

АТОМ

№ 69'2016

СВ. СЕКРЕТНО
(Собес. шифр)

СОВЕТ МИНИСТРОВ СССР

ПОСТАНОВЛЕНИЕ № 807-244

от 9 апреля 1946 г. Москва, Кремль.

Вопросы лаборатории № 2.

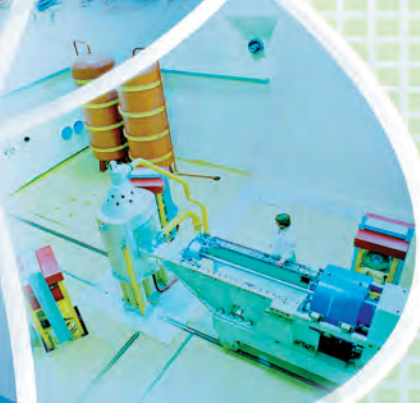
1. Рекомендовать отбору в 3-й класс звания 2-го класса науки СССР в Конструкторское бюро при лаборатории № 2 АН СССР по разработке конструкции и изготовлению опытных образцов реактивных двигателей.
2. Уважительно просить Конструкторское бюро в целях выполнения Конструкторского бюро № 2 при лаборатории № 2 Академии наук СССР.
3. Инициалы:

Полковник И.И. – заместитель Министра Транспортировки Министерства Авиационной-ИТ в области организации текущей работы по Конструкторскому;

Виктор Иванович Г.В., главный конструктор КБ-11 по конструированию и изготовлению опытных реактивных двигателей.



РФЯЦ-ВНИИЭФ



Мы продолжаем публикацию материалов, связанных с 70-летием РФЯЦ-ВНИИЭФ – знаменательной датой для нашего уникального научно-производственного центра.

Юбилей – он всегда чуть-чуть грустен:

Растворился ведь жизни заметный кусок...

Но это – и прекрасный повод вспомнить добрым словом ветеранов, которым принадлежит исключительная роль в формировании современного научно-технического облика нашего института. Их деятельность охватывает героический период формирования основ ядерного оружия и ядерно-оружейного комплекса, драматический период борьбы за сохранение ядерного статуса России и сегодняшние дни поиска и нахождения новых решений, свежих идей.

Главная задача ядерного центра на современном этапе – обеспечение и поддержка надежности и безопасности ядерного оружия России. ВНИИЭФ может оперативно и качественно решать возлагаемые на него задачи, что имеет исключительное значение для обеспечения национальной безопасности и глобальной стабильности.

Сейчас, по прошествии 70 лет со дня основания, РФЯЦ-ВНИИЭФ по-прежнему достойно несет знамя российской науки, выполняя и свою главную задачу. Новое поколение ученых, конструкторов, инженеров, рабочих будет столь же изобретательным, продуктивным в современных условиях, как и их предшественники. Мы уверенно смотрим в будущее!



Вручение ордена Октябрьской Революции ВНИИЭФ. 1971 г.

70 ЛЕТ РФЯЦ-ВНИИЭФ

- 2** Н. П. Волошин С праздником, дорогие коллеги!
- 4** В. Ю. Вережанский,
Н. А. Илюхин,
Е. Д. Яковлев От физической схемы к ядерному оружию
- 14** С. В. Воронцов,
А. А. Девяткин,
В. Ф. Колесов,
М. И. Кувшинов Создание и развитие импульсных ядерных реакторов в РФЯЦ-ВНИИЭФ
- 25** В. Д. Селемир,
А. Е. Дубинов,
В. И. Карелин,
П. Б. Репин,
Н. В. Степанов Фундаментальные и прикладные исследования в НТЦФ
- 30** А. К. Головкин Завод ВНИИЭФ
- 36** А. М. Прокофьев,
В. К. Зотова Электромеханический завод «Авангард»

ЧТО-ТО ФИЗИКИ В ПОЧЕТЕ...

- 44** К 90-летию поэта
- 47** Н. Е. Аблесимов Могут ли лирики быть физиками?

Главный редактор

С. А. Холин (главный научный сотрудник, доктор физ.-мат. наук, профессор);
Н. А. Волкова (зам. гл. редактора);
А. К. Музыря (зам. гл. редактора, канд. техн. наук, ВНИИТФ)

Редакционная коллегия

В. Е. Аблесимов (канд. физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник ИЛФИ);
А. В. Белоцерковец (старший научный сотрудник ИЛФИ);
Г. А. Карташов (финансовый директор РФЯЦ-ВНИИЭФ, профессор);
В. И. Лукьянов (директор Музея РФЯЦ-ВНИИЭФ);
А. Е. Малеев (художник-инженер ИЯРФ);
Е. Е. Мешков (канд. физ.-мат. наук, руководитель лаборатории СарФТИ);
Д. С. Павлова (журналист);
Л. Н. Пляшкевич (ведущий научный сотрудник НТЦФ, канд. техн. наук);
А. А. Косогоров (начальник отдела ИЯРФ);
А. В. Чувиковский (начальник ИПК РФЯЦ-ВНИИЭФ)

Редактор

Н. П. Гомонова

Компьютерная подготовка оригинала-макета

М. С. Мещерякова

© ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2016
© Авторы публикаций, 2016

Отпечатано
в Издательско-полиграфическом
комплексе ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»,
2016 г.

На 3-й стр. обложки: БИГР — самый мощный в мире импульсный реактор на быстрых нейтронах.

На 4-й стр. обложки: история и современность. Сквер на площади Ленина в 1970-х и 1990-х гг. Фотографии предоставлены Владимиром Орловым (Музей ядерного оружия РФЯЦ-ВНИИЭФ).

Адрес редакции: 607188, г. Саров Нижегородской обл., пр. Мира, д. 37,
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ». Телефон: (831-30)775-85.
Факс: (831-30)776-68. E-mail: volkova@vniief.ru

Подписано в печать
04.04.2016 г.
Формат 84×108/16
Печать офсетная
Усл. печ. л. ~ 5,0
Уч.-изд. л. ~ 5,0
Тираж 1000 экз.
Заказ 15-2016



С праздником, дорогие коллеги!

Н. П. ВОЛОШИН



Н. П. Волошин

9 апреля 2016 г. Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики (РФЯЦ-ВНИИЭФ) отмечает свое 70-летие.

По существу, институт, именованный вначале КБ-11, является родоначальником отечественного ядерного оружейного комплекса (ЯОК). Из его недр вышли как научно-исследовательские, так и производственные предприятия этого комплекса. Известно, что в 1954 г. в Москве открылся филиал КБ-11 – будущий ВНИИА им. Н. Л. Духова, а в 1955 г. на Урале создан новый ядерный центр (ныне РФЯЦ-ВНИИТФ), кадровую основу которого составили ученые, конструкторы и исследователи, перешедшие из ВНИИЭФ. Родившийся во ВНИИЭФ завод по изготовлению ядерных зарядов (ЯЗ) и ядерных боеприпасов (ЯБП) стал первым в ряду аналогичных производственных предприятий ЯОК. Так зарождалась современная двуединая («разработка–изготовление») система деятель-

ности отечественного ядерного оружейного комплекса.

