехтель» требовала от участников торгов предоставлять в числе документов также подробные графики выполнения строительно-монтажных или иных работ, а также описание методов производства работ и наличие ресурсов. Компания также разработала эффективную систему предквалификационных требований к поставщикам, что позволяло отсекал сомнительных поставщиков еще до начала тендеров. Во всех компаниях проводился аудит, позволяющий оценить их уровень качества и надежности как поставщика. Кроме того, несмотря на разность менталитетов, американцы культивировали, и не безуспешно, дух «командной работы», к чему, безусловно, следует стремиться и российским компаниям.



**Энергоблок атомной станции**

### Управление коммуникациями между участниками проектов

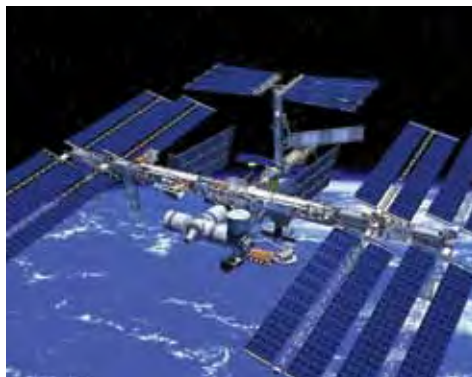
Проблема управления коммуникациями между участниками проектов также является серьезным риском, способным затормозить выполнение проекта и вызвать его существенное удорожание. Как правило, в мегапроектах участвуют представители разных стран и культур, говорящих и думающих совершенно по-разному. Наряду с устным общением с представителями местных поставщиков оборудования, материалов и услуг, необходимо также предоставлять всю документацию на иностранном языке, что по-прежнему представляет значительное затруднение для российских компаний. Стоит отметить, что российские компании в этом плане не являются исключением: французским, китайским или корейским компаниям также приходится переводить на английский язык многие тысячи страниц документации.

К задержке окончания строительства могут приводить не только лингвистические проблемы, но и разность менталитетов и способов ведения бизнеса у зарубежных партнеров. Классическим примером является строительство туннеля под Ла-Маншем. Как и многие мегапроекты, строительство туннеля продлилось на 20% дольше запланированных сроков, то есть, шесть лет вместо пяти, бюджет был превышен более чем на 80% – объект обошелся в 4,6 млрд фунтов стерлингов вместо 2,6 млрд запланированных. Неадекватный уровень внутренних коммуникаций между французскими и британскими участниками консорциума был преодолен благодаря американской компании «Вестингхаус», пришедший в проект в качестве независимой третьей стороны и сыгравшей роль фасилитатора (*англ. facilitator, от лат. facilis — «лёгкий, удобный»; обеспечивающий успешную групповую коммуникацию. – Ред.*).

Возведение знаменитого стадиона Wembley Stadium в Лондоне также приводит к пример плохих коммуникаций между участниками проекта одной национальной принадлежности. При реализации данного крупного проекта потоки информации были организованы таким образом, что исполнители информировались лучше, нежели их руководители и менеджеры высшего звена.

Людям, проработавшим определенное время в западных компаниях, бросается в глаза крайняя забюрократизованность компаний отечественных. В западных компаниях нет таких практик, как, например, многодневное «согласование приказа» или «подготовка служебной записки». Руководитель обычной западной компании, таких как «ФИАТ», «Ивеко» или «Форд», просто рассылает сотрудникам по электронной почте меморандум, и никому из подчиненных или исполнителей не приходит в голову говорить, что он «ничего не получал». В лучших западных компаниях считается недопустимым не отвечать на электронную почту. Как правило, очень сильны межфункциональные коммуникации, то есть, работник одного отдела западной компании обращается по электронной почте к коллеге из другого отдела, просто ставя в копию его начальника.

Очень большие нарекания по-прежнему вызывает функционирование электронной системы документооборота (так называемой ЕОСДО). Проблемы возникают как с технической стороны (постоянное «зависание» системы), так и от нежелания многих работников отвечать в срок. Кроме того, сотрудникам российских компаний следует уделить большее внимание английскому техническому языку,



Международная космическая станция

так как большинство курсов посвящено деловому английскому.

### Стратегические решения для развития инжиниринговой деятельности

Для понимания «ключа к успеху» при управлении проектами обратимся к опыту и особенностям стиля работы некоторых наиболее известных инжиниринговых компаний, работающих на рынке атомных услуг. Например, основным конкурентом ГК «Росатом» в Восточной Европе является компания «Вестингхаус» (Westinghouse Electric Company, атомный дивизион), на технологиях которой базируются около 50% всего мирового рынка реакторов. Вероятнее всего, основной особенностью и предметом гордости компании является инновационность, ведь в XX веке компания получила более 28.000 (!) патентов. К примеру, корейские и китайские реакторы созданы на основе лицензионных соглашений с «Вестингхаусом». В отличие от ГК «Росатом», компания специализируется всего в некоторых секторах, а именно: топливо, услуги, технологии, общее проектирование АЭС, а также проектирование основного оборудования. Компания считает, что четыре столпа её успешной работы являются:

1. Бережливое производство (Lean Production)
2. Метод 6 Sigma (изначально разработанный Motorola)
3. Улучшение человеческого фактора – (Human Performance), то есть, устранение фундаментальных причин совершения ошибок в работе и создание барьеров против превращения ошибок в проблемы. Интересно отметить, что в производственной системе Тойота существует аналог данной практики под названием «покайоке».
4. Стратегия поведения персонала на основе теории Behavioral Differentiation – продуманная на всех этапах система обращения с потребителями. В самом деле, в обществе с сильнейшей конкуренцией, при которой все компании предлагают потребителю продукты или услуги примерно на одном уровне цены, качества и сервиса, необходимо выработать такие подходы в работе с клиентами, благодаря которым клиент выберет именно вас.

Другая всемирно известная компания «Betchel» также применяет систему менеджмента качества 6 Sigma. Как уже отмечалось, компания имеет собственную систему управления проектами KASE TM и придает IT технологиям пристальное внимание, например, разрабатывая систему обмена информацией между всеми участниками жизненного цикла сооружаемого объекта, электронные каталоги закупок, виртуальные проектные офисы, «Betchel» уделяет большое внимание технике безопасности, внедряя систему «миллион рабочих часов без несчастного случая». Компания

стремится к диверсификации, но вместе с тем добилась успехов перед своими конкурентами в некоторых видах радиационно опасных работ, например, в замене парогенераторов АЭС. Компания «Betchel» добилась совершенства в управлении сроками строительства и передавала свои последние проекты заказчику без единого дня задержки.

Компания «Burns and Roe» выбрала своим девизом «Проектировать и строить то, что не по силам конкурентам». Компания берется за очень сложные и нестандартные проекты, ей присуща инновационность на всех этапах. В настоящее время компания создает единое информационное пространство на всех стадиях ЖЦ с доступом из любой точки мира (в том числе, для управления изменениями). В компании давно перешли на 3D-проектирование и пользуются виртуальными моделями с возможностью «прогулок» внутри.

«Rolls-Royce» в своей работе отдает приоритет безопасности, качеству, уменьшению рисков. Компания разрабатывает и создает технологически нейтральные стратегические решения, рассчитанные на десятилетия вперед. «Rolls-Royce» занимает проактивное отношение к техническим вопросам, например, создает регистр критических компонентов для управления моральным и физическим старением объектов.

Пристальное изучение лучшего мирового опыта позволяет определить те стратегические направления развития, к которым следует стремиться для повышения конкурентоспособности на мировых рынках.

В настоящей статье авторы попытались в сжатом виде представить те основные проблемы, которые приходится решать при реализации сложных инженерных проектов, или, употребляя другой термин – «мегапроектов». Авторы рассказали о некоторых особенностях стиля работы четырех всемирно известных инжиниринговых компаний; были разобраны пять из десяти предметных групп, присущих при выполнении любого проекта. Несомненно, программные продукты по планированию и управлению проектами являются отдельной темой для подробного анализа. Большая отдельная тема тщательного исследования – управление изменениями: проблема, типичная и чувствительная для всех проектов. Авторы надеются, что данная статья послужит стимулом для тематических публикаций разнопрофильных специалистов, занятых на разных стадиях и в различных отраслях управления проектами.

Список использованной литературы и Интернет-ресурсов:

1. Nuclear Power Plant Construction Costs, Synapse Energy Economics, David Schlissel and Bruce Biewald, 2008
2. Материалы в свободном доступе в Wikipedia
3. KPMG, How to successfully manage your mega-project, part 1., 2012
4. Mega-project construction management: the Corps of Engineers and Bechtel Group in Saudi Arabia, Jeffrey Craig Smith, 1991
5. Draft International Standard ISO/DIS 21500, 2011



# Special Aspects of Managing Large-Scale Projects

**N.Ya. Leontyev, head of the Department for Scientific and Technical Development of Strategy Management, NIAEP OJSC – ASE CJSC, Ph.D. in Economics, E.A. Stenshyn, leading expert, NIAEP OJSC**

**With the development of civilization the mankind has acquired appropriate competences in building of more and more complex structures. Moreover, it was the ability to build huge fortifications, irrigation and religious buildings that was a major sign of maturity and strength of the nation. Erection of magnificent and grand buildings and structures in ancient Greece, Egypt, India, China and some other countries fell within the periods of supreme power and prosperity of these states, whereas «social order» emerging through that necessitated further development of architecture and building technologies, mathematics, mechanics, applied arts other sciences and competencies. A thoughtful tourist for the first time visiting Luxor or museums of ancient Egypt tends to ask a lot of questions, like: How was it back then possible to lift and move huge constructions without any diesel-powered or motor-driven cranes? How did Egyptian engineers more than four thousand years ago achieve such a degree of polishing of granite surfaces without modern grinders? How did engineers of the twentieth century BC with no «Autocad», «Archicad» or «Primavera» software designed and erected quite rhythmically those gigantic structures that would exist for millennia onwards?**

Regretfully a deplorable fact is to be stated today that the loss of huge amounts of information on construction techniques, the art of construction management developed in antiquity significantly slowed down the upward tendency of the whole human civilization, and that is why poor modern Egypt is no longer the object of admiration and adoration of the neighboring states. Similar regret can be expressed in respect to a number of other countries, especially Greece, which many centuries ago spawned a galaxy of outstanding mathematicians, philosophers and architects. History is grueling towards those countries that failed to create a prototype of what is today called «knowledge management system», and thus to ensure reproduction of Archimedes, Pythagoras and Socrates, or architects able to build majestic structures. The issue of transmitting and preserving knowledge is presently one of the major concerns of experts in almost all high-tech companies in various sectors of economy. However, this article aims to identify

and understand the problems arising during implementation of major energy and infrastructure projects, primarily in the construction of nuclear power plants.

Thus, the basics of managing grand projects originated several thousand years ago. Curiously enough, among the ten most significant and ambitious projects of the mankind the modern engineering community names the Egyptian Pyramids and the Great Wall of China together with such projects as the Channel Tunnel or landing of the American astronauts on the Moon. However, unlike ancient times, the modern world sees an increasing number of large-scale objects characterized by much higher complexity. Moreover, with all due respect to our forefathers it still should be noted that the construction of large-scale objects imposed no severe restrictions on such resources as physical labor, since slavery and invasive wars provided free labor in abundance.

## **Project Management as an Application Discipline**

At this point we should give a clear definition of the concept of «Project». Historically many loan words in the Russian language lost their original meaning and have a slightly different sense attributed to them. Thus, the interpretation of the term «project» very often causes certain ambiguities, since depending on the context the term «project» is defined as «design, construction» (e.g.: bridge design, building design, etc.), or «draft, outline» (e.g.: speech project), which is not entirely accurate. Actually, «Project is a unique activity that implies coordinated execution of interrelated actions in order to achieve specific goals within time and resource constraints. Achieving the goal of the project requires obtaining the results that meet certain requirements, and in achieving the objectives certain limits may arise on key resources, including time, people, funds and materials».

Along with the concept of «project», modern management science also introduces the concept of «business process». Any manufacturing enterprises or financial institutions operate as a set of business processes that occur under strictly defined technological or financial regulations within a well-established organizational structure and pursue cyclically recurring goals. Within the project, all kinds of activities are performed by the new staff according to the original, re-established regulations, whereas the goals set are always somewhat unique. Business processes are invariably recurring: let's say a car factory is day by day producing a number and range of cars set by the Marketing Department, and all the employees are meticulously working in line with the established software, instructions and regulations. All business processes are set

indiscriminately, each operation is standardized in terms of time, and each item has a purchase price, all this making the assembly line rhythmically yield products. If the car factory decides to develop and launch the production of a new car model, it will already be referred to as «project activity», commencement and completion deadlines will be set for the development of a new model and new goals will be identified. Within the framework of its well-defined hierarchical structure the factory will establish a task group with the so-called matrix organizational structure, i.e., an employee will continue to be enrolled in his unit, but will actually create something new within the project.

Process managers, also called functional managers, support the current state of production, along with possible optimization of business processes. To achieve these goals, one should have focused professional specialization and be moderately conservative. A Project Manager shall constantly control the changes, settle the inevitable conflicts between all the participants, he shall actually work across disciplines and, therefore, shall have broad universal knowledge in all areas, including technology, finance, communications, as well as be a good psychologist and support innovations. Project manager is not a conservative, but an innovator, who is constantly looking for better decisions to still more complicated problems.

Thus, project management is an innate ability coupled with the acquired experience and knowledge of management techniques based on the achievements of modern technologies. A Project Manager achieves the set goals while constantly balancing between the scope of work, funds, labor, time and other resources, deadlines, quality and risks. The key factors of successful project management include a clear, predetermined plan, minimized risks and deviations from the plan, as well as effective change control.

To be precise enough, we should say that the basics of project management as an applied discipline were laid back in 1957 as a result of joint efforts of Morgan Walker, an engineer of a world famous DuPont Company, and James E. Kelley, computer expert and mathematician of once well-known Remington Rand Company, who developed a modeling technique for managing complex projects. The technique came to be known as the «Critical Path Method» and emerged while planning the works on modernization of «DuPont» plants. Definitions of this concept vary, but probably the most succinct wording is provided in ISO 21500: «Critical Path <...> consists of those activities that determine the shortest time for project completion».

It is notable that about then the Pentagon requested the U.S. Navy's Special Projects Office

to develop Polaris Missile System. Implementation of this project required concerted efforts of many scientific and technical, as well as industrial enterprises, for the purpose of which the Program (or Project) Evaluation and Review Technique, commonly abbreviated PERT, was designed to evaluate and review plans. This technique involves breakdown of larger activities into constituent works or tasks, with analysis of time required to perform each task, and finally determination of the minimum required time to complete the entire project. PERT technique was developed primarily to simplify paper planning and scheduling of large and complex projects, and its basic idea still involved determination of the «critical path» while plotting a network schedule. Owing to PERT a project, which consisted of 60,000 operations and committed around 3800 main contractors, was completed two years ahead of schedule.

It is worth noting that our country also performed extraordinary military, space and infrastructure projects implemented in the shortest possible time and in the most difficult conditions. Modern Russian nuclear industry is still largely based on the foundations laid back in the difficult postwar years thanks to dedication, enthusiasm and expertise of our fathers and grandfathers. Ambitious construction projects were however carried out in the framework of a centrally planned economy under ideological pressure, which is unacceptable in the current climate of a modern market economy. Nevertheless, in recent years there gradually comes an understanding of the need for using better engineering practices of the Soviet era in relation to many aspects of economic activity.

**Standards of Project Management**

Thus, project management is an application of methods, tools, technologies and competencies to achieve the set goals, and since project management is an applied science, it is rather natural to assume that there are standards that regulate this type of activity. In September 2012, Russia, the U.S. and the EU countries

enacted standard ISO 21500 at the national level through the International Organization for Standardization. The standard is based on the so-called PMBOK model (abbreviated from Project Management Body of Knowledge), which is a collection of processes, terminology, guidelines and knowledge areas that are generally accepted as best practice within the project management discipline.

ISO 21500 sets forth the achievements of management science, including breakdown of long processes into constituent parts, classification of restrictions as to the execution of projects, lifecycle phasing. The standard has 10 «subject groups» acting as management units during implementation of each project: Integration, Stakeholders (i.e. all individuals and/or entities involve in the project), Scope, Resource, Time, Cost, Risk, Quality, Procurement and Communication. Additionally, the standard classifies five process groups that may be inherent to both individual phases of the project and the project as a whole: Initiating, Planning, Implementing, Controlling, Closing. All in all, the standard has identified and analyzed 39 processes encountered in the implementation of any project (see Table 1). Familiarization with this standard, or even its careful examination, will to a great extent help project managers to streamline knowledge and manage the projects based on global best practices.

In this article out of 10 «subject groups» of ISO 21500 we shall elaborate and primarily focus on 5 of them with respect to major international projects: Cost, Risk, Quality, Procurement, Communication (underlined and in bold type).

In addition to ISO 21500 standard, every industrialized country has its own national standards. Russia has the following national standards for project management:

- GOST R 54869-2011 «Project Management. Requirements for Project Management» (Russia)
- GOST R 54870-2011 «Project Management. Requirements for Project Portfolio Management» (Russia)
- GOST R 54871-2011 «Project Manage-

ment. Requirements for Program Management» (Russia)

In terms of consistency and scientific approach these standards are still inferior to ISO 21500.

For the sake of completeness we shall list major national standards of different countries:

- NASA Project Management (USA)
- BSI BS 6079 (UK)
- APM Body of Knowledge (UK)
- OSCEng (UK)
- DIN 69901 (Germany)
- V-Modell (Germany)
- VZPM (Switzerland)
- AFITEP (France)
- Hermes method (Switzerland)
- ANCSPM (Australia)
- CAN/CSA-ISO 10006-98 (Canada)
- P2M (Japan)
- C-PMBOK (China)
- South African NQF4 (RSA)
- CEPM (India)
- PROMAT (South Korea)

There are also standards for assessing the competence of the Project Manager:

- ICB IPMA Competence Baseline (IPMA)
- NRC (National Requirements for Competence of Experts) (SOVNET Project Management Association, Russia)
- PMCDF (USA)
- NCB UA (National Competence Baseline, Version 3.0) (Ukraine)

**Planning as the Keystone of Success**

Analysis of a large number of projects carried out in different years and in various industries, characterized by varying degree of complexity and at different cost allows us to conclude that the determining factor for successful project implementation is planning. Just like the success of a bloody battle is largely laid in advance through quiet and diligent staff work, the success or failure of the implementation of any and all mega-projects depends primarily on expertise and competence of planners.

**Table 1. Compliance of project management processes with process groups and subject groups**

Process Groups					
Subject Groups	Initiating	Planning	Implementing	Controlling	Closing
Integration	Develop Project Charter	Develop Project Plans	Direct Project Work	Control Project Work	Close Project Phase or Project
Stakeholders	Identify Stakeholders		Manage Stakeholders		
Scope		Define Scope Create Work Breakdown Structure Define Activities		Control Scope	
Resource	Establish Project Team	Estimate Resources Define Project Organization	Develop Project Team	Control Resources Manage Project Team	
Time		Sequence Activities Estimate Activity Duration Develop Network Schedule		Control Network Schedule	
Cost		Estimate Costs Develop Budget		Control Costs	
Risk		Identify Risks Assess Risks	Treat Risks (Countermeasures)	Control Risks	
Quality		Plan Quality	Perform Quality Assurance	Perform Quality Control	
Procurement		Plan Procurement	Select Suppliers	Administer Contracts	
Communication		Plan Communications	Distribute Information	Manage Communication	



**Table 2. Estimated and actual costs of power plant units in the USA**

Years of power plant construction	Number of units	Estimated cost of MW (thousand dollars)	Actual cost of MW (thousand dollars)	Cost rising (%)
1966-1967	11	612	1279	109
1968-1969	26	741	2180	194
1970-1971	12	829	2889	248
1972-1973	7	1220	3882	218
1974-1975	14	1263	4187	281
1976-1977	5	1630	4377	169
<b>Average value</b>	<b>13</b>	<b>938</b>	<b>2959</b>	<b>207</b>

Apart from talent and expertise of engineers, processing of giant flows of information is impossible without IT technologies. A particularly great variety of software packages were developed for project management and network scheduling. Detailed analysis of this software is a subject matter for another article, here we shall just mention only three software tools: for small projects Microsoft Excel spreadsheet is quite enough, for medium-sized projects one can use Microsoft Project, for large projects and mega-projects Oracle Primavera can be used.

Most global engineering companies have their own network scheduling systems specifically tailored to certain corporate standards, methods and technologies, which also take into account experience and know-how gained during implementation of projects. Bechtel Company, for instance, developed a corporate system of KASE TM (Key Activities and Successful Execution) for project management. This system allows for careful planning, risk evaluation before allocation of resources, monitoring of the project checkpoints.

NIAEP Engineering Company has successfully introduced its own technology of multidimensional network scheduling Multi-D. This technology within a single model allows to optimize distribution of human and financial resources, means of mechanization (cranes, hoists, etc.) at the construction site of a complex engineering object.

### Problems of Project Cost Management

Cost management represents one of the key and most difficult issues in project implementation, especially in the construction of nuclear power units. Thus, American economists David Schlissel and Bruce Biewald begin their article «Nuclear Power Plant Construction Costs» published in July 2008 with a disappointing conclusion that «the construction cost estimates for new nuclear power plants are very uncertain and have increased significantly in recent years».

The article describes optimistic estimates made by U.S. Department of Energy, claiming that overnight costs (with no escalation or financial costs) lie in the range of \$1200 – 1500, and more realistic estimates by FPL, Florida-based power utility, according to which the total cost (including all necessary expenses) is between \$5492/kW and \$8081/kW. This upper limit is confirmed by calculations made by other companies, such as «Progress Energy» and «Georgia Power» (based on actual construction costs of two-unit NPP Vogtle with AP1000 reactors).

The table below shows that even the United States, an avowed leader in terms of technology, saw an invariably persistent problem of the constantly rising costs during the years of massive construction of nuclear power units.

Thus, the above statistics for more than a decade of the «golden» period of nuclear power plant construction in the United States means

that for 75 nuclear units the average cost increase was 207%, which is a triple rise in the initial budget!

In the article quoted, the U.S. economists analyze in detail the reasons for rising costs and non-compliance with the initial construction schedule not only for nuclear power plants being built in the United States. As a result of the tender won in December 2003, a French group of companies AREVA got a contract for the construction of the unit «Olkiluoto 3» in Finland. Unit launch was initially scheduled for May 2009. After being repeatedly postponed a new deadline was set – August 2014. Now the Finns are discussing a new term in 2016. By some estimates overspending can reach 100% of the initial estimates. According to the French politician Mark Gouat, the actual cost of a unit will be €6.6 billion with the initial estimate of €3 billion.

Currently in Taiwan there is a two-unit NPP with ABWR reactors under construction with a 5-year (!) delay, and the initial construction cost has risen from the original \$3.7 billion to a value in the range of estimates from \$7.4 to \$9.1 billion. Multiple examples can be provided. According to the researchers, one of the reasons for such a poor state of affairs is a lack of qualified specialists and loss of competences. If two decades ago, the U.S. had more than 400 certified nuclear suppliers, now they have less than 80. Moreover, the U.S. has lost competence in producing large forged workpieces, and depends entirely on South Korean, Japanese and French plants in producing reactor pressure vessels, steam generators and other bulky components. In addition, resources and materials used in nuclear power plant construction, including primarily steel, have high price volatility.

Unlike American engineering companies, Rosatom State Corporation is a vertically integrated structure with a few exceptions controlling the entire production chain of the main components of NPPs. However, nuclear power plant construction abroad inevitably involves a large number of local companies, whose relative inexperience and lack of qualifications can add uncertainty to the timing and the total cost of the project. «Management» of local supply companies, as well as interaction with regulatory and supervisory bodies represent complex issues, however, international practice and experience let us hope for a successful solution of these problems.

