

Multi-D
engineering

Россия

RUSSIA

Atomic Project

Атомный проект



#29
2018



БИЗНЕС-МИССИЯ РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ
В РЕСПУБЛИКУ АРМЕНИЯ

**8-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ
ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА**

EXPO-RUSSIA ARMENIA 2018

6-Й ЕРЕВАНСКИЙ БИЗНЕС-ФОРУМ

РЕСПУБЛИКА АРМЕНИЯ,
ЕРЕВАН, ЕРЕВАН-EXPO

17-19 ОКТЯБРЯ

ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:

Энергетика, химическая промышленность, машиностроение, металлургия, строительство, транспорт и логистика, авиация, нефтегазовая промышленность, геология и горнодобывающая промышленность, деревообработка, приборостроение, автомобильная промышленность, строительство, химическая промышленность, телекоммуникации и связь, высокие технологии, безопасность, медицина и фармацевтика, банки и страховые компании, сельское хозяйство и продовольствие, образование.

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА



Ереванский бизнес-форум, круглые столы в министерствах Армении, презентации российских компаний и регионов Российской Федерации, презентации областей (марзов) Армении, биржа контактов



2-Й РОССИЙСКО-ГРУЗИНСКИЙ БИЗНЕС-ФОРУМ

22-23 октября 2018
Тбилиси, Грузия



Организатор: ОАО «Зарубеж-Экспо»

Москва, ул. Пречистенка, 10 | +7 (495) 721-32-36
info@zarubezhexpo.ru | www.zarubezhexpo.ru

Атомный проект

ВЫПУСК ДВАДЦАТЬ ДЕВЯТЫЙ

Будет представлен участникам:

- VIII Международной промышленной выставки и Ереванского бизнес-форума EXPO-RUSSIA ARMENIA 2018 (Армения, Ереван, 17-19 октября 2018 г.)
- X Международного форума и выставки поставщиков атомной отрасли АТОМЕКС-2018 (Россия, Москва, 13-15 ноября 2018 г.)

Atomic Project

ISSUE TWENTY NINTH

АТОМНЫЙ ПРОЕКТ

Информационно-аналитический журнал для специалистов в области атомного машиностроения

№ 29, октябрь, 2018 г.

Учредитель-издатель
ООО «РИЦ «Курьер-медиа»

Генеральный директор
Г. П. Митькина

Сайт в Интернете
www.kuriermedia.ru

Журнал создан
при содействии:

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

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

Главный редактор
Г. П. Митькина
8-902-68-00-589

Допечатная подготовка
ООО «РИЦ «Курьер-медиа»

Адрес издателя и редакции
603006, Нижний Новгород,
ул. Академика Блохиной, д. 4/43

Телефон
(831) 461-90-16

Факс
(831) 461-90-17

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

Тираж выпуска
1500 экз.
на бумажном и CD-носителях

Дата выхода в свет
08.10.2018 г.

Типография
ООО «Срочная печать»
Нижний Новгород,
ул. Новая, 36
Распространяется бесплатно
почтовой рассылкой

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

СОБЫТИЕ

От «режима подвига» к поточному строительству 4

Мирный атом для вечной мерзлоты 6

ДАТА В ИСТОРИИ

Запланированная безопасность 8

ДОСТИЖЕНИЯ

С. Ф. Лаптев. Международная сертификация степени компетенции предприятия по управлению проектами IMPA Delta 11

СОТРУДНИЧЕСТВО

А. А. Селищев, И. А. Грицишин, М. А. Ливанская. Модернизация гидроакустического преобразователя для системы подводной связи и телеметрии 12

ЭКСПЕРИМЕНТ

С. М. Дмитриев, А. А. Баринов, А. А. Добров, Д. В. Доронков, А. Н. Пронин, А. В. Рязанов, Д. Н. Солнцев, А. Е. Хробостов. Исследования процессов смешения теплоносителя в ядерных реакторах нового поколения 14

СТРАТЕГИИ И ТЕХНОЛОГИИ

Опыт ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России по продлению трудового долголетия работающих в атомной промышленности 17

Лакокрасочные материалы Холдинга ВМП для антикоррозионной, специальной защиты и декоративной отделки конструкций объектов атомной энергетики 18

Планетарно-цевочные редукторы (циклоидальные) и опорно-поворотные устройства (ОПУ) на их базе 19

Корпорация АК «ЭСКМ» 20

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Э. Р. Саминов, А. Н. Поздняков, А. Ю. Павлин. Принципы построения программно-технических средств системы верхнего уровня АСУ ТП АЭС с учетом требований кибербезопасности 21

М. А. Большухин, В. В. Самусенков, А. А. Баринов, Н. В. Сильянов. Вопросы разработки корреляционной системы контроля мощности и расхода теплоносителя в 1 контуре ЯЭУ 22

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

И. В. Занегин, Д. Е. Зотов, А. Н. Катыков, И. В. Шиберин. Взрывной демонтаж морских стационарных платформ	23
--	----

С. В. Голубев, А. А. Глыбченко, А. О. Киракосян, И. Е. Маничкин. Функционирование системы параллельной разработки технологической документации в среде IPS	24
--	----

МИКРОЭЛЕКТРОНИКА

Е. В. Петрякова, А. В. Коротков, А. В. Липатников, А. Г. Фефелов, А. В. Григорьева. Технология изготовления гетеробиполярных транзисторов на AlGaAs/GaAs и характеристика их параметров	26
--	----

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Д. Е. Борисов. Особенности разработки программного обеспечения цифровой системы управления активным магнитным подвесом на отечественной электронно-компонентной базе	28
--	----

М. В. Левин, А. Н. Цыгвинцев, М. В. Зотова, И. С. Зотов, Ю. С. Гроздов. Методы формирования фактической модели эксплуатации	29
--	----

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

Л. В. Нечаев. Методика измерений магнитных свойств гирь	30
---	----

И. А. Овчинников. Конструктивная схема блока инерциальных чувствительных элементов для бортового гравиградиентометра	32
--	----

А. И. Липатов, И. Д. Морозов, М. С. Горбалысов. Использование усиливающих пьезоактюаторов для построения шаговых пьезодвигателей	34
--	----

А. В. Фролов, П. А. Шаповалов, С. В. Смирнов. Исследование влияния тепловых нагрузок на деформацию несущей системы инерциального измерительного блока БИНС высокоманевренного БПЛА	5
--	---

БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ПСР

М. С. Уваров, А. В. Павлинов, Н. Н. Мазуров. Снижение себестоимости комплектующих изделий для ТВС заказа ВВЭР-1000 – результат применения методов ПСР	36
---	----

Л. В. Бердникова. Роль визуализации как инструмента бережливого производства	38
--	----

ЮБИЛЕЙ

Государственный человек. К 80-летию Почетного научного руководителя РФЯЦ-ВНИИЭФ академика РАН Р. И. Ильяева	40
---	----

Умение брать на себя ответственность. К 60-летию А. Ю. Седакова, директора филиала РФЯЦ-ВНИИЭФ – НИИИС им. Ю. Е. Седакова	46
---	----

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	56
----------------------	----

Редакционный совет журнала
«Атомный проект»

РУКОВОДИТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

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

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

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

Седаков А. Ю. – директор ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю. Е. Седакова», д. т. н.

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

Титов Б. М. – директор Нижегородского института экономического развития (НИЭР), к. э. н.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

От «режима подвига» к поточному строительству

День работника атомной промышленности в этом году был отмечен одним из ключевых событий для атомной энергетики всей России – вводом в промышленную эксплуатацию энергоблока №4 Ростовской АЭС с реактором ВВЭР-1000.

Ростовская АЭС имеет особое значение для атомной отрасли страны.

Технический проект станции в составе четырех энергоблоков общей мощностью 4000 МВт был разработан еще Горьковским отделением института «Атомэнергопроект» (ныне – НИАЭП) и утвержден в 1979 году. Вся мощность АЭС предназначалась для покрытия потребности объединенной энергосистемы Северного Кавказа.

Строительные работы начались еще раньше, в 1977 году, и к августу 1990 года готовность первого энергоблока составила 95%, второго – 20%, была сооружена фундаментная плита третьего реакторного отделения до отметки 4.2 м, вырыт котлован для четвертого энергоблока. Однако, вмешалась большая политика – и по решению Советов министров СССР и РСФСР с 1 августа 1990 года строительство было приостановлено.

Работы возобновились только в 1998 году. Энергоблок №1 Ростовской АЭС установленной мощностью 1000 МВт (эл.) был пущен в эксплуатацию в 2001 году.

Спустя пять лет возобновились работы по строительству энергоблока №2. На «Ростове-2», по сути, восстанавливался атомный строительный комплекс страны, возрождалось атомное машиностроение.

В 2007 году генеральным подрядчиком строительства Ростовской АЭС стал НИАЭП.

В декабре 2010 года «Ростов-2» был введен в промышленную эксплуатацию. Присутствовавший на пуске энергоблока генеральный директор Росатома **Сергей Кириенко** тогда отметил: «Еще несколько лет назад были сомневающиеся в том, что российская атомная отрасль сможет вернуться к полноценному серийному строительству АЭС, что мы можем вовремя и качественно сдавать новые объекты. Тем не менее, это сделано!»

В июле 2015-го был выведен на полную мощность третий энергоблок Ростовской АЭС. Именно на этом энергоблоке впервые в постсоветской истории был восстановлен метод поточного строительства энергоблоков АЭС, обеспечивающий максимально эффективное

использование материальных и денежных ресурсов и соблюдение директивных сроков строительства.

А 1 февраля 2018 года Президент Российской Федерации **Владимир Путин** дал старт программе вывода на проектную мощность энергоблока №4. Принимая участие в видеоконференции по случаю запуска энергоблока, президент тогда отметил, что в 2017 году атомная энергетика дала рекордный показатель – 200 млрд кВт/ч электроэнергии. «Мы будем и дальше развивать эту отрасль – высокотехнологичную и эффективно функционирующую», – отметил глава государства.

«Конечно, очень важно, что наша компетенция признана во всем мире, мы продолжаем строительство не только внутри страны, но и за рубежом. В 12 странах мира возводим соответствующие объекты атомной энергетики, и будем продолжать эту работу дальше», – подчеркнул Владимир Путин.

В соответствии с Детальным планом-графиком реализации государственной программы Российской Федерации «Развитие атомного энергопромышленного комплекса» на 2018 год и плановый период 2019 и 2020 годов» срок ввода в эксплуатацию энергоблока №4



Последний блок-«тысячник» введен в промышленную эксплуатацию



Президент страны дает старт выводу 4-го энергоблока на проектную мощность

Ростовской АЭС был установлен 31 декабря 2018 года.

Но уже 28 сентября это торжественное событие состоялось. Отмечая важность произошедшего, генеральный директор Госкорпорации «Росатом» **Алексей Лихачёв** подчеркнул: «На сегодняшний день АЭС России выработали более 147,5 млрд кВт.ч электроэнергии, и существенный вклад в этот результат внесла работа новых энергоблоков – №4 Ростовской АЭС и №1 Ленинградской АЭС-2. Четвертый энергоблок Ростовской АЭС – это последний в Российской Федерации блок-«тысячник», но уже спроектированный с некоторыми элементами защиты, используемой в инновационных энергоблоках поколения «3+». При этом благодаря эффективному расходованию выделяемых ресурсов при его строительстве мы смогли сэкономить свыше полутора миллиардов рублей».

Глава Росатома отметил роль Волгодонска как своеобразного университета современных строителей: «Здесь восстанавливались строительные компетенции атомной отрасли. Мы перешли от «режима подвига» начала нулевых к планомерному конвейерному сооружению атомных энергоблоков. Здесь, на Ростовской

земле, был установлен целый ряд рекордов. Главный циркуляционный трубопровод был сварен за 96 дней при советском рекорде 150 суток. В 2–2,5 раза сократились сроки запуска блока от первого бетона до подключения к сети. И самое главное, мы действительно научились за 10 лет существования Росатома строить точно в срок и по установленной цене».

«Ростовская АЭС – первая в новейшей истории, где было возрождено так называемое «поточное строительство», обеспечивающее как соблюдение директивных сроков строительства, так и максимально эффективное использование материальных и денежных ресурсов. Именно благодаря этому сооружение энергоблока удалось осуществить не только с трехмесячным опережением, но и с высоким качеством», – отметил и генеральный директор Концерна «Росэнергоатом» **Андрей Петров**, подчеркнувший, что с вводом в эксплуатацию четвертого энергоблока Ростовская АЭС станет крупнейшим энергообъектом юга страны – более половины вырабатываемой здесь электроэнергии будет атомной. Каждая третья лампочка в регионе будет гореть от самой южной из российских атомных станций.

В свою очередь президент Группы компаний ASE **Валерий Лимаренко** отметил: «Для всех сотрудников дивизиона Ростовская АЭС – очень важный объект. Именно здесь, на площадке Ростовской АЭС, в начале 2000-х началось возрождение атомной отрасли России. Возводя второй, третий, четвертый её блоки, мы вновь наращивали мощности, внедряли новые технологии, воспитывали кадры. Ростовская АЭС – это яркий пример преемственности наших традиций, непрерывности развития наших технологий».

Ростовская АЭС – единственная атомная станция в современной России, которая за семь лет запустила на одной площадке три энергоблока, и на сегодняшний день она является одним из самых крупных предприятий энергетической отрасли Ростовской области и юга страны. Работающий энергоблок №4 будет приносить в бюджеты всех уровней дополнительно налогов порядка миллиарда рублей в год; в первый год после ввода в промышленную эксплуатацию дополнительные отчисления только за счет налога на имущество составят порядка 1,7 миллиарда рублей.

Фотоматериалы с сайта rosenergoatom.ru



Физпуск «Ростова-4. 6 декабря 2017 г.



Ростовская АЭС

Мирный атом для вечной мерзлоты

2 октября 2018 года была завершена загрузка ядерного топлива на единственном в мире атомном плавучем энергоблоке «Академик Ломоносов». Таким образом, пройден последний этап в рамках подготовки энергоблока к физическому пуску.

Как всем хорошо известно из школьной программы, Россия – самая большая по площади страна земного шара. При этом преимущественно территория нашей страны находится на северной и северо-восточной части материка, в так называемой зоне децентрализованного энергоснабжения. В силу географических, экономических или прочих причин там невозможно строить крупные электростанции. Доставка энергии туда затруднена и обходится очень дорого, а теплоснабжение обеспечивается неэкологичными и очень дорогими способами.

Одним из основных источников энергии и тепла для таких территорий в ближайшие десятилетия могут стать атомные станции малой и средней мощности, в том числе плавучие. Сама по себе идея «электричества с воды» не нова. К примеру, турецкие энергетики создают на базе списанных судов плавучие электростанции, работающие на дизельном топливе, газе или мазуте. Всего в мире существует около 80 «электрических судов» и 18 в процессе создания. Они обслуживают территории децентрализованного электроснабжения в Гане, Ливане, Индонезии. Но подобных разработок с атомным реактором в мире не существует.

Проектирование реакторных установок малой мощности, которые позволят эффективно решать проблемы обеспечения энергоснабжения удаленных районов с децентрализован-

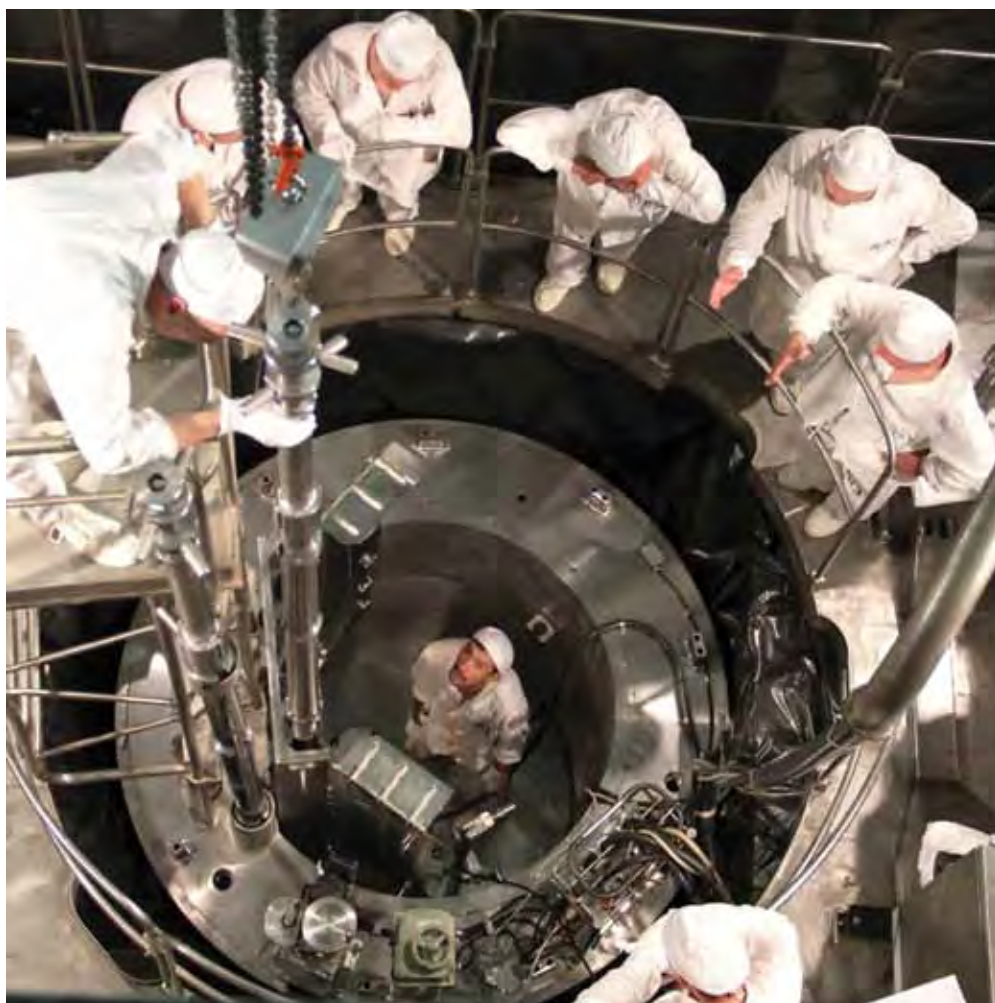
ным электроснабжением и дорогим топливом, с 1972 года ведет ОКБМ Африкантов.

Одним из примеров таких разработок является реактор для ПАТЭС – плавучей атомной теплоэлектростанции. ПАТЭС (генеральный проектировщик – ЗАО «Атомэнерго») — энергоисточник нового поколения, созданный на базе отечественных технологий атомного судостроения. Основной элемент станции — плавучий энергоблок (ПЭБ): несамоходное судно, на котором размещено энергетическое оборудование для генерации электрической и тепловой энергии. ПЭБ сооружается на судостроительном заводе и морем доставляется к месту размещения ПАТЭС. На месте же строятся только вспомогательные сооружения.

ПАТЭС разработана с большим запасом прочности, который превышает все возможные угрозы и делает ядерные реакторы не-



Плавучий энергоблок «Академик Ломоносов» в Мурманске



Загрузка топлива в ПЭБ

уязвимыми для цунами и других природных катастроф.

Входящие в состав станции ПЭБы предназначены для эксплуатации в труднодоступных районах Арктической зоны и способны выдерживать экстремальные условия окружающей среды. Кроме того, оборудование плавучего энергоблока отвечает всем требованиям по надежности и безопасности, в том числе рекомендациям по ядерной и радиационной безопасности Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ).

В России плавучий энергоблок востребован прежде всего в районах Крайнего Севера и Дальнего Востока, которые не охвачены единой энергетической системой и нуждаются в надежных и экономически приемлемых источниках энергии. ПЭБ может использоваться в составе водоопреснительного комплекса; в этом случае применяются либо технология обратного осмоса, либо многоступенчатые испарительные установки. Интерес к таким комплексам проявляют многие страны Африки, Азии и Европы, испытывающие острый дефицит пресной воды.

Плавучий энергетический блок «Академик Ломоносов» проекта 20870 ОКБМ Африкантов, предназначен для работы в составе плавучей атомной теплоэлектростанции, состоящей из гладкопалубного несамоходного судна длиной – 144 метра, шириной – 30 метров, водоизмещением – 21,5 тысячи тонн. «Академик Ломоносов» сооружен на Балтийском заводе и спущен на воду в Санкт-Петербурге.

В мае 2018 года он был отбуксирован в Мурманск: преодолел 4000 км по водам Балтийского, Северного, Норвежского и Баренцева морей. Ядерного топлива на борту не было, чтобы не беспокоить соседей – ПЭБ шел вдоль берегов Эстонии, Финляндии, Дании,

Швеции и Норвегии. А международных правил по транспортировке судов такого типа еще попросту не существует.

К настоящему времени специалисты закончили реализацию одной из главнейших задач – загрузку ядерного топлива в реакторы №1 и №2 ПЭБ. Следующим ключевым этапом станет их физический пуск в октябре-ноябре текущего года – после получения соответствующего разрешения Ростехнадзора. Далее предстоят комплексные швартовные испытания, проведение которых необходимо перед выведением реактора на проектную мощность.

В 2019 году ПЭБ будет отбуксирован в морской порт города Певека, где станет основной

частью ПАТЭС и обеспечит электроэнергией Чукотский автономный округ, заместив мощности устаревших Билибинской АЭС и угольной Чаунской ТЭС. Планируется, что к 2021 году ПАТЭС выйдет на полную мощность, заменив Билибинскую АЭС, которую к этому сроку выведут из эксплуатации. В настоящее время в Певеке ведутся строительные работы по созданию всей необходимой инфраструктуры на берегу, в том числе комплекса зданий, гидротехнических сооружений и береговой площадки, призванных обеспечить безопасную стоянку энергоблока и приемку с него энергомоста в месте, где будут проходить электрические связи и выдача энергии на берег.

«Академик Ломоносов» станет самой северной в мире атомной станцией, расположенной в зоне вечной мерзлоты. Ее мощности достаточно, чтобы обеспечить теплом, светом и пресной водой город с населением в 100 тысяч человек. Для сравнения: в Певеке всего 50 тысяч жителей.

ПАТЭС «Академик Ломоносов» — пилотный проект. Но уже идет работа над вторым поколением атомных станций малой и средней мощности. Оптимизированный плавучий энергоблок будет меньше и дешевле своего предшественника. Накопленный опыт ОКБМ Африкантов в части судовых реакторов позволяет создавать реакторные установки для плавучих атомных энергоблоков мощностью от 3,5 до 70 МВт. Оптимизированный плавучий энергоблок предполагается оснастить двумя реакторами типа РИТМ-200М мощностью 50 МВт каждый. Это самые современные и компактные на текущий момент судовые реакторные установки, которыми оснащаются ледоколы.

В целом возможный мировой запрос на плавучие электростанции эксперты оценивают на уровне 10 ГВт и более. И это — потенциальный рынок для Росатома.

«Академик Ломоносов» — уникальная разработка российских ученых, не имеющая аналогов в мире. Это первый референтный образец мобильных источников атомной энергии средней мощности, спрос на которые мы прогнозируем в ближайшие годы как весьма и весьма высокий. Большой интерес к такой компетенции демонстрируют все островные государства, где нельзя по определенным причинам создать мощную инфраструктуру передачи электроэнергии».

Алексей Лихачев, глава Росатома

Использованы фотоматериалы с сайта rosenergoatom.ru



Самый северный город России – Певек

Запланированная безопасность

К 30-летию создания Института проблем безопасного развития атомной энергетики

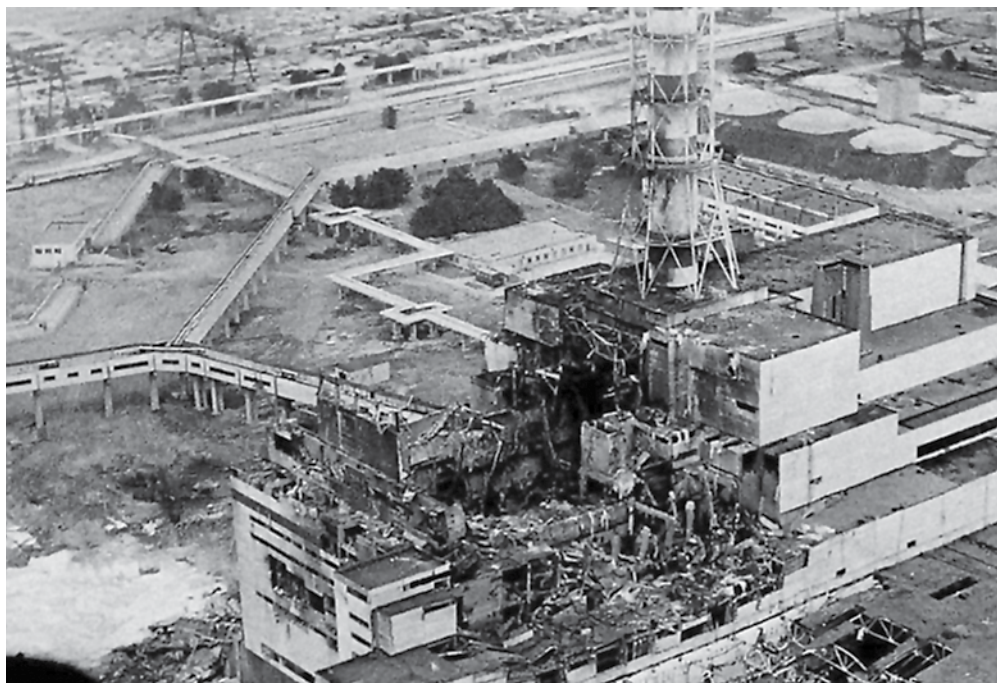
Переломным событием, во многом определившим дальнейшее развитие атомной отрасли, стала авария на Чернобыльской АЭС, произошедшая 26 апреля 1986 года. В ситуации, когда требовалось срочно обеспечить научно-техническую поддержку работ по ликвидации ее последствий, вице-президент АН СССР академик Е. П. Велихов создал независимую экспертно-аналитическую группу, в задачу которой входили физическое и численное моделирование процессов в аварийном энергоблоке, оценка и прогнозирование радиологической обстановки. Экспертная группа, ядро которой составили сотрудники Троицкого филиала Института атомной энергии имени И. В. Курчатова, – Л. А. Большов, А. М. Дыхне, Р. В. Арутюнян и др., – продемонстрировала высокую эффективность работы, сумев в короткий срок выполнить сложные расчеты и подготовить рекомендации по проведению важнейших противоаварийных мероприятий.

Авария на ЧАЭС со всей очевидностью доказала необходимость проведения целенаправленных фундаментальных и прикладных научных исследований по всему комплексу проблем, относящихся к обеспечению безопасности ядерных объектов, начиная с этапа проектирования



и вплоть до вывода объекта из эксплуатации, от моделирования и оптимизации технологических процессов в АЭС до организации системы аварийного реагирования и радиационной защиты населения и окружающей среды. Для руководства страны значимым уроком Чернобыля стало понимание того, что объективность этих исследований во многом определяется наличием независимого от профильных ведомств научно-технического потенциала.

Энтузиастом создания вневедомственного академического Института безопасности ядерных и химически опасных объектов стал академик В. А. Легасов. Во многом благодаря проявленному В. А. Легасовым инициативе и усилиям, идея создания такого института была подхвачена высшим руководством страны. В результате активной работы руководства АН СССР (Г. И. Марчук, Е. П. Велихов) распоряжением Совета Министров СССР от 3 ноября



Чернобыльская АЭС после взрыва. 1986 г.

тов.Большову Л.А.

Не для печати



Совет Министров СССР

РАСПОРЯЖЕНИЕ

от 3 ноября 1986 г. № 2188р
МОСКВА, КРЕМЛЬ

1. В целях усиления фундаментальных исследований по решению важнейших научных проблем безопасного развития атомной энергетики и разработки научных основ создания экономических, надежных и безопасных ядерных реакторов и атомных станций принять предложение Академии наук СССР и ГКНТ СССР, согласованное с Госпланом СССР, Госкомтрестом СССР и Министрэнергокомом, о создании в г. Москве Института проблем безопасного развития атомной энергетики Академии наук СССР.

2. Создать указанный институт осуществлять в пределах финансовых и материальных ресурсов, планов по труду, бюджетных ассигнований и других лимитов и нормативов, установленных Академией наук СССР на научно-исследовательские работы по г. Москве.

3. Считать главным заданием Института проблем безопасного развития атомной энергетики Академии наук СССР:

разработку совместно с научно-исследовательскими организациями заинтересованных министерств и ведомств научно обоснованной концепции безопасного развития атомной энергетики, научных основ создания экономических, надежных и безопасных ядерных реакторов и атомных станций, а также принципов размещения указанных станций;

комплексное исследование возможностей атомной энергетики по окружающей среде;

разработку математических методов вероятностного анализа безопасности и оценки риска в атомной энергетике;

разработку научных основ создания высокоэффективных методов локализации радиационно опасных аварий на объектах атомной энергетик, а также ликвидации последствий этих аварий;

разработку научных основ отбора, подготовки и повышения квалификации персонала для атомной энергетики.



Научный руководитель института академик Л. А. Большов

1988 г. №2198р был создан академический Институт проблем безопасного развития атомной энергетики (с 1991 г. – ИБРАЭ РАН), ядром которого стали участники чернобыльской экспертной группы во главе с Л. А. Большовым. Директором-организатором института был назначен Е.П. Велихов, а первым заместителем – Л. А. Большов, который возглавил институт в 1990 году.

ИБРАЭ РАН был создан для проведения фундаментальных исследований во всех областях, связанных с безопасностью атомной энергетики, чтобы затем передавать наработки отрасли. Более 20 лет институт участвовал в формировании государственных программ по преодолению последствий аварии на ЧАЭС.

Несколько лет специалисты института занимались совершенствованием зарубежных программных комплексов (системных кодов) для анализа безопасности АЭС и одновременно создавали свои.

Начиная с 1994 года в ИБРАЭ создаются отечественные программные коды для атомной энергетики.

В ИБРАЭ сформировался высокопрофессиональный научный коллектив, занимающий сегодня лидирующие позиции в мире по изучению проблем безопасности ядерных объектов. Специалисты института разрабатывают уникальные национальные системы ядерной и радиационной безопасности для МЧС, Росатома и других ведомств в России, а также работают над повышением безопасности ядерных объектов в США, Франции и других странах. Именно благодаря ИБРАЭ руководство России уже в первые часы событий на АЭС «Фукусима-1» точно знало о развитии и последствиях аварии на годы вперед.

При активном участии сотрудников ИБРАЭ создавалась Федеральная целевая программа «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года» (ФЦП ЯРБ). По результатам обработки и анализа полученной информации специалисты института вырабатывали рекомендации по решению возникающих проблем, создавали эффективные механизмы выполнения программы. Так, в содействии со специалистами ГК «Росатом» был создан проект закона об обращении с РАО, разграничивающий, в соответствии с передовой мировой практикой, ответственность государства и эксплуатирующих организаций в этой области.

Институт интенсивно занимается решением проблем «ядерного наследия». В содружестве с большим коллективом ученых отрасли в ИБРАЭ был разработан Стратегический мастер-план, предусматривающий комплексную программу мероприятий по обеспечению экологической безопасности северо-запада России, получивший признание и поддержку всего мирового сообщества. Официально введена в эксплуатацию информационная система управления этой программой, также созданная ИБРАЭ в сотрудничестве с зарубежными специалистами.