Первые почти 40 лет деятельности ВНИИЭФ прошли под покровом строгой секретности. Наверное, не будет преувеличением сказать, что заинтересованные иностранные организации и, в первую очередь, имеющие отношение к разработкам ядерного оружия, имели об этой деятельности информации больше, чем многие организации внутри страны.

За последние 30 лет ситуация в корне изменилась. Теперь во всем мире ВНИИЭФ известен как уникальный научно-производственный центр, решающий сложные научные, инженерно-конструкторские, технологические и производственные проблемы, широким фронтом ведущих фундаментальные и прикладные научные исследования мирового уровня.

Нет сомнений, что к юбилею ВНИИЭФ появится множество статей с перечислением, анализом и обобщением творческих успехов коллектива этого научно-исследовательского института, который Президент РФ Владимир Владимирович Путин назвал «достоинством и гордостью России».

В этой приуроченной к юбилею заметке хотелось бы особо отметить два важнейших момента в деятельности главных предприятий ЯОК – ВНИИЭФ и ВНИИТФ – это взаимная экспертиза и перекрестное использование разработок.

Начнем с экспертизы. С самых первых шагов создания РДС-1 во ВНИИЭФ сложилась система независимой экспертизы результатов расчетно-теоретических, конструкторских и инженерно-технических документированных материалов (отчетов, конструкторских чертежей, протоколов исследований, контрольных проверок и т. п.) на каждом этапе разработки, проведения испытаний, анализа их результатов. К экспертизе документов привлекались независимые (насколько это возможно в рамках одного предприятия) ученые и специалисты, либо непосредственно не участвовавшие в конкретной разработке, либо работавшие над альтернативным вариантом.

При рассмотрении материалов на научно-технических советах действовало строгое правило:

каждый доклад сопровождался соответствующим экспертным заключением. Решение принималось после всестороннего рассмотрения вопроса.

При дальнейшем расширении ядерного оружейного комплекса эта система внедрялась и на других предприятиях – разработчиках ЯБП и ЯЗ. Появились возможности привлечения экспертов с других предприятий. Мало того, начиная с 1955 г. стала практиковаться обязательная взаимная экспертиза новых разработок, при которой все материалы, рассмотренные на собственном НТС с участием внутренних экспертов, представлялись на рассмотрение группы экспертов от соревнующегося предприятия. Такая система доказала свою жизнеспособность и полезность в период проведения натурных испытаний и успешно действует и теперь при зачетных летных испытаниях и испытаниях без ядерного энерговыделения. В работе экспертных комиссий непременно участвуют представители заказчика. Замечания экспертизы, как правило, учитываются разработчиком. В итоге в большинстве случаев разработки завершаются успехом.

Вторым не менее интересным проявлением глубокой взаимосвязи предприятий ЯОК является перекрестное использование разработок. В некоторых случаях возникает необходимость применить в создаваемом одним из предприятий-разработчиков боеприпасе энерговыделяющий узел другого предприятия. Благодаря такой кооперации получается изделие, наиболее полно удовлетворяющее требованиям заказчика. Для примера приведем следующие данные:

– в 18 типах изделий ВНИИТФ использовано 17 типов энерговыделяющих узлов, разработанных во ВНИИЭФ;



Памятник П. П. Бажову, г. Снежинск

– в 15 типах изделий ВНИИЭФ применено 13 типов основных узлов ВНИИТФ.

При таком взаимодействии разработчики удачно используют достижения друг друга и создают оптимальные по эксплуатационным и боевым характеристикам изделия для ядерного оснащения соответствующих видов вооружений.

Поздравляя уважаемых коллег и соратников со знаменательной датой в истории РФЯЦ-ВНИИЭФ, хочется выразить им благодарность и признательность за участие в совместных проектах и объективную экспертизу наших разработок, что несомненно идет на пользу нашему общему делу – обеспечению суверенитета и обороноспособности России.

Желаем всему коллективу РФЯЦ-ВНИИЭФ новых достижений в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах, фундаментальных и прикладных исследованиях; счастья и благополучия действующим сотрудникам и дорогим ветеранам!



Сквер, г. Снежинск

ВОЛОШИН Николай Павлович –
помощник директора РФЯЦ-ВНИИТФ,
руководитель Департамента разработки
и испытаний ЯБП Минатома (1996–2004),
доктор технических наук, профессор

От физической схемы к ядерному оружию

В. Ю. ВЕРЕЖАНСКИЙ, Н. А. ИЛЮХИН, Е. Д. ЯКОВЛЕВ

Физическая схема – первооснова заряда, она воплощается в законченную техническую систему в стенах зарядного конструкторского бюро (КБ). Создание конструкций, лабораторная и полигонная их отработка, размещение в боеприпасах, постановка на серийное производство и надзор за эксплуатацией в составе боевого оснащения комплексов вооружений полностью входят в сферу ответственности конструкторов-зарядчиков.

Перед разработчиками зарядов всегда стоял и стоит острый вопрос – с какой технической достижимой точностью и экономически обусловленной целесообразностью в реальной конструкции должна воспроизводиться физическая модель заряда? Оптимальный ответ требует от конструктора-зарядчика широкого профессионального кругозора, понимания особой логики развития военной техники, ответственности за технологические и эксплуатационные свойства оружия.

Требуется учет особенностей конструкции различных типов зарядов и особенностей будущей эксплуатации. Конструкция должна обеспечивать сохранение работоспособности заряда и соответствие тактико-техническому заданию Минобороны на протяжении всего гарантийного срока эксплуатации.

Поэтому именно зарядное КБ оказывается тем системным звеном в общей схеме разработки ядерных вооружений, где синтезируются и сводятся воедино усилия физиков-теоретиков, исследователей, газодинамиков, материаловедов, технологов и многих внешних смежников. По мере развития ядерных оружейных работ функции конструкторов-зарядчиков только рас-

ширялись, и, как предсказывал еще академик А. Д. Сахаров, облик заряда стали определять не только физики, но и во все большей степени конструкторы.

В начале пути. История создания конструкторского зарядного бюро берет свое начало с момента образования КБ-11. Постановлением Совета министров СССР № 805-327 от 9 апреля 1946 г. профессор Лаборатории № 2 Академии наук СССР Ю. Б. Харитон был назначен главным конструктором по разработке и изготовлению «опытных реактивных двигателей», как тогда была зашифрована работа по созданию атомной бомбы. Штатным расписанием КБ-11, утвержденным начальником 1-го Главного управления при Совете министров СССР Б. Л. Ванниковым и согласованным начальником Лаборатории № 2 академиком И. В. Курчатовым, было предусмотрено создание в КБ-11 двух ключевых подразделений: научно-исследовательского сектора (НИС) и научно-конструкторского сектора (НКС).

НИС возглавил профессор института химической физики АН СССР К. И. Щёлкин, направленный в 1947 г. по рекомендации И. В. Курчатова в КБ-11 заместителем главного конструктора. Позднее, в 1952 г., после введения должности научного руководителя, К. И. Щёлкин стал заместителем главного конструктора и научного руководителя Ю. Б. Харитона.

Начальником НКС был назначен Виктор Александрович Турбинер, работавший ранее в Лаборатории № 2. Ему принадлежит немалая заслуга в создании конструкции первого отечественного атомного заряда.