### Social and Political risks as the main Threat to NPP Construction

In our modern and constantly changing world, the key issue of project implementation is risk management. Along with project cost rise mentioned above the following standard risks occur:

- technical risks
- scope and scale risks
- wrong scheduling and network analysis risks

- human resource shortage risks
- regulatory restrictions risk
- social and political risks

Unfortunately, from the viewpoint of social and political risks, the construction of NPP is extremely vulnerable. Here we can recollect a huge number of NPPs the construction of which ceased amid social and political instability of the 90s. The construction of the Crimean NPP, complete for over 80%, was suspended, power units in Gorky and Voronezh, which were ready for 95%, were abandoned, NPPs in Bashkiria, Tatarstan, NCPs in Minsk and Odessa were also left unfinished. In the former Soviet republics, the construction of more than ten NPPs was stopped; moreover, they suspended construction of NPPs in Poland, Czechoslovakia, and Bulgaria.

The Kudankulam NPP start-up in India faced several delays due to demonstrations of many thousands and hunger strikes, led by international non-governmental organizations, as official Indian press says. Fortunately, the construction of the unit was financed by an Indian client, so Rosatom was not to cover the expenses directly. A miserable example of facing political risks is the construction project of the Belene NPP, Bulgaria. The Bulgarian government merely canceled its obligations despite a tender won and an inter-governmental construction contract having been drawn up in due form.

Nuclear projects are scrapped and suspended not only due to political intrigues and rivals' scheming. Actually, nuclear program in Germany, a country that is considered to be the most developed in terms of technology and production culture, has been scrapped even prior to the accident at the Fukushima NPP. Public opinion was always biased against nuclear energy, despite the fact that Germany never suffered any serious earthquakes, much less tsunami, or any still minor accidents at NPPs. The Fukushima tragedy actually dealt the final blow to the nuclear-power engineering of the Federal Republic of Germany.

To guarantee stability, Rosatom does the right thing by attracting international renowned companies like Rolls-Royce and Areva to collaborate in global nuclear projects. This kind of job can be done in order to find a «financial ally» ready to share financial risks, associated with the implementation of large-scale nuclear projects, as well as profits.

Personnel risks are global challenges. The USA and Great Britain, as well as many other countries, have lost their key competences in nuclear engineering and have to order equipment abroad. London, high and mighty, has to put up with the fact that the local market of nuclear generation now lets Russian and Chinese companies in. To prevent competence and key skills losses, Rosatom in cooperation with the IAEA elaborates on and introduces a system of

knowledge management designed to mitigate and cope with this burning issue.

As for regulatory restrictions risks, the «law of retroactive effect» adopted by the Indian Parliament, should be taken into consideration. The law concerns large-scale chemical and power objects. Although in international nuclear law practice an operator bears responsibility for safe NPP maintenance, in India hardware and technology vendors can also be sued for huge losses in case of hypothetical nuclear or any other accident, caused by operating staff. This law was called up by the Bhopal disaster, a gas leak incident at the pesticide plant, and the partners of Indian companies consider it to be a very important one.

### Quality Management

In the last decade, first the domestic auto industry, and then other Russian companies were becoming aware of the need to apply global best practices in quality management. Initially ISO 9001 standards were introduced, then many companies, including Rosatom, started to implement the Toyota Production System (TPS) with due account to the peculiarities in production and other processes in various industries.

Around the same time, more than half of global engineering companies, including Westinghouse, General Electric, Honeywell and others made great strides owing to the introduction of production management concept of «Six Sigma».

The name «Six Sigma» is derived from the statistical concept of mean-square deviation denoted by the Greek letter  $\sigma$ . The  $6\sigma$  quality management process yields 99.99966% defect-free outputs, or no more than 3.4 defective outputs in 1 million operations (!). Motorola Company, an actual developer of the concept, set a goal to achieve  $6\sigma$  quality index for all manufacturing processes.

Thus, we should continue to explore and implement best quality management practices.

### Features of Supply Management in Foreign Megaprojects

As mentioned earlier, currently, while implementing large overseas projects, the general contractor agrees to perform a part of works and services, including manufacturing and supply of equipment, with the help of local manufacturing and construction companies. However, in some cases, there are serious legal issues due to violations of contractual obligations by local suppliers. For example, the American company Bechtel had to face these issues during implementation of megaprojects in Saudi Arabia. For all that, eastern judiciaries have their notions of justice, and their decisions are not necessarily taken in accordance with internationally accepted legal procedures.

Thus, in order to avoid unnecessary difficulties and costs, the company preferred not to fall out with and not to sue local construction work suppliers and settle all the disputes as much as it is possible on «grassroots» levels, that is, without addressing higher bodies. In order to avoid these issues on inviting tenders Bechtel required bidders to submit a number of documents, including detailed schedules for construction and erection works or other works, as well as description of production methods and the availability of resources. The company also developed an effective system of pre-qualification requirements for suppliers that allowed cutting disputable suppliers off even before the tenders. All companies underwent auditing procedures, allowing to estimate their level of quality and reliability as a supplier. Furthermore, despite the

difference in mentality, Americans quite successfully cultivated the spirit of «teamwork», what Russian companies should certainly strive for.

### Project Members Communication Management

Project members communication management is an issue that carries serious risks, able to suspend project execution and increase its cost significantly. As a rule, large-scale megaprojects bring together people of different states and cultures, speaking different languages, thinking in absolutely different fashion. Along with oral communication with the local distributor of equipment, materials and services, the translation of all documentation should be provided, and it is still a challenge for Russian companies. It should be noted that as well as Russian colleagues, French, Chinese or Korean companies have to translate thousands of pages into English.

Not only the linguistic challenges, but different mentality and foreign methods of conducting business can also cause construction delays. The construction of the Channel Tunnel is a vivid illustration. Like with many others megaprojects, the period of construction grew by 20%, and lasted six years instead of five, with a budget exceeding the plans by 80% and a total cost of J4 billion instead of J2,6 billion planned. Internal communication problems between French and British members of the consortium were coped with by the Westinghouse Corporation, an American company that joined the project as an independent third party which played the «facilitator» role.

Erecting the renowned Wembley Stadium in London is also a good example of poor communication process between the project members of the same nationality. While implementing the project, information flows were arranged in the fashion that the executors were informed better than their supervisors and top managers.

An extreme level of bureaucracy in Russian companies is always compelling attention of people engaged or having been engaged in the Western business. Western companies are not experienced in «coordination of orders» or «working on a memo». In an ordinary Western company like Fiat, Iveco, and Ford, a manager sends memos via e-mail to executors and they do not reflect for a single moment they can deny the fact they have got the letter. It is totally inappropriate not to answer e-mails in Western companies. Interfunctional communications are very well established, so that one employee can address another employee from another department by adding his superior to the recipients. The unified sectorial electronic document management system of Rosatom State Corporation (EOSDO) is still being strongly criticized. Problems arise when it comes to technical aspects (system jams), as well as employees' reluctance to answer in time. Moreover, employees of Russian companies should give significant consideration to technical English terms because most of courses are focused on business English.

### Strategic Decisions to Develop Engineering Activities

To get the right «key to success» in project management let us refer to the experience and style which some of the most well-known engineering companies demonstrate in the market of nuclear services. The main competitor of Rosatom in Eastern Europe is Westinghouse Electric Company (the nuclear division), whose technologies about 50% of the world market reactors is based on.

Most likely, the main feature and the pride of the company is its focus on innovation, as in the 20th century, the company obtained more than 28,000 patents. Korean and Chinese reactors are based on license agreements with the Westinghouse Company. Unlike Rosatom, the company specializes in just a number of sectors, namely: fuel, services, technology, general designing of nuclear power plants, as well as designing of the main equipment. The company believes that the four pillars of its success are the following:

1. Lean Production.
2. 6 Sigma Method (originally developed by Motorola).
3. Improving Human Performance, i.e. elimination of the fundamental reasons for making mistakes at work and creation of barriers against turning mistakes into problems. It is worth noting that the Toyota Production System has a similar practice of mistake-proofing called «poka-yoke».
4. Staff Behavior Strategy based of the Theory of Behavioral Differentiation is a thoughtful system of handling users. In fact, in a society characterized by tough competition, where all companies offer the consumers products or services at almost the same level of price, quality and service, it is necessary to develop such approaches to dealing with clients that would make client choose you.

Betchel, another world famous company, also applies 6 Sigma quality management system. As noted in Chapter 4, the company has its own project management system KASE TM and pays particular attention to IT technologies by developing a system for sharing information between all the participants of the lifecycle, procurement electronic catalogues, or virtual project offices. Betchel places high emphasis on safety measures: «million working hours without an accident». The company is seeking diversification, but at the same time has made great strides ahead of their competitors in certain radiation hazardous operations, such as replacement of nuclear steam generators. Betchel has achieved excellence in construction schedule management and passed their latest projects to the customer without a single day of delay.

Burns and Roe Company has chosen the motto «Design and build beyond the competitors». The company takes up very complex and unusual projects and is highly innovative at all the stages. The company is currently developing a unified information space at all stages of the life cycle enabling access to it from anywhere in the world (including for the purposes of change management). The company has long moved to 3D design and uses virtual models with the possibility of taking «walks» inside.

Rolls-Royce in its work gives priority to safety, quality, and risk mitigation. The company develops and produces technologically neutral strategic solutions designed for decades to come. Rolls-Royce takes a proactive attitude to technical issues, for example, develops a register of critical components to control moral and physical aging of facilities.

A close study of the best global practices allows to determine those strategic directions for further development that should be aimed at in order to enhance competitiveness in the world markets.



# Управление качеством процессов жизненного цикла сложных инженерных сооружений

**С.А. Фатеева, начальник отдела управления качеством ОАО «НИАЭП»**  
**А.В. Прокопенко, главный специалист ОУК ОАО «НИАЭП»**

**Нижегородская инжиниринговая компания «Атомэнергопроект» (ОАО «НИАЭП») осуществляет проектирование и сооружение сложных инженерных сооружений: атомных электростанций, объектов использования атомной энергии, объектов энергетики и объектов промышленного и гражданского назначения.**

Постоянным стремлением компании является обеспечение гарантий высокого уровня качества, надежности и безопасности выпускаемой продукции и оказываемых услуг, максимальное удовлетворение всех требований и ожиданий потребителя (заказчика) с обеспечением требований, установленных российскими и международными нормами и правилами по безопасности объектов использования атомной энергии, а также развитие компании с учетом конъюнктуры мирового рынка.

Управление качеством в ОАО «НИАЭП» строится на принципах Всеобщего менеджмента качества, отраженных в международных стандартах ISO серии 9000.

Система менеджмента качества (далее СМК) ОАО «НИАЭП» является частью общей системы управления и рассматривается как средство реализации Политики и достижения целей в области качества. СМК ОАО «НИАЭП» разработана, документально оформлена, внедрена, поддерживается в рабочем состоянии и постоянно улучшается в соответствии с требованиями ISO 9001:2008.

Впервые система качества Компании была сертифицирована на базе ISO 9001:2000 международным центром TUV SERT – органом по сертификации TUV SUD Management Service GmbH в 2003 году и имела область распространения на научно-исследовательские, проектно-конструкторские и инженерно-изыскательские работы по ядерным, другим энергетическим и строительным объектам (сертификат № 12 100 19917 от 29.08.2003). Последующая ресертификация в 2006 году имела ту же область применения (сертификат № 12 100 19917 от 19.08.2006).

Получив статус инжиниринговой компании, ОАО «НИАЭП» в 2009 году проходит ресертификацию системы менеджмента качества на базе ISO 9001:2008 с расширением области действия сертификата на генподрядные работы по сооружению атомных электростанций, научно-исследовательские, проектно-конструкторские и инженерно-изыскательские работы по ядерным и другим энергетическим и строительным объектам (регистрационный номер сертификата 12 100 19917 TMS от 29.07.2009).

Система менеджмента качества ОАО «НИАЭП» постоянно поддерживается в рабочем состоянии, регулярно анализируется, развивается и улучшается. Это подтверждают про-

водимые ежегодно аудиты со стороны международного сертификационного органа. В июле 2012 года органом по сертификации TUV SUD Management Service GmbH в ОАО «НИАЭП» проведен ресертификационный аудит СМК. По результатам аудита не выявлено ни одного отклонения по функционированию системы менеджмента качества, о чем свидетельствует сертификат соответствия № 1210019917TMS от 07.08.2012.

Высшим руководством компании посредством политики в области качества, экологии, профессиональной безопасности и здоровья (далее Политика) сформулированы и доводятся до каждого работника ОАО «НИАЭП» общие намерения и направление деятельности компании в этой области.

Политика разработана в соответствии с миссией компании, определенной как обеспечение безопасного и устойчивого развития атомной энергетики и удовлетворение требований потребителей и других заинтересованных сторон путем предоставления полного и качественного комплекса инжиниринговых услуг.

В качестве основных целей Политика компании формулирует:

- проектирование и сооружение объектов использования атомной энергии в соответствии с программой Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» с высокими технико-экономическими показателями, обеспечивающее высокое качество оказываемых услуг при соблюдении безопасных условий труда персонала, минимальном воздействии на окружающую среду и в соответствии с законодательством РФ, а также нормативными требованиями стандартов, норм и правил в области использования атомной энергии, охраны труда и окружающей среды;

- обеспечение устойчивого экономического развития и экономической стабильности компании, являющихся гарантией достойного существования каждого работника компании, решения намеченных социальных программ, а также взаимовыгодного сотрудничества с партнерами и всеми заинтересованными сторонами.

В Политике расставлены приоритеты в достижении целей. Высшим приоритетом в области качества ОАО «НИАЭП» установлено обеспечение ядерной, радиационной, технической и экологической безопасности энергетических объектов, проектируемых и сооружаемых ОАО «НИАЭП».

Методы и средства для достижения целей в области качества, определенные Политикой, приведены на рис. 1.

В рамках управления жизненным циклом сложных инженерных объектов ОАО «НИАЭП» осуществляет свою производственную деятельность по двум основным направлениям:

- проектно-изыскательская деятельность;
- генподрядная деятельность по сооружению сложных инженерных объектов.

Обеспечивая принцип процессного подхода к управлению качеством, в ОАО «НИАЭП»

все виды деятельности разбили на отдельные взаимосвязанные процессы.

Процессы ОАО «НИАЭП» подразделяются на:

- процессы менеджмента: процессы управления и руководства;

- процессы производственной деятельности: процессы, создающие ценность продукции ОАО «НИАЭП» на этапах жизненного цикла её создания;

- процессы поддержки: процессы, обеспечивающие управляемые условия и ресурсы для основных процессов.

Схематическое описание процессов СМК ОАО «НИАЭП» в рамках управления жизненным циклом АЭС и с указанием потоков входных и выходных данных представлено на рис. 2.

ОАО «НИАЭП» осуществляет систематический мониторинг и измерение процессов с целью оценки их способности достигать поставленных целей и запланированных результатов, прослеживания эффективности взаимодействия отдельных процессов, управляемости ими, а также выявления потенциальных возможностей для постоянного улучшения показателей процессов.

Процедура мониторинга и измерения процессов на предприятии производится посредством определения ключевых показателей эффективности – КПЭ.

Результаты мониторинга и измерения ключевых показателей эффективности процессов являются входными данными для анализа СМК со стороны руководства ОАО «НИАЭП».

Основной инструментальной системы менеджмента качества Компании отражен на рис. 3

Учитывая специфику сооружения сложных инженерных объектов использования ядерной энергии и принимая во внимание тот факт, что основными требованиями к деятельности ОАО «НИАЭП» являются обеспечение качества, безопасности и надежности проектируемых и сооружаемых объектов, дополнительно к инструментарию системы менеджмента качества на системы (элементы), работы и услуги, важные для безопасности, предусмотрена разработка и выполнение программ обеспечения качества (ПОК) всеми организациями – участниками работ на каждом из этапов жизненного цикла объектов атомной энергетики, а также планов качества при изготовлении оборудования.

Постоянной обязанностью Компании является контроль выполнения как собственных ПОК, так и частных программ обеспечения качества подрядных организаций и поставщиков, а также регулярная оценка их эффективности по установленным в Компании критериям. Контроль выполнения ПОК и оценка их эффективности проводятся в рамках внутренних и внешних аудитов СМК.

В общем виде управление качеством в ОАО «НИАЭП» представлено на рис. 4.

Высшее руководство ОАО «НИАЭП» устанавливает цели в области качества в целом для предприятия на длительный срок (стратегические цели) и на ближайший период (тактические цели). Руководители подразделений (включая филиалы и представительства)

**Ориентация на потребителей и заинтересованные стороны посредством:**

- определения и удовлетворения потребностей и ожиданий потребителей и других заинтересованных сторон в процессе деятельности и в результатах выполняемых работ.

**Постоянное улучшение посредством:**

- обеспечения эффективного функционирования интегрированной системы менеджмента на основе требований стандартов ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, OHSAS 18001:2007 при выполнении требований Российского законодательства и с учетом норм МАГАТЭ по безопасности;
- обеспечения технического развития организации на основе инновационных подходов к управлению проектированием и сооружением объектов использования атомной энергии, базирующихся на современных информационных технологиях;
- обеспечения эффективного использования всех видов ресурсов, совершенствования и модернизации основных производственных процессов, внедрения инновационных проектов, участия руководства и всех работников компании в функционировании интегрированной системы менеджмента;
- предотвращения загрязнения окружающей среды, предупреждения травматизма и создания безопасных условий труда персонала;
- предупреждения несоответствий на всех этапах жизненного цикла объектов использования атомной энергии;
- регулярной оценки интегрированной системы менеджмента с целью ее постоянного улучшения.

**Сотрудничество с партнерами:**

- установление надежных и взаимовыгодных отношений с партнерами;
- подбор на конкурентной основе подрядных организаций, способных при оказании услуг обеспечить возможность для ОАО «НИАЭП» реализации настоящей политики в области качества, экологии, профессиональной безопасности и здоровья;
- открытость и доступность экологической информации, а также информации в области качества и безопасности персонала и населения.

**Развитие человеческих ресурсов:**

- постоянное повышение уровня профессиональных знаний и навыков персонала компании в области качества, экологии, профессиональной безопасности и здоровья;
- развитие и поддержание культуры безопасности у персонала компании;
- всеобщее вовлечение персонала в функционирование интегрированной системы менеджмента компании;
- регулярное изучение и проверка знаний работниками компании требований норм и правил в области использования атомной энергии;
- мотивация персонала и поддержание его идей и предложений, направленных на совершенствование всех сфер деятельности компании. Понимая важность целей ОАО «НИАЭП», руководство компании несет ответственность за реализацию настоящей Политики в области качества, экологии, профессиональной безопасности и здоровья, и будет активно содействовать ее доведению до каждого работника, полного понимания и принятия ее каждым работником.

**Рис. 1. Методы и средства для достижения целей в области качества**

в соответствии с целями деятельности ОАО «НИАЭП» устанавливаются цели для возглавляемых ими подразделений в порядке, регламентированном внутренними процедурами предприятия.

С целью развития (улучшения) СМК не реже одного раза в год составляется и утверждается президентом компании план мероприятий по улучшению системы менеджмента качества и раз в полугодие – план разработки документов СМК. Основанием для разработки этих планов служат результаты анализа руководством ОАО «НИАЭП» функционирования СМК и предложения руководителей подразделений и должностных лиц организации.

Приведение в соответствие требований документов системы менеджмента качества с процессами компании, а также обеспечение соблюдения требований заказчиков к продукции и соответствия процессов стандарту ISO 9001:2008 осуществляется посредством разработки и актуализации документированных процедур СМК. Динамика разработки и актуализации документов СМК в ОАО «НИАЭП» за период 2010-2012 гг. представлена на рис 5.

Рост количества вновь разработанной и актуализированной документации системы менеджмента качества характеризуется необходимостью регламентирования процессов в связи с появлением новых объектов строительства и проектирования, внедрением инновационных проектов, стремлению к унификации процедур при сооружении энергоблоков в филиалах и представительствах ОАО «НИАЭП».

Данные по разработанным за период 2012 года документированным процедурам с разбивкой по направлениям деятельности представлены на рис 6.

В качестве примера приведём некоторые процедуры СМК, разработанные подразделениями ОАО «НИАЭП»: СТП 35.01 «Стандарт предприятия. Управление проектами развития», СТП 78.01 «Стандарт предприятия. Готовность к

аварийным ситуациям и меры реагирования», СТП 04.01 «Стандарт предприятия. Идентификация способности наносить вред. Оценка рисков и управление рисками», «Положение о порядке работы с кадровым резервом для выдвижения на руководящие должности».

С целью соответствия продукции компании растущим требованиям как отечественных, так и зарубежных заказчиков, надзорных органов и потребителей, руководством ОАО «НИАЭП» один раз в год проводится анализ СМК.

При анализе рассматриваются вопросы повышения результативности СМК и ее процессов, улучшения продукции и качества результатов выполняемых работ, определяются потребности в ресурсах, необходимые для эффективного функционирования СМК.

Задачами анализа являются:

- обеспечение уверенности у высшего руководства в пригодности и эффективности СМК для реализации политики в области качества;
- оценка возможности улучшений и потребности в изменениях СМК, включая изменения Политики и целей в области качества;
- оценка необходимости изменений отдельных процессов СМК;
- оценка необходимости изменений в организационной структуре менеджмента качества.

В качестве одного из основных источников входных данных для анализа СМК выступают внутренние и внешние аудиты:

внутренние аудиты – аудиты, проводимые в подразделениях ОАО «НИАЭП», включая филиалы и представительства, на соответствие требованиям документов системы менеджмента качества, в том числе программ обеспечения качества. Внутренние аудиты подразделений компании проводятся в плановом порядке с привлечением обученных внутренних аудиторов из числа работников различных структурных подразделений ОАО «НИАЭП», координация

деятельности по внутренним аудитам осуществляется главным аудитором. В структурных подразделениях филиалов (представительств) внутренние аудиты проводятся аудиторами из числа обученных работников филиалов (представительств), координация деятельности по их проведению осуществляется отделами по управлению качеством в филиалах (представительствах);

внешние аудиты (аудиты второй стороны) подрядных организаций на выполнение ими требований частных программ обеспечения качества. Внешние аудиты (второй стороны) проектно-исследовательских подрядных организаций и организаций-поставщиков (изготовителей) оборудования и материалов осуществляются в плановом порядке аудиторами из числа сотрудников отдела управления качеством, проектного блока, блока поставок и отдела организации контроля качества ОАО «НИАЭП». Внешние аудиты второй стороны строительно-монтажных подрядных организаций осуществляются на площадках строительства объектов аудиторами из числа обученных работников филиалов (представительств), координация деятельности по их проведению осуществляется отделами по управлению качеством в филиалах (представительствах). Координацию деятельности по внешним аудитам подрядных организаций осуществляет главный аудитор компании;

внешние аудиты деятельности ОАО «НИАЭП» со стороны заказчиков и регулирующих органов, в том числе:

- со стороны генеральной инспекции Госкорпорации «Росатом»;
- со стороны ОАО «Концерн Росэнергоатом»;
- со стороны саморегулируемой организации НП СРО «Союзатомстрой».