Ученые ИБРАЭ развивали научные основы аварийного реагирования и радиационного мониторинга в России. Принимали активное участие в создании автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО), помогали создавать Ситуационно-кризисный центр ГК «Росатом». Сегодня они продолжают разрабатывать сценарии противоаварийных учений, вносят в них новые научные элементы, вырабатывают рекомендации по защите окружающей среды. Кризисный центр ИБРАЭ, оказывающий научно-техническую поддержку лицам, принимающим решения, и силам реагирования, работает круглосуточно.

Ключевой вопрос обоснования безопасности захоронений или загрязненных объектов – скорость миграции радионуклидов через инженерные барьеры и геологические среды. В мире сегодня этому уделяется пристальное внимание. Так, в США запущена пятилетняя программа, реализация которой позволит выйти на качественно новый уровень понимания таких процессов. ИБРАЭ приглашен к участию в этом проекте со своими наработками.

В 2013 году ИБРАЭ, Дальневосточный федеральный университет и Росатом создали на базе университета научно-образовательный центр (НОЦ) ядерных технологий, радиационной и экологической безопасности, в рамках которого действуют несколько лабораторий, в том числе по моделированию распространения радиоактивных и загрязняющих веществ.

Важным событием стала совместная разработка ИБРАЭ и РНЦ «Курчатовский институт» технологической платформы «Комплексная безопасность промышленности и энергетики» (ТП «КБПиЭ»). Технологическая платфор-



Временно исполняющий обязанности директора д. ф.-м. н. Л. В. Матвеев

ма была поддержана руководством страны, что стало главным стимулом развития этой крайне актуальной и востребованной и государственными структурами, и бизнесом идеи. По прогнозам специалистов, при активной работе и реализации задач, заявленных в рамках формирования ТП, участники платформы могут занять к 2020 году 70% рынка в сфере интеллектуальной технической диагностики и неразрушающего контроля, при том, что его объем к тому моменту достигнет 2,4 триллиона рублей. ТП «КБПиЭ» является формой частно-государственного партнерства в инновационной сфере и направлена на создание условий для существенного повышения безопасности энергетики за счет быстрого внедрения в отрасли передовых, в том числе «прорывных», технологий управления рисками субъектов энергетики и энергопотребителей, с использованием малых и средних традиционных, атомных и возобновляемых источников энергии; мониторинга в реальном времени и оценки комплексной безопасности критически важных и социально значимых энергетических объектов.

Чтобы вести такие сложные разработки на мировом уровне, очень важно сотрудни-



чество между специалистами разных стран. Это дает возможность сравнения результатов, придает уверенность в своих силах, приводит к совместной деятельности.

ИБРАЭ связывают давние партнерские отношения с Институтом радиационной защиты и ядерной безопасности Франции. В частности, совместными усилиями создан код MFPR, описывающий выход продуктов деления из топлива – и сегодня он считается одним из лучших в мире.

Подписано российско-американское Соглашение по мирному использованию атомной энергии.

Для разработки кодов очень важна экспериментальная проверка. Многие модели становятся достоверными, только пройдя долгую цепочку независимой оценки и верификации. Крупные эксперименты стоят дорого, поэтому в мире развито сотрудничество по разделению труда, расходов и обмену данными разных экспериментов. Американские многомерные коды можно верифицировать на российских установках, отечественные коды – на американских.

Самый первый международный проект ИБРАЭ был связан с проведением экспертизы углубленного анализа безопасности первого энергоблока Курской АЭС в 2002-2004 гг.

В 2004-2007 гг. в рамках программы «Глобального партнерства» институт разрабатывал

стратегический мастер-план (СМП) по решению проблем «ядерного наследия» Северо-Запада России. В 2003–2015 гг. занимался разработкой сначала комплексного плана мероприятий по обеспечению решения экологических проблем ФГУП «ПО «Маяк, а позже – стратегического мастер-плана по окончательному решению проблем Теченского каскада водоемов. С середины 2000-х помогали готовить сначала ФЦП ЯРБ-1, затем ФЦП ЯРБ-2. К числу аналогичных по сложности задач следует отнести и работу по оценке последствий аварии на АЭС Фукусима-1 для Российской Федерации, а также разработку системы компьютерных кодов для анализа безопасности тепловых и быстрых реакторов.

ИБРАЭ РАН заложил научные основы стратегического планирования в ядерной и радиационной безопасности в России. Этот термин – стратегическое планирование – сегодня звучит очень часто, особенно после вступления в силу в 2014 году федерального закона «О стратегическом планировании в Российской Федерации». И это понятно, стратегическое планирование должно лежать в основе всех управленческих решений.

Отличительная особенность стратегического планирования в области ядерной и радиационной безопасности – наукоемкость. Из примата безопасности следует необходимость применения научных методов

оценки радиационных рисков для человека и окружающей среды. Мало просто оценить и ранжировать риски, сравнить разные технические решения по их снижению и выбрать те, которые соответствуют стратегическим интересам страны и целесообразны с экономической точки зрения. Часто камнем преткновения является отсутствие или научная необоснованность нормативно-правовой базы, особенно в сфере заключительных стадий жизни ядерно- и радиационно опасных объектов. Нужен комплексный научный подход, использующий все инструменты управления безопасностью: нормативно-правовое регулирование, организационно-технические мероприятия, специальные технические элементы обеспечения безопасности и надежности, прогнозирование влияния возможных, в том числе экстремальных, природных факторов и явлений на безопасность конкретного объекта. А в ИБРАЭ умеют это делать.

Сегодня ИБРАЭ – один из крупнейших в России центров фундаментальных и прикладных исследований в области проблем безопасности объектов атомной энергетики, обладающий высоким научно-техническим потенциалом. Результаты, достигнутые за 30 лет работы ИБРАЭ РАН, получили мировое признание и широко используются в атомной отрасли.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

Уважаемые коллеги!

В 2018 году Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук отмечает знаменательную дату – 30-летие со дня образования.

Инициаторами его создания были руководители Курчатовского института – академики Е. П. Велихов и В. А. Легасов. Научное ядро ИБРАЭ составили видные ученые – курчатовцы.

Ваше предприятие, обладающее высоким научно-техническим потенциалом, стало одним из крупнейших в России центров фундаментальных и прикладных исследований в области проблем безопасности объектов атомной энергетики.

Результаты научно-исследовательских работ ИБРАЭ РАН получили заслуженное признание и широко используются как в нашей стране, так и за рубежом. Под эгидой института создан ряд расчетных кодов для анализа запроектных аварий, обоснования водородной безопасности и эффективности систем удержания и локализации расплава, анализа эффективности систем пассивной безопасности АЭС.

Наши организации объединяет совместная работа по обеспечению безопасности действующих и создаваемых атомных станций, в частности, – успешно реализованные международные проекты «РАСПЛАВ» и «МАСКА».

Большое значение имели наши совместные исследования, разработки и конкретные работы по ликвидации «ядерного наследия» на севере и востоке страны, существенно повысившие экологическую безопасность.

Сегодня мы продолжаем плодотворное сотрудничество в одном из самых актуальных направлений – в сфере обеспечения ядерной и радиационной безопасности.

Дорогие коллеги, друзья, в этот знаменательный день от всей души желаем всему коллективу ИБРАЭ крепкого здоровья, благополучия, реализации новых замыслов и идей, успехов во всех начинаниях!

Директор НИЦ «Курчатовский институт»

Д. Ю. Минкин

Заместитель директора по атомной энергетике

Ю. М. Семченков

Международная сертификация степени компетенции предприятия по управлению проектами IMPA Delta

С. Ф. Лаптев,
эксперт АО «ИК «АСЭ»

Для того, чтобы эффективно реализовывать проекты и непрерывно осуществлять комплексную модернизацию компании, необходимо обладать системой управления проектами, адекватными подходами, методами и применяемыми инструментами. Существует несколько моделей оценки степени компетенции предприятия по управлению проектами; одна из них – международная сертификация по модели IMPA Delta.

Интересна история трансформации названия этой модели от INTERNET к IMPA за прошедшие полвека.

В 60-е годы прошлого века название «INTERNET» никак не было связано со своим современным понятием. Термин «INTERNET» был связан с сетевым методом управления (сетевые графики), преимущественно в строительстве.

На практике наибольшее применение в управлении и внедрении получил метод критического пути (Critical Path Method – CPM). Метод критического пути показывает способ управления масштабными проектами с международными заказчиками и исполнителями, неопределенными результатами, вызванными политическими и экономическими причинами, а также сложными взаимозависимостями от различных технических дисциплин.

В 1967 году состоялся первый конгресс INTERNET в Вене, посвященный сетевым методам.

В 1972 году прошел III конгресс INTERNET в Стокгольме, и он был посвящен сетевой технике планирования проекта.

В эти годы американские военные разрабатывали свою сеть исследовательских проектов, которую называли ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network).

Сеть, созданная учеными, – пусть даже на деньги военных – недолго просуществовала закрытой. ARPANET начали использовать учёные из разных областей науки – как средство коммуникации между собой (под контролем военных, конечно). К 1971 году была разработана первая программа для отправки электронной почты по сети; программа сразу стала очень популярной.

А в 1973 году через трансатлантический телефонный кабель к сети были подключены первые иностранные организации из Великобритании и Норвегии, и сеть стала международной.

С 1971 по 1983 год сеть в основном использовалась для пересылки электронной почты, тогда же появились первые списки почтовой рассылки, новостные группы и доски объявлений, стали бурно развиваться протоколы передачи данных, которые были стандартизированы в 1982-83 годах. Именно в 1983 году за сеть ARPANET закрепился термин «Интернет».



Почти десять лет термин «INTERNET» использовали и активно развивающиеся IT-специалисты по всему миру, и менеджеры проектов.

Таким образом, под названием INTERNET нынешняя IMPA существовала с 1967 по 1994 год. С 1994 года организация именуется как International Project Management Association – IPMA.

АО ИК «АСЭ» ПРИСУЖДЕН IV КЛАСС КОМПЕТЕНТНОСТИ ПО МОДЕЛИ IPMA DELTA®

В мае, в рамках форума «Атомэкспо-2018», состоялась церемония торжественного вручения АО ИК «АСЭ» (Инжиниринговый дивизион ГК «Росатом») сертификата Международной ассоциации управления проектами (IPMA) соответствия IV классу компетентности в области управления проектами, программами, портфелями по модели IPMA Delta®.

Сертификат президенту АО ИК АСЭ Валерию Лимаренко вручил Райнхард Вагнер, председатель совета делегатов IPMA, при участии Александра Товба, президента ассоциации «СОВНЕТ», Алексея Полковникова, председателя правления «СОВНЕТ» и Андрея Васильчука, руководителя сертификационного центра «СОВНЕТ-СЕРТ».

Группа компаний «ASE» создана в рамках формирования инжинирингового дивизиона ГК «Росатом» путем объединения ведущих компаний отрасли: АО ИК «АСЭ», АО «Атомстройэкспорт», АО «Атомэнергопроект» и АО «Атомпроект».

Группа компаний «ASE» является одним из лидеров мирового атомного инжинирингового бизнеса, занимая 31% глобального рынка сооружения АЭС. Представительства, филиалы и операционные офисы действуют на территории 15 стран. Почти 80% портфеля заказов приходится на проекты за рубежом.

Компания реализует проекты по проектированию и сооружению АЭС большой мощности, объектов по обращению с РАО и ОЯТ, объектов теплоэнергетики, а также оказывает полный спектр услуг EPC, EPC(M) и PMC услуг для любых сложных инженерных объектов.

Группа компаний «ASE» является разработчиком и активно внедряет инновационную систему управления проектами по сооружению сложных инженерных объектов – Multi-D, позволяющую более эффективно управлять такими параметрами, как бюджет, сроки, качество.

Вручая сертификат, Райнхард Вагнер отметил, что АО ИК «АСЭ» – первая из российских компаний, подтвердившая соответствие IV классу компетентности. «Два года назад, вручая сертификат III класса компетентности по модели IPMA-Delta, ассессоры отмечали, что это один из лучших результатов в мировой Delta-сертификации. Уже тогда ИК «АСЭ» была очень близка к 4-му классу компетентности, который подтвердила сегодня, – подчеркнул Райнхард Вагнер. – Лидерство в области управления проектами в значительной степени укрепляет конкурентные преимущества инжинирингового дивизиона Росатома, прежде всего в таких важных трендах, как управление изменениями и цифровизация».

– Очень приятно, что наша компания первой из российских предприятий получила сертификат соответствия IV классу компетентности в области управления проектами от такой уважаемой международной ассоциации как IPMA – отметил Валерий Лимаренко, президент АО ИК «АСЭ». – Независимая оценка компетентности позволяет компании получить объективную картину управления проектами, понять сильные стороны и увидеть области для улучшения. Сегодня мы получили высокую оценку своей многолетней работы как проектно-ориентированной компании.



Опыт сотрудничества АО «Научно-исследовательский инженерный институт» и АО «ФНПЦ «ПО «Старт» им. М. В. Проценко»



В этом году Производственно объединение «Старт» отметило замечательный юбилей – 60-летие со дня своего основания. С первых дней образования коллектив АО «ФНПЦ «ПО «Старт» им. М. В. Проценко» стоял у истоков создания ядерного щита нашего государства, и работа по укреплению оборонного могущества страны продолжается в настоящее время при проектировании и производстве высокоточного оружия.

Ваш высокопрофессиональный коллектив прошёл большой путь становления и развития, постоянно совершенствуясь и повышая качество выполнения поставленных перед ним задач, осуществляя разработки и внедрение наукоёмких проектов с применением высоких технологий.

В сложнейших условиях экономического развития страны на рубеже XXI века АО «ФНПЦ «ПО «Старт» им. М. В. Проценко» смогло не только сохранить свой потенциал, но и обеспечить рост объема научно-технической продукции, совершенствование лабораторно-испытательной базы, расширение научного и производственного заделов. Опираясь на накопленный научный, технико-экономический, кадровый и производственный потенциал, используя современные научно-технические достижения, вы сегодня создаёте новую технику и производите продукцию, необходимые как Вооружённым Силам страны, так и её населению, гражданским отраслям промышленности и социальной сфере.

Ваша деятельность отмечена высокими достижениями, воплощенными в сотни образцов техники, получивших высокую оценку со стороны заказчиков и специалистов.

В настоящее время ваше Объединение – крупный научно-производственный центр, обладающий уникальными технологиями в области высокоточной механообработки, электромеханики, микроэлектроники, с мощной испытательной базой.

АО «НИИИ» и АО «ФНПЦ «ПО «Старт» им. М. В. Проценко» давно сотрудничают по разработке и освоению новых образцов военной техники. Об одной из недавно закончившихся работ рассказано на страницах этого сборника.

Дорогие друзья! Искренне желаю сотрудникам и ветеранам АО «ФНПЦ «ПО «Старт» им. М. В. Проценко» здоровья и больших творческих успехов, покорения новых вершин науки и техники на благо нашей Родины!

**Генеральный директор АО «НИИИ»,
член-корреспондент РАН,
доктор технических наук И. М. Смирнов**

Модернизация гидроакустического преобразователя для системы подводной связи и телеметрии

**А. А. Селищев, И. А. Грицишин,
М. А. Ливанская**
**АО «Научно-исследовательский
инженерный институт»**

В ряде систем подводного применения для обнаружения и сопровождения целей, обмена сигналами по каналам связи и телеметрии используются гидроакустические преобразователи. Они выполняют функции излучения и приёма ультразвуковых колебаний в водной среде. Широкое распространение получили простые одноканальные устройства на основе составных стержневых и цилиндрических пьезокерамических преобразователей.

Научные материалы по вопросам проектирования и применения ультразвуковых преобразователей представлены в докладах А. А. Селищева, опубликованных в сборниках «Труды всероссийской научно-технической конференции «Научное и техническое обеспечение исследований и освоения шельфа Северного Ледовитого океана». – Новосибирск. – 2010. – с. 97-100, а также 2012. – с. 295-298.

В 2013 году перед АО «НИИИ» была поставлена задача возобновить производство неконтактного датчика цели для минно-торпедного оружия (МТО), в состав которого входил преобразователь ХФЗ.837.018 цилиндрического типа из пьезокерамических колец, изготавливаемых в собственном производстве АО «НИИИ».

Выбор в качестве соисполнителя АО «ФНПЦ «ПО «Старт» им. М. В. Проценко» был продиктован не только имеющимся на предприятии опытом изготовления наукоемких технических систем, но, преимущественно, наличием коллектива грамотных специалистов, которые были готовы в короткие сроки актуализировать радиотехнические блоки обработки гидроакустических сигналов. Кроме того, в АО «ФНПЦ «ПО «Старт» им. М. В. Проценко» имелась техническая возможность и оборудование для реализации специальных измерений импульсных сигналов. При этом необходимо было решить вопрос адаптации этого оборудования для проведения измерений именно в водной среде. Ранее в АО «НИИИ» для этих измерений использовались нестандартизованные приборы, разработанные в ходе выполнения ОКР гидроакустического направления в 1980-х годах.

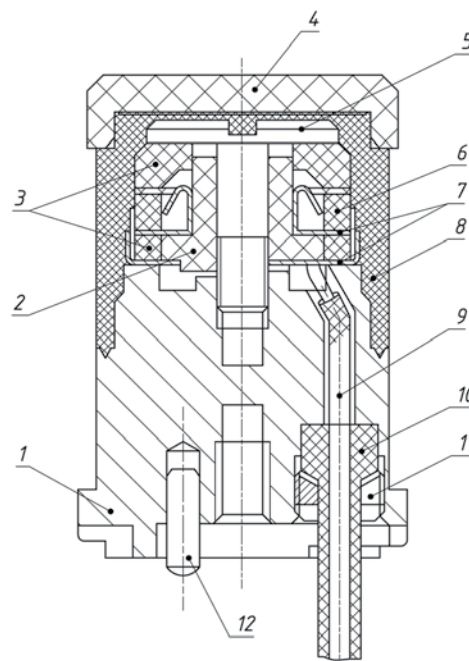


Рис. 1. Конструктивная схема преобразователя

Для обеспечения возможности проводить измерения в воде АО «НИИИ» в качестве технической помощи поставило в АО «ФНПЦ «ПО «Старт» им. М. В. Проценко» гидроакустические бассейны, оснащенные координатными устройствами для позиционирования изделий на глубине, а также передало соответствующую техническую и технологическую документацию. Специалисты АО «НИИИ» активно проводили работу по сопровождению освоения производства новой продукции в АО «ФНПЦ «ПО «Старт» им. М. В. Проценко».

Конструктивная схема преобразователя, представленная на рисунке, при модернизации не изменялась.

Конструкция преобразователя включает: активный пьезокерамический элемент 6 в виде кольца, расположенный между звукоизолирующими прокладками 3; лепестки 7, на которые подается напряжение в режиме излучения и снимается напряжение в режиме приёма; электроизолирующую втулку 2. Все детали стянуты и закреплены армирующим винтом 5 между его головкой и основанием 1. Герметизация внутреннего объёма осуществляется звукопрозрачным обтекателем 8. Электрическое напряжение на лепестки 7 и пьезоэлемент 6 подается по кабелю 9, который имеет узел уплотнения 10 с накладной гайкой 11. Кроме того, имеется штифт 12 и акустический экран 4.

При реализации преобразователя возникла проблема подбора материала для изготовления герметизирующего обтекателя – как оказалось, используемая ранее для этой цели эпоксидная композиция УП-592-10 была разработана и производилась на Украине. Поэтому было принято решение о замене материала УП-592-10 на материалы-аналоги, выпускаемые в России по отечественной документации. Таким полимером оказался эластомер полиуретановый СПБ-ХП-80 технические условия ТУ 2224-001-20507988-2014 (далее – полиуретан), который в последнее время широко применяется на смежных предприятиях.

Единственным существенным недостатком полиуретана СПБ-ХП-80 в плане применения в составе пьезокерамических преобразователей МТО является его слабая адгезия к керамике и металлам. Проблемным вопросом для реализации преобразователя оказался подбор отечественного материала подслоя вместо известного импортного материала «силбонд» 49SFC. После многократных проб остановились на полиуретановом клее ПУ-2. Проведённые сравнительные испытания по прочности сцепления полиуретана с посеребрённой поверхностью керамики и металлами дали лучшие результаты с подслоем из клея ПУ-2, чем из силбонда.

В производстве предприятия «ПО «Старт» им. М.В. Проценко» в 2014-2015 гг. была изготовлена установочная партия модифицированных преобразователей ХФЗ.837.018, подготовлены и настроены функциональные блоки установки К-40, предназначенные для контроля электроакустических характеристик. Совместными усилиями сотрудников АО «ФНПЦ «ПО «Старт» им. М.В. Проценко» и АО «НИИИ» отработывались технологические процессы сборки и настройки изделий.

После проведения в 2016 году квалификационных испытаний с положительным результатом преобразователь ХФЗ.837.018 был включён в номенклатуру основного производства.

Авторы считают своим приятным долгом поблагодарить сотрудников АО «ФНПЦ «ПО «Старт» им. М.В. Проценко»: Ю. Н. Гусарова, Р. А. Литвинова, А. П. Капустина, В. А. Щепило, М. С. Горболовса, А. С. Коровина, М. Н. Кузнецову, Е. В. Малинину, М. В. Кондрашову – за помощь в отработке изменений технической документации и параметров преобразователя ХФЗ.837.018; Д. А. Урядова, В. В. Скотникова, С. В. Чернова – за разработку и внедрение аппаратуры контроля.

Исследования процессов смешения теплоносителя в ядерных реакторах нового поколения

С. М. Дмитриев, А. А. Баринев, А. А. Добров, Д. В. Доронков, А. Н. Пронин, А. В. Рязанов, Д. Н. Солнцев, А. Е. Хробостов
Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

При эксплуатации реакторных установок имеют место процессы смешения потоков теплоносителя с разными физическими свойствами. Локальные отклонения параметров от нормальных могут приводить к реактивным, теплотехническим нарушениям нормальной эксплуатации. Процессы, протекающие при отклонении параметров теплоносителя от допустимых значений, нуждаются в описании при помощи CFD-кодов, которые должны проходить процедуру верификации на основе представительных экспериментальных данных.

Активно разрабатываемые в настоящее время в России и за рубежом программные продукты, позволяющие описывать данные процессы, нуждаются в верификации. Ввиду высокой стоимости и сложности проведения натурных экспериментов, большинство явлений, происходящих в оборудовании реакторных установок, могут быть изучены на моделях, работающих на воде, при давлениях, близких атмосферному.

Прикладные исследования процессов смешения, пригодные для верификации, обуславливают применение в экспериментах современных и достоверных методов детектирования. К их числу относится кондуктометрический метод с использованием пространственного датчика. В зарубежных исследованиях измерительные системы с кондуктометрическими датчиками находят широкое применение в исследовании процессов массообмена, благодаря высокой точности, наглядности и информативности полученных результатов. Однако зарубежные исследования не осветили часть вопросов, среди которых: числа Рейнольдса далеки от значений характерных для водо-водяных реакторных установок; не решена проблема масштабирования результатов CFD-расчётов; не выработаны критерии определения минимально необходимой размерности сеток; не установлен порядок влияния отдельных физических характеристик на процессы смешения. Необходимость более детального изучения процессов гидродинамики в условиях реакторной геометрии и ранее проведенные исследования свидетельствуют об актуальности использования матричного кондуктометрического метода измерения при изучении тепломассопереноса [1, 2].

В настоящее время для экспериментальных исследований и верификации программных средств на кафедре «Атомные и тепловые станции» в НГТУ им. Р. Е. Алексеева введен в эксплуатацию крупномасштабный «Стенд исследования смешения потоков» [3].

Экспериментальный стенд ФТ-40, упрощенная схема которого приведена на рисунке 1, представляет собой двухконтурную установку. Оборудование стенда позволяет создать как ламинарные режимы, так и турбулентные течения при различной температуре, расходах и концентрации примесей в потоке теплоносителя. Параметры, при которых может осуществляться моделирование, приведены в таблице 1. Общая схема стенда предполагает организацию трех видов экспериментальных режимов:

- изотермического смешения в разомкнутом контуре циркуляции (для исследований с использованием потоков с различной концентрацией примесей);
- неизотермического смешения в замкнутом контуре (для исследований с использованием разнотемпературных потоков);
- неизотермического смешения в разомкнутом контуре циркуляции (для исследований с использованием разнотемпературных потоков).

В наиболее «сложном» режиме (неизотермического смешения в замкнутом контуре)

циркуляция теплоносителя происходит следующим образом: напором, создаваемым циркуляционным насосом контура смешения, теплоноситель направляется в напорный коллектор, после которого разделяется на две части. Одна часть направляется в раздающий коллектор электронагревательной установки, где распределяется между четырьмя параллельно подключенными электронагревательными установками, где теплоноситель подогревается, снимая тепло с нагревательных элементов. На выходе из нагревателей «горячие» потоки теплоносителя направляются в сливной коллектор, где объединяются. Далее поток поступает в трубопровод, откуда направляется в «горячий коллектор» системы подачи теплоносителя в модель. Другая часть теплоносителя под действием напора насоса по трубопроводу направляется в змеевиковый теплообменник системы охлаждения, где передает тепло теплоносителю.

«Холодный» теплоноситель поступает в трубопровод, и далее в «холодный коллектор» системы подачи теплоносителя в модель. После смешения потоков в модели теплоноситель отводится в «сливной коллектор» системы, откуда по трубопроводу подается вновь на всас насоса. Система замкнутого контура оснащена всеми необходимыми вспомогательными системами, включая системы компенсации объема, воздухоудаления, дренажа и пр.

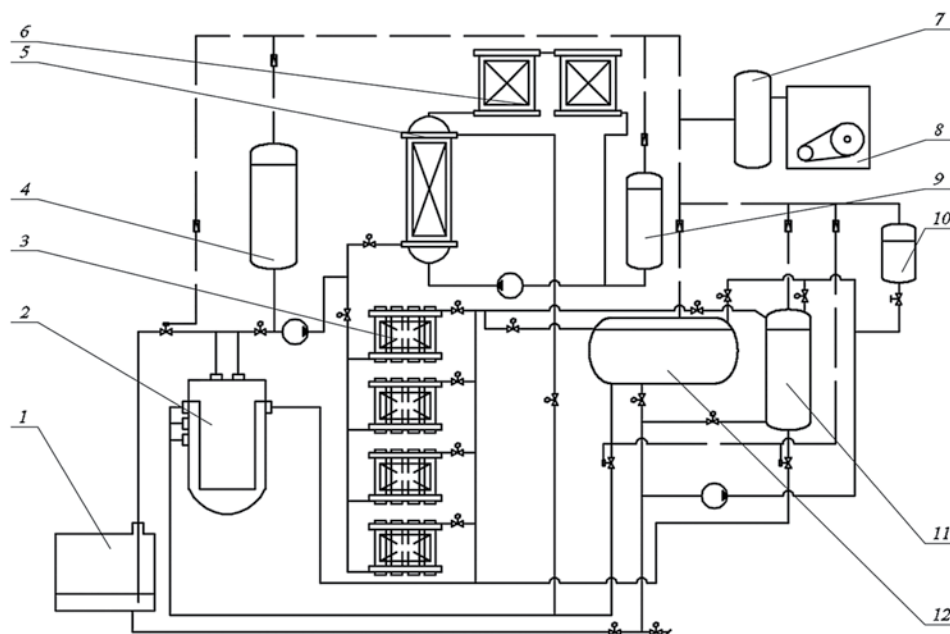


Рис. 1. Упрощенная схема ФТ-40

1 – бак дренажный; 2 – экспериментальная модель; 3 – электронагреватели; 4 – компенсатор давления первого контура; 5 – теплообменник первого-второго контура; 6 – аппарат воздушно-го охлаждения; 7 – ресивер; 8 – компрессор; 9 – компенсатор давления второго контура; 10 – бак концентрата соли; 11 – первый гидроаккумулятор; 12 – второй гидроаккумулятор

Измерительная система стенда состоит из технологической части, необходимой для контроля режимных параметров работы установки, а также исследовательской части, при помощи которой выполняются замеры физических характеристик в области турбулентного смешения потоков, разработанной совместно с Институтом теплофизики им. С. С. Кутателадзе Сибирского отделения РАН. Параметры измерительной системы стенда представлены в таблице 2 [4].

Исследовательская часть представлена кондуктометрическими датчиками сетчатой и стержневой структуры. Сетчатый датчик устанавливается на входе и выходе из области, имитирующей каналы активной зоны (измерительные области по центрам каналов-имитаторов), и представляет собой набор струн, расположенных в двух скрещивающихся плоскостях, повернутых друг относительно друга на 60°. Таким образом, любые две струны соседних слоёв представляют собой скрещивающиеся отрезки. Область, расположенная между струнами датчика в месте их видимого пересечения, образует кондуктометрическую ячейку. Совокупность кондуктометрических ячеек между электродами образует измерительную область сетчатого датчика. Стержневые датчики установлены на всем протяжении опускной камеры реактора (в трех плоскостях с азимутом 20° между соседними датчиками). Каждый датчик имеет по три пары электродов, между которыми образуется кондуктометрическая ячейка. Характеристики измерительной системы дают возможность работать с потоками в широком диапазоне проводимостей рабочих сред, а также получать частотно-энергетические характеристики флуктуаций значений локальной концентрации для последующего восстановления спектра турбулентных пульсаций в потоке. На рисунке 2 представлены датчики, а также их место размещения в экспериментальной модели [5].

В ходе экспериментальных исследований проводилась калибровка измерительной системы, в результате которой для каждой кондуктометрической ячейки устанавливается зависимость напряжения от величины проводимости среды. В общем случае на эту зависимость оказывают влияние: степень натяжения струн датчика, непосредственно величина кондуктометрической ячейки, загрязнение проводников.

После установления этих зависимостей проводилась серия экспериментов. Матрица режимов приведена в таблице 3. Движение теплоносителя организовывалось следующим образом: теплоноситель, предварительно закаченный в гидроаккумуляторы 1 и 2, под действием системы воздуха высокого давления, поступает в блок задвижек, где теплоноситель, выдавленный из гидроаккумулятора 2, дополнительно разделяется на 3 потока. В итоге 4 (4 «пресных» и 1 «солёный») поступают в экспериментальную модель (схема движения теплоносителя внутри экспериментальной модели приведена на рисунке 3). Во время движения теплоносителя по опускной камере он проходит через три ряда стержневых датчиков. При помощи этих датчиков имеется возможность зафиксировать закрутку теплоносителя. После опускной камеры теплоноситель приходит в нижнюю камеру смешения, где происходят процессы турбулентного смешения. В этой камере расположен нижний сетчатый датчик, который позволяет зафиксировать распределение теплофизических свойств потока в процессе смешения. После камеры смешения, поток разделяется и проходит через 19 кана-

Таблица 1. Основные параметры экспериментального стенда

Параметр	Значение
Число имитирующих петель циркуляции теплоносителя	6
Мощность нагревательных установок (суммарная), кВт	800
Мощность контура охлаждения (максимальная), кВт	960
Расход через экспериментальную модель, м³/ч	До 200
Температура смешиваемых потоков, °С	15-200
Диаметры исследуемых моделей по внешней обечайке, мм	400-1500
Давление в контуре смешения потоков, кгс/см²	До 20
Удельная электрическая проводимость теплоносителя, мкСм/см	До 4000

Таблица 2. Параметры измерительной системы

Параметр	Значение
Технологическая часть измерительной системы (КИП и А, АСУ ТП)	
Число датчиков контроля температуры сред	29
Число датчиков контроля давления	23
Число датчиков контроля расхода	14
Число уровнемеров	5
Число датчиков контроля солесодержания	12
Число управляемых элементов арматуры	70
Исследовательская часть системы	
Число датчиков контроля солесодержания сред:	
- в опускной камере реактора	54 (3 плоскости по 18 датчиков)
- на входе и выходе из активной зоны	2
- частота независимого опроса датчиков	100 Гц
- диапазон проводимости рабочей среды	10-4000 мкСм/см



Рис. 2. Исследовательская часть измерительной системы

Таблица 3. Экспериментальные режимы

Параметр	Название экспериментального режима		
	10/20	20/20	20/56
Номинальный (режимный) расход через экспериментальную модель, м³/ч	18,9 (19,0)	37,8 (37,7)	18,9 (19,1)
Температура потока теплоносителя, °C	20 (22)	20 (20)	56 (61)
Избыточное давление в гидроаккумуляторе 1 (2), кг/см²	2,5 (2,3)	2,5 (2,2)	2,5 (2,1)
Уровень концентрации в гидроаккумуляторе 1 (2) мг/л	444 (798)	599 (1286)	433 (752)

лов-имитаторов активной зоны модели реактора. На выходе из каналов верхний сетчатый датчик позволяет фиксировать величину выравнивания концентрации за время прохождения теплоносителем каналов активной зоны.