Ю. Б. Харитон



К. И. Щёлкин



В. А. Турбинер



Н. Л. Духов



В. Ф. Гречишников



В. И. Алферов

Развитие работ по созданию конструкции заряда, увеличивающийся объем экспериментальной отработки узлов заряда на внутренних полигонах показали, что существующая организационная структура НКС требовала совершенствования.

Приказом № 069 от 08.10.1948 г. на базе НКС были образованы два научно-конструкторских сектора: НКС-1 (по разработке заряда) под руководством Н. Л. Духова, генерал-майора инженерно-танковой службы, главного конструктора тяжелых танков; НКС-2 (по разработке системы автоматики подрыва и контрольно-стендовой аппаратуры) под руководством В. И. Алферова, капитана 1-го ранга, директора торпедного завода на Каспии. Они оба были назначены заместителями главного конструктора – Ю. Б. Харитона.

Начальный этап в развитии научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области зарядостроения, охватывающий период до середины 1950-х гг., был связан с формированием основополагающих идей, на которых базировалось создание зарядов, с подтверждением их работоспособности в полигонных экспериментах.

По мере появления новых физических схем формировалась и конструкторская школа зарядостроения. Если физическая схема и принцип построения первого образца ядерного заряда для авиационной бомбы РДС-1 были в определенной степени известны из данных разведки, то практическое воплощение их в реальную конструкцию требовало решения сложного комплекса совершенно новых материаловедческих, технологических и проектно-конструкторских задач.

Необходимо было создавать экспериментальные методы исследования характеристик различных конструкционных и специальных материалов, не применявшихся ранее, а также методы исследования параметров заряда на разных стадиях срабатывания с учетом особенностей, связанных с применением радиационно опасных материалов в сочетании со взрывчатыми составами. При этом основываться приходилось исключительно на отечественной научно-технической и производственно-технологической базе. По существу, создавались не имеющие аналогов новые конструкции и соответствующие принципы конструирования в условиях формирования новой отрасли промышленности.

После испытания РДС-1 НКС-1 и НКС-2 в марте 1950 г. были объединены в единый научно-конструкторский сектор 5, начальником которого был назначен (по совместительству)

заместитель главного конструктора Н. Л. Духов. Он внес значительный вклад в становление конструкторской школы зарядостроения прежде всего в формирование единой эффективной системы конструкторской документации. Заместителем НКС-5 по научной части стал В. Ф. Гречишников, по совместительству – начальник конструкторского отдела.

Усложнение разработок требовало специализации конструкторов по характерным направлениям. В апреле 1952 г. было проведено разделение сектора 5 на НКС-5 – по разработке конструкций собственно зарядов (Н. Л. Духов) и НКС-6 – по разработке боевых частей, электрооборудования и автоматики (С. Г. Кочарянц). По сути, были заложены основы КБ-1 и КБ-2 в будущей структуре КБ-11.

Еще в период работы над РДС-1 стали видны пути усовершенствования как физической схемы, так и конструкции на ее основе. Новые подходы позволяли более эффективно использовать энергию сферического заряда взрывчатого вещества (ВВ) для сжатия делящихся материалов, благодаря чему при сохранении внешнего радиуса сферического заряда ВВ таким же, как и у РДС-1, и уменьшенной массе заряда энерговыделение было увеличено более чем в два раза.

Новые заряды РДС-2 и РДС-3 были успешно испытаны в 1951 г. Впервые было продемонстрировано создание отечественного ядерного боевого оснащения для авиационного носителя. Воздушное испытание РДС-3 проводилось путем сброса авиабомбы с самолета Ту-4.

Успешные испытания РДС-2 и РДС-3 открыли возможности разработки более мощных и экономичных зарядов с уменьшенными габаритами. Планы дальнейшего совершенствования атомных зарядов связывались с созданием авиабомбы с габаритно-массовыми параметрами, соответствующими фугасной авиабомбе ФАБ-3000 для реактивного бомбардировщика Ил-28. В основу принципиальной схемы и конструкции атомного заряда, получившего название РДС-4, был положен опыт разработки РДС-2 и РДС-3.

В дальнейшем модифицированный заряд РДС-4 использовался также в качестве боевого оснащения баллистических ракет средней дальности Р-5М класса «земля – земля» и фронтовой крылатой ракеты КС-7 (ФКР-1) с подвижным стартом.

Первый термоядерный. 12 августа 1953 г. прошло успешное испытание первого термоядерного заряда РДС-6с. Энерговыделение превыси-

ло энерговыделение РДС-1 более чем в 20 раз при тех же габаритах и несколько большей массе. Принципиально новыми при конструировании РДС-6с явились вопросы, связанные с объективной нестабильностью характеристик материалов, входящих в состав заряда, в процессе его эксплуатации.

Конструкция РДС-6с была выполнена с учетом возможности размещения в баллистическом корпусе авиабомбы, совместимой с самолетами Ту-4 и Ту-16. По той же физической схеме и в тех же габаритах был разработан термоядерный заряд РДС-27, успешно испытанный осенью 1955 г. бомбометанием с самолета Ту-16. Основным отличием РДС-27 явилось отсутствие в его составе трития, что позволило решить вопрос длительной и безопасной эксплуатации в войсках, хотя и ценой снижения тротилового эквивалента. Авиабомба с зарядом РДС-27 была передана на вооружение ВВС и стала первым войсковым термоядерным боеприпасом.

Опыт разработки РДС-6с имел ключевое значение для формирования облика термоядерных зарядов в дальнейших разработках КБ-11. Был создан научно-технический и производственный задел, который в дальнейшем использовался при конструировании термоядерного оружия.

В своих воспоминаниях Г. А. Соснин, лауреат Ленинской премии, возглавлявший с 1959 по 1988 г. научно-конструкторский сектор 5, отмечает, с какой детализацией рассматривались вопросы по конструкции заряда и с какой ответственностью принимались решения на совещаниях, которые проводил Ю. Б. Харитон. Особое внимание уделялось качеству отработки документации, в чем Харитон усматривал залог дисциплины и ответственности конструкторов.

В апреле 1955 г. выходит постановление Правительства о создании на Урале предприятия-дублера – НИИ-1011 (ныне РФЯЦ-ВНИИТФ) с переносом туда части тематики КБ-11. Научным руководителем и главным конструктором НИИ-1011 был назначен Кирилл Иванович Щёлкин, первый заместитель научного руководителя КБ-11. Заместителем главного конструктора НИИ-1011 стал Владимир Федорович Грешишников.

В КБ-11 на должности заместителя главного конструктора и заместителя научного руководителя, которые ранее занимал К. И. Щёлкин, был назначен начальник газодинамического отдела Евгений Аркадьевич Негин. В ходе структурных изменений сектор 5 возглавил Давид Абрамович Фишман, участник полигонного ис-

пытания РДС-1, награжденный к этому времени тремя Сталинскими премиями и двумя орденами Трудового Красного Знамени.

Важным шагом в реализации термоядерной программы стало испытание 22 ноября 1955 г. на Семипалатинском полигоне экспериментального двухстадийного термоядерного заряда РДС-37. Термоядерный узел обжимался энергией атомного взрыва первичного узла, который был разработан на основе испытанного РДС-4. Реализованный в эксперименте новый принцип построения физической схемы в дальнейшем стал фундаментом для создания и совершенствования зарядов практически неограниченной мощности.