Основываясь на принципе ориентации на потребности и ожидания заказчиков, учитывая стремление компании к повышению удовлет-



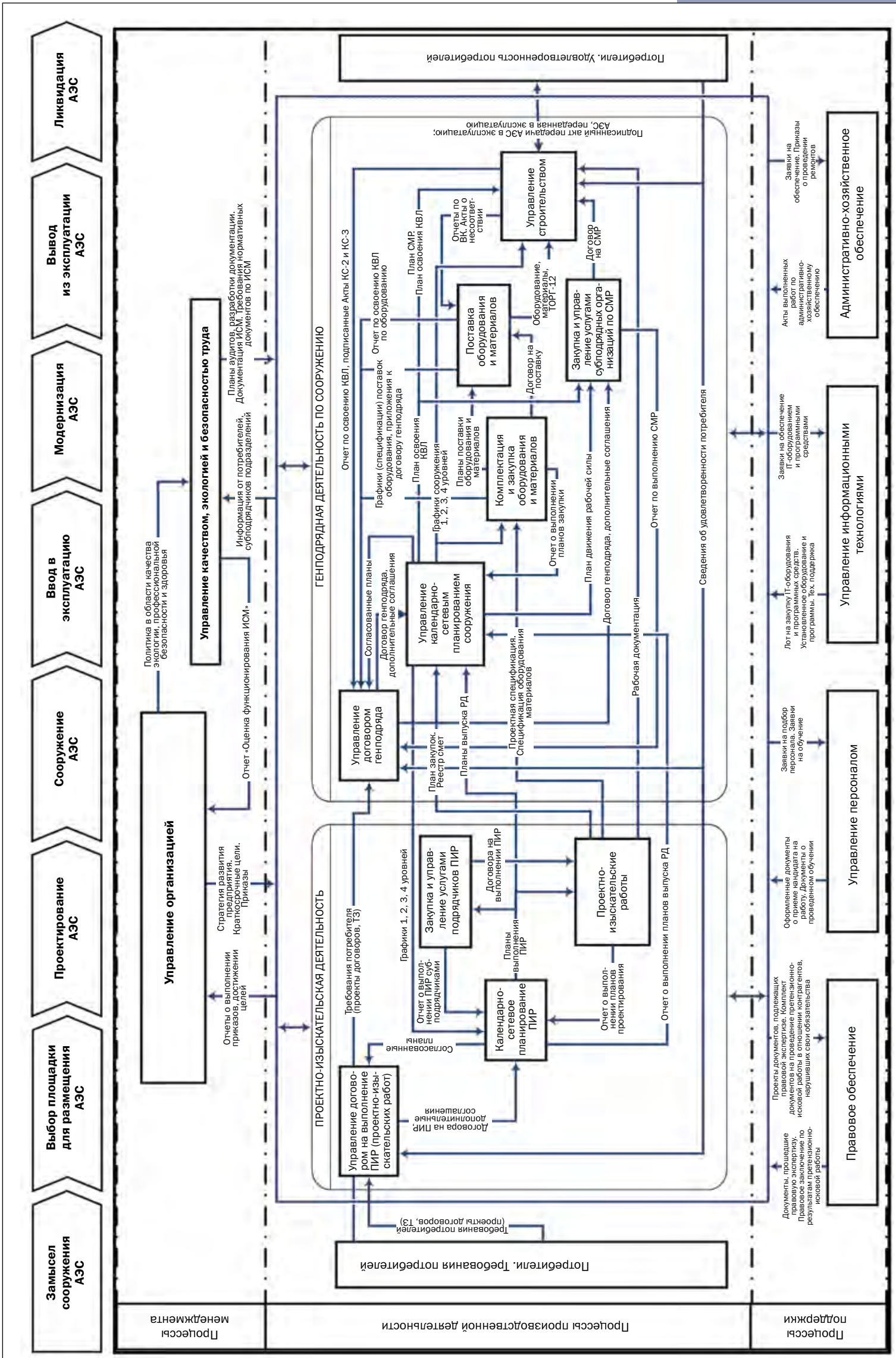


Рис. 2. Схема процессов СМК ОАО «НИАЭП»



Рис 3. Инструментарий системы менеджмента качества

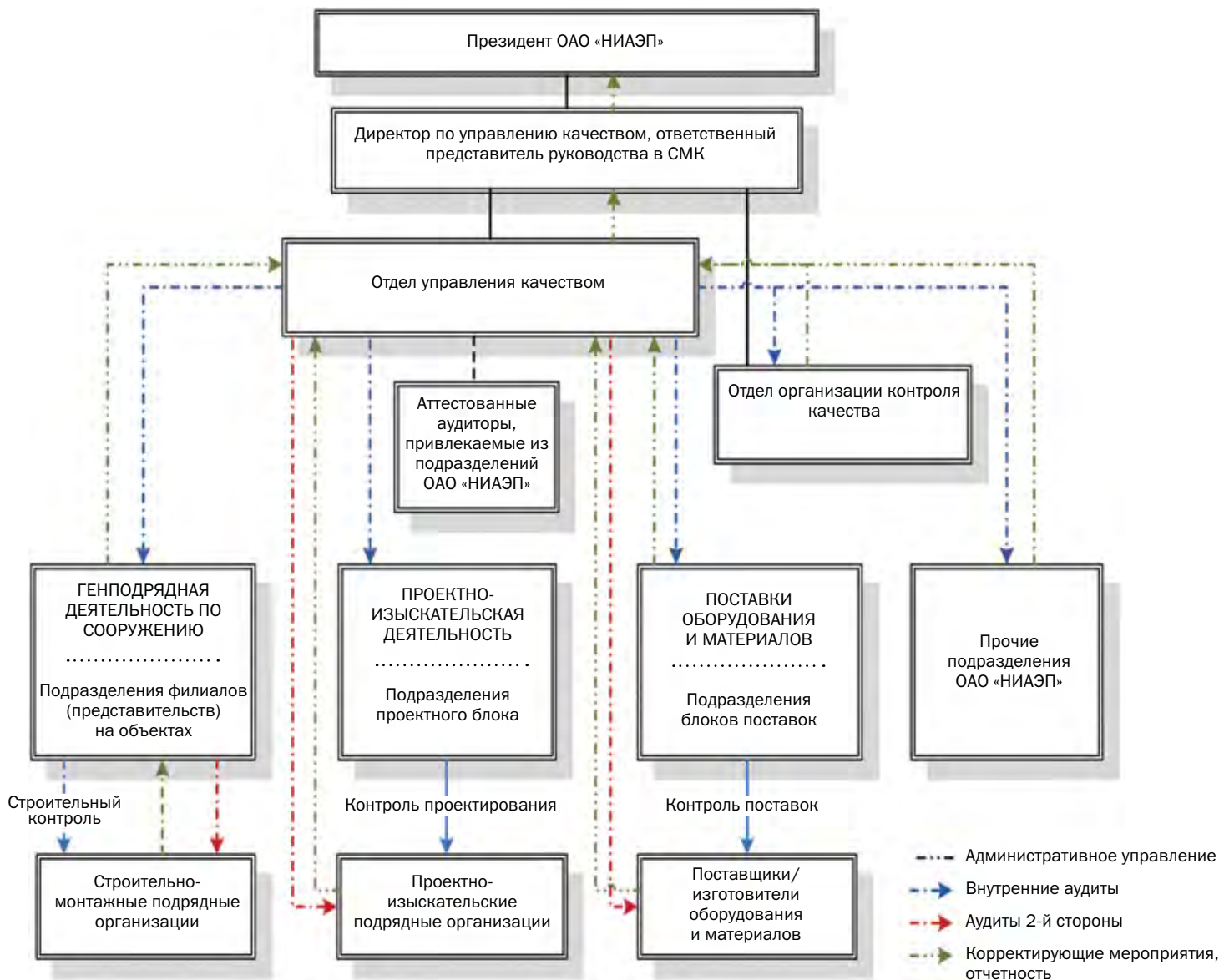


Рис. 4. Организационная структура СМК



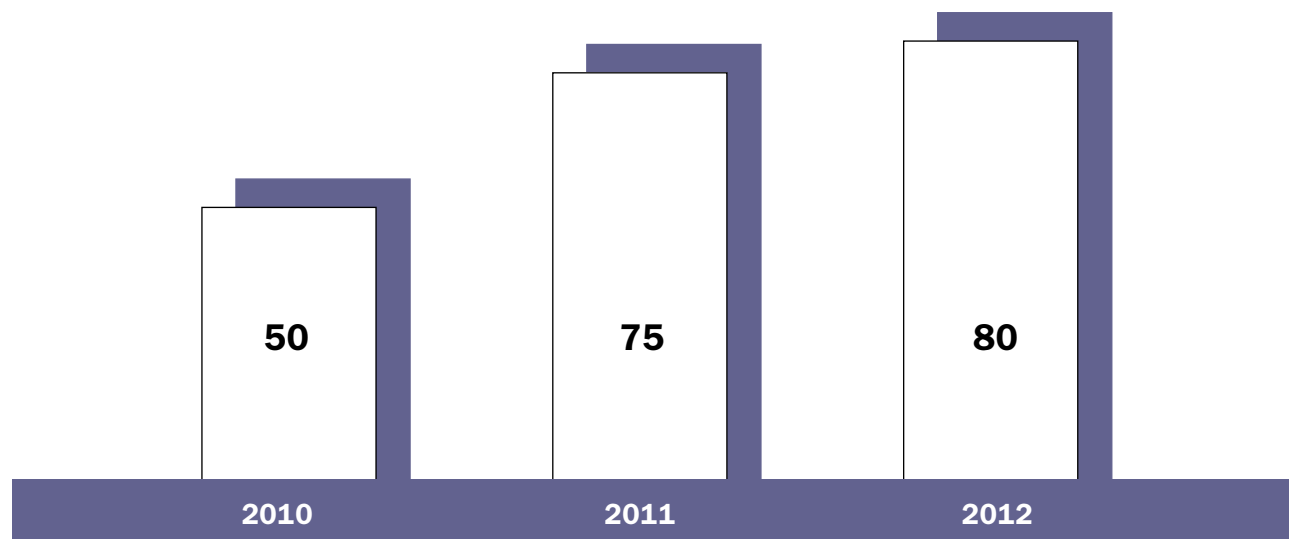


Рис. 5. Динамика разработки и актуализации документов СМК

воренности потребителей, ОАО «НИАЭП» практикует проведение анкетирования заказчиков на предмет оценки их удовлетворенности качеством выполняемых работ.

Анкетирование предусматривает сбор данных по наличию у заказчиков замечаний к выполненным работам (значительные/незначительные), по определению уровня качества за истекший период (улучшение/ухудшение) а также сведений по исполнению сроков выполнения работ (затянуты во времени/выполнение ранее сроков).

На основании обработки данных, полученных из анкет удовлетворенности, проводится анализ, учитывающий изменения показателей по отзывам заказчиков в сравнении с данными за предыдущие периоды.

Основываясь на результатах проводимого анализа, в целях улучшения эффективности и результативности системы менеджмента качества в компании регулярно проводятся мероприятия по улучшению и разрабатываются программы по развитию различных видов деятельности.

Всегообщее вовлечение сотрудников компании всех уровней в функционирование СМК как реализация одного из принципов

менеджмента качества является постоянным стремлением ОАО «НИАЭП». Данный принцип осуществляется посредством систематического обучения персонала в области качества, проведения подготовки и аттестации внутренних аудиторов (на сегодняшний день в компании около 100 аттестованных аудиторов, работающих в различных структурных подразделениях), практикуется институт уполномоченных по качеству, назначаемых в каждом самостоятельном структурном подразделении компании.

Информирование подразделений и каждого сотрудника о функционировании СМК осуществляется посредством:

- проведения совещаний «День качества» в подразделениях предприятия;
- внутреннего обучения требованиям СМК силами специалистов предприятия.

В постоянном общем доступе находится актуальная документация по СМК, размещенная в электронном виде на внутреннем сайте ОАО «НИАЭП». Там же в открытом доступе для сотрудников организации располагаются отчеты об анализе СМК со стороны руководства, протоколы заседаний Совета по качеству, «Дней качества».

С учетом значительного расширения деятельности компании как на российском, так и на зарубежном рынке, а также принимая во внимание возросшие требования потребителей к качеству, надежности и безопасности производимой продукции и оказываемых услуг, высшим руководством ОАО «НИАЭП» было принято решение о разработке и внедрении системы экологического менеджмента (СЭМ), соответствующей требованиям международного стандарта ISO 14001:2004, системы менеджмента безопасности труда (СМБТ), соответствующей требованиям OHSAS 18001:2007, и последующая интеграция их с существующей в компании сертифицированной системой менеджмента качества.

Позтапно и максимально детализированно планирование этого процесса представлено в Программе мероприятий по разработке, документированию, внедрению и сертификации СЭМ и СМБТ в ОАО «НИАЭП» в соответствии с международными стандартами ISO 14001:2004 и OHSAS 18001:2007 и интегрированной системы менеджмента (ИСМ) качества экологии и безопасности труда», утвержденной приказом президента ОАО «НИАЭП».

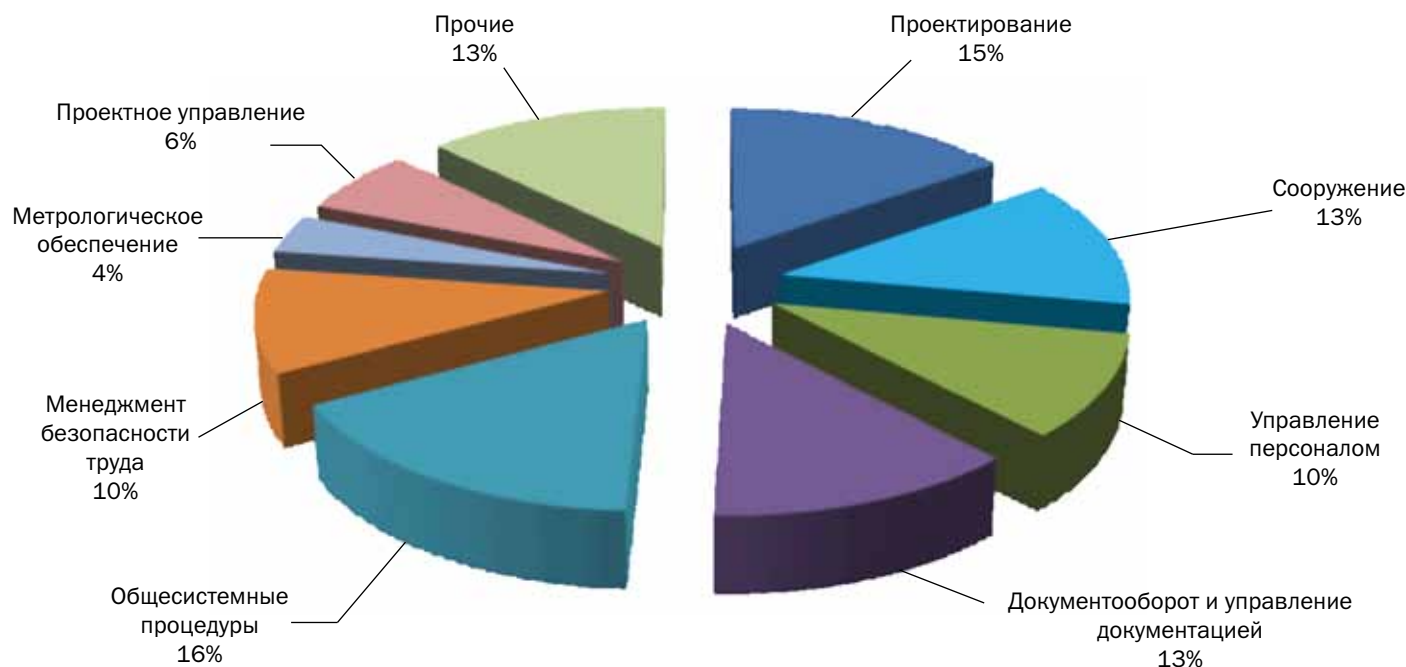


Рис. 6. Диаграмма документированных процедур с разбивкой по направлениям деятельности (2012 г.)

# Quality Management of Complex Engineering Facilities Life Cycle

**S. Fateeva, Head, NIAEP Quality Management Department**  
**A. Prokopenko, Chief Specialist, NIAEP Quality Management Department**

Nizhny Novgorod Atomenergoproekt Engineering Company (NIAEP JSC) is engaged in design and construction of complex engineering facilities, such as nuclear power plants, nuclear installations, power engineering facilities, industrial and civil facilities.

The company's priority is to ensure high quality, reliability and safety of products and services, to meet the requirements and expectations of customers along with meeting the requirements of Russian and foreign regulations related to nuclear safety as well as to ensure the company's development with due account of the world market situation.

Quality management in NIAEP is based on the principles of the Uniform Quality Management stipulated in ISO-9000.

NIAEP quality management system (QMS) is an integral part of the overall management system and is viewed as a tool of the policy implementation and achieving the objectives of quality ensuring. QMS is developed, documented, introduced, maintained and improved in conformity with ISO 9001:2008.

For the first time QMS was certified as per ISO 9001:2000 by TUV SERT, a certification body of TUV SUD Management Service GmbH, in 2003, and covered research, design and engineering works related to nuclear and other energy and construction facilities (Certificate No 12 100 19917 of August 29, 2003). The next certificate issued in 2006 covered the same activities (Certificate No 12 100 19917 of August 19, 2006).

In 2009, having acquired the status of an engineering company, NIAEP recertified its QMS as per ISO 9001:2008, and the scope of activities expanded to General Contractor activities in NPP construction, research, design and engineering works related to nuclear and other energy and construction facilities (Certificate No 12 100 19917 of July 29, 2009).

NIAEP QMS is constantly maintained, analyzed, developed and improved. The fact is confirmed by annual audits performed by an international certification body. In July 2012, TUV SUD Management Service GmbH performed recertification audit of NIAEP QMS. The auditing revealed no drawbacks in the QMS functioning, which is confirmed by Certificate of Conformity No 1210019917TMS of August 7, 2012.

The company's top management policy in the field of quality, ecology, safety and health (the Policy) serves the purpose of communicating the plans and main goals to each NIAEP employee.

The Policy has been developed in conformity with the company's main mission which is to ensure safe and sustainable development of nuclear engineering and to satisfy the needs of customers by means of offering a complete package of quality engineering services.

The company's Policy envisages the following main objectives:

- design and construction of nuclear facilities in accordance with the program of Rosatom State Corporation and with good technical and economic performance, including high quality of services, safe labor conditions, low environmental impact, conformance to the laws of the Russian Federation and other regulations on nuclear power use, labor and environmental protection;

- sustainable economic development and economic stability of the company ensuring wellbeing of each company member, implementation of social programs, mutually beneficial cooperation with partners and other persons concerned.

The Policy determines the priority of the set goals. The top priority in the quality area is to secure nuclear, radiation, technical and ecological safety of energy facilities designed and built by NIAEP.

NIAEP performs its activities related to complex engineering facilities life cycle in two areas:

- design and survey work;
- general contracting in constructing complex engineering facilities.

To implement the process approach to quality management, all activities have been divided into interrelated areas.

NIAEP activity areas are subdivided into:

- management processes: management and administration;
- production processes: processes of producing value at the life cycle stages;
- supporting processes: processes supporting controlled conditions and resources for the main processes.

NIAEP performs constant monitoring and measurement of the processes to estimate the ability to achieve the set goals and planned results, to monitor the effectiveness of the processes interaction, their manageability, to find possibilities of constant process upgrade.

Monitoring and measurement of processes are done with the use of key performance indicators (KPI).

For NIAEP management, monitoring results and key efficiency parameters serve as an input information for QMS analysis.

Taking into consideration the peculiarities of constructing complex nuclear facilities and the fact that quality, safety and reliability of the facilities under construction are the main criteria of NIAEP operations analysis, the tools of managing quality of systems, works and services relevant for safety have been coupled with quality assurance programs (QAP) of all organizations engaged in the nuclear facility life cycle and with QA plans implemented in the production of equipment.

The Company permanently monitors how its QAPs and programs of contractors and suppliers are fulfilled as well as regularly estimates their effectiveness using criteria adopted in the Company. The work is done by means of internal and external QMS audits.

NIAEP management sets long-term quality goals (strategic goals) and short-term goals (tactical goals). Heads of the Company subdivisions (including branches and representations) set goals for their subdivisions in accordance with the internal procedures of the Company.

To develop QMS, the President of the Company annually approves a QMS action plan and issues a plan of QMS documents development twice a year. The plans are based on the analysis of QMS made by the company management and proposals made by heads of subdivisions and company officials.

Development and updating of QMS documented procedures serve to ensure the conformity of the QMS documents with the company procedures, to meet the customers' requirements to products and to provide conformity of the processes to ISO 9001:2008 standard.

The growing number of developed and updated QMS documentation is due to the need of regulating processes at new facilities under design and construction, launching innovation projects, unifying procedures of constructing power-generating units at NIAEP branches and representations.

Here are some examples of QMS procedures developed by NIAEP subdivisions: STP 35.01 «Plant Standard. Development Projects Management», STP 78.01 «Plant Standard. Readiness to Emergencies and Reaction Measures», STP 04.01 «Plant Standard. Identification of Damageability. Risk Assessment and Management», Regulations of Handling Personnel Reserve for Executive Positions.

To ensure the conformity of the Company's products to severe requirements of Russian and foreign customers, oversight bodies and consumers, NIAEP management analyzes QMS once a year.

The analysis includes issues of QMS effectiveness, improvement of products and services quality, the needs in resources required for effective QMS.

The analysis serves the following tasks:

- assurance of the management that QMS is effective in implementing the quality policy;
- assessment of the potential of QMS improvement and QMS changes, including changes in the quality policy and quality objectives;
- assessment of the needs to upgrade some QMS procedures;

- assessment of the need to modernize the QM organizational structure.

Internal and external audits provide input information for QMS analysis:

- internal audits are carried out in NIAEP subdivisions including branches and representations to assess the QMS documents including QAPs. The internal audits are carried out routinely by qualified specialists of NIAEP subdivisions. Coordination of internal auditing is effected by the principal auditor. Internal audits in branches and representations are conducted by qualified specialists of branches and representations. Coordination of auditing is effected by QM departments of branches and representations;

- external audits (second-party auditing) are carried out at contracting agencies to assess the implementation of QAPs by them. External audit of design and exploration contracting organizations and suppliers (producers) of equipment and materials is carried out routinely by specialists of the QM department, design departments, procurement department and NIAEP quality control department. External second-party audits of construction and erection organizations are carried out at construction sites by qualified specialists of the branches (representations); coordination of their activity is effected by QM departments of the branches. Coordination of external auditing of contracting agencies is effected by the Company's principal auditor;

- external audits of NIAEP operation by customers and regulating authorities, including:

- Rosatom's Inspectorate-General;
- Rosenergoatom Concern JSC;

- Soyuzatomstroy self-regulating non-profit partnership.

Striving to satisfy fully the needs and expectations of customers, NIAEP interviews customers as to whether they are satisfied with the quality of works performed.

Interviews help to find out whether customers have any complaints concerning the quality of works (serious/non-serious), what was the quality level in the previous period (higher/lower), and what was the duration of works (extended/ahead of time).

Results of the interviews are used in the analysis of the changes in the customers' satisfaction level as compared to the previous periods.

On the basis of the analysis results, measures are taken to improve QMS and work out programs of activities development.

NIAEP strives to get all employees involved in QMS, and sees it as one of the basic principles of quality management. The principle is exercised through constant training of personnel in the quality area, training and attestation of internal auditors (the company's subdivisions have about 100 attested auditors), an institution of quality commissioners for each subdivision has been created,

Subdivisions and specialists are kept informed about QMS by means of:

- conducting «Day of Quality» meetings in the subdivisions;
- in-home training in QMS requirements by the company's specialists.

Updated QMS documents are published at NIAEP internal web-site. The management reports on QMS analysis, minutes of Council of Quality and «Days of Quality» meetings are also available to the personnel.

Taking into account that the Company's activities have expanded significantly in the domestic and foreign markets and that the customers' requirements to the quality, reliability and safety of products and services have become more severe, NIAEP management has made a decision to develop and introduce an environmental management system (EMS) in conformity with ISO 14001:2004, a labor safety management system (LSMS) in conformity with OHSAS 18001:2007 and to integrate them in the Company's certificated QMS.

Time-phased and detailed planning of this activity is included into the Program of development, documenting, introduction and certification of EMS and LSMS in NIAEP in accordance with ISO 14001:2004 and OHSAS 18001:2007 and integrated environmental and labor safety management system approved by an order of NIAEP President.





# Юбилей Jubilee

## КАЭС-1: 30 лет безотказной эксплуатации

**В далекие 60-е годы в центральной части Европейской части России начались работы по выявлению территорий для размещения атомных электростанций. Работы велись в двенадцати областях. Для Центральной АЭС был выбран регион озера Удомля в Калининской, ныне Тверской, области.**

В 1973 году Совмин СССР утвердил технический проект. И в январе 1974-го в Удомлю прибыли первые строители. Стройку объявили Всесоюзной ударной комсомольской. В октябре 1975-го были вынуты первые кубометры грунта и заложен первый бетон под главным корпусом. 9 мая 1984 года энергоблок выдал первый ток, а 28 июня был подписан акт о приемке блока в эксплуатацию.

Второй блок завершили в 1986 году. 3 апреля 1987 г. он вышел на проектную мощность – миллион киловатт! Этим завершилось сооружение первой очереди Калининской АЭС.

С 1985 по 1997 годы сооружение энергоблоков из-за экономического кризиса в стране практически не велось. Проект второй очереди Калининской АЭС с энергоблоками №3 и 4 был утвержден приказом Минэнерго еще в октябре 1985 года, и в планах коллектива станции было один за другим ввести их в строй. Приказ Минатомэнергопрома СССР, выпущенный в 1991 году, несколько подкорректировал взгляды на будущее. Возведение энергоблока №3 было приостановлено, а стройплощадка энергоблока №4 законсервирована в состоянии 20% готовности.