После обработки экспериментальных данных были получены картины смещения потоков, распределение введенного трассера по опускной камере, а также установлены величины: средние значения концентрации в измерительных ячейках датчиков, максимальное и минимальное значения среди них, разность максимального и минимального значений (характеризующая интегральную неравномерность поля), максимальное мгновенное зарегистрированное значение солёности для каждого режима. Стоит отметить, что абсолютно во всех режимах была обнаружена закрутка потока теплоносителя, о чём говорят показания стержневых датчиков, а также обнаружение «пятна» контрастного теплоносителя в области противоположной ввода трассера на нижней сетке кондуктометрического датчика.

В качестве примера на рисунке 4 для режима 20/20 приведены картины смещения по сетчатым датчикам и величины концентрации по щелевым датчикам. В результате режима было установлено:

- максимальная осредненная концентрация – 37%;
- минимальное значение осредненной концентрации – 8%;
- интегральная неравномерность – 28%;
- максимальное мгновенное значение концентрации – 52%.

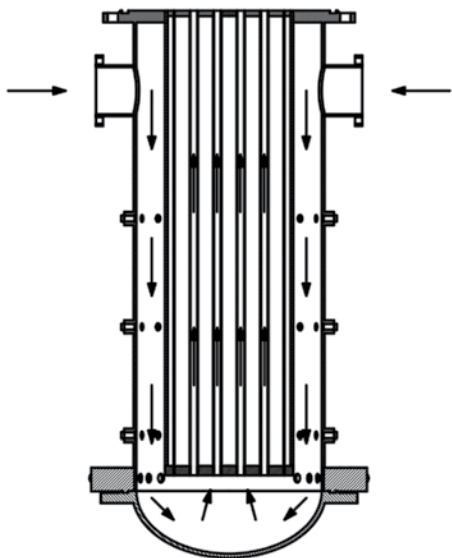


Рис. 3. Схема движения теплоносителя внутри экспериментальной модели

Экспериментальные исследования процессов турбулентного смешения в водо-водяном реакторе, проведённые в диапазоне чисел Рейнольдса (10-30).103, позволили выявить закономерности течения потоков с различными режимными параметрами. В каждом экспериментальном режиме наблюдается закрутка потока на опускном участке на угол порядка 180°. Таким образом пятно трассера на выходе из каналов имитаторов активной

зоны наблюдается в области, противоположной области ввода.

Таким образом, применение пространственной кондуктометрии в качестве метода исследования и визуализации турбулентных вихрей, является надёжным и весьма точным инструментом для верификации вихреразрешающих моделей CFD-программ. Полученные данные используются в качестве базы экспериментальных данных для верификации отечественных трёхмерных CFD-программ, а также адаптации их к расчётам турбулентного перемешивания неизотермических потоков в напорных камерах перспективных ядерных энергетических установок.

Список литературы

1. Дмитриев С.М., Зверев Д.Л., Бых О.А., Панов Ю.К., Сорокин Н.М., Фарафонов В.А. Основное оборудование АЭС с корпусными реакторами на тепловых нейтронах: учебник. М.: Машиностроение, 2013. 415 с.

2. М.А. Большухин, А.В. Будников, В.И. Фомичев, Д.Н. Свешников, Р.И. Романов. Актуальные вопросы развития экспериментальной базы данных для верификации CFD-программ при их использовании в атомной энергетике. Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, 2013, №2. с. 117-125.

3. Дмитриев С. М., Хробостов А. Е., Баринов А. А., Иванов С. Б., Веселков А. С. Опыт проектирования крупномасштабного верификационного стенда по исследованию смешения неизотермических потоков в корпусе водо-водяного реактора. 21-я Нижегородская сессия молодых ученых, 2016. с. 110-112.

4. А.А. Баринов, А.В. Варенцов, В.Г. Главный, С.М. Дмитриев, М.А. Легчанов, А.В. Рязанов, А.Е. Хробостов. Внедрение метода пространственной кондуктометрии для экспериментального изучения процессов смешения внутриреакторных потоков современных ЯЭУ. Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, 2017, №2. с. 35-41.

5. Баринов А.А., Дмитриев С.М., Хробостов А.Е., Главный В.Г. Особенности применения пространственных кондуктометрических датчиков при моделировании смешения потоков теплоносителя в элементах оборудования ядерных энергетических установок. Приборы и методы измерений, 2016, т. 7, №3. с. 247-255

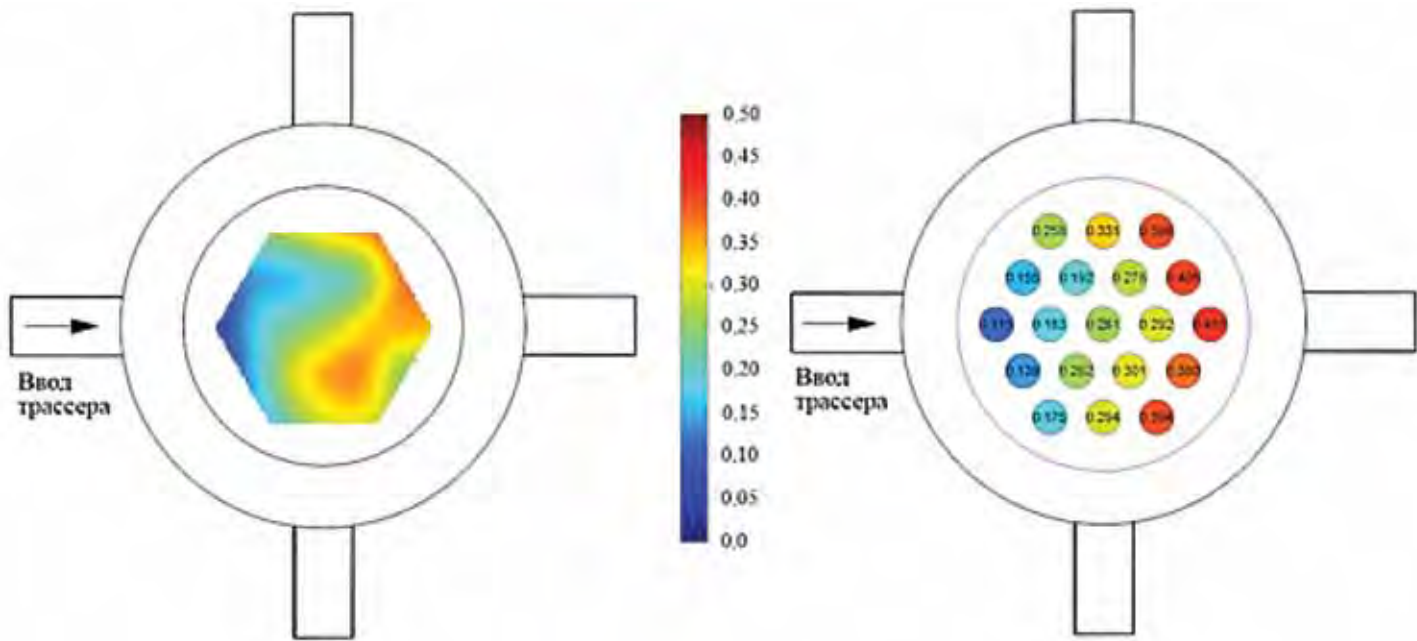


Рис. 4. Картины смешения потоков по нижнему (слева) и верхнему (справа) сетчатым датчикам

Опыт ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России по продлению трудового долголетия работающих в атомной промышленности



Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А. И. Бурназяна» (ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России)

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А. И. Бурназяна» (ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России) создано постановлением Правительства Российской Федерации от 17 декабря 2007 года №894.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 г. № 392 ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России присвоен статус государственного научного центра Российской Федерации.

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России является ведущим научно-исследовательским учреждением России, решающим актуальные проблемы в области радиобиологии, радиационной медицины, экологии, гигиены; защиты от ионизирующих и неионизирующих излучений; обеспечения радиационной и химической безопасности при использовании технологий специального назначения; оказания специализированной лечебно-профилактической и дозиметрической помощи в случае радиационной аварии, террористических актов с применением радиоактивных веществ; разработки диагностических и лечебных радиофармпрепаратов.

Специалисты ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России в составе сводных бригад Федерального медико-биологического агентства регулярно принимают участие в ликвидации медицинских последствий чрезвычайных ситуаций террористической направленности.

В ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России впервые в Российской Федерации создан Центр медико-биологической ядерной криминалистики. Специалистами Центра было проведено более 1000 тестовых, исследовательских и контрольных измерений,



Генеральный директор ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России А. С. Самойлов

совет по установлению причинной связи заболеваний, инвалидности и смерти граждан, подвергшихся воздействию радиационных факторов, осуществляющий научно-методическое руководство и арбитражную функцию в Российской Федерации.

Опытно-экспериментальная база ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России включает уникальный лабораторный комплекс для проведения работ с радиоактивными веществами в открытом виде, отдельное сооружение для определения содержания радиоактивных веществ в организме (СИЧ), не имеющий аналогов в России циклотрон, позволяющий синтезировать практически все медицинские радиоизотопы.

Уникальная специализированная клиника обеспечена современным оборудованием, которое включает установки для радиотерапии онкологических заболеваний, ускоритель «Кибернож», уникальную роботизированную систему лабораторной диагностики, ПЭТ, КТ, МРТ и др.

В практической деятельности ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России активно применяются новые биомедицинские технологии. Проводится организация работ в сфере генной терапии онкологических заболеваний системы крови, по созданию экспертной

а также медицинских экспертиз, что позволило исключить поражение полонием-210 как причину смерти бывшего лидера Палестины.

В структуре ФГБУ ГНЦ ФМБЦ имени А. И. Бурназяна ФМБА России работает Федеральный межведомственный экспертный

системы поддержки принятия решений о назначении таргетной терапии онкологических заболеваний.

В целях совершенствования медико-санитарного и медико-биологического обеспечения спортсменов сборных команд Российской Федерации в структуре ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России был создан Центр спортивной медицины и реабилитации. Научными подразделениями Центра осуществляется разработка и внедрение способов оценки и повышения уровня физической и психологической готовности спортсмена. Также специалисты Центра спортивной медицины и реабилитации регулярно участвуют в медицинском сопровождении внутрироссийских и международных соревнований: Олимпиады в Ванкувере, Лондоне и Сочи, Универсиады в Шэньчжэнь и Казани, Сурдоолимпийские игры в Ханты-Мансийске и т. д.

Специалисты Центра являются лауреатами премий Правительства Российской Федерации в области науки и техники (2012 г., 2014 г.) и премии Правительства Российской Федерации в области образования (2013 г.).

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России активно осуществляет подготовку специалистов высшей квалификации для научных и лечебных учреждений. В структуре Центра создан Институт последипломного профессионального образования, на базе которого функционируют 20 учебных кафедр, осуществляющих подготовку специалистов по 27 специальностям. Проводится обучение в аспирантуре, ординатуре на рабочих местах.

С 2015 года ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России возглавляет доктор медицинских наук, профессор РАН доцент А. С. Самойлов. При его непосредственном участии в Центре сформирована научная школа по спортивной медицине, инициированы работы по медико-гигиеническому сопровождению работ с новыми видами ядерных топлив, получили новый толчок к развитию работы в сфере ядерной медицины, открыт «Корпоративный университет» для управленцев высшего звена ФМБА России.



Врач клинического отделения Института биофизики проводит обследование больного с острым лучевым поражением, поступившего с Чернобыльской АЭС. 1986 г.



Защита кандидатских диссертаций на заседании диссертационного совета ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России. Сентябрь 2018 г.

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

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

Холдинг ВМП – лидер среди российских производителей лакокрасочных материалов для антикоррозионных покрытий, рассчитанных на длительный срок эксплуатации, а также производителей материалов для формирования огнезащитных покрытий, материалов для наливных полов.

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

Управление системой менеджмента качества, сертифицированной на соответствие ISO 9001:2015 международной группой Bureau Veritas Certification, всех бизнес-процессов деятельности Холдинга ВМП гарантирует стабильность качества выпускаемой продукции и ее своевременную отгрузку потребителям.

Головной офис Холдинга ВМП расположен в Екатеринбурге, а производственные

мощности – в городах Екатеринбурге, Арамиле (Свердловская обл.) и Санкт-Петербурге.

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

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

Лакокрасочные материалы производства Холдинга ВМП позволяют решать широкий спектр задач по защите от различных агрессивных воздействий:

- металлоконструкций и бетонных поверхностей зоны контролируемого доступа;

- металлоконструкций свободной зоны внутри станции;

- металлоконструкций, эксплуатирующихся в условиях открытой атмосферы;

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

- сороудерживающих решеток;

- ловушек расплава;

- резервуаров различного назначения;

- контейнеров для ядерных отходов;

- опор ЛЭП и порталов ОРУ;

- несущих металлоконструкций внутренних помещений станций и хранилищ, требующих обеспечения огнезащиты.

В настоящее время покрытия на основе материалов Холдинга ВМП успешно эксплуатируются на ЛАЭС-2, Белорусской АЭС, Нововоронежской АЭС-2, Курской АЭС-2; применяются при ремонте Ростовской АЭС, Нововоронежской АЭС, Калининской АЭС, Кольской АЭС, Курской АЭС, Белоярской АЭС, ЛАЭС.

Предприятие активно участвует в международных проектах.



ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

АНТИКОРРОЗИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

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

ОГНЕЗАЩИТНЫЕ СОСТАВЫ

- эффективность при целлюлозном и углеродном пожарах

ПОЛИМЕРНЫЕ ПОЛЫ

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



Ново-Воронежская АЭС



Ленинградская атомная станция 2



Калининская атомная станция

www.vmp-holding.ru

**НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
ХОЛДИНГ ВМП**

г. Екатеринбург

+7 (343) 357-30-97

г. Санкт-Петербург

+7 (812) 640-55-20

Планетарно-цевочные редукторы (циклоидальные) и опорно-поворотные устройства (ОПУ) на их базе



ООО «АВВИ»

Россия, Республика Марий Эл,
г. Йошкар-Ола, ул. Крылова, 53а

Тел.: +7 (362) 638-376

Факс: +7 (362) 640-983

E-mail: avvi@avvi.ru

www.avvi.ru

Вопросы импортозамещения, особенно после усиления санкций, коснулись и редукторостроения, в частности высокоточного. Циклоидальные редукторы, как правило, используются в роботостроении, станкостроении, системах автоматизированного управления мобильными роботами (как наземного, так и воздушного применения).

Стоимость циклоидальных редукторов импортного производства Sumitomo, Nabtesco, Kimex (Spinea) значительно возросла в связи с резким изменением курса рубля, что привело многие предприятия к сокращению импортных закупок и повернуло их к отечественным производителям аналогичной продукции.

ООО «АВВИ», обладая собственными производственными мощностями, основанными

на современном парке высокоточных станков с ЧПУ, сокращает сроки поставки продукции. Предприятие имеет собственное конструкторское бюро, быстро и качественно проектирует редукторы под условия заказчика. Разработаны и серийно поставляются четыре модификации редукторов под различные направления применения (сило-вые, точностные, универсальные, высокоточные), причем, в отличие от импортных, наши редукторы надежно функционируют при температурах от -60 до $+90^{\circ}\text{C}$.

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

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

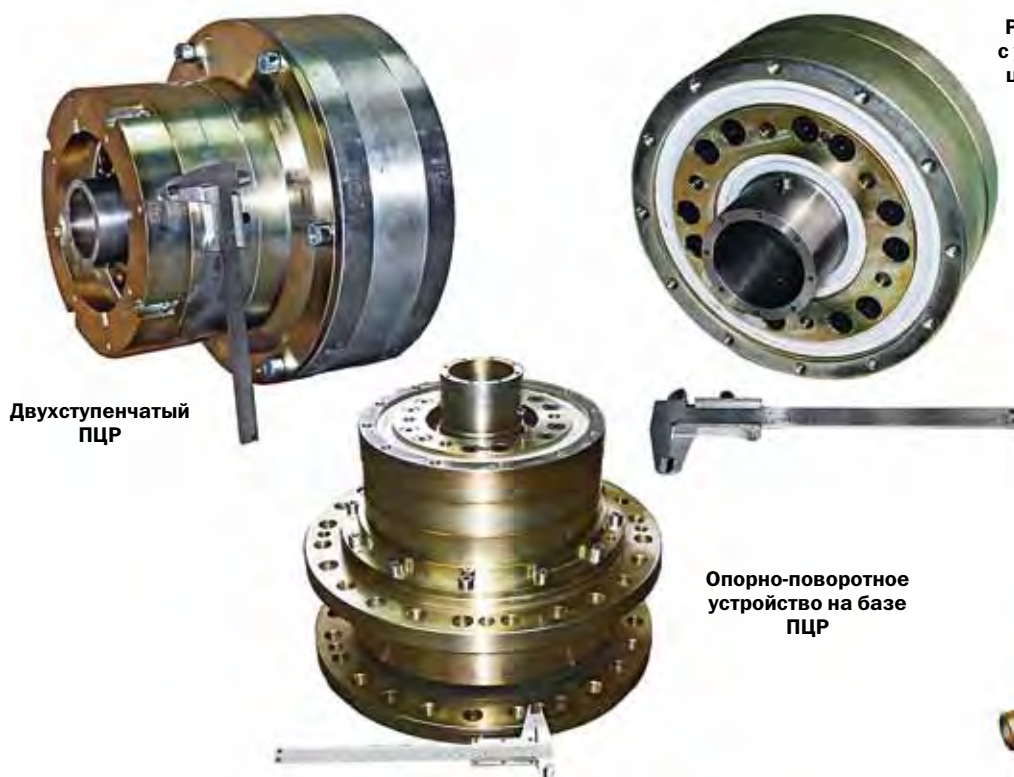
увеличивать его нагрузочную способность при тех же габаритах.

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

Осуществляются разработка и поставка ОПУ и редукторов РЛС лидерам производства электроприводов отечественного машиностроения. Малые габариты и небольшая масса редукторов позволяют использовать их в ОПУ устройств, в том числе и со значительными ударными нагрузками.

Предполагается также использовать редукторы и в мобильных транспортных средствах без водителя (МРК), в приводах экзоскелетов как гражданского, так и военного назначения. Живой интерес к продукции предприятия на прошедшей выставке «Армия 2017» и ее оценка ГУНИД МО РФ еще раз подтвердили верное направление деятельности и качество продукции предприятия.

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



Двухступенчатый
ПЦР

Редуктор ОПУ
с увеличенным
центральным
отверстием

Электромеханизм
для завинчивания
винтовых свай

Опорно-поворотное
устройство на базе
ПЦР



ООО «КОРПОРАЦИЯ АК «ЭСКМ»

Ул. Трамвайная, 5, Краснодар,
Россия, 350911.

Пр. Мира, 106, Москва, Россия, 129626.

Тел. (499) 706-81-93

E-mail: teploobmen@eskm.net

<https://eskm-teploobmen.ru>

ООО «Корпорация АК «ЭСКМ» – много-профильная компания с центральным офисом в Краснодаре и представительствами в Москве, Нововоронеже, Волгодонске, Екатеринбурге, Республике Беларусь. Корпорация участвует в строительстве практически всех крупнейших объектов атомной и тепловой энергетики на территории России.

Корпорация АК «ЭСКМ» – российский производитель теплообменного оборудования с поставками на энергообъекты РФ и за границу.

ЭСКМ Теплообмен – с 2010 года занимается производством и поставками теплообменного оборудования широкого спектра:

- разборные и сварные пластинчатые;
- кожухопластинчатые;
- кожухотрубные;
- интенсифицированные по технологии Spin Cell;

• ламелевые (водо-воздушные) теплообменники.

ЭСКМ Теплообмен позволяет аккумулировать в себе отечественную базу производства, высокие стандарты качества, инжиниринг, профессиональные компетенции команды.

Основные сферы поставок – атомная и тепловая энергетика, а также общепромышленные объекты и коммунальное хозяйство.

Крупнейшие проекты из текущего портфеля заказов:

- поставка оборудования системы пассивного отвода тепла (СПОТ) 2 кл. безопасности для сооружения энергоблоков №3 и №4 АЭС «Куданкулам», Индия;

- поставка теплообменников ПиАР, доохладителей и теплообменников охлаждения газа, выпара, спринклерной воды и бассейна выдержки 2, 3, 4 кл. безопасности для сооружения энергоблоков №1 и №2 Курской АЭС-2.

Технические специалисты ЭСКМ Теплообмен самостоятельно и совместно с партнерами производят теплогидравлические, прочностные и другие виды расчётов. В рамках направления ЭСКМ Теплообмен существуют специальные подразделения, занимающиеся расчетами, конструированием, техническим контролем. Таким образом, с технической стороны выполняется следующий комплекс операций:

- анализ исходных технических требований;
- подбор оборудования;
- разработка конструкторской документации для последующего изготовления изделий;
- производственно-технологической документации на процессы сварки и технического контроля.

Подробнее ознакомиться с продукцией и производством можно на сайте ЭСКМ Теплообмен: <https://www.eskm-teploobmen.ru/>



Принципы построения программно-технических средств системы верхнего уровня АСУ ТП АЭС с учетом требований кибербезопасности

**Э. Р. Саминов, А. Н. Поздняков,
А. Ю. Павлин**
Филиал РФЯЦ-ВНИИЭФ –
НИИИС им. Ю. Е. Седакова

Современные АЭС представляют собой сложные высококомпьютеризированные промышленные объекты повышенной опасности, для которых очень важны вопросы кибербезопасности, обусловленные критичностью возможных киберугроз и последствий их возникновения.

К таковым можно отнести:

- нарушение нормальных режимов оборудования, производства;
- нарушение обязательств по контрактам с клиентами и поставщиками;
- увеличение количества/времени простоев;
- убытки ввиду ошибочных действий персонала (или имитации таких действий);
- снижение общего уровня безопасности (в т. ч. промышленной, радиационной);
- причинение вреда государственной инфраструктуре.

В соответствии с [1] кибербезопасность АСУ ТП АЭС обеспечивается с помощью следующих процессов:

- предотвращение угрозы;
- управление угрозой;
- смягчение последствий.

При этом для оборудования характерна реализация процесса предотвращения. Управление и смягчение в большей степени несут организационный характер.

Также в соответствии с [2] каждая киберугроза может быть охарактеризована по следующим признакам:

- местоположение источника её возникновения (внешняя, внутренняя);
- природа источника (антропогенная, техногенная);
- наличие умысла (с умыслом, без умысла).

Для АСУ ТП АЭС как целостного объекта внешней угрозой являются потенциальные кибератаки по внешним каналам связи – вопрос, решаемый на уровне проектирования.

Также необходимо отметить важность экономической составляющей – стоимость реализации решений кибербезопасности не должна превышать возможные убытки от потенциальных киберугроз.

Таким образом, для нашей организации как изготовителя подсистем АСУ ТП и их отдельных компонент, наиболее важно предотвращение внутренних угроз различных типов.

А поскольку, как правило, точкой входа киберугрозы являются аппаратные компоненты систем стандартной архитектуры, основной задачей становится экономически целесообразное обеспечение защиты ПТС для верхнего уровня систем контроля и управления.

На данный момент формируется комплексный подход к решению вопросов кибербезопасности, в котором можно выделить следующие элементы:

1) уже использовавшиеся:

- а) физическое ограничение доступа к ПТС (шкаф с замком);
- б) ограничение номенклатуры подключаемого оборудования, в т. ч. сервисного;
- с) программные решения (применение операционных систем повышенной стойкости и антивирусного программного обеспечения);

d) аппаратные решения (магистральные межсетевые экраны);

2) вновь вводимые:

а) подключение оборудования с закрытым программно-аппаратным обеспечением через компактные межсетевые экраны ограниченного функционала;

б) применение однонаправленных шлюзов данных в межсистемных линиях связи с односторонним обменом;

3) перспективные:

а) комбинированная идентификация (смарт-карты/биометрическая) пользователей в т. ч. на сервисном оборудовании.

Используемые решения позволяют снизить воздействие потенциальных киберугроз, возможных на настоящий момент. Но ввиду регулярного возникновения новых видов и типов киберугроз, требуется продолжение работ по актуализации кибербезопасности.

Список литературы

1. Дмитриев С. М., Акимов Н. Н., Кольцов В. А. Аспекты обеспечения кибербезопасности АСУ ТП АЭС // «Информационно-измерительные и управляющие системы» №8. Т.15. 2017. С 7-13.
2. Лукацкий А. В. Кибербезопасность ядерных объектов // «Индекс безопасности» №4 (115). Т.21. 2015. С113-126.

Вопросы разработки корреляционной системы контроля мощности и расхода теплоносителя в 1 контуре ЯЭУ

М. А. Большухин¹, В. В. Самусенков¹,
А. А. Баринов¹, Н. В. Сильянов²
1. АО «ОКБМ Африкантов»
2. Филиал ФГУП «РФЯЦ ВНИИЭФ» –
НИИИС им. Ю. Е. Седакова

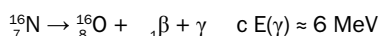
Повышение точности систем измерения параметров ядерных энергетических установок (ЯЭУ) является важной задачей, тесно связанной с требованиями повышения эффективности, безопасности и эксплуатационных качеств современных АЭС. Одними из наиболее важных режимных параметров ядерного реактора являются расход теплоносителя 1 контура и нейтронная мощность активной зоны. Достоверное определение данных параметров является сложной инженерной задачей.

В настоящее время расход 1 контура определяется по балансовому методу (перепаду температур при известном расходе теплоносителя) или по номинальной характеристике насосов 1 контура (с погрешностью около 5-8%). Мощность активной зоны определяется при помощи датчиков прямого заряда и периферийных ионизационных камер. Представленная в статье корреляционная система измерения параметров 1 контура совмещает в себе функции измерения расхода и мощности, является альтернативной системой, основанной на ином физическом принципе действия. Применение таких систем на современных АЭС позволит качественно повысить безопасность установки за счет принципа разнообразия и резервирования, а также способна внести вклад в конкурентоспособность отечественных проектов АЭС на зарубежных рынках.

При прохождении теплоносителя через активную зону водо-водяного реактора происходит активация кислорода быстрыми нейтронами:



Изотоп $^{16}_7\text{N}$ распадается обратно в кислород с периодом полураспада 7.11 сек:



Мощность дозы кислородной γ -активности вблизи поверхности трубы 1 контура составляет ~15 р/ч при номинальной мощности реакторной установки.

Основой применяемого метода измерения расхода является определение времени транспорта неоднородностей потока теплоносителя между двумя измерительными сечениями. В качестве первичных датчиков используются специальные ионизационные камеры, установленные на горячей нитке петли ГЦК. Камеры настроены на регистрацию γ -излучения



изотопа N^{16} , вклад которого в общую экспозиционную дозу γ -излучения от участка петли составляет 99,7% [1].

Переменная составляющая сигналов петлевых детекторов g -излучения содержит информацию о флуктуациях активности теплоносителя за счет источников гидродинамических возмущений, продуцируемых, вероятно, процессами перемешивания потоков теплоносителя в верхней камере смешения реактора, вблизи выходных патрубков. Анализ переменной составляющей сигналов блоков детектирования, разнесенных на базовое расстояние по потоку, позволяет определить среднее время транспорта неоднородностей g -активности потока теплоносителя между двумя измерительными сечениями трубопровода и, следовательно, соответствующее время транспорта самого потока. При определении времени транспорта неоднородностей g -активности используется алгоритм вычисления положения максимума взаимно корреляционной функции (ВКФ) сигналов $X(t)$ и $Y(t)$, поступающих от токовых ионизационных камер.

Постоянная составляющая сигнала токов ионизационных камер пропорциональна нейтронному потоку в активной зоне и используется для определения нейтронной мощности ЯЭУ.

Погрешность определения расхода теплоносителя при помощи данного метода составляет 1,5-2% на номинальной мощности ЯЭУ. При работе установки на пониженных уровнях мощности (1-3% $\text{N}_{\text{ном}}$) погрешность возрастает до 10-15%. Погрешность определения мощности активной зоны – менее 1%. Данные показатели, особенно в части измерения расхода 1 контура, говорят о повышенной точности измерения параметров при помощи данного метода.

Системы, основанные на указанном физическом принципе, являются штатными СВРК многих зарубежных водо-водяных реакторов. Данные системы работают, в частности, на АЭС «Пакс» в Венгрии (ПУ ВВЭР-440), «Comanche Peak» в США, «Sizewell-B» в Англии (ПУ Westinghouse PWR 4-loop 1250 MWt), «Dampierre» во Франции (ПУ CP-1 Framatome).

Практически все последние блоки, запущенные в США и Европе, оснащаются данными системами как штатными системами внутри-реакторного контроля (СВРК). На зарубежных АЭС данные системы применяются в основном для контроля мощности реактора (в PWR Westinghouse сигнал данной системы заведен на уставки АЗ-1 и АЗ-3 по мощности РУ), в то время как информация о расходах по петлям РУ носит вспомогательный характер для поддержки эксплуатации [1].

На сегодняшний день существует единственный отечественный концептуальный образец системы, прошедший апробацию на 2 блоке Калининской АЭС – система КОРТ (корреляционного определения расхода теплоносителя). Система находилась в эксплуатации с 2003 по 2016 год. При ее эксплуатации накоплен положительный опыт и выявлены направления для доработки.

Наличие корреляционной системы контроля параметров 1 контура в составе штатного набора СВРК является современной нормой для зарубежных проектов АЭС. Ее эксплуатация позволяет производить непосредственные измерения мощности активной зоны и расхода 1 контура в синхронном режиме при значительном повышении точности измеряемых параметров. Наличие апробированной отечественной технологии КОРТ является достаточным заделом для разработки отечественного образца системы для применения на серийных проектах водо-водяных реакторов.

Данная технология может быть (при определенных доработках концептуального образца) воплощена в промышленном исполнении специалистами нижегородского атомного кластера.

Список литературы

1. Корреляционные измерения расхода теплоносителя первого контура по активности ^{16}N на Калининской АЭС / В. В. Кузьмин [и др.] // Труды МНТК Обеспечение безопасности АЭС с ВВЭР, ОКБ Гидропресс, г. Подольск, 2015 г.