Технический облик двухстадийного термоядерного заряда определялся из условия его применения в головной части первой межконтинентальной баллистической ракеты Р-7, разрабатываемой в ОКБ-1 под руководством главного конструктора С. П. Королева, который был приглашен на испытания РДС-37. Испытание произвело на него очень сильное впечатление, и это положительно сказалось впоследствии при принятии решений по вопросам согласования с ракетчиками параметров заряда и головной части.

Интересно то, что в ходе этих совместных работ был фактически дан старт отечественной космической программе, а участниками этого стали представители КБ-11: С. Н. Воронин, Е. Г. Малыхин, А. Д. Сахаров, Ф. А. Соколов и Д. А. Фишман.

На совещании в ОКБ-1, которое состоялось в конце 1956 г. по инициативе С. П. Королева, он обратился с просьбой найти возможность уменьшить массу заряда, поскольку разрабатываемая ракета не обеспечивала требуемую дальность – 8000 км. А. Д. Сахаров и Д. А. Фишман обосновали неприемлемость решения о снижении массы заряда, так как переделка его приведет к потере мощности и невыполнению Правительственного задания. После этого С. П. Королев пригласил своего заместителя С. О. Охалкина, отвечающего за общую компоновку ракеты, и, не принимая никаких возражений по поводу сроков, поставил задачу увеличить стартовую массу ракеты с 230 до 280 т и в течение полугодия представить откорректированную документацию на вторую ступень ракеты.

С. Н. Воронин, будущий начальник отделения 17, а затем и главный конструктор зарядного КБ, вспоминал, что после обсуждения дальнейших планов по военной программе Королев перевел разговор на космическую программу.



Справа налево: Г. Я. Кашинцев, В. Т. Солгалов, С. Н. Воронин, В. И. Ткачев (стоит), В. М. Радецкий, И. Ф. Суманеева, Г. П. Данилов

И после этого стало понятно, почему он так быстро решился на увеличение стартовой массы ракеты: КБ-11, имевшее наивысший приоритет у руководства страны, послужило Сергею Павловичу надежным прикрытием в вопросе превышения стартовой массы по сравнению с массой, заданной ТТЗ Минобороны.

Менее чем через год, 21 августа 1957 г., состоялся первый удачный старт ракеты Р-7, а 4 ноября этого же года она вывела на околоземную орбиту первый искусственный спутник Земли. Серийная конструкция термоядерного заряда, получившая обозначение 46А, была успешно испытана в 1957 г., а в январе 1960 г. ракетный комплекс Р-7 с моноблочной головной частью, в которой применялся заряд 46А, был поставлен на боевое дежурство, положив начало деятельности нового вида Вооруженных сил СССР – Ракетных войск стратегического назначения (РВСН).

1950-е гг. ознаменовались рядом научно-технических достижений КБ-11, давших мощный импульс к совершенствованию характеристик ядерных и термоядерных зарядов: применение режима термоядерного усиления первичных источников энергии, внешнего нейтронного иницирования физической схемы термоядерного отсека со светопроводящими каналами, заполненными специальными материалами.

В 1958 г. успешно прошел испытания двухстадийный термоядерный заряд 49Э усовершенствованной физической схемы, который открыл новую страницу в практике разработки термоядерных зарядов, выгодно отличающихся от термоядерных зарядов типа РДС-37 по удельной мощности, плотности компоновки, габаритам и

потенциальным возможностям для совершенствования конструкторских параметров заряда.

Начинался новый этап, характеризующийся целенаправленной работой над конкретными образцами ядерных и термоядерных зарядов самого широкого назначения на основе полученных ранее экспериментальных данных, развития фундаментальных знаний в физике ядерного и термоядерного взрыва, а также на базе опыта, накопленного конструкторами-зарядчиками.

Создание зарядного КБ. Задачи, поставленные в конце 1950-х гг. перед КБ-11, связанные с разработкой зарядов нового поколения, были масштабны и многообразны.

Это – разработка зарядов с параметрами, которые отвечали бы условиям применения в комплексах вооружений различного назначения; оптимизация физических и конструктивно-компоновочных схем из условия изготовления зарядов с учетом ресурсных возможностей по плутонию и тритию; совершенствование систем детонационного иницирования и газового наполнения; размещение зарядов в боеприпасах и согласование тактико-технических характеристик зарядов с Министерством обороны и разработчиками носителей ядерного оружия; полигонные испытания, в которых подтверждалась работоспособность зарядов и определялось их энерговыделение; оптимизация конструкции заряда из условия обеспечения гарантийного срока эксплуатации с учетом воздействия внешних факторов различного характера (климатические, температурные, механические); лабораторно-конструкторская отработка зарядов автономно и в составе боеприпаса; решение вопросов безопасности и надежности зарядов; постановка зарядов на серийное производство и передача на вооружение; разработка физических и проектных принципов для оптимизации и унификации конструкторских решений.

Уникальность нового оружия требовала также авторского научно-технического сопровождения в течение всего жизненного цикла.

На основании Постановления ЦК КПСС и Совета министров СССР № 486-211 от 28 апреля 1959 г. в КБ-11 были проведены структурные изменения. В результате сформировались два самостоятельных тематических направления. Первое тематическое направление – разработка зарядов, второе – разработка автоматики и размещение в корпусах носителей. Научным руководителем по обоим направлениям был назначен Ю. Б. Харитон. Должности главного конструктора



Ракетный комплекс «Искандер-М»

тора, объединяющего направления работ по зарядам и автоматике, больше не существовало.

Главным конструктором по первому тематическому направлению стал Евгений Аркадьевич Негин. С 1978 по 1987 г. Е. А. Негин совмещал должности главного конструктора первого тематического направления, первого заместителя научного руководителя и директора ВНИИЭФ. Первым заместителем главного конструктора по ядерным зарядам стал Давид Абрамович Фишман, освобожденный от должности начальника научно-конструкторского сектора 5. Так началась история зарядного конструкторского бюро КБ-1 РФЯЦ-ВНИИЭФ.

На плечи первых руководителей зарядного КБ легла сложнейшая задача управления широкомасштабными работами по созданию зарядов для комплексов вооружений различных видов и родов войск, формированию соответствующей структуры КБ, совершенствованию технологий проведения ОКР и натурных испытаний, укреплению и развитию кадрового потенциала.

Л. М. Тимонин, долгие годы возглавлявший газодинамическое отделение, вспоминал: «Наличие в руководстве КБ-11 такого тандема, как Е. А. Негин и Д. А. Фишман, благотворно сказывалось на работе всех коллективов, занятых



Л. М. Тимонин и В. Н. Лобанов

разработкой и испытаниями ядерных зарядов, ибо решения принимались всегда объективные, взвешенные и нацеленные на перспективу. Конечно, и у них довольно часто были разные точки зрения на конкретную проблему, но

оба всегда стремились найти одно, наиболее правильное решение и всегда его находили».