Калининской АЭС выпала важная задача завершить период «безвременья» кризисных



**М.Ю. Канышев, заместитель генерального директора – директор филиала ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Калининская атомная станция» / Mikhail Kanyshov, Rosenergoatom Deputy General Director, Kalininskaya NPP Director**

лет — достройкой третьего, а затем и четвертого энергоблоков. В XXI веке развивающейся экономике России потребовалось введение новых генерирующих мощностей. Строительство энергоблока №3 возобновилось в 1997 году. В 2000 году была получена лицензия на достройку блока.

16 декабря 2004 года третий энергоблок Калининской АЭС был включен в сеть. Именно в этот день Калининскую АЭС посетил Президент РФ В.В. Путин. Открывая заседание президиума Госсовета, которое прошло на атомной станции, он отметил: «Здесь отрабатаны контуры ядерной энергетики будущего: экономически более эффективной, безопасной, отвечающей всем самым строгим экологическим стандартам. Пуск энергоблока, – подчеркнул президент, – это результат

слаженных усилий очень многих коллективов ученых, проектировщиков, машиностроителей – специалистов со всей России. Мы ещё раз убедились, что у отечественной атомной энергетики есть все возможности для дальнейшего развития...». 8 ноября 2005 года был подписан Акт государственной приёмочной комиссии о вводе в промышленную эксплуатацию третьего энергоблока Калининской АЭС.

В 2007 году был утвержден окончательный проект расширения Калининской АЭС до 4000 МВт, проект прошел Государственную экологическую экспертизу, 7 сентября Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору выдана лицензия на сооружение энергоблока. Этот день можно смело назвать точкой отсчета начала строительства блока №4.

Строительство атомного объекта шло ударными темпами. Основные строительные работы были завершены уже к концу 2009 года. В 2010 году произведены операции по монтажу основного оборудования. В ноябре 2011 года произошло ключевое событие как для коллектива КАЭС, так и для жителей всего региона – энергетический пуск блока №4.

В свой второй визит, в качестве премьер-министра РФ, Владимир Путин принял участие в церемонии подъема мощности энергоблока №4 до 500 мегаватт. «Есть 500 мегаватт!» – эта короткая фраза, произнесенная на блочном щите управления блока №4 КАЭС, ознаменовала завершение большого пути строительства и становления Калининской АЭС.

...Вот уже на протяжении 30 лет изо дня в день энергоблок №1 КАЭС работает на плановом уровне мощности в 1000 мегаватт. 190 миллиардов киловатт-часов — именно столько суммарно выдал первый калининский блок в единую энергосистему страны. Это колоссальная цифра, далеко выходящая за рамки человеческого воображения и заурядной статистики.

Из смены в смену коллективы цехов непрерывной эстафетой передавали друг другу два главных принципа эксплуатации, которые стали негласным брендом всей Калининской АЭС, промышленным берегом, сопровождающим предприятие: надежность и безопасность. Каждая ремонтная кампания, любой из годов истории КАЭС хранит в себе перечень работ, который был направлен на повышение этих параметров.

Некоторые из операций по сей день представляют собой лучшую мировую практику. Именно на первом энергоблоке Калининской АЭС были выполнены уникальные работы по повышению надежности парогенераторов (ПГ). Они находятся в строю уже более 200







тысяч часов и включены в программу продления срока службы энергоблока без замены. Значимым этот факт можно считать по той причине, что Калининская АЭС — единственная в мире атомная станция с реакторами типа ВВЭР, которая смогла достичь на сегодняшний момент такого результата. Благодаря организационно-техническим, инженерно-технологическим, модернизационным работам и соблюдению жестких требований нормативных документов, равно как и ответственному труду каждого сотрудника предприятия, стало возможным сохранение «родных» парогенераторов и демонстрация на мировом уровне профессионализма коллектива станции в этой области.

В мае 2013 года впервые в истории горизонтальных парогенераторов с реакторами типа ВВЭР Калининская АЭС побила этот рекорд. Этому предшествовали годы уникальных работ: проведена модернизация водопитания ПГ, с целью сокращения объема отложений на теплообменных трубках был организован вывод солей с продувочной водой из зон с наибольшей концентрацией примесей (создан «солевой отсек»), значительно усовершенствован режим продувки парогенераторов. В 2013 году закончена замена жалюзийных сепараторов на потолочные пароприемные дырчатые листы.

На Калининской АЭС впервые в России проходит опытно-промышленную эксплуатацию топливо новой конструкции. Это не имеет отношения к каким-либо изменениям топливной составляющей — новая, более совершенная кассета дает возможность вести перегрузку с повышенными скоростями, тем самым сокращая срок ремонта блока. Активная зона первого энергоблока может в будущем полностью состоять из новых модернизированных топливных кассет альтернативной конструкции. Очевидно, что изготовление топливных кассет альтернативной конструкции дает нашей стране реальные перспективы выхода на мировой рынок, а площадкой успешной опытно-промышленной эксплуатации является именно Калининская АЭС.

Кроме этого, за тридцатилетний стаж работы энергоблока №1 Калининской АЭС огромный перечень инженерно-технических операций коснулся реактора, турбины, генератора, едва ли не всех вспомогательных систем и агрегатов. По факту — это молодой, инновационный блок, уверенно несущий нагрузку в 104 процента и продвигающий передовые разработки отрасли.

Энергоблок №1, ставший главным начинателем большого энергетического движения на тверской земле, и сегодня является частью всего важного для отрасли и страны производства. Сохраняя историю и участвуя в развитии атомной генерации, он несет и серьезные задачи на будущее. Один из приоритетных аспектов деятельности ОАО «Концерн Росэнергоатом» наряду с вводом новых мощностей — продление сроков эксплуатации энергоблоков. Важной составляющей развития и Калининской атомной станции в том числе являются мероприятия по модернизации оборудования, цель которых — увеличение выработки электроэнергии, повышение коэффициента установленной мощности (КИУМ) и продление эксплуатационного ресурса действующих энергоблоков.

Возможно ли было решить все эти задачи без квалифицированного подхода к делу и сложившегося коллектива профессионалов? Ответ очевидный. Многие из специалистов, которые сегодня составляют костяк коллектива, пришли на предприятие на этапе строительства и пуска наладки и сопровождали первый блок на каждом этапе промышленной биографии Калининской АЭС. Жизненный цикл энергоблока №1 прошли многие работники станции: Михаил Юрьевич Канышев, Владимир Сергеевич Балашов, Виталий Михайлович Разинцев, Константин Алексеевич Пасько... Можно перечислить десятки людей, которые сыграли существенную роль в развитии инженерных традиций предприятия, успехов и достижений службы эксплуатации и ремонта. Многие фамилии объединили историю КАЭС с семейными тра-

дициями, дав начало трудовым династиям тверских атомщиков.

Сегодня Калининская атомная станция — одно из крупнейших предприятий Верхневолжья. На долю КАЭС приходится 70% всей вырабатываемой в Тверской области электроэнергии, 25% от объема товарной продукции Тверской области, 98% объема промышленного производства Удомельского района. Через открытое распределительное устройство Калининская атомная станция выдает мощность в Объединенную энергосистему Центра по высоковольтным линиям на Тверь, Москву, Санкт-Петербург, Владимир, Череповец. За 30 лет эксплуатации КАЭС выработала порядка 450 миллиардов кВт/ч электроэнергии. При этом приоритетом производства электрической и тепловой энергии была и остается безопасная, надежная работа энергоблоков.

Калининская АЭС — это сплав высоких технологий и знаний специалистов, эксплуатирующих ядерный объект, который является залогом успешного развития предприятия. На станции трудятся порядка 4000 высококлассных специалистов.

Развитие станции не останавливается. Продолжается масштабная программа по модернизации и продлению сроков эксплуатации энергоблоков №1 и №2 Калининской АЭС.

# Kalininskaya NPP-1: 30 Years of Reliable Operations

**Back in the remote 1960s locations for NPPs were found in twelve regions of the European part of Russia. The vicinities of the Udomlya lake were chosen for Tsentralnaya (Central) NPP in the Tver region.**

The engineering design was approved by the Council of Ministers of the USSR in 1973, and first constructors arrived at the town of Udomlya in January 1974. The construction was declared a top-priority project for the Young Communists League. In October 1975, the first cubic meters of earth were excavated and first concrete was laid under the main building. The power-generating unit produced first energy on May 9, 1984, and was put into operation on June 28.

The second unit was completed in 1986. On April 3, 1987, it achieved the rated capacity of 1 million KW. The first stage of Kalininskaya NPP project was over.

In the period of 1985 through 1997, due to economic problems, new power-generating units were not built. The project of Kalininskaya NPP-3 and 4 was approved by the order of the Ministry of Energy as early as in October 1985, and plans were made to put two units in operation one after another. But the order of the Ministry of Atomic Energy of 1991 altered the plans. Building of the 3rd unit was stopped while the construction site of the 4th unit that was 20% complete was gummed up.

With the completion of the 3rd and 4th units, Kalininskaya NPP terminated the stoppage period of the crisis. Russia's developing economy needed badly more energy in the 21st century. Construction of the 3rd unit was renewed in 1997. In 2000 a license was issued to complete the unit.

On December 16, 2004, the 3rd unit of Kalininskaya NPP was cut into main. It was the day when Vladimir Putin, President of Russia, visited the plant. In his opening remarks to the State Council the meeting of which was held at the plant he said: "Here the foundations of nuclear power engineering of the future have been laid, of the engineering that is more effective and safe and that meets the most severe ecological requirements. The commissioning of the unit resulted from united efforts of many teams of researchers, designers and machine builders, of specialists from all over Russia. We are confident now that Russian nuclear sector has potential for further development." On November 8, 2005, the Act of the acceptance of the 3rd unit was signed.

In 2007 the final project of enhancing the capacity of Kalininskaya NPP to 4,000 MW was approved, and was subjected to the examination of the State Ecological Inspection. On September 7 the Federal Service for Ecological, Technical and Nuclear Supervision issued a license to complete the unit construction. The day is the starting point of the 4th unit construction.

The construction of the unit was effected rapidly. The main works were completed by the end of 2009, and the primary equipment was assembled. In November 2011 the start-up of the 4th unit was performed; it was an important

event for Kalininskaya NPP team and residents of the region.

During his second visit to the plant Vladimir Putin, in his capacity of the Prime-Minister, participated in the ceremony of boosting the capacity of the 4th unit to 500 MW. "Here is 500 MW!" – this short phrase said in the 4th unit control room meant that the long period of the NPP construction and establishment was over.

For 30 years, day after day, the first unit has been operating with the planned capacity of 1,000 MW. 190 billion kilowatt-hours – such is the total production of the 1st unit. This figure is tremendous, and is beyond the scope of imagination or plain statistics.

Each day the teams of the plant handed down two main operation principles that have become an informal brand of Kalininskaya NPP, namely reliability and safety. Each repair integrated the works that were aimed at enhancing these two parameters.

Some of the works constitute the best world practice. Unique works to enhance the reliability of the steam generators were performed at the 1st unit. They have been in operation for 200,000 hours, and are included in the life extension program without replacement. The result is significant because Kalininskaya NPP is the only plant with WWER reactors that has achieved it. Having performed organizational, technical and modernization works and complied with strict requirements of regulating documents, the team of the plant managed to retain the original steam generators and demonstrated its unique expertise to the world.

In May 2013, Kalininskaya NPP broke a record in the operation of steam generators with WWER reactor. The even had been preceded by a lot of unique works: the SG feedwater system was modernized; to reduce the amount of scale on the heat exchanger pipes, removal of salt from the highest impurity concentration zones was ensured (a "salt section" was added); the SG blow-down regime was improved. Corrugated scrubbers were replaced by perforated distribution plates in 2013.

A new design of the fuel assembly is being tested at Kalininskaya NPP for the first time in Russia. It does not imply any changes in the fuel composition: a new upgraded fuel assembly allows to perform reloading more quickly and to reduce the repair time. In future the core region of the 1st unit will consist of modernized fuel assemblies of the new design. It is obvious that with new fuel assemblies Russia's nuclear sector will have real prospects for entering the world market, while Kalininskaya NPP serves as the testing ground for the experimental-industrial pilot production.

...Moreover, during the 30-years operation of Kalininskaya NPP-1 a great number of engineering works have been performed on the reactor, the turbines, the generator, almost all accessory systems. In fact, it is a young innovation unit that operates at a 104% capacity, and helps promote the best innovations of the nuclear sector.

The 1st unit that began the nuclear engineering innovations in the Tver region is still important for the industry and the country. Preserving the history and participating in the development of nuclear power generation, it solves important tasks relevant for the future. Along with introducing new facilities, Rosenergoatom Concern JSC solves another priority task of power-generating unit life extension. Therefore, an integral part of the plant development is modernization of equipment with the aim of greater power generation, increasing the installed power capacity and extending the operational life of the units under operation.

Was it possible to solve these tasks without a professional approach and a united team of specialists? The answer is obvious. Many specialists who form the core of the team were employed at the construction and start-up stage and were there at every phase of Kalininskaya NPP history. Many specialists came through the plant's life cycle, and among them – Mikhail Kanyshev, Vladimir Balashov, Vitaly Razintsev, Konstantin Pasko. Dozens of people have played an important role in the development of engineering traditions of the company, in ensuring success of operation and repair works. Many of them have united the plant's history with family traditions and have given birth to dynasties of Tver atomic specialists.

Today Kalininskaya NPP is one of the largest companies in the Upper Volga region. It produces 70% of the power generated in the Tver region, 25% of the region's overall production, 98% of the industrial production of Udomlya district. Through its switchyard and via HV lines it transports energy to the Unified power system for further transportation to Tver, Moscow, Saint-Petersburg, Vladimir and Cherepovets. For 30 years of its operation Kalininskaya NPP has generated about 450 billion kWh of energy. In its production of electrical and thermal energy, reliability of the power units is a top priority.

Kalininskaya NPP is a combination of high technology and expertise of specialists; this combination guarantees successful development of the company that employs about 4,000 highly qualified specialists.

The plant is constantly developing. The implementation of a large-scale program of the units' modernization and life extension is underway.





## ЗАО «НУКЛЕАРКОНТРОЛЬ»

**117519, Москва, а/я 33,  
ул. Подольских Курсантов, д. 3, стр. 2  
Тел.: (495) 311-10-90  
Тел./факс: (495) 311-01-49  
E-mail: never@icom.ru  
www.nuclearcontrol.ru**

В этом году исполняется 20 лет со дня основания ЗАО «Нуклеарконтроль».

В 1994 г. в целях быстрого оснащения АЭС, строящихся по российским проектам современной АСУТП, в Минатоме РФ была принята программа, предусматривающая покупку у фирмы SIEMENS лицензии на производство системы автоматизации TELEPERM ME и выпуск оборудования АСУТП в России. Ее успешно освоил Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова под названием «Аппаратура ТПТС». Для освоения передовых методов инжиниринга цифровых систем автоматизации было создано совместное российско-германское предприятие – закрытое акционерное общество «Нуклеарконтроль».

29 июня 1994 г. состоялось учредительное собрание, на котором учредители (предприятия атомной промышленности России и фирма SIEMENS) приняли решение о его образовании, а 31 октября того же года оно было зарегистрировано Государственной регистрационной палатой при Министерстве экономики Российской Федерации.

Ведущими акционерами с российской стороны стали институт «Атомэнергопроект» (Москва), Концерн «Росэнергоатом», ВПО «Зарубежатомэнергострой», ФГУП «ВНИИА» и другие. Первым председателем совета директоров стал выдающийся деятель атомной энергетики – первый вице-президент концерна «Росэнергоатом» Е.И. Игнатенко. На должность генерального директора компании был избран И.С. Мино, занимающий этот пост по сегодняшний день. Результатом совместной деятельности разработчиков ТПТС и инжиниринговых фирм явилось создание новой АСУТП, впервые внедренной на энергоблоке №3 Калининской АЭС и применяемой на по-



**Генеральный директор  
ЗАО «Нуклеарконтроль» И.С. Мино**

следующих энергоблоках Калининской, Ростовской, Белоярской и других АЭС.

Внедрению новой АСУТП на Калининской АЭС предшествовали тяжелые для атомной отрасли годы, когда строительство атомных энергоблоков было практически прекращено. Но эта вынужденная передышка была использована на освоение производства аппаратуры ТПТС, работы в тепловой энергетике, технико-экономические и проектные проработки оснащения АЭС с ВВЭР-1000 новыми средствами автоматизации как нижнего, так и верхнего уровня, их адаптацию друг к другу и к применяемому на российских АЭС технологическому и электротехническому оборудованию.

В это время специалисты ЗАО «Нуклеарконтроль» разработали и внедрили первую в России цифровую подсистему защит и блокировок для котла и турбины на ТЭЦ-12 ОАО «Мосэнерго», совместно с фирмой SIEMENS автоматизировали испытательный стенд в Электрогорском научно-исследовательском центре.

Сегодня ЗАО «Нуклеарконтроль» принимает активное участие в проектировании АСУТП строящихся энергоблоков, специализируясь на разработке программно-технических комплексов систем контроля и управления оборудованием реакторного отделения, систем безопасности, электрической части, СВО и ХВО.

ЗАО «Нуклеарконтроль» предоставляет следующие виды услуг:

- обследование объектов;
- разработку технико-коммерческих предложений по техническому перевооружению АСУТП;

- консультации заказчиков;
- проектирование систем автоматизации на всех стадиях;
- шефмонтаж, наладку, сдачу ПТК в эксплуатацию;
- обучение персонала проектировщиков, наладчиков, заказчиков;
- авторское сопровождение эксплуатации.

Методика работы ЗАО «Нуклеарконтроль» заключается в участии во всем процессе создания программно-технических комплексов для энергоблоков «от и до». Как правило, специалисты ЗАО «Нуклеарконтроль» начинают с разработки задания заводу, которому предстоит изготавливать ПТК, затем мы участвуем в параметрировании и тестировании ПТК, далее ведем сопровождение ПТК на стадии пусконаладки и освоения мощности. По желанию заказчиков мы выполняем разработку частных технических заданий и участвуем в разработке технического проекта АСУТП.

На энергоблоке №3 Калининской АЭС мы разработали и внедрили АСУТП химоводоочистки и спецводоочистки, совместно с институтом «Атомэнергопроект» (Москва) – ПТК СКУ электрической части, в объем наших работ также входило задание заводу на изготовление ПТК СКУ реакторного отделения и ПТК УСБТ. Для энергоблока №4 Калининской АЭС мы разработали задание заводу на изготовление и приняли участие в параметрировании ПТК СКУ реакторного отделения, ПТК УСБТ, ПТК СКУ электрической части.

Для Ростовской АЭС были разработаны:

- для энергоблока №2: ПТК системы контроля и управления оборудованием реакторного отделения (ПТК СКУ РО) и электрической части (ПТК СКУ ЭО);
- для энергоблоков №3 и №4: ПТК систем контроля и управления реакторного отделения (ПТК СКУ РО), систем безопасности (ПТК УСБТ), электрической части (ПТК СКУ ЭО), спецводоочистки (ПТК СКУ СВО).

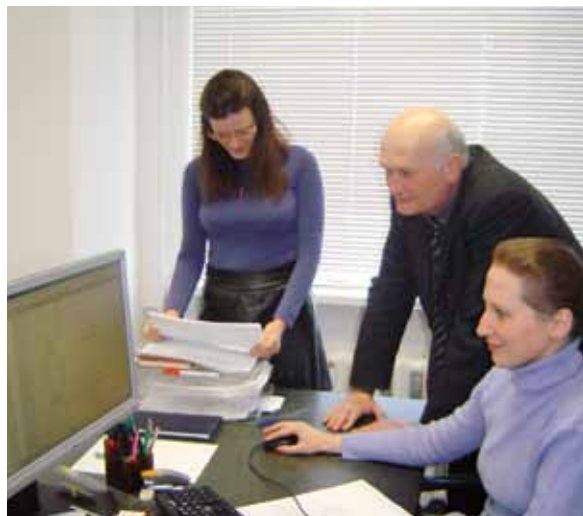
Для энергоблока №4 Белоярской АЭС совместно с коллективом филиала ОАО «Головной институт ВНИПИЭТ» «СПБАЭП» выполнена разработка ПТК систем безопасности (ПТК УСБТ).

ЗАО «Нуклеарконтроль» проектирует системы автоматизации с применением современных технических решений, таких как:

- шаговые программы управления оборудованием реакторного отделения, систем спецводоочистки, систем химоводоочистки;
- реализация управляющих систем безопасности (УСБТ) на программно-технических средствах российского производства – ТПТС.

ЗАО «Нуклеарконтроль» имеет лицензии Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору на проектирование и конструирование атомных станций, в части управляющих систем и на выполнение работ и предоставление услуг эксплуатирующим организациям в части шефмонтажа, наладки, технического обслуживания, ремонта и сопровождения управляющих систем, является членом СРО НП «СОЮЗАТОМПРОЕКТ». На предприятии действует Система менеджмента качества по ГОСТ Р ИСО 9001-2008.

Персонал ЗАО «Нуклеарконтроль» составляют опытные проектировщики и разработчики систем автоматизации, которые на основе объединения своих знаний и опыта с «ноу-хау» изготовителей средств автоматики и проектными решениями проектировщиков объектов готовы квалифицированно решить любые проблемы заказчика.





13-я специализированная промышленная выставка

# ТЕХНОЭКСПО САРАТОВ 2014

Официальная поддержка:

У Правительство Саратовской области

У Министерство промышленности и энергетики Саратовской области

**9 - 11**  
**сентября**



ТЕХНО **ХРО**

СТАНКИ И ОБОРУДОВАНИЕ

ИНСТРУМЕНТ, ОСНАСТКА И  
КОМПЛЕКТУЮЩИЕ ИЗДЕЛИЯ

ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ

МЕТРОЛОГИЯ И КОНТРОЛЬ

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ РАЗДЕЛ  
«ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»



ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР  
СОФИТ-ЭКСПО  
ТЕЛ.: (8452) 205-470, 206-926  
<http://expo.sofit.ru>  
<http://vk.com/sofit.expo>





## Наука. Образование Science. Education

# Водо-водяные энергетические реакторы – основа для развития атомной энергетики в ближайшей перспективе



## НИЦ «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

**123182 Россия, Москва,  
пл. Академика Курчатова, д. 1.  
Телефон: +7 (499) 196 95 39  
Факс: +7 (499) 196 17 04  
E-mail: nrcki@nrcki.ru**

**В.А. Сидоренко  
Ю.М. Семченков  
А.В. Жукова**

Системные исследования перспектив использования энергии деления и потенциала ядерного топлива в мировом энергобалансе указывают на то, что перспективы атомной энергетики должны ориентироваться на долгосрочные цели, которые будут определять задачи развития реакторных технологий.

Формулируемые в последние годы варианты развития атомной энергетики России определяют в качестве центральной задачи ближайших десятилетий формирование оптимальной структуры всего ядерного топливного цикла (ЯТЦ), что в итоге определит место ядерного топлива в топливно-энергетическом балансе страны.

Блоки ВВЭР, которые будут построены в России и за рубежом к 2030 году, за 60 лет службы израсходуют основные запасы дешевого (экономически доступного) урана в России при работе в открытом топливном цикле. Поэтому наряду с повышением конкурентоспособности стратегической задачей ядерной энергетики России в первой половине XXI века является создание замкнутого топливного цикла с максимальным использованием сырьевого потенциала урана-238 и тория-232 на базе быстрых бридеров и модернизированных тепловых реакторов, а также решение проблемы накопления отработавшего ядерного топлива (ОЯТ). Параллельно с замыканием ЯТЦ должно осуществляться повышение эффективности использования природного урана в действующих ядерных реакторах.

В обозримое время центральными задачами инновационного развития реакторов деления определены разработка эффективных бридеров на быстрых нейтронах и повышение эффективности топливоиспользования в реакторах на тепловых нейтронах как за счет совершенствования конструкции активной зоны реакторов и замыкания топливного цикла по плутонию, так и перехода в дальнейшем на уран-ториевый топливный цикл.