Взрывной демонтаж морских стационарных платформ

И. В. Занегин, Д. Е. Зотов, А. Н. Катыхов,
И. В. Шиберин
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

В последние годы в связи с прекращением функционирования расположенных на морском шельфе нефтегазопромысловых сооружений – морских стационарных платформ (МСП), остро встает вопрос об их демонтаже и последующей утилизации. Предлагаемые для решения этой задачи технологии резки крупногабаритных металлических конструкций (резка алмазными канатами, орбитальными дисковыми резаками, абразивной резкой SABRE), с учётом специфики работ в морской среде на значительных глубинах в большинстве своем мало эффективны и весьма дорогостоящи, т. к. связаны с большими временными затратами на подготовку, проведение работ и необходимостью использования вспомогательного флота.

Перспективным в этом плане является применение взрывных технологий, обладающих рядом преимуществ перед традиционными способами резки, основным из которых является снижение времени проведения демонтажных работ.

В РФЯЦ-ВНИИЭФ с использованием современной расчётно-вычислительной базы прошли успешные испытания и внедрены в практику взрывные режущие устройства (ВРУ) нового поколения, принцип действия которых основан на генерации и взаимодействии в стальных преградах ударных волн разрежения – метод УВР [1, 2], открытие которого было сделано в РФЯЦ-ВНИИЭФ. [3, 4]. Причиной образования УВР в железе является наличие аномального участка адиабаты разгрузки в области фазового перехода (α -Fe $\leftrightarrow$ ϵ -Fe).

При взаимодействии двух ударных волн разрежения растягивающие напряжения возникают в очень узкой зоне материала, определяемой шириной фронта УВР, что приводит к образованию «гладкой» поверхности откола. Подобный характер носит откольное разрушение в стальной пластине при столкновении (взаимодействии) на ее поверхности двух детонационных волн (ДВ) в слое взрывчатого вещества, размещенном в контакте с поверхностью стальной пластины. Образование гладкого откола инициирует возникновение и распространение в глубь материала хрупкой трещины, проходящей через линию встречи

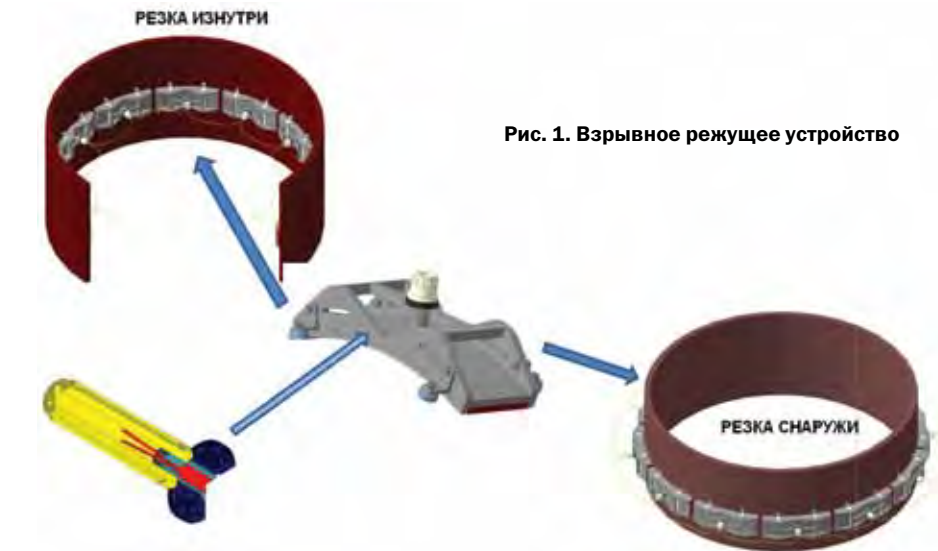


Рис. 1. Взрывное режущее устройство

ДВ и способной разрезать стальные преграды толщиной более 100 мм. Используемое в таких устройствах количество взрывчатого вещества в 4-5 раз меньше, чем при других известных способах взрывной резки металла, в частности в удлиненных кумулятивных зарядах, что позволяет уложиться в экологические нормативы при проведении демонтажных работ на морском шельфе.

Экспериментальная часть

ВРУ представляют собой сегментные заряды, монтируемые при помощи магнитных держателей на поверхность стальной опоры. В практику изготовления механических узлов ВРУ внедрена технология 3D-печати с применением материалов и устройств отечественного производства. Использование сквозного конструкторского проектирования с технологией эталон-моделей позволяет сократить до минимума сроки производства механических узлов под требуемый размер опорной сваи. Также конструкция устройств адаптирована под использование промышленных взрывчатых веществ и средств инициирования. Основой заряда является взрывчатое вещество отечественного производства – состав по ТУ 84-1127-87. В качестве средств инициирования используются высоковольтные и безопасные электродетонаторы АТЭД-15.

Технические условия:

- внутренняя и наружная резка стальных опорных свай МСП на глубинах до 200 м;
- диаметр опорной сваи – до 1548 мм;
- толщина стенки опорной сваи – до 50 мм;

Устройство изготавливается по исходным данным заказчика в зависимости от размеров опорной сваи, толщины ее стенки.

На рисунке 1 представлены эскизы сегментов ВРУ для внутренней и внешней резки опорной сваи МСП и схемы их установки.

Таким образом, для решения задачи глубоководной резки силовых элементов опорного основания МСП разработано новое поколение ВРУ, принцип действия которых основан на использовании взрывного метода ударных волн разрежения. Основными преимуществами ВРУ над ближайшими конкурентами являются следующие ключевые факторы:

- экономическая эффективность;
- применение аддитивных технологий;
- независимость от зарубежных производителей;
- экологичность и безопасность.

Список литературы

1. Новиков С. А. // Полезные взрывы. Саров. Изд-во ВНИИЭФ. 2000. 293с.
2. Зельдович Я. Б., Иванов А. Г., Новиков С. А. и др. // Диплом на открытие. №321. Явление образования ударных волн разрежения, МКИ 42Д 3/00-3/06. Открытия. Изобретения. 1987. №29.
3. Новиков С. А., Батьков Ю. В., Синицына Л. М., Кислинский В. П., Андреевских Л. А. // Устройство для взрывной резки труб. Патент №2204689. Изобретения. 2001. №14.
4. Лобанов В. Н., Батьков Ю. В., Кислинский В. П., Андреевских Л. А., Синицына Л. М., Гердюков Н. Н., Леонов В. А. // Устройство для взрывной резки трубчатых конструкций. Полезная модель. №70681. Изобретения. 2007. №4.

Таблица 1. Технические характеристики ВРУ нового поколения

Тип	Диаметр опорной сваи, мм	Толщина стенки опорной сваи, мм	Масса ВВ в ВРУ, кг	Количество сегментов / ЭД, шт.	Тип ЭД
Внешнее ВРУ	600-1500	20-50	2,66–18,1	6–10 / 6–10	АТЭД 15
Внутреннее ВРУ	600-1500	20-50	1,85–8,1	6–10 / 6–10	

Функционирование системы параллельной разработки технологической документации в среде IPS

**С. В. Голубев, А. А. Глыбченко,
А. О. Киракосян, И. Е. Маничкин
АО «ОКБМ Африкантов»**

АО «ОКБМ Африкантов» более 60 лет разрабатывает ядерные энергетические реакторы для атомной промышленности, энергетики, гражданского и военного морского флота. В настоящее время ОКБМ – одна из ведущих организаций отрасли, крупный научно-производственный центр атомного машиностроения, имеющий развитую инфраструктуру с полным производственно-технологическим циклом: от проектирования, изготовления и испытания до комплектной поставки заказчику и обеспечения сервисного сопровождения в течение всего периода эксплуатации реакторных установок высокой надежности.

Разработка и изготовление такого оборудования в условиях мирового рынка невозможны без комплексного, полномасштабного внедрения самых современных компьютер-

ных технологий информационной поддержки жизненного цикла изделий (ИПИ-технологий).

Более 20 лет в АО «ОКБМ Африкантов» ведется полномасштабное внедрение ИПИ-технологий.

Внедрена встроенная информационная технология конструкторско-технологического комплекса ОДО ИНТЕРМЕХ, по которой процесс технологической подготовки производства выполняется параллельно процессу рабочего проектирования изделий. На этом этапе производится отработка процедур надежного хранения и обмена рабочей КД, процедур внесения изменений, процедур выполнения технологического контроля и контроля КД на соответствие требованиям нормативной документации, начато и продолжается создание и наполнение расчетных, конструкторских и технологических баз данных, отрабатываются процедуры электронного конструкторского документооборота в системе IPS.

С 2017 года предприятие перешло на новую технологическую PLM-платформу на базе IPS.

Внедрение комплекса осуществляется в рамках полнофункциональной линейки программных продуктов ИНТЕРМЕХ, которую представляют:

- CADMECH (САПР нижнего уровня);
- CADMECH Inventor (САПР среднего уровня);
- IPS (PDM-система);
- IMBASE (база данных стандартизованных элементов);
- ряд вспомогательных модулей.

Проектирование, разработка эскизных и технических проектов сопровождаются трехмерным моделированием сложных изделий в системах автоматизированного проектирования CADMECH Inventor и UNIGRAPHICS NX.

Электронный архив предприятия под управлением IPS обеспечивает:

- хранение документов различных типов: чертежей, спецификаций, техпроцессов, текстовых и презентационных документов, нормативной документации (ГОСТы, СТО...);
- контроль доступа к документам и их сохранность;



Рис. 1. Схема ИПИ в АО «ОКБМ Африкантов»

- поиск отдельных документов и документов-прототипов;
- коллективную работу пользователей с документами;
- процесс автоматизированного утверждения (согласования) документов с выпуском извещений об изменениях;
- функционирование баз данных различного назначения.

Схема ИПИ в ОКБМ представлена на рисунке 1.

Сформированная таким образом САПР поддерживает выполнение процессов проектирования, технологической подготовки производства и изготовления сложной наукоемкой продукции по сквозной информационной технологии параллельного проектирования, что позволяет резко сократить срок от разработки до постановки на производство.

В системе IPS конструкторский объект включает в себя всю необходимую конструкторскую документацию (чертежи, спецификации, программы испытаний, ТУ, 3D-модели и др.), а также состав объекта в иерархическом виде.

На основе конструкторского объекта создается ЭКДТП.

При создании ТП используется информационное обеспечение системы, включающее в себя базы данных технологического назначения:

- паспортные данные оборудования и его размещение по цехам и участкам;
- средства технологического оснащения (приспособления, режущий, вспомогательный и измерительный инструмент);
- применяемые основные и вспомогательные материалы и виды заготовок с указанием сортамента;
- технологические операции согласно классификатору и соответствующие им параметры и привязки;
- типовые переходы и сценарии для расчета, привязанные к ним;
- справочные данные для заполнения параметров операционной технологии;
- нормативно-справочная информация, представленная в виде таблиц и формул, для расчета режимов обработки и определения норм времени на переходы и операции;
- библиотека типовых технологических процессов на различные виды производств.

В системе реализованы автоматические технологические расчеты режимов резания, норм времени и др.

Процедура согласования документации с использованием бумажного подлинника является узким местом на этапе выпуска рабочей конструкторской и технологической документации по причине отсутствия возможности параллельного выполнения этапов. Обеспечение максимальной эффективности процедур согласования, утверждения и проведения изменений возможно только с использованием электронного подлинника документации на основе автоматизированных электронных бизнес-процессов.

Для параллельной и слаженной работы в системе IPS разработаны электронные бизнес-процессы.

Бизнес-процесс – это регламентированная последовательность действий, выполнение которой приводит к необходимому результату.

Ключевые результаты создания и обновления бизнес-процессов

1. Технологи-соисполнители могут работать над одним технологическим процессом независимо друг от друга, так как они раз-

рабатывают разные операции; за счет этого существенно сокращается время на разработку технологических процессов.

Соисполнители при создании ТП:

- технологи по разработке программ для станков с ЧПУ;
- технологи неразрушающего контроля;
- технологи сварщики;
- электромонтажники;
- отдел нормирования;
- другие.

Соисполнители, занимающиеся оснащением ЭКДТП:

- конструкторский отдел по разработке средств технологического оснащения;
- оснащение покупным инструментом.

Соисполнители, согласовывающие ЭКДТП электронными подписями:

- согласование покрытий, термообработки, вакуумных операций.

2. Соисполнители работают только с комплектом документов, относящимся к их деятельности.

3. При разработке имеется возможность отслеживания состояния выданных замечаний.

4. Мгновенная отправка на согласование.

В системе настроен легитимный электронный документооборот (электронная подпись).

Также в системе IPS были реализованы следующие решения по автоматизации технологических бизнес-процессов, позволяющие оптимизировать работу исполнителей:

- реализация алгоритма автоматизированного поиска и прикрепления к вложениям бизнес-процесса заготовки, комплекта документов, чертежа и изделия, относящихся к отправляемому технологическому процессу;
- синхронный перевод на аналогичные шаги жизненного цикла связанных между собой объектов;
- автоматизированное добавление объектов в состав выбранного объекта;
- автоматизированный выбор группы исполнителей бизнес-процесса, которым необходимо направить документы на согласование;
- автоматизированное проставление подписи в определенной графе при запуске бизнес-процесса;
- генерация информационного отчета о стадиях запущенных процессов;
- автоматическое добавление объектов в классификатор по завершении процесса.

Процесс разработки операций с ЧПУ на предприятии АО «ОКБМ Африкантов»

Технологическая служба разрабатывает общий ТП. Технолог, ведущий ТП, направляет БП начальнику бюро с ЧПУ. Распределение на технолога-программиста. Проработка ТП и операций с ЧПУ.

Если требуется оснащение техоснасткой или режущим инструментом, процесс идет соисполнителю – инженеру по инструменту и/или оснастке.

Происходит промежуточный процесс оснащения и закупки соисполнителями ТП. Согласование с ведущим технологом-программистом и проверка начальником бюро с ЧПУ. Полностью разработанная операция с ЧПУ, оснащенная всей требуемой оснасткой и режущим инструментом соисполнителями, направляется основному технологу и заносится в общий ТП.

В ОКБМ Африкантов на сегодняшний день: ТП не подписывается в бумажном варианте; ЭКДТП распечатывается сразу с электронными подписями, реализована концепция сквозного проектирования 2D-3D.

Для разработки и проверки УП используется следующее ПО:

- EdgeCAM;
- Siemens NX;
- VeriCUT;
- CIMCO.

В системе IPS реализован так называемый «шаг жизненного цикла ТП» (ШЖЦ). На разных этапах прохождения бизнес-процесса ШЖЦ меняется:

– «Создание», «Создание и модификация», «Разработка» – эти ШЖЦ используются на стадии создания и предварительной проверки разработанного ЭКДТП.

– «Согласование и утверждение» – этот ШЖЦ используется после подписания электронной подписью технолога-разработчика и проверяющего данной операции соисполнителя и после окончательной проверки руководителя; на данном шаге невозможны изменения в ЭКДТП.

– «Производство» – на данный шаг ЭКДТП попадает после нормирования и простановки всех необходимых электронных подписей. ШЖЦ «Производство» показывает пользователям, что в системе актуальный ТП, и его допускается использовать для производства изделий.

Для изменения ТП на ШЖЦ «Производство» создается версия и электронное извещение об изменении ЭКДТП.

– «Хранение» – ЭКДТП переводится на данный шаг после актуализации более новой версии ЭКДТП на изделие.

На данный момент развития PLM-системы на базе IPS внедряется электронный подлинник технологической документации. Это дает такие преимущества, как:

- исключение процедуры внесения изменений в бумажные подлинники;
- исключение процедуры подписания бумажных подлинников;
- уменьшение объемов хранения подлинников технологических процессов с перспективой полного перехода на электронный документооборот.

На сегодняшний день одним из перспективных направлений обеспечения конкурентоспособности предприятия является повышение эффективности технологической подготовки производства (ТПП) выпускаемых изделий. Целью ТПП является оптимальное по срокам и ресурсам обеспечение технологической готовности производства к изготовлению изделий в соответствии с требованиями заказчика.

От ТПП зависит готовность производства к выпуску изделий заданного качества в минимальные сроки при наименьших трудовых, материальных и финансовых затратах; приспособленности производства к непрерывному его совершенствованию, быстрой переналадке на выпуск изделий.

Ощутимое повышение эффективности ТПП по сравнению с ее существующим уровнем возможно только при выполнении следующих условий:

- наличие единого информационного пространства для специалистов конструкторской и технологической служб предприятия;
- повышение скорости разработки и обоснованности планов ТПП, непрерывный контроль их выполнения.

На протяжении последних лет АО «ОКБМ Африкантов» ведет планомерные работы по совершенствованию процесса технологической подготовки производства. Введенное в строй новое высокопроизводительное оборудование и применение новых технологий позволяют качественно и в кратчайшие сроки выполнять большие объемы работ.

Технология изготовления гетеробиполярных транзисторов на AlGaAs/GaAs и характеристика их параметров

**Е. В. Петрякова, А. В. Коротков,
А. В. Липатников, А. Г. Фефелов,
А. В. Григорьева
АО «НПП «Салют»**

Одним из перспективных направлений по улучшению параметров биполярных транзисторов является замена эмиттерного р-п перехода биполярного транзистора на гетеропереход. В этом случае появляется возможность обеспечить одностороннюю инжекцию из эмиттера в базу,

а следовательно, и высокую эффективность эмиттера при низкой легирующей концентрации эмиттера и высокой легирующей концентрации базы. Биполярные транзисторы с эмиттерным гетеропереходом получили название гетеробиполярные транзисторы (ГБТ).

Для изготовления ГБТ с переходом AlGaAs/GaAs используются слоистые структуры с различным составом, типом проводимости и легированием слоёв. Данные структуры были выращены методом молекулярно-лучевой

эпитаксии (МЛЭ) на полуизолирующей подложке GaAs ориентации (001) в ФТИ им. Иоффе. Ключевыми параметрами структуры, которые будут определять частотные и усилительные свойства изготавливаемого транзистора, являются толщина базы и уровень её легирования. На полученных структурах толщина слоя базы составляла $d=70$ нм и концентрация носителей заряда в нём $p=4 \cdot 10^{19}$ см⁻³.

Основные проблемы в технологии гетеробиполярных транзисторов связаны с трудностями в точном травлении полупроводни-

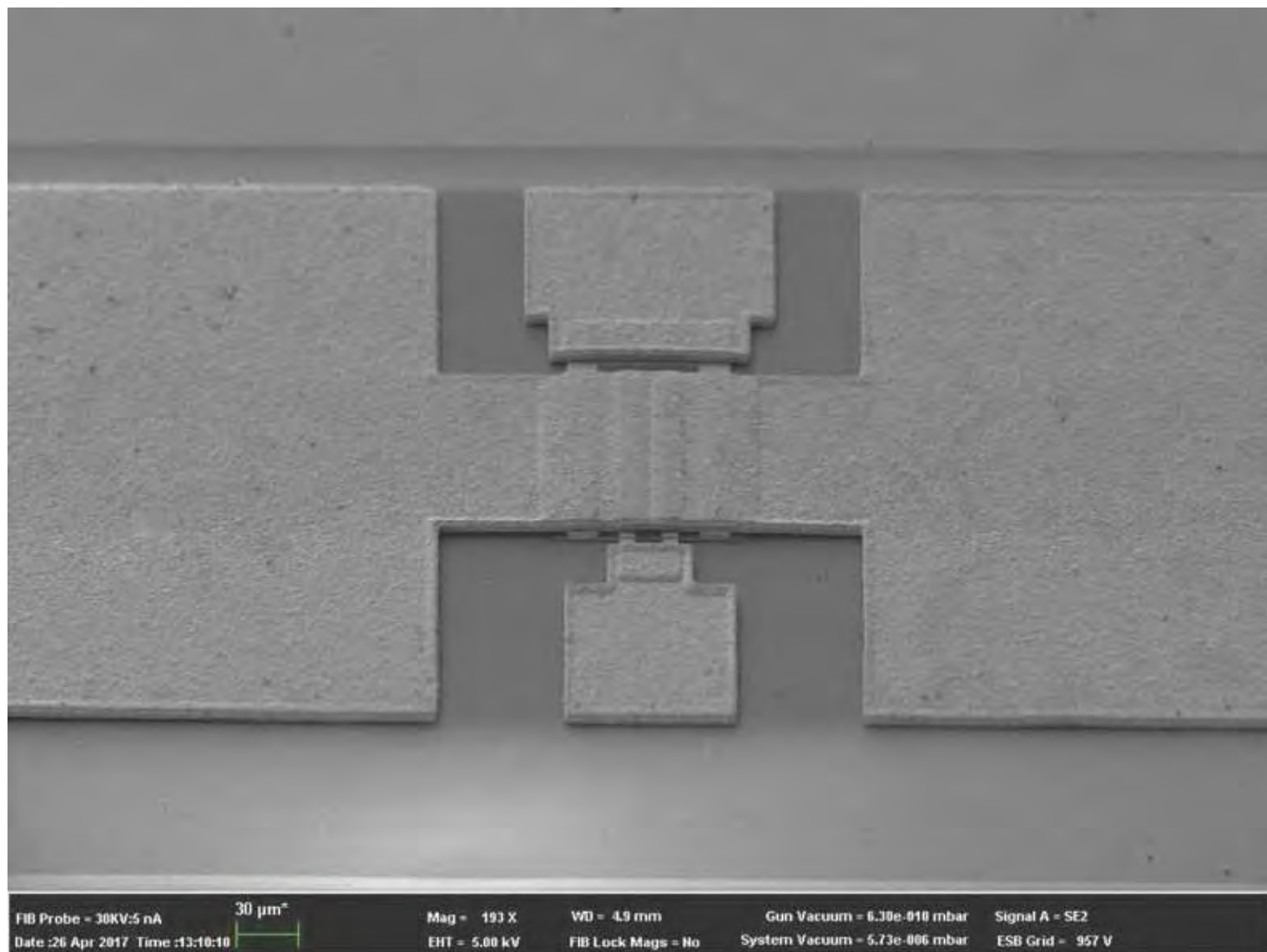


Рис. 1. Изображение ГБТ, полученное на растровом электронном микроскопе

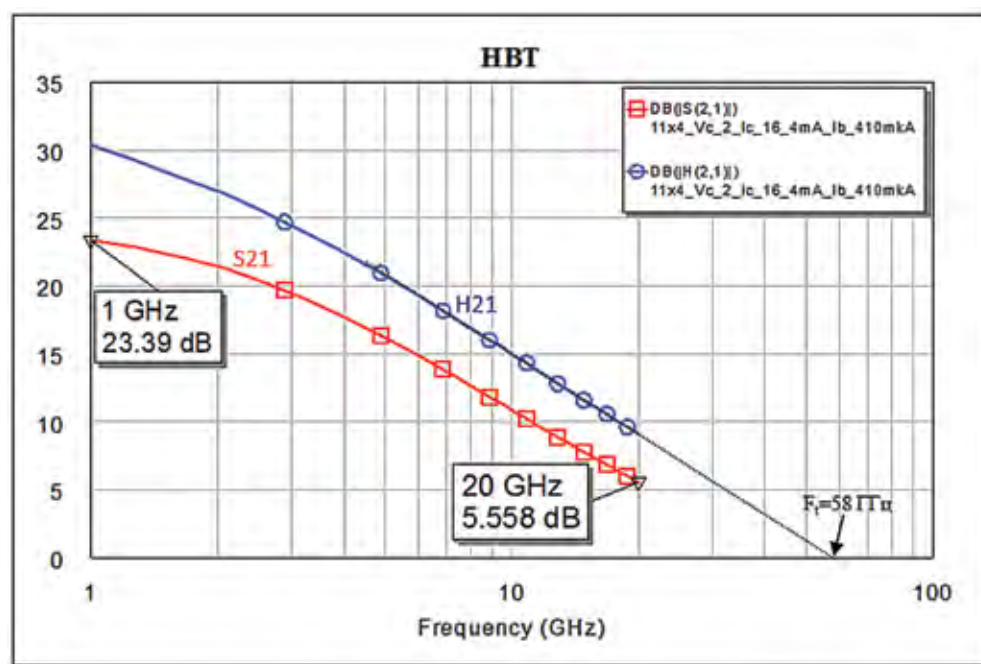
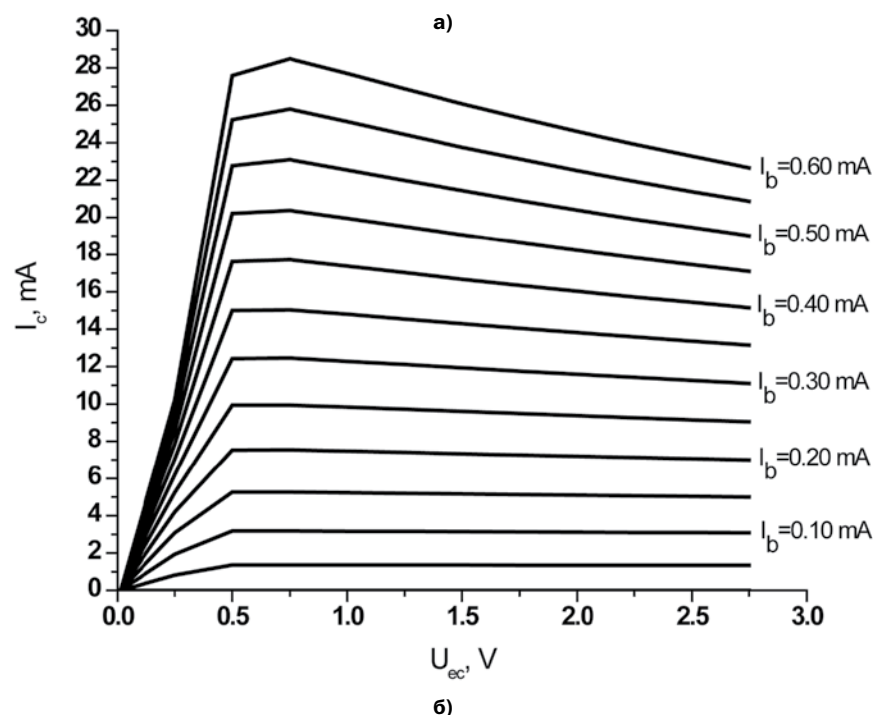


Рис. 2. Измерения выходных вольт-амперных характеристик (а) и СВЧ-параметров (б) ГБТ

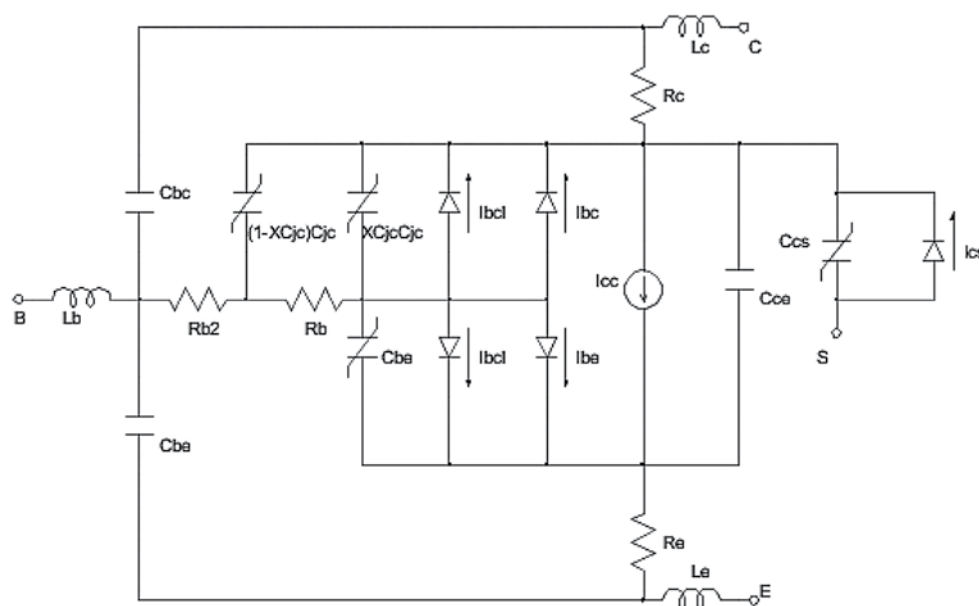


Рис. 3. Малосигнальная эквивалентная схема НБТ

кового материала. Необходимо методами химического травления остановиться в слое базы и слое коллектора. Травление до нужного слоя в структуре происходило в аммиачном травителе различной концентрации. Глубина травления определялась на оптическом профилометре.

Ниже приведены измерения статических и СВЧ параметров транзистора, изготовленного на предприятии АО «НПП «Салют» (г. Нижний Новгород).

Для площади эмиттера $4 \times 11 \text{ мкм}^2$ было достигнуто максимальное усиление по постоянному току $\beta=50$, граничная частота $F_c=58 \text{ ГГц}$.

Полученный транзистор был описан математической моделью «Anholt HBT model», которая используется во многих САПР СВЧ-устройств. Эквивалентная схема транзистора представлена на рис. 3.

Для определения параметров модели разработан комбинированный алгоритм. Его особенность заключается в применении различных методик для определения параметров:

- параметры малосигнальной эквивалентной схемы транзистора определяются методом, описанным в [4];
- изменения параметров модели в нелинейном режиме работы транзистора определяются на основе вольт-амперных характеристик транзистора.

Для улучшения сходимости измеренных и смоделированных характеристик транзистора выполняется оптимизация полученных значений. Также разработан порядок оптимизации параметров модели. Результаты выполненной работы могут быть использованы для разработки и изготовления монолитных интегральных схем СВЧ различного назначения.

Список литературы

1. В. А. Гуртов. «Твердотельная электроника», Москва, 2005.
2. H. Kroemer. Heterostructure Bipolar Transistors and Integrated Circuits, Proceedings of the IEEE, vol.70, p. 13, 1982.
3. R. Anholt, Electrical and Thermal Characterization of MESFETs, HEMTs, and HBTs // Artech House, Norwood, May, 1995.
4. Sami Bousnina and Pierre Mandeville. Direct Parameter-Extraction Method for HBT Small-Signal Model // IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, vol. 50, no. 2, February, 2002

Особенности разработки программного обеспечения цифровой системы управления активным магнитным подвесом на отечественной электронно-компонентной базе

Д. Е. Борисов
Филиал ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» –
НИИИС им. Ю. Е. Седакова

В настоящее время существует цифровая система управления активным магнитным подвесом ротора на импортной элементной базе, разработанная в ООО «ПИК», г. Псков.

Цифровая обработка сигналов в этой системе управления реализована на микроконтроллере TMS320F28335 фирмы Texas Instruments.

Характеристики данного микроконтроллера представлены в таблице 1.

В целях создания стойкой к специальным факторам отечественной системы управле-

ния активным магнитным подвесом ротора для применения в условиях открытого космоса в НИИИС было принято решение использовать в качестве регулятора системы управления БМК 5511БЦЗТ собственного производства. Для отладки программного модуля системы управления используется импортный ПЛИС Xilinx Spartan 3Е, аналогичный по характеристикам и функциональности данному БМК. Характеристики ПЛИС приведены в таблице 2.

В силу ограниченности ресурсов ПЛИС и отличного от импортного микроконтроллера TMS320f28335 принципа обработки сигналов основной целью стало уменьшение ресурсоемкости программного обеспечения и реализация его на новой аппаратной базе, что повлекло за собой ряд задач, которые были успешно решены. Среди них: конструирование программы на ПЛИС таким образом, чтобы она занимала наименьшее количество ресурсов программируемой логики; синхронизация процессов получения, обработки и выдачи управляющего сигнала; реализация алгоритма управления в целочисленной 16-битной арифметике без потери качества работы системы; обеспечение надёжности и бесперебойной работы программы при любых внешних воздействиях на ротор.