Задачи создания новых конструкций зарядов, проведения регулярных полигонных испытаний, а затем обширной лабораторно-конструкторской отработки, включая газодинамические испытания, для постановки на серийное производство, обусловили соответствующую структуру зарядного КБ, в состав КБ вошли конструкторское, газодинамическое и исследовательское подразделения и подразделение ядерных испытаний на внешних полигонах.

Научно-методической и кадровой базой для формирования новых самостоятельных подразделений зарядного КБ явились научно-конструкторский сектор 5, испытательное отделение 9 КБ-2 и физические отделы сектора 4. После назначения Д. А. Фишмана освобожденным первым заместителем главного конструктора сектора 5 – ведущее научно-конструкторское подразделение зарядного КБ – около 30 лет возглавляли Г. А. Соснин и его заместитель В. П. Жогин. В 1960 г. на базе отдела 45 сектора 5 формируется научно-исследовательский комплекс – сектор 15 (НИИК), который возглавил Ю. Г. Карпов. В этом же году создается сектор 14 для проведения испытаний на внешних полигонах, руководителем которого был назначен А. И. Веретенников.

Сектором газодинамических исследований (сектор 3) с момента образования первого тематического направления и до 1967 г. руководил Н. А. Казаченко. В 1990-е гг. сектор 3 был преобразован в самостоятельное подразделение РФЯЦ-ВНИИЭФ – Институт физики взрыва (ИФВ).

Заряды второго поколения и структурные изменения в КБ.

Интенсивное развитие ракетной техники наземного и морского базирования с различной дальностью стрельбы, развитие авиационных комплексов и торпедного оружия обуславливало необходимость создания для их боевого оснащения зарядов с энерговыделением и конструктивно-компоновочными параметрами в широком диапазоне.

В течение 1958 г., а также с сентября 1961 по декабрь 1962 г. была проведена серия полигонных испытаний, в результате которых сформировался широкий класс зарядов для боевого оснащения комплексов вооружений Советской армии. Были созданы термоядерные заряды второго поколения с улучшенными компоновочными качествами, энерговыделение которых находилось в диапазоне от единиц до десятков единиц мегатонн троти-



Е. А. Негин



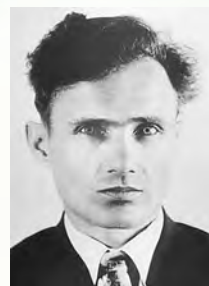
Д. А. Фишман



Н. А. Казаченко



Г. А. Соснин



Ю. Г. Карпов



А. И. Веретенников

лового эквивалента. Существенным образом была повышена безопасность и боеготовность боеприпаса, в том числе за счет конструктивно-компоновочных решений, обеспечивающих подготовку заряда к боевому применению за более короткое время. Совершенствованию тактико-технических характеристик зарядов способствовал новый, более широкий диапазон допустимых эксплуатационных температур.

Разработка зарядов второго поколения велась с учетом необходимости оптимизации расходов остродефицитных материалов. Новые заряды нашли широкое применение в боевом оснащении прежде всего комплексов вооружений РВСН, а также других родов войск.

В силу уникальных тактико-технических характеристик и благодаря высокому модернизационному потенциалу заряды второго поколения продолжительное время составляли основу мощи ракетно-ядерного щита Советского Союза. Например, более 50 лет на страже мира и по настоящее время находится заряд, прошедший полигонное испытание в 1962 г.

Наряду с работами по созданию боевого оснащения комплексов вооружений стратегического назначения велись уникальные разработки для систем вооружений оперативно-тактического назначения. Так, при создании ядерного боевого оснащения противолодочных комплексов вооружений специалистам КБ-1 предстояло решить ряд принципиально новых задач, связанных с обеспечением высокой динамической прочности конструкции атомного заряда. Программа отработки заряда, предусматривающая имитационные сбросы ракеты с самолета, а также прямые пуски в акватории морского полигона (порядка 40 испытаний), завершилась зачетными пусками ракет «Вихрь» с противолодочного крейсера «Москва» в 1965 г.

Ударостойкая конструкция атомного заряда оказалась достаточно универсальной, что позволило применить этот же заряд в первой авиационной глубинной бомбе, а также в противо-

лодочной ракете «Вьюга» с подводным стартом из торпедного аппарата подводной лодки. За участие в создании противолодочной пороховой ракеты «Вихрь» с атомным зарядом группа специалистов-разработчиков из ВНИИЭФ и ВНИИА была удостоена звания лауреата Государственной премии СССР, в их числе был и сотрудник сектора 5 Владимир Александрович Белугин, впоследствии (с 1987 по 1996 г.) директор ВНИИЭФ.

В 1992 г. ВНИИЭФ получил статус Всероссийского федерального ядерного центра. В этом же году зарядное конструкторское бюро получило наименование «КБ-1 ВНИИЭФ – конструкторское бюро по разработке ядерных зарядов». В память о выдающемся выпускнике Казанского авиационного института (ныне Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева) именем В. А. Белугина назван научно-образовательный центр РФЯЦ-ВНИИЭФ при КНИТУ им. А. Н. Туполева.

В 1969 г. в связи с расширением тематики работ в зарядном КБ происходят новые структурные изменения. Было образовано отделение 17, где сконцентрировались конструкторские и проектные работы по термоядерным зарядам. Начальником отделения 17 был назначен Станислав Николаевич Воронин. На отделение было возложено решение вопросов, связанных с размещением зарядов в боеприпасах, а также выработка совместно с МО направлений развития боевого оснащения ядерных вооружений и тактико-технических требований к вновь разрабатываемым изделиям.

В 1991 г. после назначения С. Н. Воронина главным конструктором ВНИИЭФ по зарядной тематике, сектор 17 возглавил Евгений Дмитриевич Яковлев, впоследствии главный конструктор РФЯЦ-ВНИИЭФ, начальник КБ-1 (с 2001 по 2010 г.). Контроль серийного производства ядерных зарядов и их эксплуатация в войсках стали предметами деятельности самостоятельного отдела 34 (ныне отделение 34) под руководством С. Г. Кравченко.



В. А. Белугин

Развитие средств инициирования повышенной безопасности привело к образованию в 1973 г. самостоятельного отделения 19, которое возглавил газодинамик В. Н. Лобанов.

Новые поколения зарядов. Развитие в США работ по системе ПРО нарушало мировое стратегическое равнове-

сие, которое постепенно сформировалось в ходе развития в СССР ракетно-ядерных вооружений. В этой связи одним из важнейших направлений деятельности КБ-1 стало создание стойких зарядов и обоснование их работоспособности при воздействии поражающих факторов перехватывающих противоракет. Одновременно были начаты исследования по специализированным зарядам для отечественной ПРО.

Создание зарядов, выдерживающих механические и радиационные нагрузки высокой интенсивности, требовало принципиально новых подходов к формированию технического облика заряда как с точки зрения физической схемы, так и в части конструкторских и проектно-компоновочных решений.

Важнейшим этапом в совершенствовании физической и компоновочной схем стало испытание в 1966 г. термоядерного заряда, в котором практически вдвое была повышена удельная мощность без изменения компоновочных параметров. Результаты данного изобретения стали использоваться при конструировании всех без исключения ядерных зарядов, разрабатывавшихся для боевого оснащения ракетных комплексов стратегического назначения.