Представляется принципиально важным для обеспечения надежности и устойчивости всей ядерно-энергетической системы формирование и сохранение ее технологической многокомпонентности (по крайней мере – двухкомпонентности). В прошедший период развития двумя компонентами являлись ВВЭР и РБМК; в рассматриваемой перспективе параллельно развиваются как минимум две технологии: корпусные легководные реакторы (ЛВР) и реакторы на быстрых нейтронах (БР). Многокомпонентность ядерной энергетики создает широкие возможности маневра в структуре ядерного топливного цикла при реализации различных топливных схем в реакторах, которые могут в приемлемые

временные периоды компенсировать возможные отклонения реального развития от намеченного сценария (т. е. компенсировать возможные риски).

Наряду с линией развития бридеров на быстрых нейтронах, занимающих видимое место в стратегических ожиданиях российской атомной энергетики за пределами 2020 года, этот временной период должен рассматриваться как период внедрения нового поколения реакторов на тепловых нейтронах с новыми возможностями, среди них приоритетное место могут занять корпусные легководные реакторы как носители традиционной технологии и большого опыта. Более того, развитие атомной энергетики до 2030 года в плане увеличения производства электроэнергии и роста выручки от ее продажи также связано с дальнейшим строительством и совершенствованием реакторов типа ВВЭР, так как реакторы на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем, даже в случае успеха в их создании и опытной эксплуатации, существенного вклада в энергопроизводство до 2030 года не дадут.

За 50 лет истории реакторов ВВЭР в мире было построено 70 энергоблоков этого типа. В настоящее время работают 55 реакторов ВВЭР. В направлении легководных корпусных реакторов во всем мире вложено сил, времени и денег больше, чем в любое другое реакторное направление. Накоплен бесценный мировой опыт эксплуатации, имеются проверенные на практике технические, конструкционные, технологические решения. Для ЛВР имеется множество предложений и практических проработок по их дальнейшему совершенствованию.

Можно констатировать, что ближайшая перспектива ядерной энергетики в России просто обязана опираться на развитие технологии ВВЭР. В этой связи необходимо сформировать образ нового поколения ЛВР, приемлемого для следующего этапа развития атомной энергетики.

Намерения сформулировать облик ВВЭР нового поколения проявились в запущенном в обращение термине «СуперВВЭР». Для выработки единого подхода к проблеме в Курчатовском институте вместе с партнерами-разработчиками ВВЭР было предпринято изучение этой целевой задачи, при этом в укрупненном виде для СуперВВЭР в проведенном рассмотрении были обозначены три основные цели:

- более эффективное использование урана и плутония;
- снижение инвестиционных рисков;
- повышение термодинамической эффективности.

В рамках развития водо-водяных энергетических реакторов рассматривались следующие направления реакторов корпусного исполнения с водяным теплоносителем:

- охлаждение водой докритических параметров с возможностью регулирования спектра нейтронов;
- использование технологии корпусного реактора, охлаждаемого кипящей водой докритических параметров;
- использование воды сверхкритического давления (СКД) в прямоточном одноконтурном исполнении;
- использование воды сверхкритического давления в двухконтурной реакторной установке;

– пароводяное охлаждение в докритической области давления реактора с быстрым спектром нейтронов;

– паровое охлаждение в закритической области давления реактора с быстрым спектром нейтронов.

Наиболее близкая к отечественной линии корпусных легководных реакторов в мировой атомной энергетике и накопившая не меньший опыт, чем PWR-ВВЭР, является линия кипящих корпусных реакторов BWR.

Россия не владеет тем багажом освоения технологии, который накоплен разработчиками BWR. Общий научно-технический потенциал позволяет успешно пройти весь необходимый путь для такого освоения, но следует признать, что мы всегда в этом движении будем оставаться в позиции догоняющих, даже при выделении достаточных ресурсов на самостоятельное освоение нового направления. В этих условиях не просматривается никакой перспективы присутствия на международном рынке реакторных технологий с результатами этого развития. Конечно, всегда остается возможность сотрудничества и совместных разработок с зарубежными партнерами, но они будут определяться в первую очередь совокупностью коммерческих факторов.

Наилучшие показатели топливоиспользования могут быть достигнуты в СКД-реакторах, работающих в быстром спектре нейтронов. В этом случае двухконтурная схема реактора позволит иметь в первом контуре паровой СКД-теплоноситель с достаточно низкой плотностью для достижения быстрого спектра нейтронов. Используя при этом конструкцию теплоделяющей сборки (ТВС) с плотной решеткой твэлов, удается обеспечить в активной зоне спектр нейтронов, близкий к спектру в реакторах типа БН. Появляется возможность реализовать режим самообеспечения топливом в замкнутом топливном цикле, используя МОКС-топливо в активной зоне и оксид тяжелого урана в торцевых и боковых бланкетах.

Использование в водоохлаждаемых реакторах быстрого спектра нейтронов ставит новую задачу – выбор оптимального теплоносителя для бридеров. Представляется, что поиск оптимального варианта важен, но избыток «оптимальных» решений вреден, если он привязан к конкретным довольно коротким срокам.

Многие годы обсуждается и прорабатывается концепция повышения параметров легководного теплоносителя до уровня сверхкритического давления. Для корпусных легководных реакторов это позволит не только повысить термодинамическую эффективность установки, но и использовать возможности большого уменьшения и оперативного изменения плотности воды для спектрального регулирования процесса в активной зоне с улучшением воспроизводства ядерного топлива.

Однако, научные-технические и технологические проблемы, которые предстоит решить для реализации направления сверхкритического давления теплоносителя, требуют много времени, интеллектуальных и материальных затрат, и наиболее рационально их решать в тесной кооперации с международным сообществом, в совместных проектах SCWR в дополнение к отечественным разработкам. Тем более, что направление легководных реакторов со сверхкритическим давлением включено в набор систем Генерации-4.





Первая проблема, которую предстоит решить при освоении этого направления: необходимость достаточно полного понимания термогидравлики теплоносителя; вторая же проблема рассматривается как более сложная и требующая до 15 лет для успешного решения: проблема конструкционных материалов активной зоны.

В результате можно утверждать, что переход на сверхкритическое давление – самостоятельное перспективное направление, требующее целенаправленных усилий и организации совершенно новых НИР и ОКР, выходящих за рамки простого инновационного подхода, предполагающего использование того, что уже было разработано на уровне НИР и ОКР. Это направление относится, конечно, к дальней перспективе, уходящей за 2020-2025 годы.

В итоге сформировалось два направления СуперВВЭР дальнейшего развития технологии водо-водяных реакторов:

- в рамках освоенных параметров технологий первого и второго контуров, которое обозначено как направление эволюционного развития (ВВЭР-С),
- переход на сверхкритические параметры воды в рамках направления инновационного развития (ВВЭР-СКД).

В рамках эволюционного развития необходимо дальнейшее совершенствование как реакторной установки, так и топлива, включая переход к замкнутому топливному циклу по мере его реализации. Разработка проекта ВВЭР-С должна быть выполнена на базе проекта ВВЭР-ТОИ с максимальным учетом опыта, полученного отраслевыми организациями при разработке последних проектов АЭС, основанных на технологии ВВЭР (ВВЭР-ТОИ, Нововоронежская АЭС-2, АЭС «Куданкулам», АЭС «Бушер» и АЭС «Белене») с условием выполнения технико-экономических требований к типовому проекту энергоблока ВВЭР-С.

Основная задача при создании проекта ВВЭР-С заключается в том, что он должен быть не только сам по себе привлекателен и конкурентоспособен на мировом рынке АЭС с различными характеристиками и требованиями энергосистем, но и отвечать требованиям системы атомной энергетики в плане формирования ее оптимальной структуры.

Основные цели, связанные с топливоиспользованием в проекте ВВЭР-С, сформулируем следующим образом:

- экономия природного урана;
- разработка гибких топливных циклов, включающих работу как в ОЯТЦ, так и в ЗЯТЦ;
- применение загрузок с различными видами топлива (UOX, REMIX, MOX и с их комбинациями);
- обеспечение возможности работы со 100% загрузкой активной зоны МОКС-топливом и повышенным коэффициентом воспроизводства в замкнутом топливном цикле;

- обеспечение возможности работы с ураном-233 вместо урана-235;

- повышение эффективности использования урана-238.

Ориентировочные индикативные значения требований к основным характеристикам ВВЭР-С, призванным эффективно работать в системе атомной энергетики с замкнутым ядерным топливным циклом, представляются следующими:

- возможность работы в открытом топливном цикле с расходом природного урана не более 130 т/ГВт(э) в год (при  $x=0.2\%$  отвального урана);

- возможность работы в замкнутом топливном цикле с 100% загрузкой активной зоны МОКС топливом с КВ  $\sim (0,70 - 0,80)$ ;

- удельная загрузка делящегося материала не более 5 т/ГВт(э);

- уменьшение вредного поглощения в теплоносителе активной зоны за счет отказа от использования борной кислоты для компенсации процесса выгорания топлива при одновременном уменьшении объема жидких радиоактивных отходов (ЖРО);

- отказ от использования выгорающих поглотителей в активной зоне;

- изотопная корректировка состава конструкционных материалов (Zr) активной зоны для снижения паразитного захвата нейтронов;

- коэффициент использования установленной мощности  $> 90\%$ ;

- коэффициент готовности  $> 99\%$ ;

- срок службы  $\sim$  до 80 лет;

- промышленное производство модулей или блоков;

- срок строительства не более 3,5 года;

- КПД = (37-39)%;

- уменьшение объема бассейна выдержки при сокращении времени выдержки ОЯТ и внедрении внешнего топливного цикла (3-5) лет;

- удельные капитальные затраты не выше 2500 \$/кВт(э) (в ценах 2007 г.);

- удельные дисконтированные затраты производимой электроэнергии за весь срок службы не выше 4 цент/кВт час.

В последние годы коллективом организаций НИЦ «Курчатовский институт», ОАО «ОКБ «Гидропресс» и ОАО «Атомэнергопроект» по заданию Концерна «Росэнергоатом» проводились поисковые исследования, направленные на модернизацию реакторов ВВЭР поколения III и III+ для работы на переходном этапе к замкнутому топливному циклу и в замкнутом топливном цикле. Основным методом решения поставленной задачи был выбран метод регулирования спектра нейтронов примерно в половине более свежих ТВС активной зоны ВВЭР в процессе его работы с использованием подвижных вытеснителей. Диапазон изменения водо-уранового отношения в ТВС при опущенных и извлеченных вытеснителях меняется от (1,40-1,60) до (1,95-2,15).

Основные положительные качества такого энергоблока в топливоиспользовании – сни-

женный расход уранового топлива при работе в открытом топливном цикле и возможность работы со 100% загрузкой активной зоны МОКС-топливом с повышенным коэффициентом воспроизводства в замкнутом топливном цикле. Замыкание ЯТЦ в ВВЭР-С позволяет за 60 лет службы обеспечить экономию природного урана до  $\sim(45-50)\%$  по сравнению с работой ВВЭР-ТОИ в открытом топливном цикле. Поскольку реакторы ВВЭР-С масштабно должны начать использоваться после 2025 года, когда большая часть добываемого урана будет принадлежать к тем категориям запасов, себестоимость добычи которых сейчас оценивается в диапазоне 130-260 долларов за килограмм, а при исчерпании запасов на складах рыночная цена этого урана с учетом инвестиционной составляющей как минимум удвоится, то такое снижение потребления природного урана приводит к снижению расходов на его покупку на 1 ГВт мощности за 60 лет работы на уровне 1,2–2,4 млрд долларов, что при практически нулевой ставке дисконтирования (реальной стоимости денег) сравнимо с капитальными затратами на строительство энергоблока АЭС.

В качестве базового варианта предлагается рассмотреть вариант реакторной установки на основе проекта РУ ВВЭР-ТОИ (1300 МВт) с применением реактора с увеличенным размером корпуса (аналог – корпус ВВЭР-1500) и с сохранением мощности энергоблока (Нэл=1300 МВт) с максимальным использованием проектных решений и оборудования по энергоблоку ВВЭР-ТОИ.

При проектировании активной зоны на первом этапе решено использовать твэл референтной конструкции с наружным диаметром оболочки 9,1 мм.

Эксплуатационными преимуществами РУ ВВЭР-С в сравнении с ВВЭР-1000 (ВВЭР-1200) являются:

- снижение удельного расхода топлива (при одинаковой мощности АЭС);

- отказ от борного регулирования в процессе выгорания при работе на мощности, за счет чего уменьшается объем ЖРО;

Для достижения названных целей необходимо провести ряд дополнительных исследований в обоснование: производства нового топлива, изменения параметров теплоносителя и совершенствования водно-химического режима, совершенствования оборудования, регулирования спектра нейтронов, реализации возможности работы реактора в переменном графике нагрузки, использования блочно-модульного принципа с возможностью заводского изготовления и быстрого ввода в эксплуатацию и пр.

Следует проработать дополнительное снижение финансовых рисков при переработке ОЯТ путем возврата в ЯТЦ тяжелых нуклидов, быстрого захоронения радиоактивных продуктов деления, не находящихся применения в народном хозяйстве.

# Water-Water Power Reactors – the Basis for Development of Nuclear Power in the Near-Term Perspective



## NATIONAL RESEARCH CENTRE «KURCHATOV INSTITUTE»

1, Kurchatov sq., Moscow, 123182, Russia  
Tel: +7 (499) 196-95-39  
Fax: +7 (499) 196 17 04  
E-mail: nrcki@nrcki.ru

Victor A. Sidorenko  
Yuriy M. Semchenkov  
Anna V. Zhukova

Systematic research of the fission energy application perspectives and potential of nuclear fuel in the global energy balance indicate that nuclear power of the future shall focus on long-term goals, which will identify objectives for nuclear technologies development.

Options for development of nuclear power in Russia formulated in recent years indicate that the primary objective for the coming decades is optimal structuring of the total nuclear fuel cycle, which finally will position nuclear fuel in the fuel-energy balance of the country.

Power units with WWER reactors that will be built in Russia and abroad by 2030 will in 60 years exhaust basic supplies of cheap (accostable) uranium in Russia in case of operation in the one-through (open) fuel cycle. Therefore, along with competitive growth, the strategic objective of nuclear power of Russia in the first half of the XXI-st century is closure of nuclear fuel cycle (NFC) with the maximum use of raw materials potential of uranium-238 and thorium-232 on the basis of fast breeder reactors, as well as modernized thermal neutron reactors. It is also important to solve the problem of spent nuclear fuel (SNF) accumulation. In parallel with closure of NFC it is necessary to improve efficiency of the natural uranium application in the operating nuclear reactors.

Basic objectives for the innovative development of fission reactors in the near future are – development of efficient fast neutron breeder reactors and improvement of the fuel use efficiency in the thermal neutron reactors. This shall be achieved due to improvement of the core design and closure of the fuel cycle in respect to plutonium, as well as future transition to uranium-thorium fuel cycle.

To ensure reliability and stability of the whole nuclear power system we believe it is important to form and maintain its technological multi-compositional development (two-component, at least). In the past period the two components were: WWER and RBMK; in the reviewed perspective minimum two technologies are being developed at the same time: light water reactors (LWR) and fast neutron reactors (FR). Multi-compositional development of nuclear power allows good possibilities for maneuvering in the structure of nuclear fuel cycle with different reactor fuel schemes, which in the acceptable time period can compensate for deviations of actual development from the planned scenario (i.e. compensate for potential risks).

Along with the development of fast neutron breeder reactors, that are very important for strategic expectations of Russian nuclear power beyond 2020, this time period shall be viewed as the period for introducing new generation of thermal neutron reactors allowing new capabilities. These can be vessel-type light water reactors (LWRs) bearing traditional technologies and extensive experience. Moreover, development of nuclear power till 2030 in respect to the increase of energy generation and its sales revenue growth is associated with further construction and advancement of WWER reactors. Even in case of successful development and trial operation of fast neutron reactors with liquid metal coolant they will not significantly contribute to energy generation before 2030.

For the recent 50 years 70 power units of the WWER type were built throughout the world. 55 WWER reactors are currently in operation. More efforts, time and money has been invested into the LWRs globally than in any other reactor type. Valuable extensive operational experience has been gained globally; we have proven technical, structural, and technological solutions. There exist many proposals and practical studies for further advancement of LWRs.

It is possible to state that near-term perspective for the development of nuclear power in Russia shall be based on the WWER technologies. Therefore, it is necessary to form the character of the new generation of LWRs, acceptable for the next phase of nuclear power development.

The desire for developing image of the new generation of WWER reactors is reflected in the term «Super-WWER». To formulate unified approach to solving the problem Kurchatov Institute together with its partners-WWER designers arranged review of the task. Three basic targets were identified for Super-WWER:

- More efficient use of uranium and plutonium;
- Decrease of investment risks;
- Increase of thermodynamic efficiency.

The following vessel type reactors with water coolant were reviewed in the framework of further advancement of water-water power reactors.

- Cooling with subcritical water with the capability of neutron spectrum regulation.
- Use of the technology of the vessel type reactor cooled with boiling subcritical water.

- Use of supercritical pressure water in the once-through one-circuit core.

- Use of supercritical pressure water in the two-circuit reactor installation.

- Steam and water cooling in the subcritical reactor pressure area with fast neutron spectrum.

- Steam cooling in the supercritical reactor pressure area with fast neutron pressure.

Design of BWRs – vessel type reactors with boiling water is the closest to the Russian vessel type light water reactors. Operation experience of these reactors is no less than of PWR-ZWVER reactors.

Russia does not possess the experience in mastering the technology, which is gained by the BWR developers. Overall scientific and technical potential allows us successfully work the way up to such mastering; still it is necessary to admit that in this case we will be trying to catch up even if sufficient resources will be allocated for mastering this technology. Under such conditions we do not see any perspective for entering international market of reactor technologies. There always exists a possibility for cooperation and co-developments with foreign partners, but they will be in the first place determined by the whole family of commercial factors.

The best indicators of the fuel use can be achieved in the supercritical water-cooled reactors (SCWR) operating in the fast neutron spectrum. In this case two-circuit reactor allows having steam super critical coolant in the first circuit with sufficiently low density, necessary for having fast neutron spectrum. Fuel assembly with dense fuel rod lattice helps obtaining neutron spectrum close to the spectrum of BN (fast neutron sodium-cooled) reactors. There appears a possibility for arranging a fuel self-sufficient regime with the closed fuel cycle, MOX fuel in the core and dump uranium oxide in the butt-end and side blankets.

Use of the fast neutron spectrum in the water-cooled reactors sets a new task – selection of the optimal coolant for breeders. We believe that search of the optimal option is important, but superfluity of «optimal» solutions is destructive if it is tied to specific short timescales.

Concept for improving light water coolant parameters to the level of supercritical pressure has been discussed for many years. For vessel type light water reactors this will allow not only increasing thermodynamic efficiency of installation, but also using possibilities of great reduction and operative change of the water density for spectrum regulation of the in-core processes with better breeding of nuclear fuel.

Still scientific, technical and technological problems that shall be solved for having supercritical pressure coolant require much time, intellectual and material expenses. We believe it is expedient solving them in close cooperation with the international community participating in joint SCWR projects. Russian developments shall also be taken into account. Light water reactors with supercritical pressure are included into Generation-4 systems.

The first problem to be resolved is the necessity of full understanding of the coolant thermohydraulics. The second problem is related to the core structural materials; it is more complex and requires 15 years for successful solution.

As a result we can state that transition to supercritical pressure is an individual perspective trend requiring lots of efforts, new R&D that are outside the framework of simple innovative approach, which implies use of the results of previous R&D. This is for a long-term perspective, which is beyond 2020-2025.

As a result two new trends of Super-WWER for further development of water-water technology appeared:

- in the framework of the mastered technologies of the primary and secondary circuits, known as the evolutionary development (WWER-S),

- transition to the water supercritical parameters in the framework of innovative development (WWER-SCWR).

In the framework of evolutionary development it is necessary to further advance of both the reactor installation and the fuel, including transition to closed fuel cycle. WWER-S design shall be completed on the basis of WWER-TOI design with the maximum consideration of the experience gained by industry organizations in the process of designing most recent NPPs applying WWER technologies (WWER-TOI, Novovoronezh NPP2, «Kudankulam» NPP, «Busher» NPP, «Belene» NPP) subject to meeting technical and economic requirements to the typical (standard) design of WWER-S power unit.

Most important for WWER-S design is that it shall not only be attractive and competitive in the global market of NPPs (with different characteristics and requirements of power grids), but also meet the requirements of the nuclear power in terms of formation of its optimal structure.

Main objectives related to the use of fuel in the WWER-S design are formulated as follows:

- natural uranium economy;
- development of flexible fuel cycles, including operation in the regimes with one-through (open) and closed fuel cycles;

- core loadings with different fuel types (UOX, REMIX, MOX and combinations of them);

- ensuring operation with 100% core loading with MOX-fuel and increased breeding factor in the closed fuel cycle;

- ensuring possibility of operation with uranium-233 instead of uranium-235;

- uranium-238 performance improvement.

These are guide indicative values of basic characteristics of WWER-S reactors, intended to operate efficiently for nuclear power with the closed nuclear fuel cycle:

- Possibility of operation in the open fuel cycle with the natural uranium consumption not exceeding 1.30 t/GWt(El) per year (dump uranium  $x=0.2\%$ );

- Possibility of operation in the closed fuel cycle with 100% of the core loaded with MOX fuel with the breeding factor of  $\sim (0.70 - 0.80)$ ;

- Specific loading of fissile material – not exceeding 5 t/GWt(El);

- Reduction of hazardous absorption in the coolant due to non-use of boric acid to compensate for the fuel burnup process with the parallel reduction of the liquid RAW amount;

- Rejection of the use of burnable absorbers in the core;
- Isotope correction of the core structural material (Zr) composition to reduce parasitic neutron capture;

- Capacity (load) factor > 90%;

- Availability factor > 99%;

- Lifetime  $\sim$  up to 80 years;

- Industrial manufacture of modules or units;

- Construction period – not exceeding 3.5 years;

- Efficiency = (37 – 39)%;

- Decrease of the storage pool volume with the simultaneous reduction of the SNF hold time, and introduction of the external fuel cycle (3-5) years;

- Specific capital investment – not exceeding 2500 \$/kWt(El) (at 2007 values);

- Specific discounted costs of the energy generated for the whole lifetime – not exceeding 4 cents/kWt hour.

In recent years NRC «Kurchatov Institute» in cooperation with EDO «Gidropress» and Atomenergoprojekt by order of Concern Rosenergoatom was carrying out research aimed at modernization of generation III and III+ WWER reactors. These reactors will be operated in the period of transition to the closed fuel cycle and in the closed fuel cycle. Method for neutron spectrum regulation in approximately half of the fresh fuel assemblies of the WWER reactor core in the process of its operation with the use of nonfixed displacers has been chosen as the key method for solving the task. Range of changing of water-uranium ratio in fuel assemblies with the inserted and withdrawn displacers is from (1.40-1.60) to (1.95-2.15).

Most important advantages of such power units, that are related to fuel use, are – reduced amount of the uranium fuel use in the one-through (open) fuel cycle and the possibility of operation with 100% of the core loaded with MOX fuel with the increased breeding factor in the closed fuel cycle. Closure of nuclear fuel cycle in WWER-S allows saving natural uranium during 60 years of operation up to  $\sim(45-50)\%$  in comparison with operation of WWER-TOI in the open cycle. WWER-S reactors are planned to be commissioned after 2025. Currently uranium mining costs are estimated as 130-260 USD for kilogram. In case of depletion of fuel supplies at fuel storage depots, market price of this uranium with consideration of the investment component will as a minimum double. Reduction of the natural uranium consumption will lead to reduction of expenses for its purchase per 1 GWt power over 60 years of operation. It will be approximately 1.2 – 2.4 bln. USD. With practically zero discounting rate (money actual value) this is comparable with construction capital investments of an NPP power unit.

Reactor installation on the basis of WWER-TOI (1300 MWt) design is proposed as the basic option. The reactor will have a larger vessel (similar to the vessel of WWER-1500), power level will be maintained (NeI=1300 MWt). For this design it is planned to use to the maximum extent the design concept and equipment of the power unit with WWER-TOI.

The decision was made that at the first stage of the core designing the reference design fuel rod with the cladding external diameter of 9.1 mm will be used.