Экспериментальная часть

В ходе испытаний, прошедших в августе 2018 года в г. Пскове, были получены следующие результаты. На рисунке 1 приведен график огибающей с датчиков положения ротора системы управления активным магнитным подвесом на отечественной элементной базе под управлением разработанного для ПЛИС Xilinx Spartan 3Е программного обеспечения. По оси х отложено время в секундах, по оси у – амплитуда колебаний ротора в единицах измерения АЦП (две единицы АЦП соответствуют одному микрону). Ширина зазора между страховочным шариковым подшипником и ротором составляет 500 единиц АЦП. Ротор был раскручен до скорости 40000 об/мин., далее свободно вращался до полной остановки. Ниже, на рисунке 2, приведён для сравнения аналогичный график, полученный при раскручивании ротора под управлением системы на импортной элементной базе с микроконтроллером TMS 320F28335.

В результате сравнения графиков на рисунках 1 и 2 можно сделать вывод о качественно идентичном функционировании программных модулей для цифровой системы управления на отечественной электронно-компонентной базе и для цифровой системы управления на импортной электронно-компонентной базе. Таким образом подтверждена работоспособность созданного в НИИИС программного продукта для отечественной системы управления активным магнитным подвесом.

Таблица 1. Основные характеристики импортного микроконтроллера TMS320f28335

Наименование характеристики, единица измерения	Значение характеристики
Тактовая частота, МГц.	150
Объём оперативной памяти, Кбит.	256
Количество интерфейсов SPI, шт.	1
Количество интерфейсов SCI, шт.	3
Количество 12-битных модулей АЦП, шт.	16
Количество 32-битных таймеров, шт.	3
Количество модулей ШИМ, шт.	6
Температурный рабочий диапазон, °С.	От - 40 до +85

Таблица 2. Основные характеристики ПЛИС Xilinx Spartan 3Е

Наименование характеристики, единица измерения	Значение характеристики
Количество логических элементов, шт.	10476
Количество системных вентилях, шт.	500 000
Количество аппаратных умножителей, шт.	20
Объём оперативной памяти, Кбит.	360
Количество блоков синхронизации DCM, шт.	4
Количество внешних вводов/выводов, шт.	330
Разрешение аппаратного умножителя, бит.	16x16

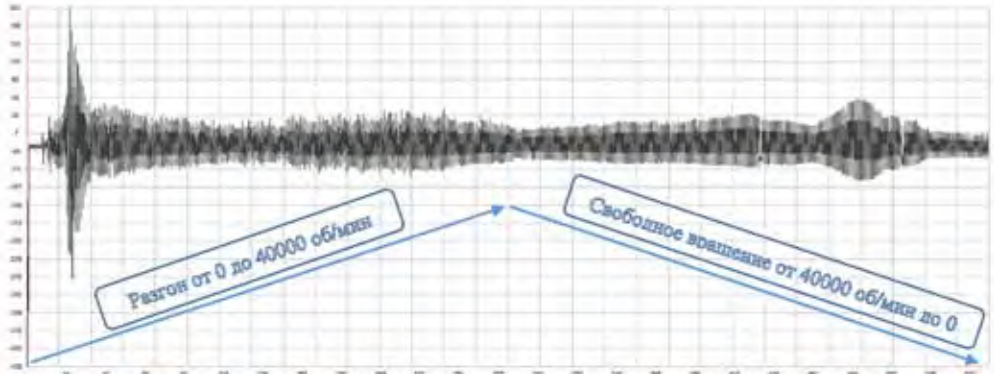


Рис. 1. График огибающей с датчиков положения ротора при работе отечественной системы под управлением ПЛИС Xilinx Spartan 3Е

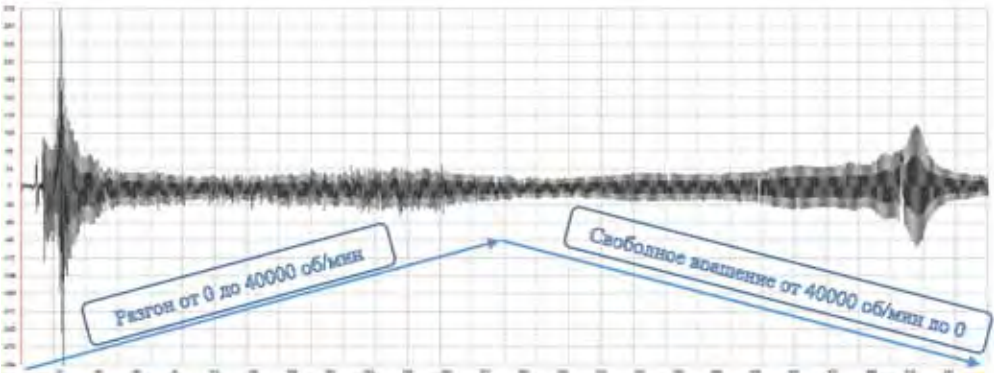


Рис. 2. График огибающей с датчиков положения ротора при работе импортной системы под управлением микроконтроллера TMS 320F28335

Методы формирования фактической модели эксплуатации

**М. В. Левин, А. Н. Цыгвинцев,
М. В. Зотова, И. С. Зотов, Ю. С. Гроздов
АО «ОКБМ Африкантов»**

Существующая в настоящее время система технического обслуживания и ремонта флота является системой с ограниченно гибким регламентом. Она предусматривает заранее установленные сроки проведения работ по поддержанию и восстановлению работоспособности и ресурса судовых машин, механизмов, систем и устройств на основе статистически устанавливаемых сроков службы деталей, узлов и агрегатов в целом.

Повышение качества функционирования и определение действительного технического состояния изделий (объектов, систем) является важной проблемой, от правильного решения которой зависит эффективность их использования.

В обеспечении требуемого уровня качества функционирования и надежности сложных технических систем особая роль принадлежит методам технического диагностирования. Резервом для продления срока службы оборудования и повышения экономической эффективности эксплуатации может стать переход к обслуживанию и ремонту по действительному техническому состоянию.

Актуальность развития данного направления в современных условиях связана с всё возрастающим усложнением и ужесточением требований, предъявляемых к эксплуатации судовых энергетических установок и систем автоматического управления, а также с необходимостью проводить непрерывное диагностирование и прогнозирование их работы в реальном времени с учётом всех возможных параметров и факторов влияния. Фактическая модель эксплуатации (ФМЭ) позволит перейти от консервативной оценки назначенного срока службы, основанного на проектной модели эксплуатации, к реалистичной оценке остаточного ресурса. Проектная модель учитывает определенное количество переходных режимов, заложенных в техническом задании на ЯЭУ, в то время как ФМЭ учитывает лишь реально имевшие место во время эксплуатации переходные режимы.

Регистрирующие комплексы, установленные на эксплуатируемых транспортных ЯЭУ, записывают и сохраняют информацию о контролируемых параметрах, положении арматуры, режиме работы циркуляционных насосов и положении органов компенсации реактивности, на основании которой возможно построить ФМЭ. Ранее для эксплуатируемых транспортных ЯЭУ формирование

фактической модели эксплуатации производилось вручную, что связано со значительными временными и трудовыми затратами, а также приводило к ошибкам, связанным с человеческим фактором.

На базе современных компьютерных технологий возможно автоматизировать процесс построения ФМЭ.

На данный момент в АО «ОКБМ Африкантов» разрабатывается две концепции формирования ФМЭ ЯЭУ. Обе предполагают автоматизированную обработку данных регистрации и фиксации фактического переходного режима. Однако, сценарии использования обработанной информации разные, как и принцип построения ФМЭ.

1. Метод формирования ФМЭ непосредственно на основании данных регистрации, реализованный для транспортных установок блочного типа.

Массив данных подвергается автоматизированному анализу. На основании критериев, определенных при разработке программы автоматического распознавания режимов, по изменению определяющих параметров делается вывод о состоянии установки в различные моменты времени. Так, например, выявляются энергетические режимы нормальной эксплуатации, режимы экстренного снижения мощности (ЭСМ), фиксируется время их начала и окончания. В отдельную группу выделяются срабатывания аварийной защиты, ввод в действие и вывод из действия реакторной установки.

Преимуществом данного метода является сравнительная простота его реализации и отсутствие дополнительных технических средств, таких как математическая модель ЯЭУ. При этом возможно функционирование программного комплекса в автоматическом режиме с момента ввода реакторной установки в действие по мере накопления данных регистрации. ФМЭ, сформированная таким образом, может быть использована для анализа состояния большей части оборудования.

Однако расчет остаточного ресурса, основанный на использовании полученной ФМЭ, сохраняет некую степень консерватизма. Это связано с тем, что учитывается только количество тех или иных режимов работы установки в целом.

2. Метод формирования ФМЭ для конкретных узлов на основании сопоставления профиля определяющего параметра с заранее подготовленной базой типовых режимов.

В основе второго метода формирования ФМЭ лежит алгоритм использования методики распознавания режимов при помощи

сравнения функции, рассчитанной по полученным с объекта параметрам, с набором базовых функций (с использованием математической модели объекта). Для формирования такой оценки целесообразно использовать данные по параметрам, динамика которых наиболее существенно влияет на техническое состояние той или иной контролируемой зоны. Так, например, одним из наиболее подверженных термоциклическим нагрузкам узлов является трубопровод вынесенной системы компенсации давления. Для мониторинга его состояния определяющим параметром является расход теплоносителя на водяной трассе (восстанавливаемый моделью объекта по контролируемым параметрам реакторной установки).

Данный метод позволяет с высокой степенью достоверности определить режим для каждой контролируемой зоны, а не установки в целом как предыдущий. Таким образом, формируется своя ФМЭ для каждого ключевого узла, содержащая наиболее полную информацию об истории эксплуатации для конкретного оборудования. Стоит отметить, что при таком подходе требуется иметь верифицированную математическую модель установки и набор базовых функций, получаемых для большого количества режимов.

Оба метода были опробованы на реальных данных и подтвердили свою работоспособность и возможность их применения для построения модели эксплуатации, максимально приближенной к фактической.

Таким образом, были разработаны функциональные и структурные схемы технических средств, выработаны принципы и форма обработки контрольной информации и получены технические решения для конкретных ЯЭУ или их узлов. При этом стоит отметить, что описанные методы дополняют друг друга. На ранних этапах для накопления и информации о реальной эксплуатации целесообразно использовать первый метод, а второй применять для более глубокого анализа состояния наиболее важных и подверженных негативным воздействиям узлов, начиная с момента, когда полученные реальные данные позволяют верифицировать математическую модель.

Разрабатываемые системы предоставляют больше качественной информации по истории эксплуатации оборудования, чем проектная модель эксплуатации или штатный контроль. Оценивание и идентификация параметров и характеристик реальных процессов, при сравнении их с нормативными характеристиками, позволяют оценить получаемые отклонения и выдать рекомендации для повышения эффективности работы оборудования энергоустановок в процессе эксплуатации.

Методика измерений магнитных свойств гирь

Л. В. Нечаев
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ
имени академика Е. И. Забабахина»

В настоящее время в метрологических службах предприятий широко используются гири различных номиналов и классов точности. Требования к гилям, используемым для контроля показаний и поверки/калибровки весов произвольной конструкции, периодически ужесточаются. С момента введения в действие стандарта прошло более шести лет, и подавляющее большинство гирь, изготовленных после июля 2012 года, соответствуют этому стан-

дарту и должны периодически (как правило, один раз в год) проходить поверку или калибровку.

Методики поверки и калибровки включены в данный стандарт [приложения С и ДА] и требуют наличия – помимо эталонных гирь – специального оборудования, в том числе и оборудования для определения магнитных свойств поверяемых гирь.

Существуют специализированные решения [4], позволяющие провести измерение остаточной намагниченности и магнитной восприимчивости гирь, однако цена минимум в 1,5 млн

рублей и невысокая точность осложняют их закупку и применение при операциях поверки и калибровки метрологическими службами предприятий.

В метрологической службе ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ имени академика Е. И. Забабахина» разработана, аттестована и успешно внедрена методика измерений магнитной восприимчивости и остаточной намагниченности гирь.

В соответствии с областью аккредитации метрологической службы РФЯЦ-ВНИИТФ, методика предназначена для определения магнитных свойств гирь классов E2, F1, F2,

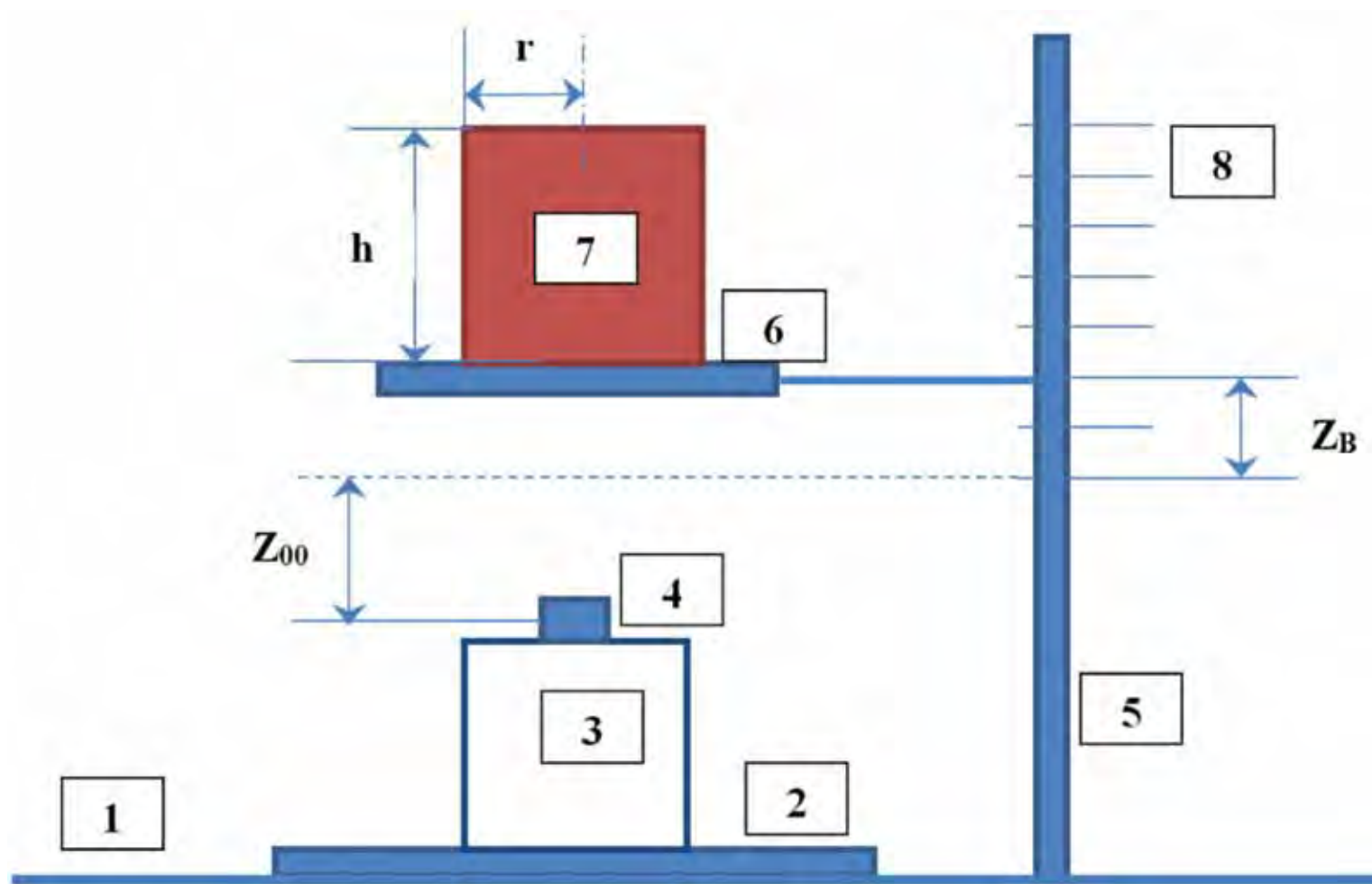


Рис. 1. Схема установки для измерения магнитных свойств гири

M1, M1-2, M2, M2-3, M3 по ГОСТ OIML R111-1-2009 массой от 2 г до 50 кг. Измеряемые параметры: остаточная намагниченность $\mu_0 M_z$ в диапазоне от 0,01 мТл до 100 мТл и магнитная восприимчивость χ в диапазоне от 0,001 до 100.

Неопределённость измерений сопоставима с заявленной для специализированных решений [4, 5] и составляет менее 30% при уровне доверия 0,95.

Методика измерений проста в применении, не предъявляет высоких требований к вспомогательному оборудованию и позволила отказаться от покупки специализированных решений. Неопределённость в 10–30% достигается только при минимальных значениях всех измеряемых магнитных свойств ($\mu_0 M_z$ менее 0,02 мТл, χ менее 0,01); в остальных случаях неопределённость измерений составляет менее 10%.

Для реализации методики измерения магнитной восприимчивости и остаточной намагниченности было сконструировано устройство из следующих компонентов:

1. Весы специального (I) класса точности с дискретностью измерений массы 0,01 мг и среднеквадратическим отклонением (повторяемостью) измерений не более 0,03 мг, с установленным на весовую платформу цилиндром из немагнитного материала, оборудованные ветрозащитным кожухом.

2. Цилиндрический магнит из NdFeB размером $\varnothing 6 \times 3,5$ мм для размещения над весовой платформой.

Общий вид установки приведён на рисунке 1.

На горизонтальной поверхности стола, защищённой от вибрации, расположены весы 1

с весовой платформой 2 и штатив 5 с площадкой 6 из немагнитного материала. Штатив 5 и площадка 6 были предусмотрены конструкцией весов. Перемещения площадки сопровождаются отметками на шкале 8 и измерением перемещения Z_B между отметками с помощью линейки или штангенциркуля.

На весовой платформе 2 расположен полый цилиндр 3 из немагнитного материала размерами $\varnothing 35 \times 70$ мм с магнитом 4.

На расстоянии $Z_0 = Z_{00} + Z_B$ от центра магнита, на площадке 6, располагается поверяемая гиря 7 радиусом r и высотой h , магнитные свойства которой подлежат измерению.

ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

На цилиндр 3 (см. рисунок 1) устанавливается магнит 4 так, чтобы его северный полюс указывал вниз.

На весах устанавливаются нулевые показания выборкой массы тары. На площадку 6 устанавливается гиря 7 так, чтобы ее ось совпадала с вертикальной осью магнита, и записываются показания весов. Далее гирю необходимо поворачивать вокруг ее вертикальной оси, увеличивая угол поворота от начального положения гири от 0 до 2π , отслеживая показания весов, найти их максимум.

Записывается максимальное отклонение Δm_1 . Как правило, Δm_1 будет иметь отрицательный знак, показывающий, что магнит слегка притягивается к гире.

Далее магнит переворачивается северным полюсом вверх и повторяются измерения Δm_2 аналогично приведённым выше измерениям Δm_1 .

Используя данные о показаниях Δm_1 и Δm_2 , геометрические размеры r , h , $Z_{00} + Z_B$,

магнитный момент постоянного магнита m_d , вычисляются величины остаточной намагниченности $\mu_0 M_z$ и магнитной восприимчивости χ с помощью разработанного в метрологической службе ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ» программного обеспечения Magnet Properties Calculator.exe.

Примеры результатов определения магнитных свойств для некоторых гирь из наборов, предъявленных на первичную поверку приведены в таблице 1.

Результаты измерений показывают, что:

- гири из набора №637 имеют низкую и примерно одинаковую магнитную восприимчивость χ , т. к. согласно [1] выполнены из одного куска материала и практически не намагничены ($\mu_0 M_z$ ниже 10 мкТл – границы применения методики);
- гиря 200 г из набора №195 поступила в поверку намагниченной, после её размагничивания $\mu_0 M_z$ снизилась до допустимых в [1] значений, на χ процедура размагничивания не повлияла;
- гири из набора №73 имеют близкие значения χ , т. к. вероятнее всего изготовлены из одного материала и соответствуют требованиям [1].

Список литературы
1. ГОСТ OIML R111-1-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Гири классов E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3 и M3. Часть 1. Метрологические и технические требования»;
2. Davis, R. S. «Determining the magnetic properties of 1 kg mass standards», J. Res. National Institute of Standards and technology (USA), 100, 209-25, May–June 1995; Errata 109,303, March–April 2004;
3. Davis R. S. «New method to measure magnetic susceptibility», Meas. Sci. Technol. 4, 141–147, 1993;
4. <http://mt.com/ru/> - Mettler Toledo Russia;
5. <http://sartorius.com/ru/> - Sartorius Russia.

Таблица 1. Результаты измерений магнитных свойств гирь

Параметр	Гири из набора Г-2-1111,11 №637			Гиря M1 200 г из набора Г-4-1110 №195		Гири из набора ГО-4-1110 №73	
	Гиря 200 г F1	Гиря 50 г F1	Гиря 20 г F1	намагничен-ная	после размаг-ничивания	Гиря 50 г M1	Гиря 20 г M1
χ	0,0046	0,0042	0,0042	2,4848	2,5586	1,2940	1,2429
$\mu_0 M_z$, мкТл	-0,364	-0,360	-0,669	-1098,44	-31,990	-50,739	-31,817

Конструктивная схема блока инерциальных чувствительных элементов бортового гравиградиентометра

И. А. Овчинников
АО «Инерциальные технологии
Технокомплекса»

Среди существующих различных вариантов конструктивных схем гравитационных градиентометров (ГГ) в качестве оптимальной АО «ИТТ» предлагает реализацию

конструктивной схемы блока инерциальных чувствительных элементов бортового применения для измерения гравитационно-градиентного поля Земли.

Согласно [1] за период развития ГГ предложено несколько десятков схем построения приборов различного назначения.

По схеме построения ГГ можно разделить на два типа: статические и ротационные [1].

По виду чувствительного элемента (ЧЭ) ГГ разделяются на акселерометрические (ГГ-а) и гантельные (ГГ-г) [1]. В ГГ-а в качестве ЧЭ используются маятниковые, струнные, электростатические, поплавковые или микромеханические акселерометры.

Вид и тип ЧЭ для ГГ обуславливают схемотехнические и конструктивные решения. Так, для ГГ-г для исключения влияния изменений

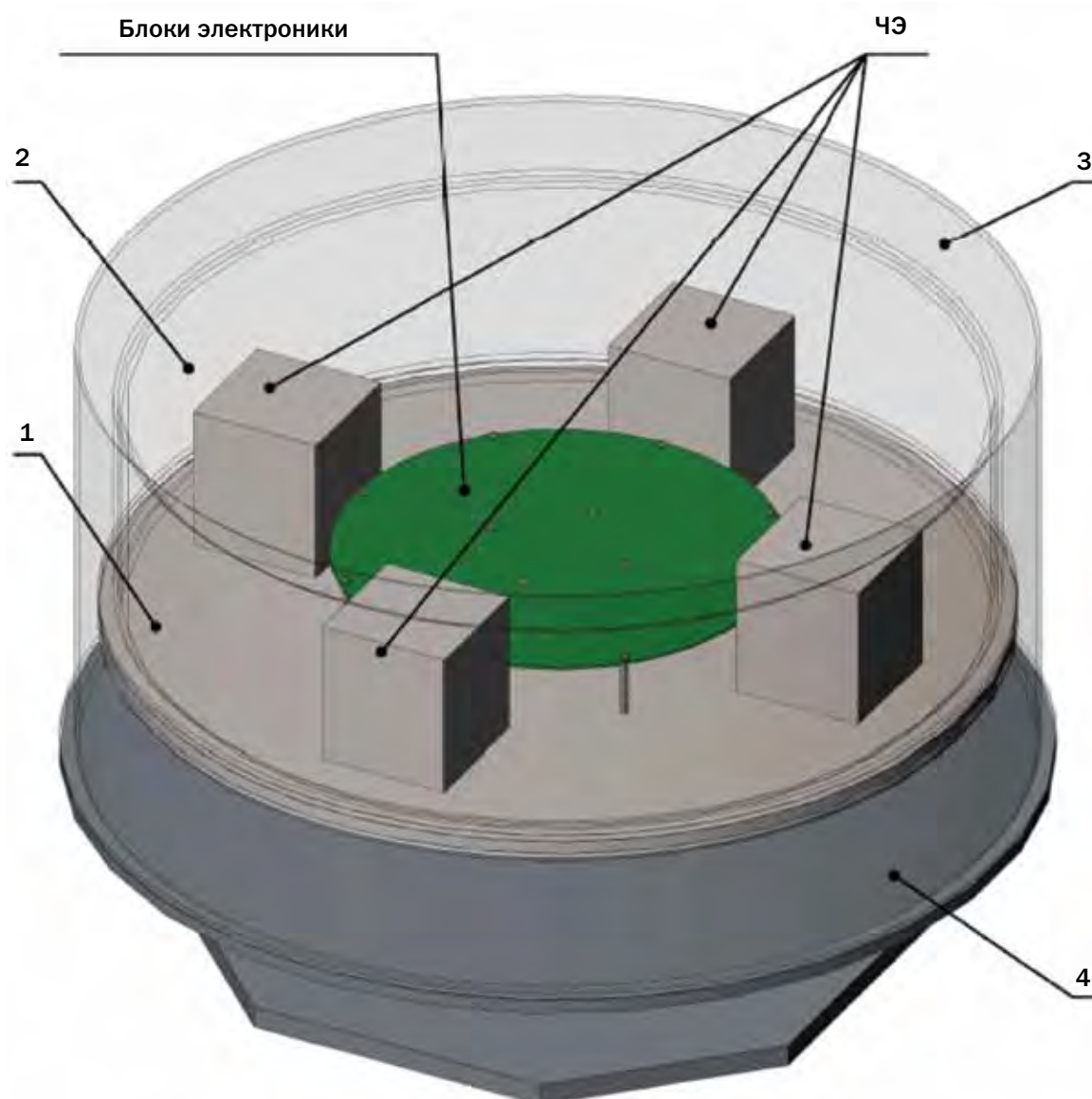


Рис. 1 Общий вид конструктивной схемы макета роторного ГГ

температуры окружающей среды применяется криостат, для которого необходимо соответствующее дополнительное оборудование. Габариты и масса такого оборудования могут быть критичны для бортового ГГ.

На этом фоне более выигрышно смотрятся ГГ-а на маятниковых и микромеханических акселерометрах. Отечественные серийные образцы таких акселерометров нуждаются в совершенствовании конструкции.

Ротационная схема построения ГГ имеет ряд преимуществ перед статической, т. к. уменьшаются ошибки, связанные с механическими, вибрационными и тепловыми внешними воздействиями. В таких ГГ необходимо поддерживать стабильность положения осей чувствительности ЧЭ друг относительно друга и относительно оси вращения.

Статические схемы построения ГГ практически не используются на подвижных объектах из-за их чувствительности к негравитационным ускорениям.

Состояние разработки бортовых ГГ рассматривается в [1; 3]. Достигнутый уровень спектра шумов на подвижном основании составляет $0,05 \cdot 10^{-9} \text{ с}^2/\sqrt{\text{Гц}}$ [1]. Образцы ротационного типа на стендовых испытаниях показали чувствительность к измерению гравитационных градиентов на уровне $13 \cdot 10^{-9} \text{ с}^2$ [1].

Согласно [4], для карт гравитационных градиентов погрешность измерений на фундаментальных пунктах не должна превышать $8 \cdot 10^{-8} \text{ м/с}^2$. Для целей навигации требуемая погрешность измерения ГГ: $10 \cdot 10^{-10} \text{ м/с}^2$ ($10 \cdot 11 \text{ г}$) на базе $0,1 \text{ м}$ [1]. Для решения этой задачи необходимы: чувствительность акселерометров $10 \cdot 11 \text{ г}$; высокоточная система угловой стабилизации ГГ, т. к. динамические погрешности стабилизированной платформы с амплитудой гармонических колебаний 2 угл. с на частоте 10 Гц приводят к дополнительному сигналу на входе ГГ порядка $4 \cdot 10^{-7} \text{ с}^2$, а угловые ускорения – до $4 \cdot 10^{-2} \text{ с}^2$; стабильность теплового режима для ГГ не более 10^{-6} К ; низкоскоростной двигатель с нестабильностью скорости вращения $10^{-6} \cdot 10^{-7}$, выраженной в относительных единицах; метрологическое и калибровочное оборудование для оценки точности ГГ не хуже 10^{-10} с^2 .

В [2] рассматривается схема ГГ-а ротационного типа с двумя парами маятниковых акселерометров, предложенная фирмой Bell Aerospace/Textron Inc., которые имеют уровень шума в пределах $10^{-8} \text{ с}^2/\sqrt{\text{Гц}}$.

В [3] рассматриваются основные проблемы, связанные с разработкой отечественного ГГ по схеме построения, аналогичной описанной в [2].

Рассмотрим вариант конструктивной схемы блока инерциальных ЧЭ для бортового ротационного ГГ.

Общий вид конструктивной схемы представлен на рисунке 1. Вращающийся диск 1 с кожухом 2, четырьмя ЧЭ и блоками электроники устанавливается на привод вращения (на рис. 1 не показан). В свою очередь привод закрепляется на основании 4. Кожух 3 обеспечивает защитные функции.

ЧЭ располагаются по 1 равномерно по периметру, оси чувствительности направлены по касательной к окружности вращения [3].

В качестве ЧЭ в схеме используются маятниковые акселерометры.

Принцип работы сводится к измерению ускорения пробной массы (маятника) акселерометра [2]. При этом частота вращения диска 1 менее $0,3 \text{ Гц}$.

Для определения полного тензора гравитационных градиентов используются показания трех блоков инерциальных ЧЭ, которые имеют следующий характер [2]:

$$(f_1 + f_2) - (f_3 + f_4) = l(W_{yy} - W_{xx}) \sin 2\bar{\omega}t + 2lW_{xy} \cos 2\bar{\omega}t$$

где: $\bar{\omega}$ – угловая скорость вращения диска, W_{xx}, W_{yy} – компоненты тензора градиента силы тяжести, l – расстояние между чувствительными элементами, $f_1 - f_4$ – составляющие удельного вектора силы (ускорения), измеренные четырьмя акселерометрами.

Описанные выше требования к точностям ГГ-а предполагают высочайший технологический уровень изготовления и регулирования, находящийся на пределе возможностей изготовления инерциальных навигационных приборов.

Для уменьшения влияния статических и динамических ошибок на настоящий момент возможно достичь: точность статической и динамической балансировки подвижной части не хуже 1 г при массе подвижной части более 50 кг ; точность выставки осей чувствительности ЧЭ не хуже $15''$; точность вращения привода менее $3''$ за оборот, радиальное и торцевое биения привода вращения менее $0,5 \text{ мкм}$; стабильность поддержания рабочей температуры менее $0,1 \text{ К}$. Существующий уровень точности серийных образцов известных отечественных маятниковых акселерометров характеризуется величиной 10^{-6} г .

Однако, необходимо отметить, что рассмотренные решения не являются достаточными и требуют дальнейшей теоретической и практической проработки.

Список литературы

1. Евстифеев М. И. Состояние разработок бортовых гравитационных градиентометров (Текст) / М. И. Евстифеев // Гироскопия и навигация. – 2016. – Т. 24 – №3(94). – С. 96-114.
2. Торге В. Гравиметрия (Текст): монография, пер. с англ. – М.: Мир, 1999. – 429 с., ил.
3. Краснов В. В. Проблемы разработки бортового гравитационного градиентометра ротационного типа на линейных маятниковых акселерометрах (Текст) / В. В. Краснов, А. В. Требухов, Н. И. Трапезников // Навигация по гравитационному полю Земли и ее метрологическое обеспечение: тезисы докладов научно-технической конференции. – Менделеево: ФГУП «ВНИИФТРИ», 2017. – С. 67-69
4. Приказ Министерства экономического развития РФ от 29 марта 2017 г. №141 «Об установлении структуры государственной гравиметрической сети и требования к созданию государственной гравиметрической сети, включая требования к гравиметрическим пунктам».