Созданию стойких к поражающим факторам ПРО зарядов способствовали также успехи в развитии физических схем первичных узлов,

применение более совершенных систем электрического и детонационного инициирования. Все это открывало более широкие возможности для конструирования нового поколения зарядов с существенно повышенной механической прочностью и стойкостью к поражающим факторам ПРО при одновременном уменьшении габаритно-массовых параметров.

Новое поколение термоядерных зарядов позволяло решать задачи преодоления ПРО не только за счет увеличения стойкости боеприпасов, но и путем создания многоэлементного боевого оснащения в виде разделяющихся головных частей ракетных комплексов – для «насыщения» ПРО. Опыт эксплуатации зарядов второго поколения и совершенствование их конструкции позволили расширить требования к зарядам нового поколения по гарантийным срокам и климатическим условиям эксплуатации.

Начиная со второй половины 1970-х гг., яркой страницей в деятельности зарядного КБ и ВНИИЭФ в целом стала разработка зарядов для боевого оснащения новых отечественных стратегических ракетных комплексов. Их тактико-технические характеристики не должны были уступать ядерному боевому оснащению создаваемых в США ракет МХ и «Трайидент-1».

Повышенные требования к габаритно-массовым и аэробаллистическим характеристикам боевых блоков для новых ракетных комплексов стимулировали поиск принципиально новых оригинальных решений при создании физических схем и конструкций ядерных зарядов. Для вновь разрабатываемых носителей ядерного оружия наземного и морского базирования во ВНИИЭФ и ВНИИТФ на конкурсных началах были разработаны и прошли полигонную проверку заряды на различных физических схемах. В результате интенсивных и целенаправленных НИОКР в начале 1980-х гг. удалось решить задачи, которые еще в 1975 г. казалась неосуществимыми.



С. Н. Воронин



С. Г. Кравченко



В. Н. Лобанов



Е. Г. Мальхин



В. П. Жогин



Е. Д. Яковлев

Заряды, разработанные со второй половины 1970-х гг., обладают высоким потенциалом с точки зрения конструкторской модернизации и формирования программ развития боевого оснащения для перспективных систем оружия ядерного сдерживания.

Создание зарядов второго и, в особенности третьего и последующих поколений, потребовало совершенствования научно-исследовательской, производственной и экспериментальной баз КБ. В практику проектно-конструкторских и расчетно-исследовательских работ начинали внедряться современные методы с широким использованием ЭВМ и компьютерных технологий. Свое дальнейшее развитие получила и конструкторская школа зарядостроения, общепризнанным авторитетом которой стал первый заместитель главного конструктора Д. А. Фишман.

Системный подход к проблемам, изобретательность и тщательность были востребованы при создании зарядов с новыми качествами для оборонительных комплексов вооружений (ПВО, ПРО, ПЛО), а также тактических и оперативно-тактических комплексов наземного и воздушного базирования. Работы КБ по созданию специализированных зарядов для ПРО имели фундаментальное значение с точки зрения формирования важнейшего направления в области обороны.

Для выполнения расчетно-теоретических работ по зарядам ПРО было создано специальное теоретическое отделение 2 под руководством одного из выдающихся физиков – Ю. А. Романова. Для проведения проектно-конструкторских работ по зарядам для ПРО в секторе 17 был образован отдел этого тематического направления. Для ПРО были сконструированы более десяти образцов зарядов с различными физическими схемами. Все они были успешно испытаны. Это



Совещание у Д. А. Фишмана

позволило создать представительную базу для выбора оптимальной конструкции боевых образцов, которые прошли Государственные испытания и были поставлены на производство.

Зарядному КБ ВНИИЭФ принадлежит приоритет в создании конструкций зарядов с оригинальной схемой изменения мощности. Были разработаны и поставлены на производство заряды с изменяемой мощностью для комплексов вооружений различного типа. Опыт серийного производства и эксплуатации этих зарядов подтвердил, что заложенные в них характеристики являются образцовыми, и заряды занимают и могут занимать устойчивые позиции в номенклатурном ряду среднесрочной перспективы.

Некоторые итоги. За минувшие десятилетия своей деятельности зарядное КБ развилось в мощный научно-инженерный комплекс, способный решать ставшие традиционными задачи конструкторской разработки и отработки боевых зарядов для ядерного боевого оснащения Вооруженных сил РФ, а также задачи по созданию высокоэффективных систем неядерных вооружений и разработкам гражданского назначения.

В период проведения ядерных испытаний перед КБ-1 ставились также задачи разработки зарядов для проведения ядерных взрывов в народнохозяйственных целях. Было проведено 29 ядерных испытаний для решения различных задач, в том числе глубинное сейсмическое зондирование земной коры в различных регионах страны, подтвердившее наличие газовых и газоконденсатных месторождений; взрывы с перемещением грунта (озеро на реке Чаган, провальная воронка на полуострове Мангышлак, траншейная выемка на трассе Печоро-Колвинского



Р. И. Ильяев и Е. Д. Яковлев

канала); интенсификация добычи нефти на месторождениях в Башкирии, Пермской области, Ставропольском крае; сооружение подземных резервуаров в каменной соли на трех крупнейших газоконденсатных месторождениях: Оренбургском, Астраханском, Карачаганакском (Казахстан); предупреждение внезапных выбросов угольной пыли и метана на угольной шахте в г. Енакиево.

Были завершены на высоком научно-техническом уровне разработки по тематике гражданского назначения: радионуклидные тепловые блоки для обогрева внутренних отсеков космических аппаратов; упаковочный комплект ТУК для транспортирования отработанного ядерного топлива атомных электростанций, соответствие конструкции которого жестким требованиям МАГАТЭ обосновано расчетами и экспериментально.

Специалистами КБ-1 обоснована возможность продолжения эксплуатации реакторной установки РВМК-1000 на Ленинградской АЭС.

Для качественного совершенствования систем неядерных вооружений специалистами КБ-1 были разработаны зарядные модули повышенного могущества и защищенности от аварийных воздействий для комплексов оружия различного назначения (противотанковые, зенитные и морские комплексы).

Отсутствие натуральных ядерных испытаний обостряет и актуализирует проблемы аттестации качества и надежности – необходимо гарантировать все параметры заряда исключительно за счет расчетов и имитационных экспериментов. А это обуславливает необходимость дальнейше-



Сертификационные испытания транспортно-упаковочного комплекта для перевозки отработанного ядерного топлива АЭС



Стратегический ракетный комплекс «Ярс» на страже безопасности России

го развития научно-исследовательской и испытательной базы КБ-1, используемой для проведения лабораторно-конструкторской отработки разрабатываемых изделий и подтверждения соответствия их характеристик требованиям Минобороны.

Созданный в 1960 г. научно-исследовательский испытательный комплекс КБ-1 в настоящее время обладает возможностью проводить комплексные лабораторные исследования прочности и стойкости изделий военного и гражданского назначения к внешним нагрузкам (механическим, тепловым и климатическим). Научно-технические возможности комплекса позволяют определять различные характеристики и параметры исследуемых конструкций: напряженно-деформированное состояние, взаимные перемещения деталей и узлов, уровни нагрузок, тепловые поля, динамические характеристики и др. В производственную практику широко внедряются технологии 3D проектирования с применением высокопроизводительных вычислительных систем на базе высокопараллельных программных комплексов.