These are operational advantages of the WWER-S reactor installation in comparison with WWER-1000 (WWER-1200):

- decrease of specific fuel consumption (for the same NPP power);

- no boron regulation in the process of burnup, when operating on power, thus reducing the amount of liquid RAW;

To achieve the above objectives it is necessary to carry out additional research in justification of: fabrication of new fuel; coolant parameter changes and water chemistry improvement; advancement of equipment; neutron spectrum regulation; possibility of the reactor operation with variable load conditions; use of the module block principle, allowing plant manufacture and prompt commissioning, etc.

It is also necessary to explore the possibility for reducing financial risks when reprocessing SNF by reusing heavy nuclides in the nuclear fuel cycle, prompt disposal of radioactive fission products that can not be further used in economics.



# «Политех – лучше всех»



## НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА (НГТУ)

603950, ГСПИ-41, Нижний Новгород,  
ул. Минина, 24  
Телефон: (831) 436-93-24  
Факс: (831) 436-94-75  
E-mail: rectorat@nntu.nnov.ru

Важным индикатором успешной деятельности вузов в современных условиях, как известно, является их положение в рейтингах. В 2013 году НГТУ им. Р.Е. Алексеева вошел в первую сотню в большинстве российских и в ряде международных рейтингов. Международная информационная группа «Интерфакс» и рейтинговая компания «Quacquarelli Symonds» (QS), признанный лидер в области оценки образования, опубликовали результаты рейтинга вузов стран СНГ и ряда стран бывшего СССР (Прибалтика, Грузия). По общей оценке работодателей НГТУ занял очень почетное 11-е место.

А недавно Министерство образования и науки России опубликовало первые результаты в рамках проводимого мониторинга деятельности вузов за 2013 год. Окончательные итоги мониторинга эффективности вузов будут подведены в июне, но уже сегодня можно сказать, что в Нижегородской области только Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева выполнил все семь установленных показателей мониторинга.

Все это – результаты прошедшего года, а каковы особенности года текущего? Свой вопрос мы адресуем ректору Нижегородского государственного технического университета имени Р.Е. Алексеева, профессору, доктору технических наук **С.М. Дмитриеву**.

– Для Нижегородского государственного технического университета 2014 год стал годом активного международного сотрудничества. Так, самые тесные отношения завязываются с Республикой Беларусь. В апреле в университете побывала большая делегация представителей ведущих белорусских вузов: госуниверситета (БГУ), национального технического университета (БНТУ), университета информатики и радиоэлектроники (БГУИР) и Международного университета им. А.Д. Сахарова. Со всеми вузами подписаны соглашения в области подготовки кадров, прежде всего – для атомной энергетики. Обсуждались не только вопросы подготовки магистров – на сегодняшний день в НГТУ около 80 студентов БГУ прошли магистерские курсы по отдельным дисциплинам; 10 студентов БНТУ прошли в Нижнем Новгороде преддипломную практику и подготовили материал для защиты магистерской диссертации; проходят переподготовку преподаватели – но и была принята дорожная карта подготовки аспирантов до 2020 года. За это время в НГТУ побывают более 100 студентов и аспирантов из Белоруссии. Стоит отметить, что Республика Беларусь обратилась к нам через МАГАТЭ, в рамках созданной в январе этого года сети ядерного образования ЕвразЭС.



**С.М. Дмитриев**

Этому образованию предшествовал приезд в НГТУ заместителя Государственного секретаря – члена Постоянного комитета Союзного государства А.А. Кубрина. Алексея Александровича интересовали наши возможности в части подготовки специалистов для Белорусской АЭС, поскольку в 2016 году, когда по плану должен быть введен в эксплуатацию первый блок, станции уже потребуется около тысячи специалистов, в том числе более 300 высококвалифицированных инженеров-атомщиков. Мы готовы обучить необходимое количество студентов, остается только решить вопрос о прохождении белорусскими студентами практики на действующих российских АЭС, поскольку без этого подготовка атомщиков не может считаться полноценной.

Значимость предстоящего сотрудничества подчеркивается и приездом в НГТУ официальной делегации правительства Республики Беларусь, состоявшейся 7 мая 2014 г. Возглавлял делегацию заместитель министра образования республики В.В. Якжик. В состав делегации входили также представители министерств промышленности, иностранных дел.

Надо сказать, что решением Ученого совета НГТУ от 30 апреля 2014 года первому заместителю премьер-министра Республики Беларусь Владимиру Ильичу Семашко за большой вклад в развитие связей нижегородского вуза с университетами и промышленными предприятиями Белоруссии было присвоено звание Почетного доктора НГТУ. Во время визита белорусской делегации и состоялась торжественная процедура передачи диплома и мантии Почетного доктора для В.И. Семашко.

Но в первую очередь гостей интересовала научно-лабораторная учебная база для подготовки специалистов в ядерной энергетике. Не будет преувеличением сказать, что увиденным в техническом университете члены делегации были поражены, что, конечно же, не простая случайность. Сегодня учебная база НГТУ располагает двумя уникальными – единственными в мире – стендами для подготовки физиков-ядерщиков. Оба стенда собраны в стенах университета и позволяют проводить обучение студентов в условиях, максимально приближенных к практической работе на атомной станции.

Один учебный стенд представляет собой циркуляционный контур с теплоносителем «свинец-висмут», работающий при штатных параметрах ядерных энергетических установок. Он предназначен для исследования многих вопросов, в частности, в рамках реализации проекта «Прорыв» мы занимаемся исследованием главных циркуляционных насосов (ГНЦ) для быстрых реакторов, охлаждаемых свинцом и свинцом-висмутом. Насос – это конкретная опытно-конструкторская разработка; созданный в масштабе 1:4 ГНЦ имеет расход теплоносителя 20.000 тонн в час –

громная установка, в которой вращается огромная масса жидкого свинца!

Второй уникальный стенд – это модель ядерной энергетической установки мощностью 1,5 Мвт, на которой самыми современными методами будут исследоваться смешения неизотермических потоков, существенно влияющие на ресурс ядерно-энергетических установок. Этот стенд сейчас находится в процессе строительства, все оборудование уже закуплено. Кстати, поскольку на этом стенде будут отрабатываться задачи, связанные в том числе и с ледокольными установками, макет реактора будет качаться, как в реальных морских условиях. Кроме того, на этом же стенде будут осуществляться работы, направленные на верификацию отечественных трехмерных расчетных кодов, что становится сверхактуальным с учетом сложившейся в мире политической ситуации. Мы плодотворно работаем в этом направлении с Российским федеральным ядерным центром и ОКБМ.

Стенды, о которых я рассказывал, – это наша гордость сегодня, но не будем забывать, что в НГТУ давно действует уникальная полная копия ядерно-энергетической установки мощностью в полмегаватта, работающая при штатных параметрах, в которой все процессы происходят в реальном времени. Это не модель «стакан-палочка-веревочка», на которых изучали физические свойства реактора студенты нашего поколения!

Работают на этих стендах наши преподаватели, наши аспиранты и студенты, которые получают практические навыки эксплуатации ядерного реактора прямо на студенческой скамье.

Побывала белорусская делегация и на нашей базовой кафедре в НИАЭПе, познакомилась с возможностями в области мульти-D проектирования. Эта кафедра проводит переподготовку как российских, так и иностранных, в частности, немецких, специалистов.

Словом, на представителей официальной белорусской делегации наши возможности произвели должное впечатление. Итогом стала полностью выстроенная цепочка академических обменов между НГТУ и четырьмя основными вузами Республики Беларусь.

Кстати, мы ведь не просто обучаем студентов в университете, но и оказываем серьезную методическую поддержку специалистам. Недавно, например, вышел из печати новый учебник «Основное оборудование АЭС», который сегодня уже издается в Белоруссии и готовится к изданию в Китае, с которым у нас уже традиционно осуществляются тесные контакты в области подготовки инженеров-ядерщиков.

Осуществляются рабочие контакты с правительством и вузами Республики Бангладеш; наши специалисты уже дважды побывали в рабочих командировках в этой стране, читали там лекции.

Подписан меморандум о сотрудничестве с вьетнамским университетом.

Словом, высокий уровень подготовки специалистов для атомной энергетики в НГТУ им. Р.Е. Алексеева становится общепризнанным фактом.

**– Сергей Михайлович, с этим невозможно не согласиться, но все же НГТУ готовит грамотных специалистов не только в области атомной энергетики. Начинается очередной ответственный для каждого вуза сезон – приемная пора. Чем она ознаменуется в этом году?**



Визит официальной делегации Республики Беларусь в Нижний Новгород

– Нам ежегодно устанавливают контрольные цифры по целевому приему первокурсников, и в этом году они составляют 420 человек для предприятий ОПК, включая предприятия Росатома. Это будет самый большой целевой прием в России. Для сравнения, в 2013 году было всего 250 «целевиков». При этом безусловно хорошо, что вузам дали возможность поднимать средний проходной балл, что позволит повысить и общий уровень подготовки поступающих.

Мы долго боролись за то, чтобы нам увеличили количество бюджетных мест в магистратуре, и в этом году такие позитивные изменения произошли: количество магистров увеличится почти вдвое, до 550 человек.

Очень позитивное изменение – издание более 30 различных учебных пособий, профинансированное ОАО «НИАЭП».

У нас резко повысилась в последние годы академическая мобильность. Если в недавнем прошлом иногородние студенты составляли 10 процентов от общего числа обучающихся, то сейчас их становится 50, а то и 60 процентов. Учитывая эти изменения, мы сдали два новых общежития: 10- и 15-этажные корпуса, оборудованные по современным стандартам, чем удовлетворили потребности университета в жилье для студентов и аспирантов.

Сейчас в микрорайоне «Верхние Печеры», где расположены эти новые жилые корпуса, ведем строительство трех новых учебно-лабораторных корпусов, которые поочередно будут сданы до конца 2015 года. Кстати, совместно с ОКБМ прорабатывается вопрос о создании в одном из корпусов уникальной установки, работающей на жидком натрии. Это – перспектива.

Что касается приема абитуриентов, сегодня, конечно, ни один вуз не может просто ждать, когда же придут абитуриенты и подадут заявления на поступление. Не ждем и мы. НГТУ проводит большую профориентационную ра-

боту со школьниками, причем, не с выпускниками, а начиная с пятого класса. В частности, создали секцию робототехники, которая пользовалась таким успехом, что теперь подобных секций работает уже несколько, и надо видеть, с каким удовольствием маленькие физики занимаются созданием всевозможных роботов.

Ребят постарше приглашаем на экскурсии в наши лаборатории. Даем им возможность позаниматься на стендах, выполнить лабораторные работы, принять участие в проведении экспериментов.

Интерес школьников очень высок, но ситуация осложняется тем, что с каждым годом все меньше и меньше выпускников сдают ЕГЭ по физике. Причина проста, и не имеет ничего общего ни с общегосударственными интересами в подготовке технических специалистов, ни с интересами вузов. Школьные преподаватели делают все возможное, чтобы убедить выпускников не выбирать физику при сдаче госэкзамена. Ситуацию очень легко изменить, если на государственном уровне отметить средний балл, полученный выпускниками на ЕГЭ, в качестве критерия эффективности работы школы. Пока же этот критерий существует, преподаватели всеми силами стараются увеличить число выпускников, сдающих экзамены по менее сложным гуманитарным предметам, гарантирующим более высокий средний балл на ЕГЭ.

Мы проводим так называемую школьную смену в своем спортивно-оздоровительном лагере «Ждановец», приглашая в июне ребят на спортивные мероприятия, перемежающиеся всевозможными интересными лекциями, которые читают наши преподаватели. В этом году мы планируем собрать представителей всех «атомных классов» России, созданных при содействии ГК «Росатом», и провести для них очень интересную смену. Мы можем одновременно принять в лагере до 400 человек.

**– Нижегородский политех традиционно славится не только хорошим базовым образованием, но и очень интенсивной внеучебной жизнью студентов. Не так много сейчас вузов, готовых тратить немалые средства на всевозможные конкурсы, баллы, спортивные мероприятия...**

– В этом отношении мы рассуждаем просто: чтобы подготовить хорошего инженера, совершенно недостаточно научить его физике и математике. После вуза наш выпускник придет в большой коллектив, и просто необходимо, чтобы он умел работать в этом коллективе, мог организовать сотрудников на выполнение поставленной задачи. Поэтому мы в обязательном порядке даем определенный набор управленческих знаний и навыков своим студентам. Не случайно в НГТУ проводится много научных конкурсов, предполагающих достижение определенного результата специально созданным для участия в конкурсе коллективом. Так, наше студенческое конструкторское бюро «Формула «Студент», состоящее из студентов разных факультетов, не раз завоевывало призовые места и награды.

Кроме того, большое значение мы придаем патриотическому воспитанию: ведь невозможно себе представить, чтобы инженер, работающий в сфере оборонно-промышленного комплекса, развивающий или создающий новую систему обороны, ядерное и термоядерное оружие, не был настоящим патриотом своей страны.

Политеховские традиции в этом отношении всегда были очень сильны, и эти традиции мы всегда будем поддерживать.

**– А ваши студенты всегда будут помнить девиз всех поколений политехников «Политех – лучше всех!» Удачи политеху и побольше хороших абитуриентов в этом году!**

Галина ЮРЬЕВА



## «Nizhny Novgorod Polytechnic is the Best»

Now a position in ratings is an important indicator of universities performance. In 2013, Nizhny Novgorod State Technical University named after R. Alexeev joined Russia's top hundred universities and entered some international ratings. Interfax information group and Quacquarelli Symonds (QS) rating company, a recognized leader in assessment of education, published a rating of universities of CIS and some former Soviet republics (Baltic states, Georgia) where NNSTU rates 11th.

Just recently, the RF Ministry of Education and Science announced the results of the monitoring conducted in 2013. The final results of the performance monitoring will be drawn in June, but even now it is obvious that among universities of the Nizhny Novgorod region NNSTU is the only one that met all seven monitoring requirements.

Such are the results of the previous year. What is being done now? The question is addressed to **Sergei Dmitriev**, Rector of Nizhny Novgorod State Technical University.

– For NNSTU 2014 is the year of intensive international cooperation. Close relations are being established with the Republic of Belarus. In April the University was visited by representatives of top Belarus universities: State University, National Technical University, University of Informatics and Electronic Engineering and Sakharov International University. Agreements on personnel training, mainly for the nuclear sector, were signed with all the universities. So far about 80 students of Belarus State University have listened to courses within master programs in NNSTU; 10 master students of Belarus National Technical University had their pre-graduation internship and collected material for their master dissertations; professors undergo retraining in NNSTU. But not only issues of training master students were discussed – a road map of training postgraduate students for the period till 2020 was adopted. NNSTU plans to receive over 100 undergraduate and postgraduate students from Belarus. It is noteworthy that the Republic of Belarus addressed NNSTU via IAEA that launched a network program of nuclear engineering education in EurAsEC in January 2014.

The contact had been preceded by a visit of Aleksei Kubrin, Deputy State Secretary, a member of the Permanent Committee of the Union State. Mr. Kubrin was interested in whether the University is able to train specialists for Belarusskaya NPP. After commissioning of the 1st power-generating unit in 2016 the plant will need to employ about 1,000 specialists including 300 highly qualified atomic specialists. We are ready to train the required number of students. The only problem to be solved is how to organize internships of Belarus students at Russian nuclear plants; without such internships training of atomic specialists cannot be complete.

The importance of the cooperation is manifested by the visit of an official delegation of the republican government on May 7, 2014. The delegation was headed by Victor Yalzhik, Deputy Minister of Education, and included representatives of the Ministries of Industry, Foreign Ministry.

By the decision of NNSTU Academic Council of April 30, 2014 Vladimir Semashko, First Deputy Prime-Minister of the Republic of Belarus, was awarded the title of Honorary Doctor of NNSTU for his great contribution to the development of ties between NNSTU and Belarus universities and businesses. A special ceremony was held during the official visit.

The guests got mostly interested in the University's laboratory facilities used for training atomic specialists. It is no exaggeration to say that the delegation members were astounded by what they saw, and it is not for nothing. The University has two unique stands, the only in the world, for training nuclear experts. Both the stands have been assembled by the

University specialists and can simulate real conditions of a nuclear power plant operation.

The first stand simulates a main circulation circuit with «lead-bismuth» coolant that operates at the routine modes of power units. It is designed for conducting many investigations. In particular, within the «Proryv» (Breakthrough) project we investigate the operation of the primary circuit pumps of fast neutron reactors with lead and lead-bismuth coolants. The pump is a development work at a scale 1:4 with the coolant flow of 20.000 ton/hour; this is a huge unit in which a tremendous amount of liquid lead is circulating!

The second stand simulates a nuclear power plant of 1.5 MW. It will be used to investigate non-isothermal flow displacements that affect the power plant's operation time. The stand is being built, and all necessary equipment has been already purchased. Since the stand will be also used to solve problems of the icebreaker nuclear reactors, it will rock to imitate sea rocking. Besides, the stand will be useful in verifying Russia-developed 3D calculation codes; given the current political situation, the task is topical. The work is being performed in cooperation with the Russian Federal Nuclear Center and OKBM.

We are proud of these stands, but we should not forget that NNSTU has a model of a nuclear reactor of 0.5 MW operating at routine modes real-time. It is not that «glass-stick-string» model that was used to explain the principle of the reactor operation to students of my generation.

Working on the stands, our professors, post-graduates and students acquire skills of operating a nuclear reactor.

The delegation from Belarus visited our NIAEP-based chair where it was familiarized with possibilities offered by multi-D design. The chair is engaged in retraining of Russian and foreign specialists, including German ones.

Upon the whole, the members of the delegation were duly impressed. The visit resulted in a coordinated chain of academic exchange of NNSTU and the four major universities of Belarus.

Incidentally, we do not just train students, we also provide substantial methodological support to specialists. For example, just recently we have published a new manual «NPP Primary Equipment» that is also published in Belarus and will be published in China. We have close contacts with China in the field of training atomic specialists.

We have established contacts with the government and universities of the Republic of Bangladesh: our specialists have made two visits to the country and read lectures there.

A memorandum of cooperation has been signed with a Vietnamese university.

Thus, it is an admitted fact that NNSTU trains nuclear engineering specialists of high quality.

**– Indeed, it is a fact which has obtained general recognition. But NNSTU trains specialists not only for the nuclear sector. Now a season important for each university begins: school-leavers are going to submit their applications. What are the most important features of the campaign this year?**

– Annually, we are given target figures of freshmen to be admitted; this year it is 420 students to be trained for enterprises of the military and industrial complex, including Rosatom companies. It will be the largest target-oriented admission in Russia. To compare, in 2013 we had only 250 such students. Definitely, it is very good that universities now can raise the «pass» grade; it will ensure that applicants are better prepared to study at a university.

We have asked for a long time to increase the number of state-funded places for master students, and this year the number almost doubled to 550 students.

Publication of over 30 textbooks financed by NIAEP JSC is a very positive event.

Academic mobility has been notably increased in recent years. Not long ago students from other cities accounted for 10 percent, but now they make 50-60 percent. To meet the accommodation requirements, we have commissioned two brand-new student residences, and thus satisfied the needs of students and postgraduates in housing.

Now we build three university buildings in the neighborhood of the two new dorms. They will be commissioned by the end of 2015. We also plan to build there a unique unit with a liquid sodium coolant system.

Coming back to the issue of the university admission campaign, I should say that today no university can afford just to wait for applicants to submit their applications. We cannot either. We provide occupational guidance at schools, starting in the fifth form. For example, we have organized a robotics society that was so popular that we had to organize several similar teams, and it is nice to see that young physicists are engaged in designing various robots with the greatest pleasure.

We invite senior school students to tour our laboratories where they can work on stands, make laboratory works and take part in experiments.

Senior school students are very interested in our majors but the situation is very complicated because each year a smaller number of school-leavers take a Uniform State Exam on physics. The reason is very simple, and it has nothing to do either with the interests of the country in training engineers or with interests of universities. Schoolteachers do everything possible to convince school-leavers not to take the physics exam. The situation can be changed if the total average grade is not considered as a criterion of a school's performance. Now teachers try to increase the number of children who take exams on humanities that are less difficult and can guarantee a higher average grade.

In June we invite schoolchildren to our «Zhdanovets» recreation camp where they can take part in sports events and listen to interesting lectures of our professors. This year we plan to invite students of all «nuclear classes» created under the auspices of Rosatom. We can receive up to 400 schoolchildren at the same time.

**– Nizhny Novgorod Polytechnic is famous for its quality education and very intensive and varied extra-curricular student life. Scarce are the universities that are ready to invest in various competitions, balls, sport events, etc.**

– We think simple: to train a good engineer, it is not enough to teach him physics and mathematics. A graduate joins a team of specialists, and skills to work in a team and to organize co-workers for achieving an objective are most essential. That is why we provide students with managerial knowledge and skills. It is not incidental that we hold many scientific contests during which students try to achieve a goal working in a specially organized team. E.g., «Formula Student» design office consisting of students of various schools has won many prizes and awards.

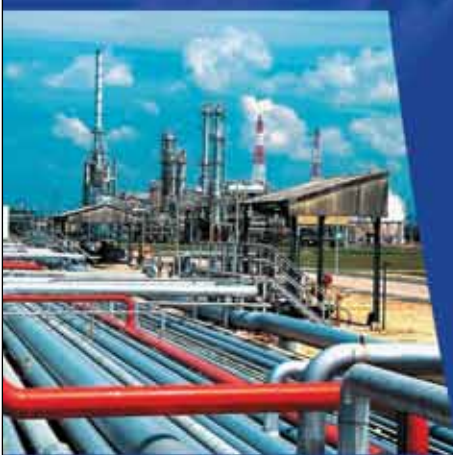
A lot of attention is paid to promotion of patriotism. It is hard to imagine that an engineer engaged in developing defense systems, nuclear and thermonuclear weapons in the military and industrial complex could not be a true patriot of his country.

Nizhny Novgorod Polytechnic has long-running traditions, and we will hold up them.

**– While your students will always remember the motto of all generations of Polytechnic students: «Polytechnic is the best!» We wish the university a lot of success and good applicants this year.**

Galina YURIEVA





[www.forumtek.ru](http://www.forumtek.ru)



# 14-Й ПЕТЕРБУРГСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ

7–10 ОКТЯБРЯ 2014 САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

## ТЕМАТИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ  
И ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ  
НЕФТЕГАЗЭКСПО  
НЕФТЕПЕРЕРАБОТКА И НЕФТЕХИМИЯ  
ТРАНСЭНЕРГОЭКСПО  
АТОМНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ  
ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА  
ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

КОНФЕРЕНЦИИ, СЕМИНАРЫ,  
КРУГЛЫЕ СТОЛЫ

БИРЖА ДЕЛОВЫХ КОНТАКТОВ

ОРГАНИЗАТОР

ВЫСТАВОЧНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ

 **РЕСТЭК**®

Тел.: +7 (812) 320 9660,

303 8868, 320 8091

e-mail: [forumtek@restec.ru](mailto:forumtek@restec.ru)





## Оборудование для АЭС NPP equipment

# Международное сотрудничество при реализации проектов строительства АЭС по российским технологиям



## 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

**Александр Александрович Хомбак,**  
 менеджер проекта направления «Атомная энергетика»  
 департамента «Энергетика и судостроение» компании  
 ООО «ГЕА Машимпэкс», аспирант кафедры промышленной  
 логистики МГТУ им. Баумана (г. Москва)  
**Павел Владимирович Дмитриев,**  
 директор департамента «Энергетика и судостроение»

Государственной корпорацией «Росатом» в рамках стратегии глобальной экспансии начиная с 2012 г. реализуется масштабная программа глобализации, призванная расширить присутствие Росатома на международных рынках [1, 2]. Реализация данной программы позволила по состоянию на начало 2014 г. достичь впечатляющих результатов (рис. 1), [3]:

- Росатом является одним из мировых лидеров по количеству энергоблоков, сооружаемых за рубежом (18% мирового рынка услуг по строительству АЭС);
- в портфеле государственной корпорации 22 энергоблока в 10 странах: Венгрии, Финляндии, Беларуси, Турции, Индии, Бангладеш и т. д.;
- строительство 22 энергоблоков по российским технологиям находится на стадии обсуждения на межгосударственных уровнях в рамках переговоров и конкурсных процедур.