Использование усиливающих пьезоактюаторов для построения шаговых пьезодвигателей

**А. И. Липатов, И. Д. Морозов,
М. С. Горбалысов
АО «ФНПЦ «ПО «Старт»
им. М. В. Проценко»**

Один из главных недостатков пьезоэлектрических элементов при проектировании пьезодвигателей – малое относительное удлинение.

В настоящей работе рассматривается изгибно-натяжной (усиливающий) пьезоэлектрический актюатор, представленный на рис. 1, аналогичный конструкции французской компании CEDRAT TECHNOLOGIES, для использования в силовом шаговом пьезоэлектрическом двигателе с холодным резервированием для ответственных применений.

Механическое усиление изгибно-натяжного пьезоэлектрического актюатора достигается благодаря внешней эллиптической рамке [2-3]. Увеличенное перемещение появляется вдоль короткой оси. На основе таких узлов возможно построение шаговых двигателей.

Работа шагового двигателя предполагает периодическое перераспределение нагрузок между узлами для удержания и перемещения подвижного элемента, что подразумевает динамическую нагрузку на актюатор и приводит к проявлению его пружинных свойств в виде неконтролируемой пьезоэлементами упругой деформации. Подобные деформации элементов двигателя сравнимы по величине с развиваемым перемещением пьезопакета, а классические формулы по расчету прочности не учитывают такие прогибы. Также отсутствуют формулы для расчета пружин сложной конфигурации, поэтому для оценки работоспособности такой конструкции необходимо компьютерное моделирование.

По результатам моделирования конструкция актюатора была оптимизирована для до-



Рис. 1. Изгибно-натяжной пьезоэлектрический актюатор с резервированием

стижения наилучшего соотношения жесткостей в продольном и поперечном направлении, при достаточном перемещении по рабочей оси и минимальной нагрузке на пьезоэлементы.

В результате испытаний изготовленных рамок при перемещении пьезопакета на 18 мкм, актюатор в целом обеспечил перемещение 55 мкм, зависимость показана на рис. 2.

На рис. 3 изображен график зависимости перемещения актюатора при нагрузке 5,4 кгс. Из графиков видно, что расчетное перемещение рамок достигается только при отсутствии внешней нагрузки. При нагрузке рамки 5,4 кгс перемещение рамки при подаче управляющих напряжений менее 80 В принимает отрицательные значения, что в абсолютном масштабе означает нежелательный изгиб конструкции и отсутствие полезной работы. Полезное перемещение появляется только при работе пьезопакетов при напряжениях более 80 В, но оно уже не столь сильно отличается от перемещения пьезопакета без усиливающей рамки.

Причиной этого явления является сам смысл усиливающей рамки – увеличить перемещение пьезопакета ценой пропорционального падения усилия. Это условие выполняется для идеальной рамки. В действительности рамка является не классическим рычажным усилителем, а пружиной, балансирующей между пьезопакетом и нагрузкой. Поэтому сочетание

оптимальных значений коэффициентов упругости обеспечит максимальную нагрузочную способность актюаторов подобного рода.

К настоящему времени смоделирован, изготовлен и испытан усиливающий пьезоэлектрический актюатор для работы в составе шагового пьезоэлектрического двигателя. Применение таких механизмов позволяет преобразовать избыточное рабочее усилие пьезоэлементов в увеличенное значение перемещения. Преимуществом рамочной конструкции кроме прочего является защита пьезоэлементов от нагрузок по нерабочим осям. Рамка-усилитель, имея пружинные свойства, может также использоваться в качестве предварительной нагрузки пьезоэлементов, тем самым улучшая их технические характеристики и срок службы.

Макетный образец двигателя, использующего разработанные усиливающие пьезоактюаторы, обладает следующими характеристиками: развиваемое усилие – 5 кгс, скорость – 100 мкм/с, потребляемая мощность – 4 Вт, масса привода – 1 кг, температурный диапазон от -10 до +40°C; точность позиционирования определяется системой управления и позволяет достигать нанометрового разрешения. Также предусмотрена возможность холодного резервирования пьезоэлементов для увеличения надежности двигателя.

Список литературы

1. Вибродвигатели / Банявичус Р. Ю., Рагулькис К. М. – Вильнюс: «Мокслас», 1981. – 193 с.
2. Бобцов А. А. Исполнительные устройства и системы для микроперемещений / А. А. Бобцов, В. И. Бойков, С. В. Быстров, В. В. Григорьев – СПб.: СПб ГУ ИТМО, 2011. – 131 с.
3. Панич А. Е. Пьезокерамические актюаторы: учебное пособие / А. Е. Панич – Ростов н/Д.: Изд. ЮФУ, 2008. – 159 с.
4. Петренко С. Ф. Пьезоэлектрический двигатель в приборостроении. – К.: «Корнійчук», 2002. – 96 с.

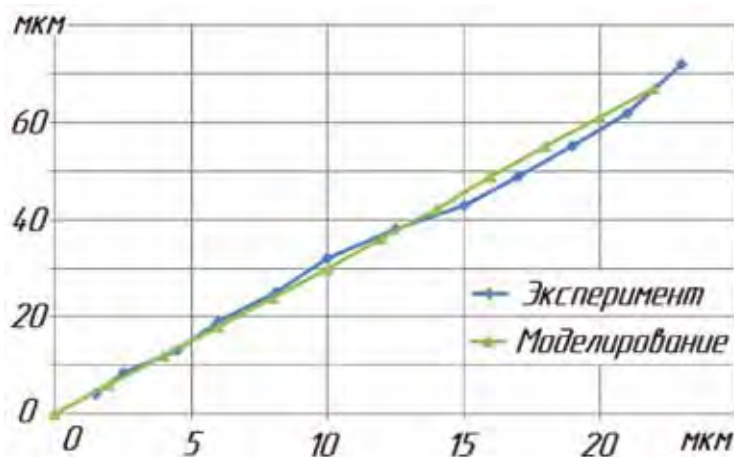


Рис. 2. Перемещение актюатора в зависимости от перемещения пьезопакета

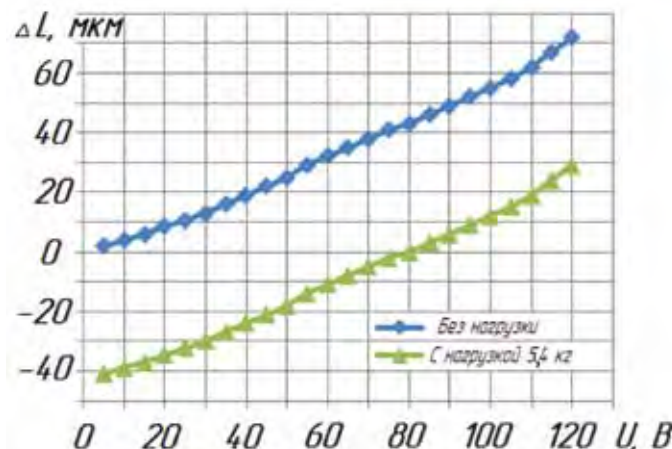


Рис. 3. Перемещение актюатора в зависимости от напряжения и нагрузки

Исследование влияния тепловых нагрузок на деформацию несущей системы инерциального измерительного блока БИНС высокоманевренного БПЛА

А. В. Фролов, П. А. Шаповалов,
С. В. Смирнов
АО «ЦНИИАГ»

В настоящее время бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС) находят все более широкое применение в бортовых системах управления (БСУ) беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Малое время готовности, небольшой вес и умеренное энергопотребление, а также относительно невысокая стоимость изготовления позволили БИНС в значительной степени потеснить платформенные системы на рынке инерциальной навигации.

Основными особенностями высокоманевренных БПЛА являются высокие уровни температурных и механических воздействий, которые без принятия специальных мер уже на ранних этапах проектирования БИНС могут приводить к значительным ошибкам определения навигационных параметров. Более того, даже на первый взгляд незначительные неучтенные температурные воздействия, вызванные внутренними по отношению к БИНС источниками тепла и проявившиеся до осуществления высокочастотного маневра, способны к моменту его завершения привести к повышенному уровню навигационных ошибок БПЛА.

Одними из существенных источников влияния на ошибки определения навигационных параметров являются тепловые деформации осей чувствительных элементов несущей системы (НС) акселерометров БИНС. На рисунке 1а приведена типовая конструкция блока акселерометров (БА) БИНС, установленных на кронштейн 2, который закреплен на основании НС БА.

Исследование тепловых процессов в БА БИНС, проведенное в АО «ЦНИИАГ», выявило ряд явлений и обстоятельств, влияющих на отклонения осей акселерометров, таких как:

- характерное распределение температур БА, вызванное близким расположением к акселерометрам электроники, являющейся источниками тепловой энергии;
- большое количество переходных деталей из разных материалов и стыков между ними, ухудшающих жесткость конструкции и создающее дополнительное тепловое сопротивление;
- наличие деталей с большими свободными площадями с относительно малой жесткостью, работающими в качестве мембраны;
- наличие теплового воздействия внешней среды на акселерометры.

Установлено, что основным механизмом, влияющим на отклонения осей акселерометров, является изменение жесткости НС прибора от различного типа воздействий, в том числе и теплового. Был проведен ряд математических экспериментов с разработанными конструкциями НС, спроектированными с учетом требований по уменьшению уровня



Рис. 1. а) Пример БА БИНС; б) Расчетная схема конструкции НС БА

влияния тепловых воздействий и в то же время увеличивающими жесткость НС.

Экспериментальные расчеты проводились с использованием программного пакета ANSYS Workbench (Customer Number: 1069746). Расчетная схема первого варианта БА «куб» показана на рис. 1б, три других модели конструкции показаны на рисунке 2: б — «сфера», г — «пирамида», д — «колодец».

Исследование теплового поля и отклонения осей акселерометров показали, что наилучшим вариантом — с точки зрения тепловых воздействий на конструкцию — является модель, показанная на рисунке 2д. В настоящее время изготовлены макеты детали, показанной на рис. 2в, НС прибора и ведутся испытания влияния изменения жесткости НС под действием тепловых нагрузок на отклонения осей акселерометров на стенде, показанном на рис. 2е.

Таким образом, выявлен механизм влияния на точность определения посредством БИНС навигационных параметров высокоманевренного БПЛА сил различной природы, который осуществляется через жесткость НС прибора и обладает свойством взаимного влияния при одновременном воздействии. Доказано, что для увеличения жесткости кон-

струкции НС требуется уменьшить количество стыков в приборе до минимально возможного значения, поскольку тепловая энергия, генерируемая в акселерометрах, воздействуя на НС, переводит ее из механической машины в термодинамическую. В стыках при нагреве, из-за различных коэффициентов тепловых расширений, возникают силы упругого и упруго-пластичного взаимодействия деталей НС совместно с силами трения под одновременным воздействием тепловых и динамических нагрузок в термодинамической системе.

Оценка требований, ограничений и свойств для проектируемых компоновок НС принципиально показывает, что физические свойства металлов — жесткости для титана и легкости для алюминия — целесообразно одновременно использовать в конструкции НС. Одновременное применение различных металлов в одной цельной конструкции возможно только с использованием полиметаллических аддитивных технологий.

Результаты показывают, что необходимо разрабатывать и применять указанную технологию, с использованием которой достигаются более высокие значения жесткости изделия, напрямую влияющего на качество прибора, с уменьшением его массы.

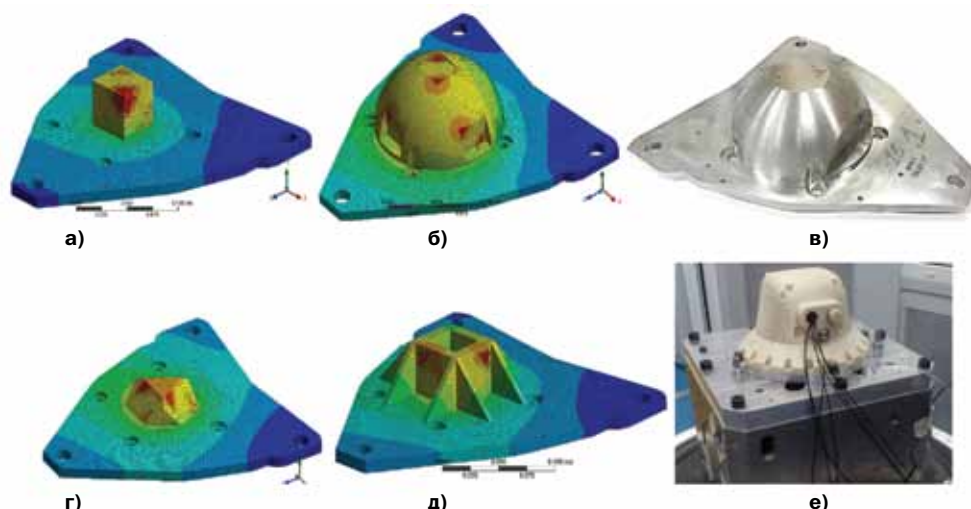


Рис. 2. а), б), г), д) — варианты конструкции НС БА и результаты расчета теплового воздействия; в) — модель конструкции НС БА; е) — БА на испытательном стенде

Снижение себестоимости комплектующих изделий для ТВС заказа ВВЭР-1000 как результат применения методов ПСР

М. С. Уваров, А. В. Павлинов,
Н. Н. Мазуров
ПАО «Машиностроительный завод»

Производственная система «Росатома» – это культура бережливого производства и система непрерывного совершенствования процессов для обеспечения конкурентного преимущества на мировом уровне. Авторы статьи представляют опыт и результаты проекта по снижению себестоимости выпускаемой продукции и трудоемкости выполнения операций за счет применения методов ПСР на примере подразделения ПАО «МСЗ».

Продукция ц. 52 отд. №1

Одной из основных номенклатур, выпускаемых цехом №52, является дистанционирующая решетка (далее ДР) для реакторов типа РБМК, ВВЭР-440, 1000. ДР предназначены для дистанционирования твэлов в пучке ТВС, поддержания урано-водного баланса ТВС и закрепления ТВЭЛ в ТВС. ДР представляют собой поле ячеек, сваренных между собой и с секторами обода. Пилотным участком для достижения целей проекта в цехе №52 была выбрана производственная линия по изготовлению дистанционирующих решеток типа ВВЭР-1000.

Проблемы текущего состояния заключались в следующем:

- высокая себестоимость изготовления комплектующих и ДР для заказа ВВЭР-1000 (выше на 30% в сравнении с аналогичными производствами);
- большая трудоемкость выполнения операций при изготовлении комплектующих и ДР (4,856 н/час на одну ДР);
- наличие операций, не добавляющих ценность;
- неэффективная организация труда;
- большой процент брака по коротким ячейкам;
- контроль вне потока.



Рис. 1. Производственный анализ №1

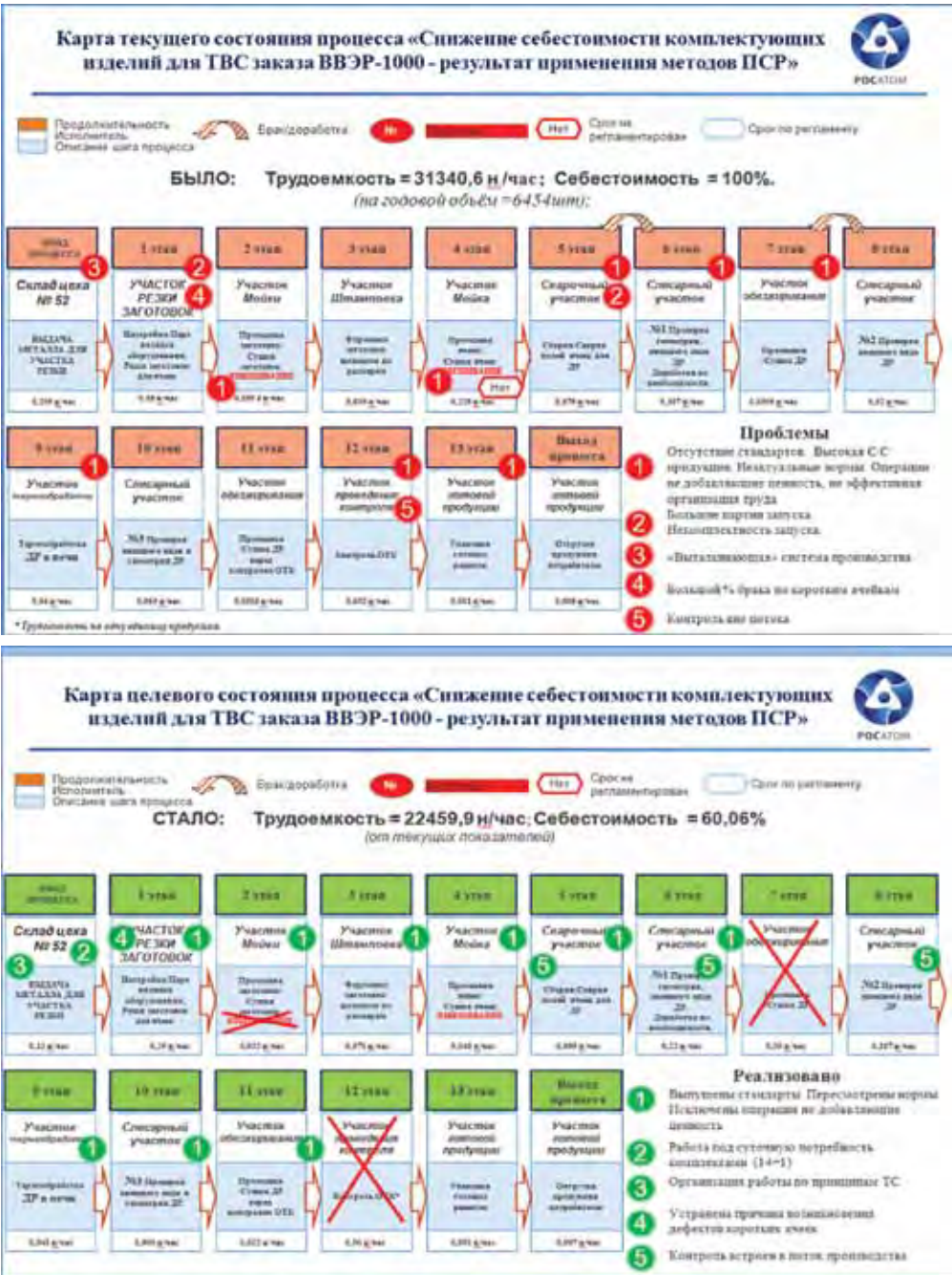


Рис. 2. Карты текущего и целевого состояния потока

Оценка результатов проекта «Снижение себестоимости комплектующих изделий для ТВС заказа ВВЭР-1000 - результат применения методов ПСР»				
Улучшаемые показатели:	Текущий 08.05.17	Цель	Факт 08.12.17	Комментарий
1. Сокращение НЗП, шт (от склада в ЗП до отгрузки в ЗП)	2947	2542	2497	Добились за счет организации производства по принципам течения системы, работа по картам «канбан», организация потока по принципу ПЕРЛ
2. Сокращение ВПП, дни (от склада в ЗП до отгрузки в ЗП)	82,3	70,61	69,3	Снижение объема производственных партий в поток. Выдача сырья и изделий на участок. Сокращение % доработок и снижение брака. Исключение операций, не добавляющих ценность
3. Трудоемкость, н/час (на годовой объем = 6434шт)	31340,6	22459,9	22459,9	Снижение трудоемкости и себестоимости достигнуто за счет внедрения технических, технологических и организационных мероприятий. Проведение переобучения персонала, обучение снижению себестоимости, переосмотр и повышение загрузки основных рабочих
4. Себестоимость, %	100	60	60,06	
Уровень проекта: Минимальный				
Принципы проекта: Минимальные				
Проект показан как за счет оптимизации производственных процессов, стандартизации выполнения работ, применения нестандартных для существующего производства методов организации труда, получения оценки себестоимости и повышения конкурентоспособности комплектующих изделий для ТВС заказа ВВЭР-1000				
Решение по проекту (закрыть/продолжить):				
Продолжить внедрение долгосрочных мероприятий в 2018 году согласно плану мероприятий				
Требуется дальнейшее достижение результатов, детальный переосмотр процесса				

Рис. 4. Оценка результатов проекта



Рис. 3. Встраивание ОТК в поток производства

- Для решения указанных проблем были выбраны следующие направления:
1. Пересмотр норм. Изменение технологии изготовления изделий.
 2. Исключение операций, не добавляющих ценность.
 3. Расчет загрузки и перебалансировка персонала.
 4. Организация работ по принципам ТС («тянущая система»).
 5. Организация контроля изделий в потоке производства.

Организация работы по принципам ТС предусматривала:

- отказ от обезжиривания за счет применения перчаток (исключено загрязнение изделий после сборки и сварки);
- исключение операций взвешивания и подсчет ячеек до момента операции комплектования; – проведение стандартизированной работы (СР), в результате чего исключена излишняя доработка изделий (передали операцию по извлечению оснастки термистам;
- организацию упаковки и отправки по комплектно, строго под суточную потребность заказчика;
- встраивание ОТК в поток производства, проведение контроля в момент изготовления изделий.

Внедрение ПСР на участках изготовления ДР ВВЭР-1000 позволило сократить НЗП и ВПП, оптимизировать процессы производства и достичь поставленные цели:

- снижение НЗП в потоке с 2947 до 2497 штук ДР;
- снижение ВПП с 82,3 до 69,3 дней;
- снижение трудоемкости с 31340,6 до 22459,9 нормочасов;
- снижение себестоимости на 40%.

Роль визуализации как инструмента бережливого производства

Опыт филиала ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» – НИИС им. Ю. Е. Седакова

Л. В. Бердникова
Филиал ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИС
им. Ю. Е. Седакова»

Производственная система Росатома (ПСР) – это культура бережливого производства и система непрерывного совершенствования процессов для обеспечения конкурентного преимущества на мировом рынке. Одним из инструментов ПСР является визуализация. В эру активной цифровизации роль визуального представления информации приобретает еще более актуальный характер.

Визуализация – это расположение всех инструментов, деталей, производственных стадий и информации о результативности работы производственной системы таким образом, чтобы они были четко видимы, и чтобы каждый участник производственного процесса моментально мог оценить состояние системы.

Метод визуализации применяется в организации с целью представления информации в наглядной форме и доведение ее до сведения персонала в режиме реального времени для анализа текущего состояния и принятия обоснованных и объективных решений. Методы визуализации преимущественно комбинируются, их использование зависит от масштаба и вида производства, бюджета, количества работников, преследуемых задач. Суть методов тоже зависит от конкретных задач, которые ставит руководство и сами работники.

Задачами метода визуализации являются:

- 1) наглядное представление информации для анализа текущего состояния процессов;
- 2) обеспечение требуемого уровня безопасности;
- 3) создание условий для принятия обоснованных и оперативных решений;
- 4) создание условий для быстрого реагирования на проблемы;
- 5) быстрый поиск и обнаружение отклонений при выполнении операции или процессов производства продукции.

Объектами применения метода визуализации могут быть:

- 1) персонал;
- 2) рабочее место;



Рис. 1. Ложемент канцелярских принадлежностей

- 3) рабочее пространство;
- 4) процессы организации;
- 5) инфраструктура;
- 6) информационные потоки;
- 7) поток создания ценности;
- 8) другое.

В средствах визуального контроля необходимо выполнение следующих требований:

- описывают потенциальные неисправности и возможные остановки в работе;
- просты для понимания, учитывают разный уровень образованности и владения языками;

- видны издалека;
- содержат актуальную информацию, обновляются периодически и своевременно;
- понятны с первого раза.

Методов и инструментов визуализации много, но наиболее часто используются следующие:

- **маркировка.** Способ визуального обозначения, позволяющий идентифицировать назначение, местоположение, применение и принадлежность объектов (документов, предметов, зданий, территорий и т. д.). Маркировка может быть цветовой, буквенной, символьной и т. п. Цветовая маркировка – это инструмент, с помощью которого объекты выделяются (обозначаются) цветом для идентификации их по назначению, местоположению, применению и принадлежности;

– **окопирование.** Способ обозначения места размещения объекта посредством выделения его контура (силуэта) контрастным цветом. Примером может являться метод теней или использование ложементов при расположении предметов, инструментов и приспособлений.

– **разметка.** Способ визуализации объектов с помощью сигнальной цветовой кодировки для повышения эффективности и безопасности их использования. Разметкой обозначаются: границы рабочих пространств, местонахождение предметов и оборудования, транспортные проезды, проходы, траектории и направления перемещения персонала, предметов, транспортных средств и т. д. Данный метод широко применяется на производствах при зонировании рабочих мест и участков.

– **цветовое кодирование.** Способ преобразования информации в определенный цвет или комбинацию цветов (цветовой код) для придания отличительного признака объекту, процессу, показателям и т. д. [1]. Цветовое кодирование используется в различных инструментах и способах метода визуализации от разметки до гистограмм и графиков.

– **информационный стенд.** Производственные, инфостенды, «было/стало», доски почета, доски качества и т. п. доски, экраны, плакаты, электронное табло. Организация

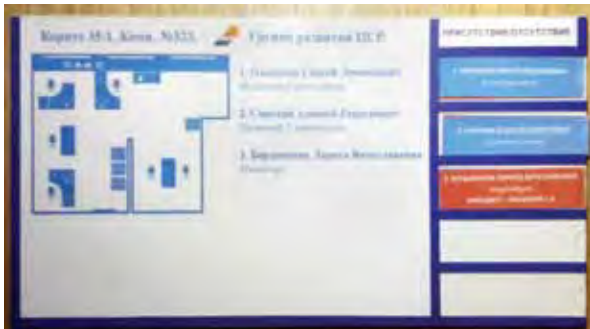


Рис. 2. Информационная таблица со списком сотрудников



Рис. 3. Панель управления в цехе



Рис. 4. Инфостенд группы ПСР

Объекты уборки	Ответственный	Периодичность	Январь 2018 г.																														
Индивидуальные объекты			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Рабочее место №1	Иванов И.И.	1 раз в неделю											X							X							X						
Рабочее место №2	Петров П.П.	1 раз в неделю											X						X								X						
Рабочее место №3	Сидоров А.А.	1 раз в неделю											X						X								X						
Рабочее место №4	Зайцев Н.Н.	1 раз в неделю											X						X								X						
Рабочее место №5	Козлов В.В.	1 раз в неделю											X						X								X						
Объекты "общего" пользования																																	
Стол №1	Петров П.П.	1 раз в неделю											X						X								X						
Стол №2	Петров П.П.	1 раз в неделю												X					X								X						
Шкаф №1	Сидоров А.А.	1 раз в неделю													X					X								X					
Шкаф №2	Зайцев Н.Н.	1 раз в неделю														X					X								X				
Шкаф №3	Козлов В.В.	1 раз в неделю															X			X							X						
Полка цветов	Иванов И.И.	пт., ср., пт.											X	X	X			X	X	X						X	X	X					

Рис. 5. Табличное представление информации



Рис. 6. Графическое представление информации с помощью инфографики

должна определить содержание информационных стендов.

- На информационных стендах отображается:
- плановая и фактическая информация о состоянии процессов (показатели качества, количества, затрат, безопасности; отклонения, проблемы, информация о персонале и т. д.);
 - отображение изменений «до» и «после» («было – стало»).

С целью увеличения скорости получения информации следует также не просто наглядно отображать сводную информацию, но и использовать графические инструменты и принципы дизайна. Тенденцией в визуализации является переход от табличного, массивного представления данных в сторону упрощения и использования новых графических инструментов, таких как инфографика и скрайбинг (визуализация сложного смысла простыми образами).

Визуализация в бережливом производстве – самый простой и эффективный способ передачи информации, который позволяет сразу оценить состояние производственного процесса и его результативность, а также получить максимум информации за минимум времени. Основные преимущества инструмента визуализации:

- возможность значительно упростить работу, сэкономить время, энергию и деньги;
- предоставление информации о плановых показателях, которых нужно достичь, о наличии необходимых в работе материалов и месте выполнения тех или иных работ;
- увеличение производительности;
- помощь руководителю в определении состояния процесса, в выявлении узких мест в производственных процессах и операциях, предоставление возможности оперативно принимать корректирующие меры;
- поднятие коллективного духа и моральное стимулирование работников.

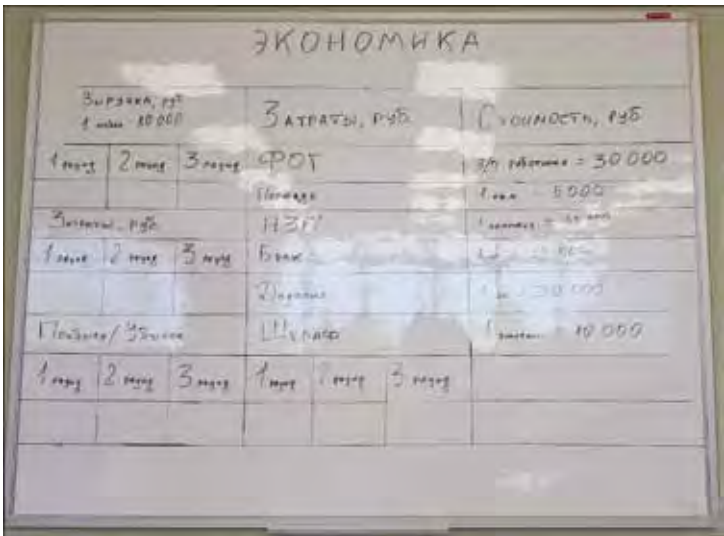


Рис. 7. Инфостенд с экономическими показателями

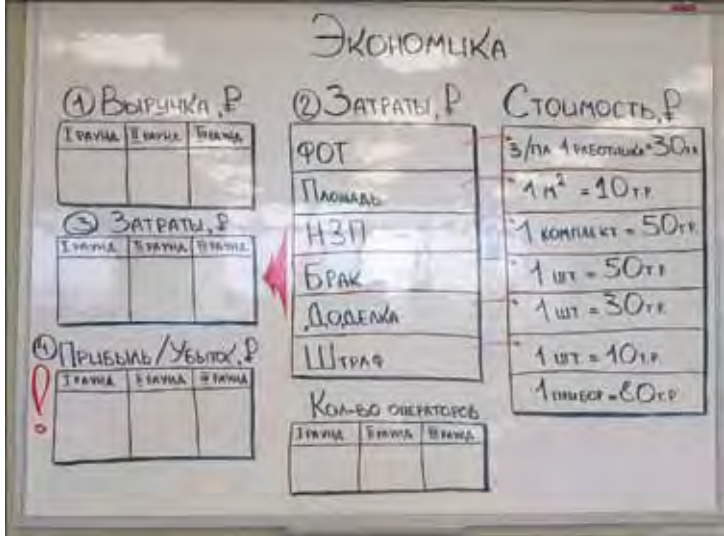


Рис. 8. Доработанный инфостенд при помощи техники скрайбинг

Государственный человек

К 80-летию Почетного научного руководителя РФЯЦ-ВНИИЭФ академика РАН Р. И. Ильяева

«Имея счастливую возможность взаимодействовать с такими людьми, как Радий Иванович Ильяев, невольно задумываешься над тем, каким образом природа и общество выдвигают такие личности на первый план и награждают их талантом и возможностями преодолевать непреодолимое. По всей видимости, решающую роль в этом играет время: для каждого исторического периода характерна своя исключительная особенность, выражающаяся в появлении особого спроса на таланты, способные решать качественно новые проблемы, отражающие вызовы времени. Именно вызовы времени формируют и выдвигают на первый план личности, способные преодолевать «непреодолимое». Именно им становится посильным то, что для большинства из нас находится за пределами возможного. Именно такие люди в условиях крутых перемен и кризисов оказываются способными генерировать принципиально новые и жизнеспособные идеи. И именно эта способность определяет масштаб их личности».