В 2009 г. отмечался полувек юбилей зарядного КБ. После этой знаковой даты коллектив КБ-1, в составе которого работают 14 докторов и 60 кандидатов наук, продолжал плодотворно решать поставленные перед РФЯЦ-ВНИИЭФ задачи.

В тесном взаимодействии со специалистами Института теоретической и математической физики (ИТМФ), Институтами физики взрыва (ИФВ) и ядерно-радиационной физики (ИЯРФ), смежниками в лице разработчиков боеприпасов и комплексов вооружений приоритетными являлись и остаются работы по следующим направлениям: авторское научно-техническое сопровождение зарядов при серийном производстве, а также при их эксплуатации в составе боеприпасов и комплексов вооружений; обоснование



Ведущие специалисты в год 50-летия КБ-1. Стоят (слева направо): И. Г. Макаров, А. Н. Кочубаев, Б. Е. Боровик, С. В. Борисенко, Р. Н. Шакиров, В. И. Пономарев, Ш. К. Попов, С. В. Наговицын, Н. И. Колодей, А. А. Петренко, С. М. Фокеев, С. М. Журавлев, Р. М. Тагиров, Г. М. Лещинский, Г. Г. Песоцкий, Ю. М. Шишкунов, В. В. Байрак, Ю. И. Щербак, И. И. Ражев, В. П. Морозов, В. Н. Лашков, В. А. Серегин, Н. С. Крюков, В. Ю. Вережанский; сидят: А. В. Корчуганов, А. Т. Амеличев, В. С. Нефедов, Е. Д. Яковлев, В. А. Афанасьев, В. А. Лупша, В. А. Бушин, Б. П. Барканов, Б. М. Жаворонков

продления установленных гарантийных сроков эксплуатации ядерных зарядов, находящихся в боезапасе; научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы по модернизации зарядов с повышенной степенью безопасности для боевого оснащения стоящих на вооружении комплексов и вновь разрабатываемых; исследование стабильности физико-механических характеристик специальных материалов в интересах обеспечения качественного производства и воспроизводства ядерных зарядов и их безаварийной эксплуатации; проведение экспериментов на Новоземельском полигоне (около 20 экспериментов) с применением лазерных технологий в измерительных комплексах для получения новых данных о свойствах специальных материалов и процессах для уточнения физических и расчетных моделей, являющихся основой методик обоснования характеристик безопасности и надежности зарядов.

Обеспечение инженерного совершенства, надежности и безопасности ядерных и термоядерных зарядов для боевого оснащения сил ядерного сдерживания – это основная и непреходящая задача зарядного КБ, и коллектив КБ-1 обладает потенциалом, позволяющим решать такую задачу на уровне современных требований.

ВЕРЕЖАНСКИЙ Виктор Юлианович – главный конструктор РФЯЦ-ВНИИЭФ, начальник КБ-1, канд. техн. наук, заслуженный конструктор РФ

ИЛЮХИН Николай Алексеевич – ведущий научный сотрудник, канд. техн. наук

ЯКОВЛЕВ Евгений Дмитриевич – первый заместитель главного конструктора – начальника КБ-1, канд. техн. наук, лауреат Государственной премии

Создание и развитие импульсных ядерных реакторов в РФЯЦ-ВНИИЭФ

С. В. ВОРОНЦОВ, А. А. ДЕВЯТКИН, В. Ф. КОЛЕСОВ, М. И. КУВШИНОВ

Более 50 лет во ВНИИЭФ работают импульсные ядерные реакторы (ИЯР), которые являются разновидностью исследовательских реакторов и представляют собой устройства, обеспечивающие получение контролируемых и повторяемых вспышек деления атомных ядер. Общей чертой всех импульсных реакторов является создание на короткое время условий для развития цепной реакции деления на мгновенных нейтронах.

Первыми были реактор с растворной активной зоной ВИР-1 и реактор с металлической активной зоной БИР-1. В настоящее время во ВНИИЭФ эксплуатируются 5 реакторов: ВИР-2М, БИГР, БР-1М, БР-К1 и ГИР-2. Накопленный опыт и постоянно проводимые работы по техническому совершенствованию действующих и разработке проектов новых установок позволяют обеспечивать безаварийную эксплуатацию уникального парка ИЯР и проводить разнообразные научные исследования.

Исследование размножающих систем.

В 1948 г. во ВНИИЭФ (тогда КБ-11) создана возглавляемая Г. Н. Флёровым нейтронно-физическая лаборатория для подготовки и проведения экспериментов по определению критической массы первых атомных зарядов. Первый крит-массовый эксперимент с плутониевой активной зоной в урановом отражателе проведен в Челябинске-40. В заключение работ был осуществлен разгон системы на запаздывающих нейтронах. Это стало, по существу, пуском первого в СССР физического реактора («котла», как тогда называли) на быстрых нейтронах нулевой мощности. Установка по инициативе Ю. С. Замятина получила сокращенное название ФиКоБыН, которое в последующем сократилось до ФКБН (фи-

зический котел на быстрых нейтронах). В дальнейшем во ВНИИЭФ для проведения опытов с размножающими системами были разработаны специальные стенды для критических сборок: ФКБН (1950 г.), ФКБН-1 (1955 г.), МСКС (1959 г.), ФКБН-2 (1965 г.), ФКБН-2М (1976 г.), ФКБН-3 (2014 г.). За прошедшее время были изучены параметры ~1000 различных размножающих систем, в том числе моделей активных ядерных реакторов.

В 2006 г. был завершён физический пуск стенда ИКАР-С, созданного для экспериментального исследования ядерно-физических характеристик, размножающих систем моделирующих АЗ реактора-лазера непрерывного действия (А. М. Воинов, А. А. Синянский, В. Н. Кривоносов и др.). В 2013 г. проведен физический пуск критического стенда ИКАР-С (В. Ф. Колесов, А. А. Девяткин, А. А. Пикулев и др.) с уран-графитовым топливом (Л. Д. Данилин), изготовленном по отработанной в радиохимическом отделе ВНИИЭФ технологии.

Разработка и усовершенствование ИЯР.

История реакторов во ВНИИЭФ открывается установкой ВР-1 – реактором бассейнового типа, работающим на статической мощности, с АЗ, набранной из отдельных стержневых твэлов (Н. А. Протопопов)

С начала 1960-х гг. во ВНИИЭФ начались работы по созданию мощных лабораторных импульсных источников нейтронов, способных моделировать проникающее излучение ядерного взрыва.

Эксплуатация импульсных реакторов была начата в 1965 г. запуском растворного реактора ВИР-1 и реактора с металлической активной



Г. Н. Флёров



Ю. С. Замятин



А. А. Малинкин



Б. Д. Сциборский



М. И. Кувшинов



А. М. Воинов

зоной – ВИР-1. Обе установки постоянно совершенствовались. Кроме них, во ВНИИЭФ были созданы реакторы: БИГР, ТИБР, РИР, БР-1, БР-К1, ГИР.