Кроме того, министерством атомной энергетики Российской Федерации (РФ) ведется масштабная деятельность по сооружению атомных электростанций и на территории РФ: это Ленинградская АЭС-2, Балтийская, Ростовская, Нововоронежская и Белоярская АЭС. В ближайшие годы к реализации планируются новые проекты: Курская АЭС-2, Смоленская АЭС-2 и Нижегородская АЭС. Всего до конца 2030 года планируется возвести и ввести в эксплуатацию до 30 атомных энергоблоков на территории России.

В процессе работы над проектированием и строительством атомной станции Росатом привлекает огромное количество компаний, принимающих участие в различных работах, начиная от НИОКР и проектных изысканий и заканчивая сопровождением и выводом из эксплуатации. Особое место в данной цепочке инжиниринга полного цикла принадлежит производителям оборудования, как отечественным, так и зарубежным.

Стратегия развития промышленности России нацелена на максимальную локализацию производства оборудования. Тем не менее, далеко не каждое производство возможно локализовать без потери качества, поэтому роль зарубежных поставщиков по-прежнему важна в процессе проектирования и строительства АЭС. И нельзя однозначно утверждать, что это негативный фактор. Большинство иностранных поставщиков оборудования и технологий обладают большим опытом работы в данной отрасли, и их компетенции помогают развивать технологии и повышать надежность и безопасность станций. Кроме того, не стоит забывать, что ГК «Росатом» осуществляет свою деятельность не только в России, но и во всем мире. А наличие поставщика на месте осуществления строительства в лице представительства международной группы компаний – это большое преимущество, позволяющее, как минимум, обеспечить сокращение затрат на логистику. Это только один из примеров. Другие положительные аспекты сотрудничества корпорации «Росатом» с зарубежными поставщиками предлагается рассмотреть на примере концерна GEA, который является одним из



Рис. 1. Сооружение АЭС за рубежом по российским технологиям

крупнейших поставщиков систем для энергетической промышленности в мире. В России и странах СНГ интересы концерна GEA в части поставки энергетического оборудования представляет компания «ГЕА Машимпэкс» (GEA Mashimpeks).

Инновационные разработки и большой опыт в области теплообмена, накопленный компаниями, входящими в состав GEA, позволяют предлагать заказчикам современное энергоэффективное теплообменное оборудование, широко применяемое на атомных станциях:

- пластинчатые теплообменники (разборные, сварные);
- кожухотрубчатые теплообменники;
- аппараты воздушного охлаждения;
- градирни различных типов;
- водяные фильтры с автоматической очисткой;
- системы охлаждения трансформаторов.

Производства GEA расположены как в России, так и в различных странах Европы и мира: Германии, Франции, Польши, Венгрии, Чехии, Словакии, Финляндии, Великобритании, Испании, Китае, Индии и т.д.

Часть из перечисленных стран может представлять потенциальный интерес для ГК «Росатом», т. к. они рассматривают возможность размещения на своих территориях атомных технологий получения энергии. Очевидно, что при рассмотрении конкурсной заявки и оценке предпосылности технологии той или иной компании, будь то KERCO, EDF, Росатом или любой другой EPC-контрактор, страна-хозяйка, осуществля-



Рис. 2. Применение сухих градирен Геллера производства GEA EGI на Билибинской АЭС



ющая выбор, будет требовать максимального использования локальных производственных мощностей и ресурсов, тем самым поддерживая собственную экономику и промышленность. Например, при строительстве Белорусской АЭС предусматривается максимальное привлечение генеральным подрядчиком ЗАО «АСЭ» белорусских строительно-монтажных организаций и применение строительных материалов, производимых на территории Республики Беларусь. Подобные требования распространяются также на высокотехнологичное оборудование и оборудование длительного цикла изготовления.

Очень важно, что благодаря многолетней работе в различных отраслях промышленности и наличию производственных площадей во многих странах мира специалисты GEA имеют колоссальный опыт взаимодействия с EPC-контракторами, понимание стиля их работы и способность адаптироваться к специфическим требованиям отрасли. К сожалению, на сегодняшний день немногие российские компании-производители обладают опытом работы с EPC-контракторами ввиду того, что до последнего времени таковые в России попросту отсутствовали.

Если вернуться к вопросу локализации производства оборудования в России, то необходимо отметить, что многие международные компании уже имеют свои производственные мощности на территории нашей страны. Так, компания «ГЕА Машимпэкс» более 17 лет осуществляет производство пластинчатых теплообменников на собственных заводах в Московской области и Новосибирске. Можно быть уверенными, что в случае увеличения числа проектов по реконструкции существующих или строительству новых АЭС, процент локализации и перечень производимого оборудования будет только расти, обеспечивая дополнительные рабочие места и внедрение современных технологий производства на отечественных предприятиях, что не может не сказаться положительно на промышленности и экономике страны в целом.

Но при этом и использование импортного оборудования никогда не было под запретом. В качестве примера приведем историю поставок оборудования GEA на атомные станции, строящиеся по российским технологиям в России и за рубежом. Первые сухие градирни Геллера были поставлены в СССР на Билибинскую АЭС венгерской компанией GEA EGI еще в 70-х годах XX века (рис. 2). И они доказали свою эффективность и надежность и успешно эксплуатируются по сей день. С тех пор объем поставок теплообменного оборудования GEA на российские объекты атомной отрасли неуклонно растет, что свидетельствует о высокой степени доверия к данному оборудованию и поставщику. Чтобы не быть голословными, обратимся к новостям этого года. 14 января 2014 г. Росатомом было подписано соглашение на строительство двух блоков мощностью 1000-1200 МВт на АЭС «Пакш» в Венгрии, поставку топлива и сервисное обслуживание. В данных блоках предусмотрены реакторы ВВЭР-1200 как для ЛАЭС-2 [4]. Именно на эти реакторы у GEA есть проверенное техническое решение сухих градирен, производство которых осуществляется в Венгрии подразделением GEA EGI.

При этом необходимо отметить, что компания GEA EGI (Венгрия) и «ГЕА Машимпэкс» (Россия) заключили соглашение о сотрудничестве и совместном развитии бизнеса сухого охлаждения в России, включая градирни Системы Геллера (Heller® System), а также аппараты воздушного охлаждения (АВО) различного назначения. Специалисты «ГЕА Машимпэкс» обеспечивают взаимодействие с российскими заказчиками по всему комплексу технических и коммерческих вопросов, квалифицированное сопровождение проектов, а также решение вопросов логистики и монтажа оборудования. При этом инженеры GEA EGI будут курировать проект с учетом имеющегося у них опыта и профессионализма, что в совокупности позволит предложить заказчикам решения охлаждения, обеспечивающие энергоэффективность и энергосбережение, в том числе в других странах.

Приведенный пример взаимодействия на международном уровне далеко не единственный. Во всех странах, планирующих развитие атомной энергетики, есть подразделения GEA, которое совместно со специалистами российской компании «ГЕА Машимпэкс» готово предложить оптимальное решение задачи теплообмена для АЭС.

#### Источники:

1. <http://www.rosatom.ru/aboutcorporation/global/>
2. <http://www.rosatom-academy.org/managementskills/the-program-globalization-of-rosatom>
3. Степаев П.А. Программа капитальных вложений Госкорпорации «Росатом» и ключевые проекты развития. Конференция «Атомэнергопроект», Москва, 12 апреля 2014 г.
4. Дьёрдь Бергманн, ст. инженер-консультант «GEA EGI», Будапешт, Венгрия «Возможность применения сухих градирен системы Геллера в комбинации с пиковыми испарительными градирнями для охлаждения энергоблоков ЛАЭС-2», Международный Общественный Форум-диалог «Атомная энергия, общество, безопасность 2012» Россия, Санкт-Петербург, 5-6 сентября 2012 года

# GEA



## Теплообменное оборудование для атомных электростанций

Теплообменное оборудование GEA Mashimpeks применяется на атомных электростанциях для нагрева и охлаждения циркулирующих сред и обеспечения необходимых условий работы систем и оборудования АЭС:

- разборные пластинчатые теплообменники,
- сварные пластинчатые теплообменники,
- кожухотрубные теплообменники,
- аппараты воздушного охлаждения,
- градирни.



GEA Heat Exchangers  
GEA Mashimpeks

### ГЕА Машимпэкс

Россия, 105082, г. Москва, ул. Малая Почтовая, 12  
Тел: +7 (495) 234-95-03 · Факс: +7 (495) 234-95-04  
[hx.ru@gea.com](mailto:hx.ru@gea.com) · [www.gea-hx.ru](http://www.gea-hx.ru)





ГидроПромСтрой  
www.gps-atom.ru

## ГИДРОПРОМСТРОЙ

119134, 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

Строительная компания «ГидроПромСтрой» работает на российском рынке строительных услуг, выполняет специальные работы по гидроизоляции и восстановлению бетонных и каменных поверхностей, антибактериальной санации и биологической защите строительных конструкций на базе экологически чистых материалов и технологий системы «ГИДРОПЕН» нового поколения, разработанных специалистами фирмы в сотрудничестве с ведущими научными центрами.

Используемые гидроизоляционные материалы проникающего действия цементно-песчаного состава применяются в качестве защитного изолирующего материала как с внешней стороны защищаемой поверхности, так и с внутренней, не только для новых или строящихся зданий и сооружений, но и для объектов, потерявших свои эксплуатационные характеристики, что способствует упрочнению цементного камня, восстановлению и защите конструкций из пористых строительных материалов (бетон, железобетон, каменные конструкции) от инфильтрации жидкостей, а также восстановлению прочностных свойств элементов сооружений.

Гидроизоляция создает эффект водонепроницаемости за счет проходящей внутри бетона химической реакции со свободными молекулами кальция. В результате образуются нерастворимые кристаллы, которые заполняют усадочные трещины, вытесняя при этом воду. Процесс уплотнения структуры материала развивается в глубину конструкции.

При отсутствии влаги молекулы гидроизоляционного материала бездействуют. Но, как только молекулы воды контактируют с молекулами гидроизоляционного материала, происходит возобновление процесса химической реакции. При этом глубина проникновения в строительную конструкцию – от десяти сантиметров. Она зависит от пористости поверхности нанесения гидроизоляции. Проникая в бетон, гидроизоляционный материал становится его составной частью, образуя ее прочную и долговечную структуру, препятствующую проникновению молекул воды и одновременно позволяющую бетону пропускать воздух. При этом значительно повышается морозостойкость бетона, а также его стойкость к агрессивным средам.

Преимущества применения сухих строительных смесей системы «Гидропен»:

- обработку можно проводить с любой – как с внешней, так и с внутренней – стороны строительной конструкции;
- перед применением поверхность бетонной конструкции не требует сушки, что сокращает энергетические затраты на гидроизоляционные работы;
- гидроизолированная конструкция менее чувствительна к поверхностным повреждениям, поскольку водонепроницаемостью об-



ладает и уплотнен с помощью химических добавок бетонный камень.

Объекты применения: подвалы и фундаменты, стены зданий, колодцы и подземные своды, бетонные резервуары всех типов, гидротехнические сооружения, градирни и чаши градирен, перекрытия сооружений, эксплуатирующихся в условиях агрессивных сред.

ООО «ГидроПромСтрой» производит гидроизоляционные работы с применением собственных материалов на многочисленных объектах, таких как:

- гидроизоляция фундаментов и оснований на объектах: брызгальные бассейны, здания турбины, кабельные тоннели, тоннели для трубопроводов ответственных потребителей, вспомогательные здания реактора, резервные емкости, здание обессоливающей установки, здание резервного электроснабжения, резервуары насосных станций, теплораспределительный пункт и т. д. на Нововоронежской АЭС-2; (S=300.000 м<sup>2</sup>);

- гидроизоляционные работы на Смоленской АЭС (береговая насосная станция, вспомогательные сооружения реакторного отделения, колодцы, главный корпус);

- гидроизоляционные работы на Каширской ГРЭС №4, филиал ОАО «Мосэнерго»;

- гидроизоляция полов, резервуаров (после разрушения бетона – восстановление прочности бетона, антигрибковая санация) ОАО АК «Якутскэнерго»;

- гидроизоляция сооружений ГО (бомбоубежище), ЗАО «Международный Аэропорт Домодедово»;
- гидроизоляция и восстановление разрушенных частей бетона на реагентных площадках Джезказганской обогатительной фабрики (S=22.000м<sup>2</sup>), корпорация «Казахмыс».

**Строительная компания «ГидроПромСтрой» выполняет полный спектр работ по погружению, извлечению шпунтовых свай различных марок (Ларсен, Арселор, трубошпунт) методом вибрационного погружения с использованием собственного парка вибропогружателей различной мощности производства Голландии, Франции, США.**

При производстве различных видов работ нулевого цикла шпунтового ограждения с применением стальных и полимерных шпунтов различных марок. Такое проектное решение является достаточно эффективным, т. к. шпунт

обладает хорошей оборачиваемостью (от 5 до 10 циклов) и обладает достаточной жесткостью сечения для удержания стенок котлована. Особенно актуальным применение шпунтов становится при проведении комплекса берегоукрепительных мероприятий и выполнении работ в водных акваториях, где шпунтовые ограждения активно используются для создания систем противодействия эрозии берегов рек, стоков и водоемов, а также возведения водо-грунтонепроницаемых преград.

Для производства шпунтовых работ применяют различные методы, выбор которых зависит от многих факторов: геологические условия в районе производства работ, наличие существующих зданий и коммуникаций, наличие подъездных путей и транспортной инфраструктуры и другие. На практике наибольшее применение получил метод вибрационного погружения.

Преимуществом погружения с помощью вибрации является универсальность применения оборудования. При погружении с помощью вибрации производится очень мало шума, и профили погружаются в грунт с оптимальным усилием и в щадящем режиме.

Строительный метод с применением шпунта уменьшает объемы выемки грунта и его транспортировки, сокращает период строительства, не зависит от погодных условий, имеет повышенную безопасность, высокую несущую способность шпунтовых свай, позволяет вторичное использование шпунта, обеспечивает сравнительно высокую производительность работ (согласно норм времени ЕНиР сборника 12 «Свайные работы» с учетом производительности современного вибрационного и грузоподъемного оборудования погружение шпунта может составлять 15 тонн за смену).

Достоинствами этого метода являются долговечность конструкций, невысокие затраты на содержание и ремонт конструкций, сравнительно невысокие затраты на производство работ (по сравнению с методом статического вдавливания шпунта затраты на вибрационное погружение уменьшаются до двух раз), экологическая безопасность шпунта.

ООО «ГидроПромСтрой» освоило весь комплекс строительных работ нулевого цикла на различных объектах и имеет богатый опыт по устройству шпунтового ограждения при проведении берегоукрепительных работ – как



с земли, так и с плавучих средств. С учетом фактических условий производства работ и особенностей проектов строительства компанией выбираются и предлагаются заказчикам оптимальные и экономически обоснованные методы производства работ. Для этого в ООО «ГидроПромСтрой» имеется широкий спектр строительного оборудования: гусеничные монтажные краны грузоподъемностью 50-100 тонн, навесные вибропогружатели с постоянным моментом и высокочастотные с переменной амплитудой различных производителей, автономные дизельные силовые агрегаты, гидромолоты с массой ударной части до семи тонн, экскаваторы с гидравлическим приводом и комплектом вибропогружателя и т. д.

Компания производила работы по погружению шпунтовых свай на различных объектах, в т. ч. в г. Санкт-Петербурге (строительство водовода на Арсенальной набережной, котлован снегоплавильной камеры, строительство Западного скоростного диаметра), на олимпийских объектах г. Сочи (берегоукрепление и дождевая канализация территории Имеретинской низменности), на строительстве Нововоронежской АЭС-2 (береговая насосная станция подпитки, водозаборный ковш, эстакада технологических трубопроводов, кабельные тоннели системы нормальной эксплуатации).

ООО «ГидроПромСтрой» производит комплекс работ нулевого цикла, включая земляные, буровые, бетонные работы, водоотвод и водопонижение, разработку котлованов, внутренние и наружные инженерные сети, устройство монолитных бетонных и железобетонных конструкций, монтаж металлических конструкций и стеновых панелей, а также монтаж трубопроводов, антикоррозийные работы, выполнение работ по огнезащите материалов, изделий и конструкций.

Одно из направлений деятельности ООО «ГидроПромСтрой» – комплексное снабжение энергетических предприятий России. Тесное сотрудничество с крупнейшими проектными институтами и предприятиями атомной отрасли России ближнего и дальнего зарубежья позволяет проводить совместное проектирование, изготовление оборудования различной сложности для атомной энергетики по 2, 3 классу безопасности согласно Техническим заданиям заказчиков.

Заключены дилерские соглашения с крупнейшими зарубежными предприятиями:

- Weir Power & Industrial France S.A, товарный знак Sevim, производство импульсно-предохранительных устройств первого и второго контуров реакторов
- Adams Armaturen GmbH, производство различных типов арматур, выполненных по принципу поворотных заслонок, рассчитанных специально для высоких требований эксплуатации
- KSB Group (Germany), ведущий мировой производитель насосов, клапанов и связанных с ними систем
- Adriadiesel d.d., запасные части к дизельным генераторам, резервные дизельные электрические станции (РДЭС)
- SEMPELL AG, предохранительная, запорная и регулирующая арматура для АЭС
- Babcock Borsig Steinmüller GmbH, предохранительная арматура для АЭС
- Bopp & Reuther Sicherheits-und Regelarmaturen, предохранительная арматура для АЭС
- MSA, a. s., специальная арматура для АЭС
- Auma Armaturen antriebe GmbH, приводы для арматуры



- VELAN SAS, специальная арматура для АЭС

- Parcol S.p.A, пневматические распределители для АЭС

- Herion-Werke GmbH & Co. KG, пневматические распределители для АЭС

- Serco s. a. s., станки и арматура для АЭС

- Unigrind GmbH & Co.KG, шлифовальные станки и испытательные стенды

- SIGMA GROUP a. s., насосы для АЭС и комплектующие к ним

- LITOSTROJ GROUP, насосы для АЭС и комплектующие к ним

- PRÜFTECHNIK Dieter Busch AG, лазерные системы центровки труб для АЭС

- John Crane UK, торцевые уплотнения.

Организация имеет лицензии (разрешения) Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (в том числе лицензии в соответствии с Положением о лицензировании деятельности в области использования атомной энергии) на эксплуатацию и сооружение блоков атомных станций (АС), в части выполнения работ и предоставления услуг эксплуатирующей организации при строительстве, ремонте, реконструкции и модернизации АС.

ООО «ГидроПромСтрой» лицензировано ФСБ РФ на проведение работ, связанных с использованием сведений, составляющих государственную тайну, созданием средств защиты информации, а также с осуществлением мероприятий и (или) оказанием услуг по защите государственной тайны.

ООО «ГидроПромСтрой» прошло сертификацию системы менеджмента качества на предмет соответствия требованиям стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2008.

ООО «ГидроПромСтрой» является членом саморегулируемой организации некоммерческого партнерства «СОЮЗАТОМСТРОЙ» и имеет свидетельство о допуске к видам работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства.

Штатный состав ООО «ГидроПромСтрой» насчитывает более 350 сотрудников, включая квалифицированный персонал рабочих специальностей по всем видам работ, на которые имеется свидетельство о допуске СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ».

Производственную базу компании составляет достаточное количество оборудования, механизмов, инструментов для выполнения любых самых сложных и ответственных задач.





**ОАО «НИИФИ»**Володарского ул., д. 8/10, г. Пенза, Россия, 440026  
Тел.: (8412) 565-563, <http://www.niifi.ru>

Институт разрабатывает и производит более 40 типов приборов для систем аварийной защиты реакторных установок и контроля технологических процессов на атомных станциях России, Украины, Индии, Болгарии, Ирана, Китая.

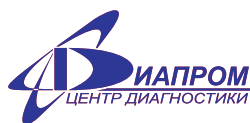
	Наименование и назначение прибора	Технические характеристики
	<b>СЕЙМОДАТЧИК СД 4</b> предназначен для непрерывной регистрации сейсмических воздействий на реакторную установку АЭС и формирования сигнала превышения установленного уровня сейсмического воздействия для аппаратуры аварийной защиты. Шеф-монтаж, стыковочные испытания, поверка по месту установки.	Диапазон ускорений, в пределах которого устанавливается порог выдачи аварийных сигналов, от 0,25 до 2 м/с <sup>2</sup> . Класс безопасности 2У по ПНАЭ Г-01-011. Категория сейсмостойкости 1 по НП-031-01.
	<b>ДАТЧИК УГЛОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ПУИ 066</b> предназначен для преобразования угловых перемещений лопаток шиберов регулирующего устройства системы пассивного отвода тепла на АЭС в электрический сигнал.	Диапазон измерений от минус 10 до 100 угловых градусов. Класс безопасности 2НУ по ПНАЭ Г-01-011. Категория сейсмостойкости 1 по НП-031-01.
	<b>ШТОКОВЫЙ ДАТЧИК ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ПЛЦ 002</b> предназначен для измерения линейных перемещений объектов. Используется в составе гидроамортизаторов в реакторных отделениях блоков АЭС.	Диапазон измерений от 0 до 100 мм. Класс безопасности 2У по ПНАЭ Г-01-011. Категория сейсмостойкости 1 по НП-031-01.
	<b>ДАТЧИК ПОЛОЖЕНИЯ ДП 2</b> предназначен для контроля объекта, перемещающегося относительно чувствительного элемента датчика, и выдачи дискретного (бинарного) электрического сигнала. Используется на перегрузочной машине реакторного отделения АЭС.	Зона срабатывания 5 мм. Класс безопасности 2Н по ПНАЭ Г-01-011. Категория сейсмостойкости 1 по НП-031-01.
	<b>ДИСТАНЦИОННЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ДУ 3</b> предназначен для системы контроля, регулирования и управления технологическими процессами АС. Состоит из преобразователей перемещения ПП 1 шт. и вторичного преобразователя ВП.	Диапазон срабатывания в пределах от 3 до 43 мм. Класс безопасности 2У по ПНАЭ Г-01-011. Категория сейсмостойкости 1 по НП-031-01.
	<b>БЛОК КОНЦЕВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ БКВ-4</b> предназначен для контроля состояния запорных клапанов с ручным и дистанционным управлением и выдачи дискретных сигналов в системы автоматического регулирования и контроля АЭС.	Рабочий ход штока от 1,7 до 2,3 мм. Класс безопасности 2НО по ПНАЭ Г-01-011. Категория сейсмостойкости 1 по НП-031-01.
	<b>ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ КОНЕЧНЫЙ ПК 1</b> предназначен для контроля конечных положений подвижных механизмов оборудования АЭС. Используется на перегрузочной машине и для контроля положения люка транспортного коридора реакторного отделения.	Рабочий ход от 0,2 до 2 мм. Класс безопасности 2Н по ПНАЭ Г-01-011. Категория сейсмостойкости 1 по НП-031-01.
	<b>ДАТЧИК-РЕЛЕ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ СУ-3</b> предназначен для контроля уровня жидкости в аппаратах и сосудах стационарных установок АЭС. Используется в турбинном отделении на резервной дизельной электростанции.	Дифференциал срабатывания не более 15±10 мм. Класс безопасности 2УН по ПНАЭ Г-01-011. Категория сейсмостойкости 1 по НП-031-01.
	<b>СИГНАЛИЗАТОР ТЕМПЕРАТУРЫ СТ 1</b> предназначен для контроля температуры и сигнализации об изменении ее выше или ниже заданного значения путем включения или выключения электрической цепи. Используется в системах воздухоподачи и системах смазки и охлаждения жидкостей дизельных установок АЭС при непрерывной круглосуточной эксплуатации.	Уставка срабатывания от 0 до 100 °С. Класс безопасности 2У по ПНАЭ Г-01-011. Категория сейсмостойкости 1 по НП-031-01.

Созданные в **ОАО «НИИФИ»** сейсмодатчики **СД 4** и блок сейсмодатчиков **БСД 1** используются в составе аппаратуры индустриальной антисейсмической защиты атомных станций (АИАЗ), обеспечивающей автоматическую аварийную остановку реакторной установки при интенсивности землетрясения от 5 до 8 баллов по шкале MSK – 64. Применение СД 4 и БСД 1 увеличивает помехозащищенность, точность измерения сейсмоускорений, избирательность и надежность всей системы АИАЗ, обеспечивает сейсмотехническую безопасность реакторной установки. В процессе работы проводится самодиагностика через каждые 10-12 мин. (25-30 мин.) в течение всего срока службы.