Н. В. МИХАЙЛОВ, д. э. н., профессор

Он родился 9 октября 1938 года в селе Тутура Иркутской области. Школу заканчивал в Ленинградской области, в городе Пушкине. Во время учебы любил точные предметы: алгебру, геометрию, с особым уважением относился к физике. Закончив школу с золотой медалью, поступил на физико-механический факультет Ленинградского политехнического института. Но по мере изучения наук всё больше тянуло к фундаментальной физике, и Радий перевелся на физический факультет Ленинградского университета. С теоретической физикой он связал всю свою жизнь.

В 1961 году, закончив университет, Радий Ильяев вместе с молодой супругой приехал по распределению в Саров, тогдашний Арзамас-16, где работали выдающиеся советские ученые-физики Я. Б. Зельдович и Ю. Б. Харитон. Здесь он впервые встретился с А. Д. Сахаровым, и эта встреча произвела на молодого ученого большое впечатление. Сахаров свободно говорил об очень серьезных и секретных вещах, будучи при этом абсолютно уверенным в том, что перед ним стоит человек с задатками большого ученого. Андрей Дмитриевич оказался прав: Радий Ильяев довольно скоро стал одним из ведущих специалистов ядерного центра. Главным стержнем, ориентиром в работе стали для него слова Юлия Борисовича Харитона: «Нам надо знать в десять раз больше, чем нам сейчас нужно для практических нужд». Всегда помнит и учитывает в своей работе он и другое изречение своего учителя: «Думая о хорошем и строя планы о хорошем, надо всегда помнить и о том, чтобы мы ничего плохого не натворили».

Вся научная карьера Р. И. Ильяева связана с разработкой и созданием ядерного и термоядерного оружия. С 1961 по 1988 год работал в теоретическом отделении института, прошел путь от начинающего исследователя до ведущего специалиста, руководителя теоретического отдела по разработке ядерных зарядов. В этот период он сформировался как выдающийся ученый, внесший крупный вклад в развитие физико-математических методов, связанных с созданием ядерного оружия, и в разработку конкретных оружейных систем. В 1968 году защитил кандидатскую диссертацию, в 1980 году – докторскую.

С 1988 по 1993 год работал начальником ведущего конструкторского отделения и первым заместителем главного конструктора, с 1993 года – заместителем научного руководителя института. В 1996 году Р. И. Ильяев



стал директором Российского федерального ядерного центра – ВНИИ экспериментальной физики, в 2008 году – его научным руководителем.

Деятельность Р. И. Ильяева на всем ее протяжении успешно сочетала теоретические исследования с постановкой и анализом данных различных экспериментов. Р. И. Ильяев – один из авторов оригинального метода определения энерговыделения, за создание которого в 1968 году он был удостоен Государственной премии СССР. Разработанный метод получил широкое распространение и был использован во многих натурных испытаниях.

В середине 1960-х годов остро встала угроза создания в США системы ПРО, оснащенной ядерными зарядами. Возникшая проблема потребовала проведения принципиально новых исследований, связанных с вопросами воздействия различных видов поражающих факторов ядерного взрыва на советские ядерные заряды и боеприпасы, с подтверждением необходимой степени их живучести. Р. И. Ильяев стал инициатором, одним из разработчиков и руководителей проведения специальных подземных натурных опытов, проявивших его высокий уровень и как физика-теоретика, и как физика-экспериментатора. Результаты

данного направления работ приобрели особую значимость в последние годы в связи с выходом США из Договора по ПРО.

По его инициативе были разработаны заряды переменной мощности с повышенными специальными поражающими факторами. Для решения этой задачи потребовалось создать специальные первичные источники в существенно асимметричной конфигурации с работой в бустерном режиме. Фундаментальная научная проблема, которую надо было решить в ходе разработки, была связана с необходимостью исправления исходной асимметрии в процессе имплозии и обеспечением устойчивости работы бустерного режима. И она была успешно решена. При этом в ходе ее решения были созданы прецизионные физико-математические модели работы первичных источников в существенно двумерном режиме имплозии. Их успешная реализация подтвердила широкие возможности существующей методологии расчетов работы первичных источников. За работу по этому направлению в 1981 году Р. И. Ильяев удостоен Государственной премии СССР.

Важнейшим этапом в совершенствовании отечественного ядерного оружия стало создание термоядерных зарядов переменной



мощности. Оно существенно расширило возможности боевого применения и повысило эффективность различных боевых комплексов. Р. И. Ильяев был назначен научным руководителем работ по физико-математическому моделированию процессов, происходящих в термоядерных зарядах этого класса. Именно ему принадлежит выдающаяся роль в успешной реализации этих работ.

Одновременно была подтверждена высокая степень адекватности реальным процессам развитых физических представлений и созданных физико-математических моделей. Данный комплекс работ стал одним из тех краеугольных камней, на которых основана вся существующая система физико-математического моделирования процессов, происходящих в ядерных зарядах, — основного отечественного инструмента научно-технического сопровождения ядерного оружия в отсутствие ядерных испытаний. В 1994 году за работы по этому направлению Р. И. Ильяев был удостоен Государственной премии РФ.

На протяжении всей своей деятельности Р. И. Ильяев много и плодотворно работал в области обеспечения безопасности ядерного оружия, активно содействовал переходу в первичных источниках на использование новых прогрессивных видов взрывчатых веществ, что привело к повышению безопасности и расширению эксплуатационных возможностей.

Под руководством Р. И. Ильяева разработаны новые меры повышения безопасности ядерных зарядов, которые предусматривают создание и внедрение в первичные источники специальных элементов для повышения их безопасности и использование взрывчатых веществ повышенной безопасности. С конца 1980-х годов работы в рамках этих подходов интенсивно развиваются, часть решений внедрена в практику.

В связи с сокращением значительной части ядерного арсенала остро встали вопросы безопасности на стадиях демонтажа, транспортировки и хранения ядерных зарядов, боеприпасов и их компонентов. Под руководством Р. И. Ильяева выполнен обширный комплекс работ по обеспечению безопасности ядерных зарядов на этих стадиях жизненного цикла, по обеспечению гарантированной защиты ядерных зарядов и боеприпасов от несанкционированного применения.

Под его руководством и при личном участии выполнен цикл теоретических и экспериментальных работ по изучению развития цепной реакции в условиях существенно асимметричной гидродинамики среды. Эти работы стали основой создания физико-математических моделей развития нейтронно-ядерных процессов в условиях асимметричной имплозии, верифицированных по результатам натурных экспериментов с конкретными физическими устройствами. Они имеют первостепенное практическое значение для решения вопросов безопасности ядерного оружия.

Особую роль как в области ядерно-оружейных работ, так и при проведении фундаментальных и конверсионных исследований играют расчетно-вычислительная база и программное обеспечение. Р. И. Ильяев стал идеологом и руководителем развития вычислительного комплекса РФЯЦ — ВНИИЭФ на основе как разработок и использования мощных ЭВМ, так и широкого внедрения в научно-производственную деятельность персональных компьютеров. Как результат — мощность Вычислительного центра РФЯЦ — ВНИИЭФ возросла более чем в тысячу раз, и на сегодняшний день он является крупнейшим вычислительным центром в России.

Р. И. Ильяев внес определяющий вклад в эффективное развитие газодинамического комплекса РФЯЦ — ВНИИЭФ — одного из основных комплексов разработки ядерного оружия, обоснования его надежности и безопасности. По его инициативе был создан Институт физики взрыва, где проводятся масштабные исследования взрывных процессов.

Под научным руководством Р. И. Ильяева проведен масштабный цикл работ по фундаментальным исследованиям физики работы ряда лазеров и свойств высокотемпературной плазмы, в том числе проведены уникальные исследования по сжатию лазерных термоядерных мишеней и изучению распространения рентгеновского излучения в протяженных замкнутых полостях. Р. И. Ильяев — инициатор и руководитель научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области создания боевого оснащения комплексов неядерных вооружений. Выполненные в РФЯЦ — ВНИИЭФ научные исследования в области кумуляции, взрывного формирования поражающих элементов, направленного метания, создания адаптивной автоматики позволили разработать боевые части на уровне лучших мировых образцов.

Став к концу XX века одним из бесспорных мировых лидеров в области исследований быстрых и сверхбыстрых процессов, обладая развитой инфраструктурой, позволяющей осуществлять масштабные исследования, Саровский ядерный центр мог бы вполне благополучно эксплуатировать завоеванные позиции еще долгие годы. Но в начале нового века, в разгар перманентного кризиса, Радий Иванович принимает неожиданное по тем временам решение о создании на «приграничной» с ядерным центром территории технопарка. Спустя годы оправданность и уместность такого решения не подвергается сомнению, но тогда необходимо было преодолевать упорное сопротивление идее на всех уровнях, проявлять настойчивость и принимать на себя немалые риски. Дальнейшая практика в осуществлении замысла стала примером эффективного частно-государственного партнерства в деле использования научно-технологического и кадрового потенциала РФЯЦ в гражданской инновационной деятельности с целью полу-

чения прямого экономического эффекта и для диверсификации работ, выполняемых в Сарове.

Особый предмет забот академика Ильяева — кадровый потенциал института. Бережное отношение к людям позволило в тяжелых экономических условиях 1990-х годов сохранить институт как активно действующий научно-технический центр России, решающий новые масштабные задачи.

Р. И. Ильяев — один из инициаторов развития международного сотрудничества РФЯЦ — ВНИИЭФ. Благодаря его личному участию и поддержке институт ведет плодотворное научное сотрудничество со многими мировыми ядерными исследовательскими центрами и международными организациями, включая все ведущие национальные лаборатории США, Комиссариат по атомной энергии Франции, ЦЕРН, Ядерный центр «Олдермастон» Великобритании, Китайскую академию инженерной физики, Международное агентство по атомной энергии. Международное сотрудничество наглядно продемонстрировало потенциал РФЯЦ — ВНИИЭФ как одного из ведущих мировых научно-технических центров и предоставило возможность специалистам института активно работать в разных областях фундаментальной науки.

РФЯЦ — ВНИИЭФ принадлежит к числу уникальных и крупнейших научно-технологических центров России, находящихся на мировом уровне, в одном ряду с самыми известными научными организациями ведущих мировых государств. В том, что этот институт успешно работает и развивается, велико значение деятельности его бывшего руководителя, а ныне — почетного научного руководителя, академика РАН, лауреата Государственных премий СССР и РФ, заслуженного деятеля науки РФ Радия Ивановича Ильяева.

Нельзя не сказать и о том, что с 1996 года Р. И. Ильяев не только руководил огромным коллективом института, но и принимал самое активное участие в жизни города Сарова. При его непосредственном участии вырабатывалась стратегия политической и административной власти в городе в труднейшие для всей страны годы. Это его заслуга, что руководители города и ядерного центра, сконцентрировав внимание на перспективе, смогли найти механизмы и способы выживания в тяжелейших условиях. Когда всё увядало, Саров развивался: строились дороги, возводилось жилье, появлялись новые социальные программы. Поэтому в 1999 году Радий Иванович Ильяев заслуженно стал Почетным гражданином города Сарова.

Он и сегодня в строю. Активно участвует в научной жизни института, передает свои знания и опыт молодежи, поддерживает Духовно-научный центр, созданный на базе Российского федерального ядерного центра и Свято-Успенского мужского монастыря Саровской пустыни.

Так жить и работать может только по-настоящему государственный человек.



Спасибо за неоценимый вклад в науку!

Внёшие выдающийся вклад в науку люди, к которым, безусловно, относится российский физик Радий Иванович Илькаев – это цвет нации. Их открытия и разработки как результат недюжинного многолетнего труда являются основой развития человеческой цивилизации. Создание целого ряда новых физико-математических моделей работы ядерных и термоядерных зарядов в широком диапазоне различных условий, организация научно-технической деятельности РФЯЦ-ВНИИЭФ, определившая основные направления развития научно-технического потенциала института и другие значимые заслуги Радия Ивановича Илькаева в строительстве адекватной обороны масштабного пространства России – яркий тому пример.

К числу наиболее ценных качеств таких неординарных людей я бы безусловно отнёс культ знаний. «Мы должны знать в десять раз больше, чем нам нужно сейчас» – не устаёт повторять он. Когда-то эту фразу можно было услышать от академика Харитона. Талантливый продолжатель дела своего

коллеги и учителя, Радий Иванович Илькаев и сам уже давно учитель: созданная им научная школы по разработке современных первичных источников, зарядов переменной мощности и обеспечению безопасности ядерного оружия признана во всём мире.

Конечно же, для человека с особым научным даром творческая работа не имеет ограничений во времени и пространстве. Мысль о необходимости знать в десять раз больше, чем нам нужно сейчас, с прежней энергией неустанно подчёркивается Радием Ивановичем и сегодня, он так же настойчиво продолжает активно вовлекать в науку молодёжь.

В ФНПЦ «Титан-Баррикады» и руководители, и перспективные молодые специалисты хорошо знакомы с этим направлением работы Радия Ивановича. Академик РАН и РАН, лауреат Государственных премий СССР и РФ Р. И. Илькаев, в частности, является Председателем комиссии по оценке научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ молодых учёных предприятий –



ассоциированных членов Российской академии ракетных и артиллерийских наук. Конкурс проходит на базе Волжского регионального центра РАН, и для наших молодых коллег является важной ступенью на пути приобретения практического опыта глубоких, вдумчивых исследований. А благодарность авторам научных работ от такого учёного с мировым именем, как академик РАН Р. И. Илькаев, придаёт им в этом нелёгком деле уверенности и сил.

Примите наши самые искренние поздравления с восьмидесятым днём Вашего рождения, уважаемый Радий Иванович! Здоровья, энергии Вам на долгие-долгие годы, реализации всех задумок и планов!

В. А. Шурыгин, Герой Труда России, лауреат Государственной премии РФ, доктор технических наук, профессор, академик РАН, генеральный директор и генеральный конструктор АО «ФНПЦ «Титан-Баррикады».

Уважаемый Радий Иванович!
От коллектива Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева и от меня лично примите сердечные поздравления с Вашим знаменательным юбилеем – 80-летием со дня рождения!



Вы, авторитетнейший ученый и крупный руководитель, многие годы отдавший на благо науки и укрепления обороноспособности нашей страны, являетесь собой пример самоотверженного служения Отечеству.

Придя во ВНИИЭФ молодым физиком, Вы начинали свой путь в науку под руководством великих советских ученых-ядерщиков – Андрея Сахарова, Якова Зельдовича и Юлия Харитона – и вскоре стали одним из ведущих физиков-теоретиков института, чья деятельность была удостоена Государственной премии СССР. Спустя некоторое время Вы занялись новым направлением научных исследований, и Ваши труды в этой области вновь были удостоены еще одной Госпремии уже за эти разработки.

Вы внесли большой вклад в российскую теоретическую и экспериментальную ядерную физику, а Ваши практические разработки лежат в основе современного ядерного арсенала России. Ваши научные труды знают и высоко ценят в профессиональном сообществе во всем мире.

Много времени и сил Вы посвятили развитию Российского федерального ядерного центра и института ВНИИЭФ, который возглавили в труднейшие для науки 90-е годы. Именно Вам современный Саров обязан своим научным обликом. В условиях острого социально-экономического кризиса в стране была осуществлена реорганизация ядерного центра, начаты новые фундаментальные и прикладные научные программы, создана современная экспериментальная база. У института возобновились связи с ведущими физическими центрами страны, наладились отношения со многими ядерными центрами мира.

Российский ядерный центр стал активным участником проекта ЦЕРН – в оборудовании Большого адронного коллайдера есть и разработки ученых ВНИИЭФ. Саров подтвердил свою репутацию крупнейшего мирового научно-технического центра.

Вы воспитали десятки учеников, под Вашим руководством создана научная школа по разработке современных первичных источников, зарядов переменной мощности и обеспечению безопасности ядерного оружия. При Вашем непосредственном участии запущена первая очередь Саровского технопарка, в институты ежегодно приезжают работать до 300 выпускников лучших физических вузов страны – МФТИ, Московского и Санкт-Петербургского, Казанского университетов, МИФИ и нашего – опорного – НГТУ им. Р. Е. Алексеева.

Ваш труд отмечен наградами самого высокого уровня: Вы лауреат трех Государственных премий и премии Правительства РФ, удостоены орденов «За заслуги перед Отечеством» III степени, ордена Почета, благодарностей Президента России, Вам присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки РФ». Российская академия наук отметила Ваши заслуги Золотой медалью РАН имени А. Д. Сахарова.

Уважаемый Радий Иванович! В день Вашего 80-летия позвольте от души поздравить Вас с этим замечательным юбилеем и искренне пожелать крепкого здоровья, счастья, реализации всех Ваших планов, поддержки учеников и единомышленников.

**Ректор НГТУ им. Р. Е. Алексеева
доктор технических наук, профессор Сергей Дмитриев**



Глубокоуважаемый Радий Иванович!
От имени руководства и коллектива Удмуртского федерального исследовательского центра Уральского отделения РАН примите сердечные поздравления с замечательным юбилеем – 80-летием со дня рождения!

Весь Ваш жизненный путь, дело, которому Вы посвятили свою жизнь, являются яркой иллюстрацией целеустремленности и колоссальной жизненной энергии человека, который с самого начала этого пути совершенно точно знает – зачем и для чего он живёт. Именно это обстоятельство в совокупности с исключительной работоспособностью обеспечили те успехи и результаты Вашей многогранной деятельности, которыми вправе гордиться не только Вы, но и вся страна.

Во всех областях, которыми Вы занимались, – научно-исследовательская, научно-организационная, управленческая, – Вами были получены выдающиеся результаты. Вы внесли весьма существенный вклад в то, что РФЯЦ-ВНИИЭФ стал стабильно и успешно работающим предприятием, и обороноспособность России в настоящее время надёжно обеспечена в значительной степени Вашими усилиями.

Государство по достоинству оценило Ваш вклад в развитие ядерного оружейного комплекса страны: многочисленные государственные награды, которых Вы удостоены, – яркое тому подтверждение.

Неизменное уважение вызывает и Ваша многогранная общественная деятельность, которая направлена на единение нашего общества, на сохранение фундаментальных основ его существования.

Занимаясь в том числе и крайне важными вопросами обеспечения безопасности ядерных оружия, Вы привлекли к работам в этом направлении большое количество различных предприятий, в том числе и УдмФИЦ УрО РАН. Совместная работа специалистов наших организаций позволила решить важные вопросы измерительно-методического обеспечения натурных динамических испытаний изделий и существенно повысить их качество.

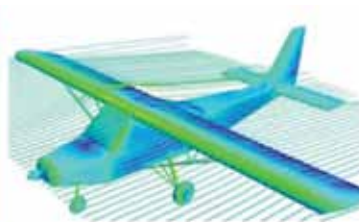
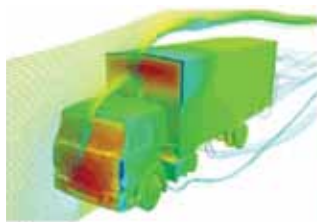
В день Вашего юбилея, уважаемый Радий Иванович, желаем Вам крепкого здоровья, долгих лет жизни и неизменного творческого настроя во всех Ваших начинаниях.

**М. Ю. Альес,
директор УдмФИЦ УрО РАН, д.ф.-м.н., профессор**

Эффективность компьютерного моделирования



А. А. Рябов
доктор физ.-мат. наук
директор ООО «Саровский
Инженерный Центр»



Саровский инженерный центр (СИНЦ) был создан в технопарке «Саров» в 2006 году при поддержке директора РФЯЦ-ВНИИЭФ, академика РАН Р. И. Ильяева для эффективного внедрения в отечественную промышленность современных компьютерных технологий проектирования новых изделий. За годы работы в СИНЦ сформирован коллектив квалифицированных специалистов, оснащенных высокопроизводительными вычислительными ресурсами и современными лицензионными программными средствами инженерного анализа мирового уровня. Установлены связи с более чем 140 российскими и рядом зарубежных научных, проектных и конструкторских организаций.

Предприятие работает по различным направлениям, занимаясь разработкой, тестированием, продвижением и поддержкой современных технологий компьютерного моделирования, активно применяет передовые в мире программные средства решения прикладных проблем прочности и тепломассопереноса в реализации практических задач отечественных предприятий. В России партнерами СИНЦ являются ведущие разработчики наукоемких изделий атомной энергетики, аэрокосмической промышленности, автомобилестроения, газотранспортных систем, судостроения, проектные организации гражданского строительства, машиностроения, научные центры РАН, десятки вузов страны.

Эффективность применения современных компьютерных технологий при наличии высокопроизводительных компьютеров и развитых программных средств существенно зависит от квалификации персонала, знаний теоретических основ моделируемых процессов, непрерывно развивающихся численных методов и математических моделей. Наши специалисты щедро делятся накопленным опытом с инженерами и учеными различных отраслей страны на проводимых СИНЦ ежегодных всероссийских научно-практических конференциях, регулярных семинарах в технопарке «Саров», используют современные средства коммуникаций для консультаций промышленных партнеров в ежедневном режиме.

Современное развитие различных отраслей науки и техники, будь то наземные, водные, воздушные транспортные средства, космические аппараты, энергетические установки, машиностроительное оборудование, объекты гражданского строительства, добычные комплексы и трубопроводы, сложные научно-исследовательские установки и т. д. характеризуется постоянно возрастающими требованиями по эффективности, надежности и безопасности эксплуатации. Это ставит перед разработчиками весьма сложные задачи, вызывает необходимость поиска и реализации порой принципиально новых, глубоко обоснованных инженерных решений, правильность которых должна быть надежно подтверждена. Очевидно, что с усложнением техники проверка новых технических характеристик путем прямых экспериментов удлиняет процесс проектирования, требует значительных материальных затрат. В ряде областей, таких, например, как атомная энергетика и авиастроение решение проблем безопасности новых изделий порой принципиально невозможно из-за неприемлемого негативного воздействия на окружающую среду, сопряжено с весьма высокими человеческими рисками.

Наилучшим средством решения проблем проектирования новых изделий с повышенными характеристиками по эффективности, надежности и безопасности являются современные компьютерные технологии инженерного анализа, обладающие двумя существенными преимуществами. Во-первых, они позволяют значительно экономить время и средства на разработку, а во вторых дают возможность в сжатые сроки проводить высокоточный анализ множества технических решений с целью поиска оптимального варианта изделия на этапе проектирования.

При использовании новых компьютерных технологий неизбежно возникает вопрос о достоверности численных результатов, описывающих поведение нового объекта, особенно в экстремальных условиях, характерных для возможных аварийных ситуаций, обусловленных повышенными требованиями по безопасности. В Саровском инженерном центре выработан подход к подтверждению достоверности моделирования, основанный на анализе

сходимости дискретных моделей, обоснованном выборе уравнений состояния подвижных сред и деформируемых тел, критериев прочности в условиях сложного напряженного состояния. Адекватность такого подхода, как правило, подтверждается близостью численных и экспериментальных результатов модельных опытов, максимально точно отражающих физические процессы в реальных изделиях. Надежность выработанного комплексного подхода многократно подтверждена на практике в решении сложных инженерных проблем различных отечественных предприятий.

Все новые атомные реакторы должны иметь защитные контуры, обеспечивающие надежный теплоотвод остаточного энерговыделения при аварийном обрушении активной зоны. Проверка новой конструкции путем прямых испытаний в данном случае принципиально невозможна. Специалистами СИНЦ совместно с сотрудниками ОКБМ Африкантов (Н. Новгород) на основе современных программных средств компьютерного моделирования выполнен комплекс расчетных исследований свободных конвективных течений в защитном контуре реактора БН-800, позволивший обосновать правильность технических решений, обеспечивающих безопасность реальной конструкции. Достоверность расчетов подтверждена сравнительным анализом численных и экспериментальных данных модельных стендовых испытаний.

За годы работы специалисты СИНЦ провели решение множества прикладных задач. Газотурбинные двигатели НПО «Сатурн» (Рыбинск), «Климов» (Санкт-Петербург), «Авиадвигатель» (Пермь), «Кузнецов» (Самара), космические аппараты ИКИ РАН (Москва), ГНП РКЦ «Прогресс» (Самара), медицинские лазеры ЦФП ИОФ РАН (Троицк), гиротроны ИПФ РАН (Н. Новгород) для проекта ITER, автомобили Группы «ГАЗ» (Н. Новгород, Миасс), КАМАЗ (Набережные Челны), НАМИ (Москва), общественные здания (ледовая арена в Ульяновске, аквапарк и стадион «Динамо» в Москве), элементы трубопроводных систем, арктические суда – вот далеко не полный список изделий, установок и сооружений, в анализе которых успешно использовалось компьютерное моделирование, продемонстрировав высокую эффективность в реализации более 260 проектов.

Глубокоуважаемый Радий Иванович!

Саровский инженерный центр сердечно поздравляет Вас с 80-летним юбилеем!

Позвольте выразить Вам глубокую благодарность и признательность за внимание к развитию технопарка «Саров» и нашего предприятия.

Примите искренние пожелания крепкого здоровья, благополучия, удачи и творческого долголетия на благо и процветание Отечества!

**С глубоким уважением,
коллектив ООО «Саровский Инженерный Центр»**



Глубокоуважаемый Радий Иванович!
Примите самые теплые и сердечные поздравления от сотрудников
Института прикладной физики Российской академии наук и от нас лично
со знаменательной датой – 80-летием со дня рождения!



Ваш юбилей – приятный повод высказать наше признание и уважение выдающемуся физiku и талантливому организатору науки, обогатившему науку замечательными открытиями и внесшему неоценимый вклад в укрепление и совершенствование обороноспособности нашей страны.

Всю свою трудовую жизнь и творческую энергию Вы отдали Всероссийскому научно-исследовательскому институту экспериментальной физики – ведущему российскому и мировому ядерному научно-техническому центру, где прошли славный путь от начинающего ученого до директора и научного руководителя. Ваш вклад в становление РФЯЦ-ВНИИЭФ и формирование его современного облика является определяющим, Ваши работы всемерно способствовали развитию его научного потенциала. Вы продолжили и укрепили заложенные отцами-основателями ВНИИЭФ – Б. Г. Музруковым, Ю. Б. Харитоновым, А. Д. Сахаровым и Я. Б. Зельдовичем – замечательные традиции, которые позволили создать ядерный щит страны, а также претворять в жизнь самые современные разработки – от ядерного и термоядерного оружия до сверхмощных лазерных комплексов для мирных и специальных приложений. Вызывает уважение обширная научно-организационная деятельность, которую Вы осуществляете в масштабах не только РФЯЦ – ВНИИЭФ и Госкорпорации «Росатом», но и всей страны.

Ваши заслуги перед Отечеством неоднократно отмечены высокими правительственными наградами, среди которых три Государственные премии и премия Правительства Российской Федерации, ордена «За заслуги перед Отечеством» IV, III и II степени, орден Почета, а также золотая медаль Российской академии наук имени А. Д. Сахарова за научные достижения.

Нам особенно приятно поздравить Вас с юбилеем еще и потому, что наш институт имеет давние научные связи с РФЯЦ-ВНИИЭФ. Это физика лазеров, релятивистская СВЧ-электроника, наноматериалы, рентгеновская и оптическая диагностика, медицинская физика. Мы надеемся, что наше сотрудничество будет расширяться и крепнуть, в том числе и сотрудничество по созданию в Нижегородской области Национального лазерного центра исследований физики высоких плотностей энергии.

Поздравляя Вас с юбилеем, мы желаем Вам сохранить на долгие годы крепкое здоровье, бодрость и творческую активность! Успехов Вам в осуществлении всех Ваших планов и замыслов!

Врио директора ИПФ РАН
член-корреспондент РАН
Г. Г. Денисов

Научный руководитель ИПФ РАН
академик РАН
А. Г. Литвак

Умение брать на себя ответственность

26 сентября 2018 года отметил свое 60-летие директор филиала РФЯЦ-ВНИИЭФ – НИИИС им. Ю. Е. Седакова» Андрей Юлиевич Седаков. В этом же году – так совпало – еще один юбилей: десять лет как Андрей Юлиевич возглавил НИИ измерительных систем.

Руководить институтом имени своего отца – основателя и первого директора НИИИС, быть продолжателем его дела – не легкая, но одновременно почетная миссия.

Юлий Евгеньевич воспитывал сыновей личным примером, своими личными качествами. Перед ними всегда был пример сильного, волевого, целеустремленного человека, руководителя с широким научным кругозором, незаурядными организаторскими способностями, наделенного необыкновенным даром действовать на перспективу. Он не боялся принимать нестандартные решения, всегда и во всем стремился, чтобы институт хотя бы на шаг, но был впереди. Его достойным преемником стал Валентин Ефимович Костюков, который руководил институтом с 1994 по 2008 год. Так что перед А. Ю. Седаковым стояла действительно непростая задача.

Он пришел в НИИИС со студенческой скамьи. В 1980 году окончил Горьковский политехнический институт с присвоением квалификации инженера-электромеханика и поступил на работу в НИИ измерительных систем инженером технического бюро станков с ЧПУ. В то время в стране и во всем мире промышленность переживала рождение гибких автоматизированных производств. В начале трудового пути молодой инженер проводил работы по внедрению гибкого автоматизированного производства сложных корпусных деталей на оборудовании с ЧПУ. Работая в научно-исследовательском отделении новой техники и технологии, занимался внедрением технологий по созданию антенно-фидерных систем.

Он попал в коллектив, по-настоящему увлеченный общим новым делом. Все были молоды: и начальники, и специалисты. Вместе работали, вместе занимались общественными делами, вместе отдыхали. Эти первые годы заложили самые главные основы НИИИСовского отношения к делу: работать в команде, брать на себя ответственность и отвечать за конечный результат.

В трудные для отрасли, да и для всей страны, 90-е годы он стал главным инженером института. Осуществлял руководство



работами по техническому перевооружению и реконструкции производства, по разработке и внедрению новых технологий, созданию современного производства специальных интегральных микросхем.

Именно тогда наряду с оборонной тематикой НИИИС активно включился в процесс диверсификации производства. Приоритетными стали разработки в интересах государственного газового концерна «Газпром». В 1991 году перешли к поставкам серийной продукции для предприятий газовой промышленности. Это позволило сохранить рабочие места не только в НИИИСе, но и на серийных предпри-

ятиях атомной отрасли. К настоящему времени в институте накоплен уникальный опыт работы по созданию программно-технических средств автоматизации практически для всех основных видов деятельности газовой отрасли: добычи, транспорта, переработки, экологии.

В те же годы была сформирована и успешно реализовывалась стратегия внешнеэкономической деятельности института. Взаимовыгодные партнерские отношения были установлены с предприятиями Франции, Германии, США. НИИИС принял участие в отработке и испытаниях французской ракеты «Ариан-5». Разработанная в то время микросхема управ-

ления индукцией состояния автомобиля по своим характеристикам превосходила аналог фирмы «Телефункен» и в течение пяти лет серийно поставлялась для комплектации автомобилей на автомобильные заводы Германии.

В 2000-е годы НИИИС приступил к разработке и производству автоматизированных систем управления технологическими процессами для российских и зарубежных атомных электростанций. Вхождение специалистов института в атомную энергетику началось с поставок на АЭС «Тяньвань». Затем была этапная разработка для Калининской АЭС. На 3-м энергоблоке станции была введена в эксплуатацию первая отечественная автоматизированная система компьютерного управления, разработанная и изготовленная в НИИИС. В этот период была проведена большая работа по техническому перевооружению и реконструкции производства, разработке и внедрению в производство новых технологий. Создано современное производство многослойных печатных плат, проведено переоснащение центральной испытательной лаборатории современными комплексами; реконструировано производство гибридных интегральных схем. Значительным результатом работ в области твердотельной микроэлектроники стал запуск производственной линейки по технологии «кремний на сапфире» с микронными проектными нормами. НИИИС приступил к серийному выпуску больших интегральных схем с экстремальными специальными свойствами.

В июне 2008 года А. Ю. Седакова назначили директором НИИИС. Конечно, за прошедшее десятилетие не все было гладко, но результаты радуют. За 10 лет под его руководством обеспечено безусловное выполнение государственного оборонного заказа. Активно развиваются конверсионные направления. Сегодня НИИИС – один из основных участников разработки нового поколения российских АСУ ТП для атомных электростанций.

А. Ю. Седаков внес большой организационно-технический вклад в выполнение Программы научно-технического сотрудничества Госкорпорации «Росатом» и ПАО «Газпром». Опираясь на двадцатилетний опыт успешной работы на рынке АСУ ТП газовой отрасли



и атомной энергетики, НИИИС разработал и внедрил современную отечественную программную платформу «СКАДА АТОМ-НН». Создан полный цикл производства отечественной специальной полупроводниковой элементной компонентной базы, являющейся основой для разработки приборов и систем перспективных изделий Росатома и Роскосмоса. Институт участвует в крупных проектах по внедрению цифровых технологий.

Будучи председателем научно-технического совета НИИИС, А. Ю. Седаков осуществляет формирование единой научно-технической политики института, координацию и разработку планов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ.

В 2009 году он защитил кандидатскую диссертацию, в 2013 году – диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук. Стал профессором кафедры «Физика и техника оптической связи» НГТУ им. Р. Е. Алексеева.

Является членом НТС ЯОК Росатома, членом Правления Нижегородского отделения

Ядерного общества России. Имеет более 150 опубликованных научных работ, в том числе три монографии и семь патентов на изобретения, два свидетельства о государственной регистрации программ.

За научно-технические достижения отмечен многочисленными государственными, отраслевыми, региональными и ведомственными наградами. По итогам 2009 года ему присуждена Премия правительства РФ в области науки и техники. В 2016 году Указом Президента РФ Андрей Юлиевич Седаков награжден орденом Александра Невского – за большой вклад в укрепление обороноспособности страны, создание новой специальной техники и многолетний добросовестный труд.

27 января 2017 года Президент РФ подписал указ «О реорганизации некоторых федеральных государственных унитарных предприятий атомной отрасли», в соответствии с которым Нижегородский НИИ измерительных систем им. Ю. Е. Седакова вошел в состав РФЯЦ-ВНИИЭФ.

«Наши возможности расширяются. Вхождение НИИИС в наш состав дает нам серьезные преимущества, особенно в области микроэлектроники и радиотехники, а также в сфере создания АСУ ТП», – заявил директор РФЯЦ-ВНИИЭФ **Валентин Костоиков**, высоко оценив деятельность руководимого А. Ю. Седаковым института.

Но все же главный успех на посту руководителя – это безусловный авторитет и уважение сотрудников. В НИИИСе говорят: умение внимательно выслушивать любые обоснованные технические решения, тщательно их изучать и принимать единственно верное и своевременное решение – отличительная черта их директора. Все знают: поддержка и продвижение интересных предложений А. Ю. Седаковым будет всегда и в любом деле, как в производственной сфере, так и в общественной жизни. И поддержка будет мощной, энергичной и от всей души. Требовательность руководителя сочетается в нём с готовностью помочь и поддержать своих сотрудников. И в этом – главный секрет успеха.





Уважаемый Андрей Юлиевич!
В день Вашего юбилея примите от меня лично и от всего коллектива
Нижегородского государственного технического университета имени
Р. Е. Алексеева, профессором которого Вы являетесь, сердечные поздравления!

Вы, крупный руководитель и ученый, подошли в этой важной дате в расцвете творческих сил, полным планов и возможностей для их осуществления.

Присущие Вам творческих подход к делу, умение видеть будущее и приближать его наступление, стали основой сотрудничества, которое вот уже много лет связывают один из крупнейших научно-исследовательских центров Росатома и нижегородский политех, который Вы окончили.

Взаимодействие НИИИС и НГТУ принято называть эффективной моделью подготовки молодых специалистов, примером целенаправленной долгосрочной кадровой политики. Мы вместе работаем в рамках генерального соглашения о сотрудничестве, которое регламентирует взаимодействие НИИИС как заказчика квалифицированных кадров и НГТУ как высшего учебного заведения, входящего в Консорциум опорных вузов Росатома. Важный аспект нашего сотрудничества – создание базовой кафедры вуза в НИИИС, где идет обучение по шести специальностям, приоритетным для предприятия. Лучшим студентам присуждается стипендия Ю. Е. Седакова, учрежденная в память о Вашем отце, первом директоре НИИИС.

Еще один знаковый этап нашего сотрудничества – организация на базе НИИИС Учебного центра НГТУ имени Р. Е. Алексеева, который ведет целевую подготовку квалифицированных кадров. Проект создания центра стал одним из победителей конкурса «Новые кадры ОПК».

Взаимодействие НИИИС и НГТУ проходит как в сфере науки и образования, так и в области опытно-конструкторских работ. При Вашем непосредственном участии в НГТУ проведен ряд прикладных научных исследований, в ходе выполнения



которых разработана высокотехнологичная научно-техническая продукция, в том числе импортозамещающая.

Ваша научная деятельность как автора более семидесяти научных работ также тесно связана с НГТУ. Именно в нашем университете Вы защитили свои диссертационные работы на соискание ученых степеней кандидата и доктора технических наук.

Отрадно, что и по сей день Вы не порываете связи с родным политехом, являясь по совместительству профессором кафедры «Физика и техника оптической связи» и заведующим базовой кафедрой НГТУ «Радиоэлектроника и системы управления», которая работает в НИИИС.

Это лишь часть примеров эффективного и представляющего взаимный интерес сотрудничества, которое реализуется совместно Нижегородским государственным техническим университетом и НИИИС имени Ю. Е. Седакова. Уверен, что в будущем оно будет продолжаться и укрепляться.

От души хочу пожелать Вам, уважаемый Андрей Юлиевич, нашему почетному выпускнику, и действующему профессору, крепкого здоровья, счастья, благополучия и осуществления новых планов, устремленных в будущее!

Ректор НГТУ
им. Р. Е. Алексеева
доктор технических наук,
профессор С. М. Дмитриев





Глубокоуважаемый Андрей Юлиевич!
Примите самые искренние и сердечные поздравления от сотрудников
Федерального исследовательского центра «Институт прикладной физики РАН»
и от нас лично по случаю Вашего дня рождения!

Ваш юбилей – приятный повод выразить наше уважение замечательному ученому, инженеру и организатору производства. Мы высоко ценим Вашу способность органично сочетать продуктивную научно-техническую деятельность в области радиотехники и микроэлектроники с большой организаторской работой. Вся Ваша трудовая жизнь связана с Научно-исследовательским институтом измерительных систем, где Вы прошли путь от рядового сотрудника до главного инженера и директора предприятия. Ваша работа, Ваши усилия внесли существенный вклад в развитие научного и производственного потенциала НИИИС – одного из ведущих научно-технических институтов отрасли.

Неоспоримым свидетельством государственного и общественного признания Ваших достижений является присуждение премии Правительства Российской Федерации, награждение орденом Почета, медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» 2 степени, назначение членом научно-технического совета ядерного оружейного комплекса Госкорпорации «Росатом», многочисленные ведомственные и региональные медали и почетные знаки.

Поздравить Вас с юбилеем нам особенно приятно еще и потому, что наш ФИЦ имеет давние научные связи с НИИИС. Благодаря значительной поддержке со стороны НИИИС, который одним из первых в России понял, что будущее индустриальной нанолитографии – это рентгеновская литография, в Институте физики микроструктур РАН были созданы физико-технологические основы этого направления, впервые в России разработана опытная установка проекционной литографии на длине волны 13,5 нм. В настоящее время ИПФ РАН ведет совместную с НИИИС работу в рамках проекта по созданию мощной лазерной установки в РФЯЦ-ВНИИЭФ.

В этот знаменательный день мы от всей души желаем Вам крепкого здоровья, счастья и благополучия, удач во всех Ваших делах и начинаниях!

**Врио директора ИПФ РАН
член-корреспондент РАН
Г. Г. Денисов**

**Научный руководитель ИПФ РАН
академик РАН
А. Г. Литвак**

**Директор ИФМ РАН – филиала ИПФ РАН
член-корреспондент РАН
З. Ф. Красильник**



Уважаемый Андрей Юлиевич!
Примите мои искренние поздравления с 60-летием!

Всю свою трудовую деятельность Вы сохраняете верность НИИИСу, пройдя в этих стенах славный путь от инженера до директора предприятия. Имея большой производственный и научный опыт и знания, обладая завидной энергией и инициативой, Вы вносили и вносите значительный вклад в разработку и производство приборов автоматики для оснащения изделий Росатома, систем специальной телеметрии, радиоэлектронных приборов и систем автоматизированного управления с использованием информационных технологий, изделий твердотельной полупроводниковой микроэлектроники.

Возглавляемый Вами институт объединяет усилия не только организаций атомной отрасли, но и многих других передовых предприятий России, тем самым укрепляя традиции, заложенные Вашим отцом, Юлием Евгеньевичем Седаковым.

Являясь признанным авторитетом, имея научные, педагогические и общественные заслуги, Вы снискали признание в нашей стране, о чем свидетельствует награждение Вас орденами «Александра Невского» и знака Почета, медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени и нагрудным знаком «Академик И. В. Курчатов» I и II степени, знаком «Ветеран атомной энергетики и промышленности», многочисленными ведомственными наградами и почетными знаками, присуждение премии правительства Российской Федерации в области науки и техники. Вы являетесь доктором технических наук, профессором кафедры «Физика и техника оптической связи НГТУ им. Р. Е. Алексеева, имеете более 140 опубликованных научных работ, в том числе три монографии и семь патентов на изобретения, два свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Желаю Вам, уважаемый Андрей Юлиевич, доброго здоровья на долгие годы, удачи и успехов в Вашем труде на благо процветания нашей Родины и надеюсь на дальнейшее плодотворное сотрудничество!

**С уважением,
научный руководитель ФГУФНЦ НИИСИ РАН
академик РАН В. Б. Бетелин**



Уважаемый Андрей Юлиевич!
От лица Национального исследовательского университета
«МИЭТ» сердечно поздравляю Вас с юбилеем!

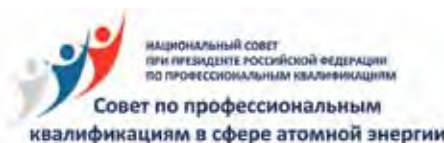
В нашем университете Вы известны как талантливый разработчик изделий твердотельной полупроводниковой микроэлектроники, радиоэлектронных приборов и систем автоматизированного управления с использованием последних достижений информационных технологий.

Наше плодотворное сотрудничество длится уже много лет. В МИЭТ создана и непрерывно совершенствуется система подготовки кадров для предприятий и учреждений, работающих в различных областях микроэлектроники и наноиндустрии, в том числе и для НИИИС, на практике подтверждающая все усиливающуюся роль обратной связи «учебный процесс–разработка/производство». В этой системе реализуется возможность оперативной корректировки состава и уровня компетенций обучающихся по запросам рынка труда путем быстрой и адекватной перестройки используемых образовательных технологий. Осуществляется подготовка специалистов, способных решать текущие и перспективные задачи конкретного работодателя. Ежегодно, начиная с 2004 года, по заказам российских и зарубежных предприятий и компаний электронной индустрии и приборостроения университет осуществляет подготовку магистров–разработчиков и технологов ультраБИС. Всего за последние пять лет по заказам НИИИС в МИЭТ подготовлено более 40 высококвалифицированных специалистов.

Примите самые добрые пожелания и позвольте выразить глубокое уважение и особую признательность за многолетнее плодотворное сотрудничество с нашим университетом. Пусть Ваша профессиональная деятельность приносит Вам удовольствие и желание двигаться к новым свершениям, а каждый новый день будет наполнен радостью от побед и достижений!

От всей души желаю Вам успехов в профессиональной деятельности, крепкого здоровья, сил и жизнелюбия! Мы надеемся на укрепление и расширение сотрудничества МИЭТ и НИИ измерительных систем в будущем.

**Ректор
Национального исследовательского университета «МИЭТ» В. А. Беспалов**



Уважаемый Андрей Юлиевич!
Сердечно поздравляю Вас с юбилеем!

Вы известны как авторитетный и уважаемый руководитель.

Вас ценят в атомной отрасли за мудрость, корректность и основательность в словах и делах.

Под Вашим руководством благополучно проведены приемочные испытания и введена в эксплуатацию разработанная НИИИС система отображения информации в Центральном производственно-диспетчерском департаменте ОАО «Газпром», введено в эксплуатацию серийное производство кристаллов СБИС на основе гетероструктур кремния, благодаря разработанной институтом АСУ ТП осуществлены запуски ЭБ как российских АЭС, так и АЭС «Бушер», заключен контракт на комплектную поставку АСУ ТП для ЭБ №1 и №2 Белорусской АЭС.

Вы не просто чувствуете ритм и дыхание времени, но все делаете для того, чтобы развивать и расширять научно-производственные мощности, находить перспективные направления.

Благодаря Вашим человеческим качествам НИИИС завоевал лидирующие позиции во всех направлениях своей деятельности и имеет заслуженный авторитет среди предприятий атомной отрасли.

Какими бы сложными и масштабными ни были задачи, стоящие перед Вами, они обязательно будут реализованы.

Искренне желаю Вам больших успехов в сложной и ответственной работе. Крепкого здоровья, профессиональных успехов, новых сил и энергии.

А. Ю. Хитров,
генеральный директор Союза работодателей атомной промышленности, энергетики и науки России,
председатель Совета по профессиональным квалификациям в сфере атомной энергии



Уважаемый Андрей Юлиевич!
От лица коллектива АО «Гипрогазцентр» и от себя лично
поздравляю Вас с замечательной датой – 60-летием!

Вся Ваша трудовая биография связана с одним предприятием, где Вы шаг за шагом прошли большой путь от рядового инженера до директора. И сейчас Ваши глубокие знания, опыт, талант руководителя, активная жизненная позиция, открытость новым идеям и проектам, настойчивость в достижении поставленных целей помогают Вам с честью решать задачи, стоящие перед вашим предприятием.

Ваш богатый производственный и управленческий опыт, репутация профессионала высочайшего класса пользуются заслуженным авторитетом партнеров и коллег.

Как грамотный, дальновидный менеджер Вы вносите большой вклад в проведение эффективной технической политики, развитие перспективных направлений деятельности, безупречное выполнение предприятием полученных заказов.

АО «Гипрогазцентр» и НИИИС им. Ю. Е. Седакова уже многие годы связывают добрые партнерские отношения, множество совместно выполненных проектов. Наши специалисты выполнили для ряда объектов ПАО «Газпром» проектирование автоматизированных систем управления на базе систем линейной телемеханики, разработанных вашей организацией; применили для объектов ООО «Газпром трансгаз Ухта» предложенные вашей организацией процессоры связи для решения задач вертикальной интеграции АСУ ТП вновь строящихся компрессорных цехов в существующие системы оперативно-диспетчерского управления; выполнили работы по внедрению на предприятиях «Севергазпром» и «Тюментрансгаз» информационно-управляющей системы на базе технических средств НИИИС и АЕГ, охватывающей все уровни управления технологическим процессом; разработали проект установки на объектах ПАО «Газпром» комплексов телемеханики УНК ТМ; применили измерительные комплексы АСКУГ для нужд ООО «Межрегионгаз».

Думаю, что и в будущем наша дружба и сотрудничество будут только развиваться и крепнуть.

В этот праздничный день от души желаю Вам крепкого здоровья, счастья, семейного благополучия, поддержки и понимания родных, друзей и коллег, и новых успехов в производственной и научной деятельности!

Генеральный директор АО «Гипрогазцентр» А. Ф. Пужайло



Уважаемый Андрей Юлиевич!
От имени коллектива ООО «Дитангаз»
и от себя лично сердечно поздравляю Вас с 60-летием!



Юбилей – это знаменательное событие в жизни каждого человека, прекрасный повод оценить пройденный путь, почувствовать гордость за свои достижения и наметить планы на будущее.

Наши предприятия связывает многолетнее эффективное сотрудничество. Искренне признательны Вам за доброжелательное и внимательное отношение, плодотворное и конструктивное взаимодействие, которым мы искренне дорожим. Надеюсь, что и впредь оно будет только крепнуть и развиваться.

В этот знаменательный день желаем Вам, Андрей Юлиевич, крепкого здоровья, благополучия, вдохновения и жизненных сил для воплощения задуманного.

Пусть любовь и поддержка родных и близких придают Вам силы, а коллективу под Вашим руководством желаю роста, развития и новых достижений на долгие годы!

С уважением,
первый заместитель директора ООО «Дитангаз»
С. А. Чичеров



Дорогой Андрей Юлиевич!
Коллектив акционерного общества «Корпорация космических систем специального назначения «Комета» сердечно поздравляет Вас с юбилеем – 60-летием со дня рождения!

Ваша жизнь является ярким и убедительным примером честного служения Отечеству, избранной профессии и практическому делу.

За годы Вашего руководства институт стал одним из ведущих в атомной отрасли России, приобрел статус образцового современного предприятия с высоким технологическим и научным потенциалом, блестяще подготовленными кадрами.

Ваш жизненный опыт, организаторский талант ученого и производственника, требовательность и искренняя забота о людях, глубокая порядочность и человечность снискали Вам заслуженное уважение в коллективе и среди коллег по профессии.

Мы искренне дорожим нашими творческими, дружескими отношениями и желаем Вам новых успехов в развитии института, достижении высоких результатов в науке, а также внедрении их в практику.

Примите от нашего коллектива, дорогой Андрей Юлиевич, сердечные поздравления с юбилеем, пожелания крепкого здоровья, долгой активной творческой работы, личного счастья и благополучия!

**Генеральный директор — генеральный конструктор
АО «Корпорация «Комета»**

В. П. Мисник



АО «НПП «Салют» многие годы плодотворно сотрудничает с одним из ведущих предприятий радиоэлектронной отрасли – НИИ измерительных систем им. Ю. Е. Седакова во главе с доктором технических наук, профессором Андреем Юлиевичем Седаковым. Наши предприятия ведут совместную разработку перспективных технологий для производства изделий микроэлектроники.

За долгие годы тесного сотрудничества мы узнали Андрея Юлиевича как специалиста высочайшего класса, талантливого руководителя и надёжного партнёра. Вся его деятельность – достойное продолжение дела на благо Отечества, которому посвятил свою жизнь Юлий Евгеньевич Седаков.

Под руководством А. Ю. Седакова и с его непосредственным участием получены впечатляющие результаты и перспективные технологии в области критических технологий, определяющих приоритетное развитие техники будущего. НИИИС стал одним из ключевых научно-технических центров России, получил заслуженное признание коллег в таких наукоемких отраслях, как микроэлектроника, информационные технологии, автоматизированные системы контроля и управления.

Надеемся, что плодотворное сотрудничество между нашими предприятиями будет развиваться и впредь и станет прочной основой для покорения новых профессиональных вершин.



В дни юбилея от всей души поздравляем Андрея Юлиевича и желаем ему неиссякаемой энергии, оптимизма, успехов во всех начинаниях и большого личного счастья!

Генеральный директор НПП «Салют» А. Н. Бушуев



**Уважаемый
Андрей Юлиевич!**

Так совпало, что в нынешнем году Вы празднуете две значимые даты: 60-летие со дня рождения и 10-летие во главе Научно-исследовательского института измерительных систем, который сегодня носит имя своего основателя, выдающегося ученого и человека, Вашего отца Юлия Евгеньевича Седакова.

Продолжая начатое Юлием Евгеньевичем дело, Вы смогли воплотить в жизнь его мечту: превратить НИИИС в поистине «непотопляемый корабль», который в настоящее время является важнейшим звеном оборонного комплекса России, одним из ключевых компонентов современного ядерного щита страны.

Конечно, возглавлять научный институт такого масштаба непросто: богатая история, славные традиции, имя и репутация – это и груз ответственности, и стимул для дальнейшего роста. Уверены, что под Вашим руководством НИИИСу предстоит большое плаванье, порукой тому присущее Вам обостренное чувство ответственности за судьбу института и коллектива, которая, вне всякого сомнения, в надежных руках профессионала.

От души поздравляем Вас с юбилеем! Желаем крепкого здоровья, удачи во всех начинаниях, новых успехов на благо и процветание НИИИСа. Пусть вместе с директором институт и коллектив продолжают развиваться и двигаться навстречу новым достижениям!

**Президент НОАО «Гидромаш» В. И. Лузянин
Генеральный директор НОАО «Гидромаш» А. В. Лузянин**



Уважаемый Андрей Юлиевич!

В день 60-летнего юбилея приятно сказать теплые слова поздравлений, добрых пожеланий и выразить свое уважение крепкому профессионалу, талантливому ученому-практику и надежному партнеру. История взаимодействия наших предприятий началась более 10 лет назад. Было время подумать и оценить возможности НИИИС – современного научно-производственного комплекса, разработчика высокотехнологичных, наукоемких продуктов и решений в области создания новейших образцов радиоэлектронных приборов и программных средств. Модернизировать оборудование и технологические процессы Арзамасского приборостроительного завода. И все сложилось. Сегодня институт разрабатывает микросхемы, успешно применяемые в нашем серийном производстве.

Но речь идет не только о сотрудничестве предприятий, которое вышло на качественно новый уровень. Дружественное деловое взаимодействие позволило ближе узнать Вас. Целеустремленность, творческое отношение к делу, умение вести конструктивный диалог и активная позиция патриота родного края во многом определили результативность нашей совместной работы, и я искренне рад, что нашел в Вашем лице единомышленника, с которым вместе трудимся на благо развития региональной промышленности, во славу Отечества.



Уважаемый Андрей Юлиевич, от всей души желаю Вам крепкого здоровья, дальнейших профессиональных успехов и ярких достижений, поддержки надежных друзей, благополучия, любви, душевной теплоты и всего самого доброго! Пусть жизненное кредо – не останавливаться на достигнутом – ведет к новым высотам в профессиональной деятельности, а удача, как и прежде, сопутствует всем Вашим делам!

*О. В. Лавричев,
генеральный директор АО «АПЗ»,
председатель комитета Законодательного
собрания Нижегородской области по экономике,
промышленности,
развитию предпринимательства,
торговли и туризма*



Уважаемый Андрей Юлиевич!

Примите самые искренние поздравления со знаменательной датой – 60-летием со дня рождения!

Вы относитесь к категории тех людей, которые посвящают всю свою жизнь работе на одном предприятии, куда приходят со студенческой скамьи и благодаря упорному труду и таланту добиваются заметных успехов.

Вы доказали свою верность НИИИСу им. Ю. Е. Седакова годами плодотворной работы на ниве науки и производства. Вам удалось сохранить техническое наследие и найти новые пути развития российской науки, сформировать великолепный коллектив единомышленников, энтузиастов, влюбленных в свое дело специалистов, способных решать сложные задачи на современном научно-техническом уровне. НИИИС им. Ю. Е. Седакова по праву завоевал высокое звание стабильного и перспективного предприятия Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом».

Андрей Юлиевич, Вы – один из ярких руководителей в российской атомной отрасли, которого уважают и ценят коллеги. Доказательством этого являются Ваши многочисленные государственные награды.

Хорошо известна Ваша обширная общественная и педагогическая деятельность, где Вы проявляете высокую ответственность за порученное дело, незаурядную энергию и инициативу, большие организаторские способности.

Мы искренне рады, что Вы вступаете в свое очередное десятилетие полным сил, опыта и оптимизма.

Пусть во всех делах и начинаниях Вам неизменно сопутствует поддержка и понимание со стороны Ваших родных и близких, друзей и коллег!

Крепкого Вам здоровья, свершения всех творческих планов, новых ярких достижений, неиссякаемой энергии!

**В. В. Тятинькин,
генеральный директор-главный конструктор АО ПКО «Теплообменник»,
председатель Нижегородского регионального отделения СоюзМаш России**



Уважаемый Андрей Юлиевич!

От имени коллектива ПАО «Арзамасское научно-производственное предприятие «ТЕМП-АВИА» и от себя лично сердечно поздравляю Вас с 60-летием, которое Вы встречаете в полном расцвете творческих и профессиональных сил!

Ваша трудовая биография неразрывно связана с научно-исследовательским институтом измерительных систем им. Ю. Е. Седакова, где Вы прошли путь от инженерной специальности до поста руководителя. Высокий профессионализм, ответственность и трудолюбие стали основой Вашей успешной деятельности по формированию технологической политики института, созданию инновационных направлений, организации опытного производства.

Под Вашим руководством научно-исследовательский институт измерительных систем им. Ю. Е. Седакова успешно развивается как единый оборонно-конверсионный комплекс и уверенно удерживает лидирующие позиции в области радиоэлектронных технологий, определяющих приоритетное развитие техники будущего, сохраняя свой научно-производственный потенциал, выпуская продукцию мирового уровня. Коллектив института работает на перспективу, учитывая изменение потребностей общества, предусматривая возможность динамического перераспределения внутренних ресурсов, поэтому будущее научно-производственного центра представляется стабильным и надёжным, и в этом Ваша несомненная заслуга как талантливого и эффективного руководителя.

В современном быстро меняющемся мире очень важно быть разносторонним, мобильным и высокообразованным человеком, только так можно стать настоящим лидером и вести за собой других. Вам это удаётся в полной мере. Ваше имя широко известно в научном сообществе, кроме того, Вы занимаете активную гражданскую позицию, принимая деятельное участие в работе Общественной палаты Нижегородской области.

Свидетельство Ваших достижений - многочисленные высокие награды и почётные звания, а впереди ещё немало свершений, ведь Ваш сегодняшний возраст – это сплав опыта и мудрости, способности видеть перспективы и находить в себе силы для их достижения!

От всей души желаю Вам здоровья, счастья и новых успехов в профессиональной деятельности. Пусть Вам всегда сопутствует удача, пусть рядом с Вами будут надёжные друзья и единомышленники. Всего самого доброго и светлого Вам и Вашим близким!

**С уважением,
генеральный директор ПАО АНПП «ТЕМП-АВИА» Ю. К. Исаев**



Уважаемый Андрей Юлиевич!
Примите от компании «РТСофт» самые теплые и сердечные поздравления в день Вашего 60-летия!

Мы знаем Вас как блестящего профессионала, инженера, ученого и в то же время – эффективного топ-менеджера мирового уровня, человека яркого, неординарного, обладающего огромной созидательной энергией.

У Вас за плечами путь, достойный глубочайшего уважения: быть руководителем флагмана отечественной радиоэлектронной промышленности, каковым, без сомнения, является НИИИС имени Ю. Е. Седакова, – это высокая честь и огромная ответственность.

Зная Вас как талантливого организатора и руководителя, мы уверены в том, что Ваш профессиональный бэкграунд позволит и в дальнейшем успешно развивать НИИИС и достойно продолжать дело Вашего отца Юлия Евгеньевича.

Наша совместная работа с вашей организацией насчитывает не один десяток лет. Мы очень дорожим сотрудничеством с вами и надеемся, что это многолетнее партнерство будет развиваться и дальше.

От всей души желаем Вам, Андрей Юлиевич, насыщенной, активной жизни, новых творческих идей и перспективных проектов!

Счастья, здоровья, благополучия и удачи Вам и Вашим близким!

С уважением,
генеральный директор О. В. Синенко
и коллектив компании «РТСофт»

Уважаемый Андрей Юлиевич!

ПАО НКБ «РАДИОТЕХБАНК» высоко ценит ФГУП НИИИС им. Ю. Е. Седакова как партнера и одного из основателей банка. В 1990 году еще Ваш отец, Юлий Евгеньевич, совместно с руководителями других промышленных предприятий Приокского района Нижнего Новгорода основали РАДИОТЕХБАНК. С тех пор наши предприятия связывает давняя история дружбы, которая насчитывает не один десяток лет. На протяжении этого времени исследовательский институт плодотворно сотрудничал с РАДИОТЕХБАНКОМ, используя широкий спектр услуг: расчетно-кассовое обслуживание, кредитные линии, работники предприятия открывали вклады, благодаря ипотечным программам улучшали жилищные условия.

Я рад приятному случаю выразить Вам самые теплые слова поздравлений и глубокого уважения за надежность и профессионализм.

От лица Совета директоров ПАО НКБ «РАДИОТЕХБАНК» и от себя лично поздравляю Вас с юбилеем!

Вас отличает высокое чувство ответственности за порученное дело, умение найти эффективные пути решения многочисленных проблем и непростых задач, а профессионализм, знание практических вопросов, опыт успешной работы снискали истинный авторитет и уважение коллег и партнеров.

Искренне хочу пожелать Вам сохранять и преумножать все то, что достигнуто Вашим трудом, смотреть в будущее с тем же оптимизмом, не останавливаясь на достигнутом, новых ярких побед, творческих планов и скорейшей реализации задуманного, а также понимания, поддержки, неиссякаемой энергии, уважения соратников, любви друзей и близких.

С уважением,
председатель Совета директоров
ПАО НКБ «РАДИОТЕХБАНК» В. И. Седов



Предприятие	Город	Страница
ASE, Группа компаний	Москва, Нижний Новгород	11
АВВИ, ООО	Йошкар-Ола	19
ВМП, Научно-производственный холдинг	Екатеринбург	18
ИБРАЭ РАН	Москва	8
Инерциальные технологии Технокомплекса, АО	Раменское, Московская область	32
Корпорация «АК «ЭСКМ»	Краснодар	20
Машиностроительный завод, ПАО	Электросталь, Московская область	36
Научно-исследовательский инженерный институт, АО	Балашиха, Московская область	12
НГТУ им. Р. Е. Алексеева	Нижний Новгород	14
НИИИС им. Ю. Е. Седакова – филиал ФГУП «РФЯЦ–ВНИИЭФ»	Нижний Новгород	21, 28, 38, 46
ОКБМ Африкантов, АО	Нижний Новгород	22, 24, 29
Ростовская АЭС	Волгодонск	4
РФЯЦ-ВНИИТФ имени академика Е. И. Забабахина, ФГУП	Снежинск, Челябинская область	30
РФЯЦ-ВНИИЭФ, ФГУП	Саров, Нижегородская область	23, 40
Салют, НПП, АО	Нижний Новгород	26
Саровский инженерный центр, ООО	Саров, Нижегородская область	
Старт им. М. В. Проценко, ПО, ФНПЦ, АО	Заречный, Пензенская область	34
ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России	Москва	17
ЦНИИАГ, АО	Москва	35
ЭКРА, НПП, ООО	Чебоксары	Обложка 4



ADVERTISING-PUBLISHING CENTRE

**courier
media**

www.kuriermedia.ru

ЭКРА

СОХРАНЯЯ ЭНЕРГИЮ



На правах рекламы