На основе этих приборов в **ОАО «НИИФИ»** ведутся работы по разработке и производству **системы сейсмомониторинга и аварийной антисейсмической защиты удаленного конфигурирования** для предупредительной защиты реакторной установки. Сейсмостанции системы удалены друг от друга и от здания АЭС на расстояние до 30 км, а связь между ними осуществляется по радиоканалу. При этом радиопередающие модемы устанавливаются в месте расположения сейсмостанции, а диспетчерский пункт и базовая станция, определяющая алгоритмы взаимодействия между элементами системы, размещаются на АЭС.

Внедрение систем сейсмомониторинга и аварийной антисейсмической защиты удаленного конфигурирования существенно повышает безопасность эксплуатации энергоблоков АЭС за счет возможности получения упреждающих тревожных сигналов для своевременной автоматической остановки реактора.





## ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НАУЧНО- ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «ДИАПРОМ» (ЗАО «НТЦД»)

**109518, г. Москва,  
ул. Газгольдерная, д. 14, оф. 329  
Тел.: (495) 690-9195  
Факс: (495) 690-9195  
E-mail: [diaprom@diaprom.ru](mailto:diaprom@diaprom.ru)  
<http://www.diaprom.com>**

**Научно-технический центр «Диалпром» основан для комплексного решения вопросов разработки, изготовления, внедрения и сопровождения эксплуатации систем диагностики оборудования атомных электростанций.**

Основными задачами предприятия являются разработка, изготовление, разработка программного обеспечения, поставка, внедрение и авторское сопровождение эксплуатации систем оперативной диагностики оборудования АЭС в России и за рубежом.

На предприятии проводятся работы по подготовке и аттестации персонала АЭС для проведения работ по шумовой диагностике, по сервисному обслуживанию и ремонту оборудования и технических средств систем диагностики.

К основным работам, выполненным ЗАО «НТЦД», относятся:

- разработка конструкторской, рабочей и эксплуатационной документации на программно-технические комплексы для системы виброшумовой диагностики, системы контроля течей теплоносителя, системы обнаружения свободных предметов, системы виброконтроля главных циркуляционных насосов, системы комплексного диагностирования;
- разработка программного обеспечения обработки сигналов систем с применением методов спектрального и многомерного статистического анализа;
- разработка высокоточной методики определения покассетных расходов теплоносителя в реакторах типа ВВЭР по нейтронным шумам;
- разработка математических вибрационных моделей внутрикорпусных устройств и топливных сборок реакторов типа ВВЭР;
- ввод в действие и сопровождение эксплуатации систем диагностики зарубежного производства на действующих энергоблоках Калининской, Кольской, Нововоронежской и Балаковской АЭС;
- поставка и ввод в действие систем диагностики собственного производства на АЭС «Тяньвань» (КНР) и «Куданкулам» (Индия);
- поставка и ввод в действие систем диагностики собственного производства на Калининской АЭС (энергоблоки 3 и 4), Ростовской АЭС (энергоблоки 2 и 3), Ровенской АЭС (энергоблоки 1, 2 и 4), Хмельницкой АЭС (энергоблок 2), Южно-Украинской АЭС (энергоблок 1), Армянской АЭС (энергоблок 2);
- поставка систем диагностики собственного производства на Нововоронежскую АЭС-2 и Ленинградскую АЭС-2;
- поставка и ввод в действие систем контроля течей на Балаковской АЭС (энергоблоки 1 и 3);
- поставка и ввод в действие системы контроля перемещений трубопроводов на Калининской АЭС (энергоблок 1), работы по



**С.Ю. Копьев,  
генеральный директор**

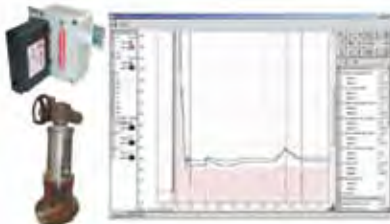
модернизации действующих систем диагностики на Калининской АЭС (энергоблоки 1 и 2);

- разработка и ввод в эксплуатацию стационарных систем диагностирования трубопроводной арматуры с электроприводом (ССДЭА), разработка малогабаритных накопителей типа НЭП-256 и встраиваемых накопителей НЭП-512 для задач диагностирования электроприводной арматуры, формирование и сопровождение баз данных АЭС по арматуре с электроприводом, проведение диагностических обследований арматуры с выдачей заключений о техническом состоянии;
- нейтронно-шумовые измерения на энергоблоках Кольской, Калининской, Нововоронежской, Балаковской АЭС;
- участие в работах по повышению эксплуатационной надежности топливных сборок для реакторов ВВЭР;
- участие в обслуживании продления срока службы внутрикорпусных устройств реакторов ВВЭР первого поколения.

Предприятием накоплен значительный опыт работы в атомной энергетике, включая работы на площадках отечественных и зарубежных АЭС. Ведущие сотрудники имеют ученые степени.

Для комплексного решения задач эксплуатационной безопасности энергоблоков АЭС в работах предприятия участвуют ведущие эксперты организаций Росатома. На предприятии действует технический совет, основной функцией которого является координация работ с организациями отрасли. В состав совета введены ведущие специалисты российских АЭС.

На предприятии действует система менеджмента качества, сертифицированная в соответствии с российскими нормативными документами и с учетом требований международных стандартов серии ISO 9000:2008.



## DIAPROM RESEARCH AND TECHNICAL CENTER CJSC

**14, office 329, Gazgoldernaya st.,  
Moscow, 109518  
Phone: (495) 690-9195  
Fax: (495) 690-9195  
E-mail: [diaprom@diaprom.ru](mailto:diaprom@diaprom.ru)  
<http://www.diaprom.com>**

Diaprom Research and Technical Center has been founded to develop, produce, introduce and maintain NPP equipment diagnostic systems.

The main missions of the company is to develop and produce software, to supply, introduce and maintain NPP equipment operational diagnostic systems in Russia and abroad.

The company trains and attests NPP personnel in noise diagnostics, maintenance and repair of diagnostic system equipment.

Diaprom CJSC has performed the following works:

- development of design, engineering and operational documentation for soft-and-hardware of vibronoise diagnostics, a coolant leak detection system, a foreign object detection system, a vibration monitoring system of the primary circuit pump, an overall diagnostic system;
  - development of software for signal processing with the use of spectrographic and multivariate statistical analysis;
  - development of high accuracy methods of measuring coolant flow rate in WWER reactors by neutron noise;
  - development of mathematical vibration models for in-vessel components and fuel assemblies of WWER reactors;
  - commissioning and maintenance of foreign-made diagnostic systems at power-generating units under operation of Kalininskaya, Kolskaya, Novovoronezhskaya and Balakovskaya NPP;
  - supply and commissioning diagnostic systems of domestic production at Tianwan NPP (China) and Kudankulam NPP (India);
  - supply and commissioning of diagnostic systems of domestic production at Kalininskaya NPP (the 3rd and 4th units), Rostovskaya NPP (the 2nd and 3rd units), Rovenskaya NPP (the 1st, 2nd and 4th units), Khmel'nitskaya NPP (the 2nd unit), South-Ukrainian NPP (the 1st unit), Armenian NPP (the 2nd unit);
  - supply of diagnostic systems to Novovoronezhskaya NPP-2 and Leningradskaya NPP-2;
  - supply and commissioning of coolant leak detection system at Balakovskaya NPP (the 1st and 3rd units);
  - supply and commissioning of a pipeline displacement control system at Kalininskaya NPP-1, revamping of diagnostic systems at Kalininskaya NPP (the 1st and 2nd units);
  - development and commissioning of stationary diagnostic systems for motor-driven pipeline fittings, development of НЭП-256 slimline drives and НЭП-512 built-in drives for diagnostics of electrical equipment, building and maintenance of databases of NPP electrical equipment, diagnostics of fittings and issuance of certificates of technical condition;
  - neutron-noise measurements at power-generating units of Kolskaya, Kalininskaya, Novovoronezhskaya and Balakovskaya NPPs;
  - engagement in activities aimed at enhancing functional reliability of WWER fuel assemblies;
  - participation in substantiation of lifetime extension for WWER reactors of the first generation.
- The company can boast a vast experience in nuclear engineering including experience of performing work at NPP in Russia and abroad. The leading specialists have academic degrees.
- The most experienced experts of Rosatom organizations participate in the company's activities to help solve problems of enhancing operational safety of NPP units. The technical council of the company coordinates its cooperation with the industry organizations. The top specialists of Russian NPPs sit on the council.
- The company has introduced a quality management system certified in accordance with Russian regulations and ISO 9000:2008 international standard.



# ЗАГРАЖДЕНИЕ ФРЕГАТ

сигнальное  
железобетонное  
противотаранное

## ЦеСИС®

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



### Назначение

Предназначено для создания нетранспарентного инженерного ограждения и использования в составе комплексов физической защиты объектов различной категории важности.

### Технические характеристики

- 1. Габаритные размеры плиты – 4000x2500x160 мм (ДxВxШ).
- 2. Минимальная толщина бетона в зоне рисунка – от 40 до 100 мм (по требованию заказчика).
- 3. Угол поворота панелей при монтаже в горизонтальной плоскости не ограничен.
- 4. Перепад высот установки соседних панелей (дискретный) – 120 мм.
- 5. Срок службы – не менее 30 лет.

### Особенности

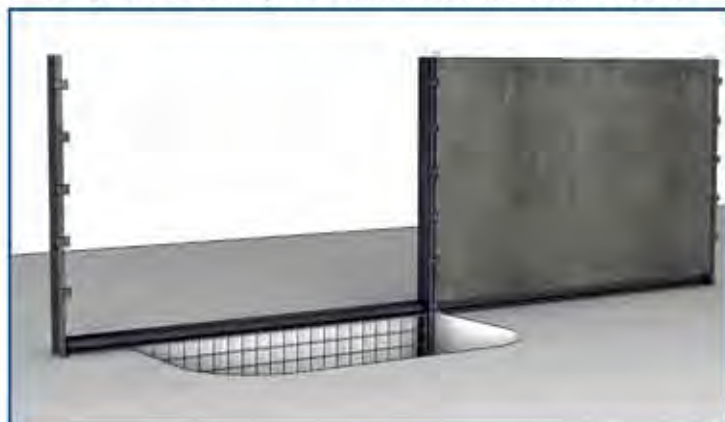
- Плиты и фундаментные блоки изготавливаются в непосредственной близости от места монтажа ограждения, тем самым снижаются затраты на транспортные расходы.
- Наличие специальных закладных элементов в составе плиты позволяет в короткие сроки смонтировать дополнительное оборудование (козырьковое ограждение, кабельные короба, противоподкопную сетку, кронштейны под освещение, видеонаблюдение и т.п.)
- Профиль торца боковых поверхностей исключает просматриваемые щели в местах стыка соединения секций ограждения.
- Установка панелей проводится без использования сварочных (огневых) работ.

### Дополнительные возможности

- Наличие внутри плиты кабель-каналов для сигнальных и силовых кабельных трасс, систем видеонаблюдения, освещения, технических средств охраны по согласованию с заказчиком.
- Установка плит в силовом металлокаркасе для обеспечения устойчивости ограждения при монтаже на слабых грунтах.
- Раздельный монтаж металлокаркаса (без использования тяжелой техники) и плит ограждения.
- Наличие доборных плит длиной 1950 мм.

### Варианты монтажа

Установка панелей  
в заранее смонтированный металлический каркас



Установка панелей в щелевые стаканы





- Конструирование
- Производство
- Поставка
- Сервисное обслуживание



**ЗАО «Тулаэлектропривод»**  
**55 лет на рынке трубопроводной арматуры.**  
**Ведущее предприятие России по производству электроприводов для атомной энергетики.**



1943 **70** 2013  
*лет*

301114, Россия, Тульская область,  
Ленинский р-н, пос. Плеханово,  
ул. Заводская, д. 1, корп. А  
Телефоны: +7 (4876) 79-67-09, 79-66-18.  
Факс: +7 (4876) 79-67-17, 79-64-18  
E-mail: [privod@tula.net](mailto:privod@tula.net)  
[www.tulaprivod.ru](http://www.tulaprivod.ru)



**Объекты:**

- Калининская АЭС
- Ростовская АЭС
- Балтийская АЭС
- Белорусская АЭС
- АЭС Куданкулам
- Смоленская АЭС
- Балаковская АЭС
- Южноуральская ГРЭС
- ФГУП ПО «Маяк»



Инжиниринговая компания «ПРОМЭНЕРГОКОМПЛЕКТ» имеет большой опыт управления сложными проектами по обеспечению высокотехнологичным оборудованием объектов атомной и традиционной энергетики. На основе собственных возможностей и широкой международной кооперации компания «ПРОМЭНЕРГОКОМПЛЕКТ» реализует проекты «под ключ» (EPC, EPC-M), осуществляя весь комплекс работ:

- ФИНАНСИРОВАНИЕ
- ПРОЕКТИРОВАНИЕ
- КОНСТРУИРОВАНИЕ
- ПРОИЗВОДСТВО
- СЕРТИФИКАЦИЮ
- СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ
- СОГЛАСОВАНИЕ С НАДЗОРНЫМИ ОРГАНАМИ
- ДОСТАВКУ
- МОНТАЖ
- ПУСКОНАЛАДКУ
- СДАЧУ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Привлечение к сотрудничеству ведущих российских и зарубежных компаний – производителей высокотехнологичного оборудования, лучших внешних экспертов, а также использование новейших технологий определяют эффективность, надежность и безопасность создаваемых нами систем и конструкций вне зависимости от их технологической сложности.

ООО «ПРОМЭНЕРГОКОМПЛЕКТ» расширяет свою деятельность за счет увеличения портфеля заказов по крупным и ответственным проектам и расширения спектра предоставляемых услуг. Наличие необходимых лицензий на изготовление, конструирование и проектирование, системы менеджмента качества и профессионализм сотрудников компании гарантируют соблюдение норм стандартов и требований, что является неотъемлемой частью EPC-процесса.

При реализации проектов компания «ПРОМЭНЕРГОКОМПЛЕКТ» использует принцип оптимального сочетания следующих параметров:

- цена
- долговечность
- безопасность
- качество
- технический уровень
- экологичность
- надежность
- технологичность
- затраты на эксплуатацию и ремонт

**КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ****Системы:**

- резервные дизельные электростанции 5,6-10 МВт
- система преднапряжения защитной оболочки
- вентиляторные градирни
- пускорезервные котельные установки

**Оборудование:**

- трубопроводы и детали трубопроводов
- трубопроводная арматура
- теплообменное оборудование
- насосное оборудование
- электротехническое оборудование
- грузоподъемное оборудование
- вспомогательное оборудование
- металлоконструкции, металлопрокат, поковки, отливки
- гидротехническое оборудование
- емкостное оборудование

Компания «ПРОМЭНЕРГОКОМПЛЕКТ» является одним из ведущих предприятий атомного инжиниринга и надежным бизнес-партнером. Мы всегда готовы к сотрудничеству и предлагаем воспользоваться нашим опытом и компетенциями.

С наилучшими пожеланиями и успехов в бизнесе!

**Алексей Саенко, генеральный директор**



**ООО «ПРОМЭНЕРГОКОМПЛЕКТ»**  
603024, Россия, Нижний Новгород,  
Невзоровых ул., 51  
Тел./факс: +7 (831) 412-99-88  
E-mail: prekomnn@mail.ru,  
info@prekom.ru  
www.prekom.ru



## ЗАО «ОРГСТРОЙПРОЕКТ»

**115516, Россия, г. Москва,  
ул. Промышленная, д. 11, стр. 3  
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 3, 11, Promyshlennaya st.,  
Moscow, Russia, 115516  
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.



### Электроприводы АУМА для управления трубопроводной арматурой. Сделано в Германии.

- Электроприводы для управления арматурой любого типа
- Интеллектуальные блоки управления и редукторы
- Расширенный срок службы
- Надежность, подтвержденная рекомендациями



[aumarussia@auma.ru](mailto:aumarussia@auma.ru)  
[WWW.AUMA.RU](http://WWW.AUMA.RU)

ООО «ПРИВОДЫ АУМА»  
Центральный офис в Москве:  
+7(495)755-6001  
отдел продаж: +7(495) 787-7821

Санкт-Петербург +7(812) 336-5502  
Красноярск +7(391) 291-1260  
Хабаровск +7(4212) 477-525  
Пермь +7 (342) 261-13-99  
Сургут +7(3462) 236-234  
Ростов-на-Дону +7 (863) 298-6302

**30-ЛЕТНИЙ ОПЫТ ПОСТАВОК В АТОМНУЮ ЭНЕРГЕТИКУ**



**ООО «К4» приглашает на годовую комплексную программу обучения «Организация управления проектами капитального строительства» на 2014 год.**

Обучение проводит ведущий преподаватель и автор курса Елена Валерьевна Колосова, к.т.н., член экспертного совета СРО атомной отрасли, директор по развитию ООО «К4», куратор проектов, реализуемых компанией К4.

Подробная информация – на сайте [www.k4-info.com](http://www.k4-info.com), в разделе «Услуги» – «Программа обучения».

Дата	Тема семинара
23.04.14	<p>Структура декомпозиции работ. Влияние структуры декомпозиции работ на качество графика и возможности его анализа. Согласование структуры декомпозиции работ и структуры управления проектом. Как сочетаются структура декомпозиции работ в проекте и структура затрат, принятая в компании.</p> <p>Планирование на разных фазах жизненного цикла проекта. Подходы к разработке календарно-сетевых графиков на разных этапах жизненного цикла. Особенности планирования разработки проектной и рабочей документации. Планирование строительства. Планирование поточного строительства.</p>
28.05.14	<p>Планирование строительства. Особенности планирования строительно-монтажных работ (по видам работ). Планирование трудозатрат. Планирование использования строительной техники. Особенности планирования поставок оборудования. Методология разработки комплексных укрупненных сетевых графиков. Методические указания по разработке графиков производства работ.</p>
25.06.14	<p>Экономика строительного проекта. Оценка стоимости строительного проекта. Нормативная база для оценки продолжительности и стоимости строительного проекта. Сравнение базисно-индексного и ресурсного методов оценки стоимости строительства. Зависимость стоимости проекта от его продолжительности. Методика освоенного объема.</p>
23.07.14	<p>Проект организации строительства. Требования к ПОС. Процедуры разработки ПОС. Организация разработки ПОС. Визуальное планирование как инструмент разработки ПОС.</p> <p>Контрактные модели организации строительства. Виды контрактов. Законодательство в области контрактного регулирования в строительстве. Применение календарно-сетевого планирования на стадии выбора генеральных подрядчиков: международный опыт. Календарно-сетевые графики как часть контрактных требований.</p>
24.09.14	<p>Кадровое обеспечение управления строительными проектами. Модели компетенций. Мотивация в строительных проектах.</p>
22.10.14	<p>Процессы управления в проектно ориентированном бизнесе. СМК и процессы управления проектом. Производственное планирование. Стандартизация в области проектного управления.</p>
19.11.14	<p>Информационная система управления проектами. Состав. Требования. Варианты реализации. Анализ эффективности работы ИСУП.</p>



<b>Предприятие</b>	<b>Город</b>	<b>Стр.</b>
ГЕА Машимпэкс, ООО	Москва	48
ГидроПромСтрой, ООО	Москва	50
Диапром НТЦ, ЗАО	Москва	53
Калининская АЭС	Удомля	34
Курчатовский институт, НИЦ	Москва	40
НГТУ им. Р.Е. Алексеева	Нижний Новгород	43
НИИФИ, ОАО	Пенза	52
Нуклеаконтроль, ЗАО	Москва	36
ОРГСТРОЙПРОЕКТ, ЗАО	Москва	57
Приводы АУМА, ООО	Москва	57
Промэнергокомплект, ООО	Нижний Новгород	56
Тулаэлектропривод, ЗАО	Тульская обл.	55
ЦеСИС НИКИРЭТ, ЗАО	Пенза	54

<b>Undertaking</b>	<b>City</b>	<b>Page</b>
Diaprom RTC, CJSC	Moscow	53
Kalininskaya NPP	Udomlya	36
Kurchatov institute, NRC	Moscow	42
NNSTU af. R.E. Alexeev	Nizhny Novgorod	45
ORGSTROYPROEKT, CJSC	Moscow	57

**Уважаемые читатели – руководители и специалисты предприятий атомной отрасли!**

Журнал «Атомный проект» – это надежное связующее звено между специалистами крупнейшей в стране инжиниринговой 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 инжиниринговой компании «Атомэнергопроект», специалисты инжиниринговых 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](http://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, в 2014 году редакция журнала «Атомный проект» существенно расширила состав читательской аудитории, включив в нее предприятия многих смежных с атомной энергетикой отраслей. С этой целью наш издательский центр участвует не только в крупных отраслевых мероприятиях, но и в многоотраслевых выставочных проектах, проходящих на территории страны и за рубежом.

Это помогает нашим рекламодателям представить свои возможности на многих смежных рынках: традиционной энергетики, машиностроения, станкостроения и других.

Очередной номер журнала выйдет в свет в октябре 2014 г. и будет представлен на следующих конгрессно-выставочных мероприятиях:

- Международный форум технологического развития «ТЕХНОПРОМ-2014», Новосибирск, Россия
- Специализированная выставка «Энергетика. Электротехника. Энергоэффективность», Екатеринбург, Россия
- Форум поставщиков атомной отрасли «АТОМЕКС» Москва, Россия
- На отраслевых конференциях и семинарах

Приглашаем вас к сотрудничеству! Предложите свои разработки и продукцию тысячам партнеров, работающих в разных отраслях отечественной промышленности.

Мы соединяем лучших с лучшими!

**Dear readers—managers and specialists of the nuclear industry enterprises!**

«Atomic Project» journal was established as a link between specialists of engineering companies, who are responsible for supply, construction, start-and-adjustment and «turnkey» commissioning of nuclear facilities, and manufacturers and suppliers of equipment for nuclear power plants. We are happy that the journal is successful in this undertaking: it has become a «real book» for the designers of Atomenergo-proekt Nizhny Novgorod Engineering Company, it is received by engineering companies of Moscow and Saint-Petersburg.

Life has shown that another function of the journal – to inform enterprises of the industry about new developments of each other, to be a useful tool in searching for prospective partners and customers – is of no less importance.

The next issue of the journal will come out on October, 2014 and will be presented at the congresses and exhibitions in Moscow, Novosibirsk, Sarov, Ekaterinburg and others.

We welcome you to advertise your products and services for the nuclear industry in the «Atomic Project». We connect the best with the best!



# 2014

## Международные Выставки

### POWER ASTANA

[www.machexpo.kz](http://www.machexpo.kz)



«ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ»

5-я Казахстанская Международная выставка

**8-10 апреля 2014 • Астана, Казахстан**

### KAZATOMEXPO

[www.machexpo.kz](http://www.machexpo.kz)



«АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»

5-я Казахстанская Международная выставка

**8-10 апреля 2014 • Астана, Казахстан**

### MACHEXPO KAZAKHSTAN

[www.machexpo.kz](http://www.machexpo.kz)



«МАШИНОСТРОЕНИЕ, СТАНКООБРАТОВАНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ»

2-я Казахстанская Международная выставка

**8-10 апреля 2014 • Астана, Казахстан**

### POWER KAZAKHSTAN

[www.powerexpo.kz](http://www.powerexpo.kz)



«ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ»

13-я Казахстанская Международная выставка и Форум энергетиков

**28-30 октября 2014 • Алматы, Казахстан**

### LIGHTING KAZAKHSTAN

[www.powerexpo.kz](http://www.powerexpo.kz)



«ОСВЕЩЕНИЕ, СВЕТОТЕХНИКА И СВЕТОДИОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

4-я Казахстанская Международная выставка

**28-30 октября 2014 • Алматы, Казахстан**

### REENERGY KAZAKHSTAN

[www.powerexpo.kz](http://www.powerexpo.kz)



«ВИЭ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

4-я Казахстанская Международная выставка

**28-30 октября 2014 • Алматы, Казахстан**



ОРГАНИЗАТОРЫ:

Iteca: Тел: + 7 (727) 258 34 47, 258 34 34, E-mail: [power@iteca.kz](mailto:power@iteca.kz)

Менеджер проектов: Гульзана Абдушарипова