Разработанные во ВНИИЭФ ИЯР имеют свои специфические особенности. Это – «нулевое» энерговыделение (выгорание топлива за время эксплуатации не превышает нескольких грамм, либо даже долей грамма). Отсутствует теплоноситель (охлаждение за счет естественной конвекции). Активная зона имеет высокое обогащение топлива (~90 % по изотопу ^{235}U). Имеется малое количество органов регулирования реактивности, которые выполняют одновременно и функцию органов аварийной защиты. Основной механизм отрицательной обратной связи «температура – реактивность» для реакторов с металлической и керамической активной зоной – тепловое расширение, для растворных реакторов – радиолитическое кипение. Параметры импульса прогнозируются с высокой точностью (погрешность $\pm 10\%$). Каждый импульс реактора является специально подготовленным экспериментом.

Помимо генерирования импульсов все реакторы могут работать в статическом режиме, а также в режиме генерирования импульсов на запаздывающих нейтронах (квазиимпульсов).

ВИР-2М (водный импульсный реактор) – импульсный реактор с растворной активной зоной, в котором в качестве топлива используется раствор соли (уранилсульфата) высокообогащенного урана в воде (объем топливного раствора 104,6 л, концентрация урана в растворе 67,9 г/л, масса урана 7,1 кг). Топливный раствор залит в прочный цилиндрический герметичный корпус (рис. 1) из нержавеющей стали (высота 2 м, диаметр 0,68 м, толщина стенок 65 мм). В днище корпуса выполнен полусферический канал внутренним диаметром 300 мм.

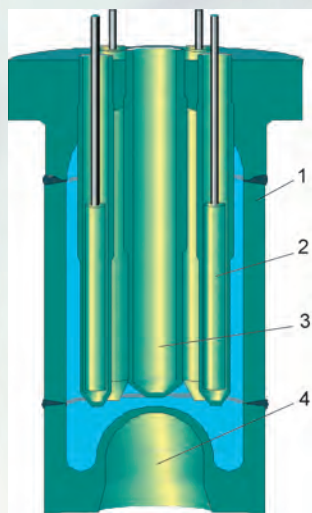


Рис. 1. Вертикальный разрез активной зоны реактора ВИР-2М: 1 – корпус активной зоны; 2 – стержень управления реактивностью (СР), 6 шт.; 3 – центральный экспериментальный канал (ЦК); 4 – полусферический экспериментальный канал (ПСК)

Рис. 1. Вертикальный разрез активной зоны реактора ВИР-2М: 1 – корпус активной зоны; 2 – стержень управления реактивностью (СР), 6 шт.; 3 – центральный экспериментальный канал (ЦК); 4 – полусферический экспериментальный канал (ПСК)

К крышке корпуса приварен центральный канал с внутренним диаметром 142 мм и шесть каналов для «стержней управления реактивностью» из гидрида лития, расположенных равномерно по окружности диаметром 360 мм и служащих для управления реактором. Два стержня (регулирующие стержни РС-1 и РС-2 с электромагнитами аварийного сброса) перемещаются только электромеханическими приводами, а две пары стержней (импульсные стержни ИС) – как электромеханическим, так и пневмоприводом.

Корпус АЗ реактора размещен в перекрытии между двумя находящимися друг над другом реакторными залами (рис. 2, 3) так, что нижний торец корпуса находится на уровне потолка нижнего зала. Со всех сторон, кроме нижнего торца, реактор окружен блоком биологической защиты с минимальной толщиной по бетону 1,5 м. В защитном блоке вблизи поверхности корпуса имеется еще 3 экспериментальных канала: боковой и пролетный каналы диаметром по 100 мм, и «шахта» сечением 560×620 мм².



Рис. 2. Нижний зал ВИР-2М (под ПСК – двухканальная лазерная установка ЛУНА)



Рис. 3. Верхний зал ВИР-2М

После вывода реактора в стартовое (как правило, критическое) состояние импульс генерируется за счет пневматического вывода из активной зоны импульсных поглощающих стержней. Гашение импульса происходит за счет радиолитического вскипания и разлета топливного раствора, после чего поглощающие стержни вводятся в активную зону, переводя реактор в глубоко подкритическое состояние.

Модернизация реактора была связана с усовершенствованием конструкции корпуса активной зоны. Реакторы ВИР-1 (1965 г.) и ВИР-1М (1967 г.) имели одинаковые габаритные размеры корпуса. Корпус реактора ВИР-2 (1971 г.) в основном соответствовал используемому в настоящее время. На трех модификациях реактора ВИР было произведено 2407 импульсов.

Реактор ВИР-2М эксплуатируется с 1979 г. Максимальное энерговыделение в импульсе вначале было ограничено до 80 МДж, а затем в связи с возникновением пластических деформаций корпуса активной зоны снижено до 60 МДж. В 1996 г. ВИР-2М остановлен для плановой замены корпуса. К тому времени на реакторе было генерировано более 2600 импульсов. Эксплуатация реактора с новым корпусом возобновлена в 2001 г., и на нем проведено еще 798 импульсов. В 2011–2013 гг. проведены работы по оснащению реактора новой системой управления и защиты. Реактор вновь введен в эксплуатацию в конце 2013 г. на срок 7 лет с ограничением числа импульсов на мгновенных нейтронах (не более 750). Реактор ВИР-2М может также работать в статическом режиме на мощности до 80 кВт. На 01.07.2015 г. на реакторе произведен 61 импульс.

Разработка реактора ВИР проводилась под руководством А. М. Воинова. Эксплуатацией реактора руководили В. М. Кульгавчук, Л. А. Самодуров, С. Ф. Мельников, Л. Ю. Глухов.

БИР-2М (быстрый импульсный реактор) является типичным представителем импульсных реакторов с металлической активной зоной, эле-

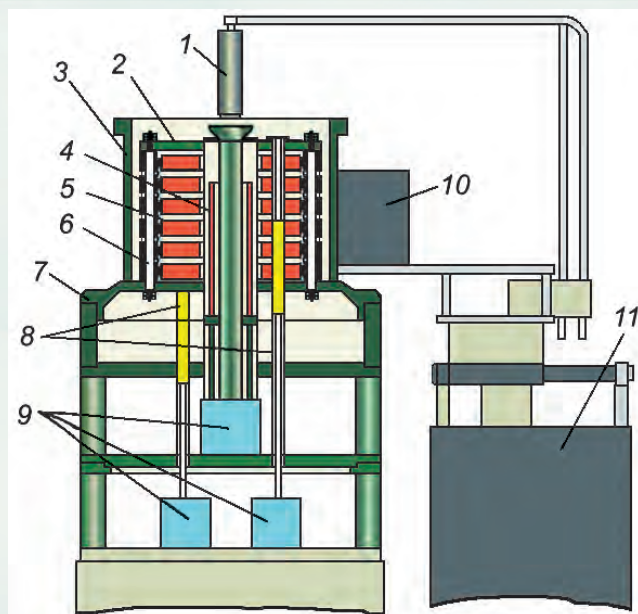


Рис. 4. Схема реактора БИР: 1 – контейнер для загрузки образцов; 2 – АЗ; 3 – кадмиевая защита; 4 – блок безопасности (ББ); 5 – герметизирующий чехол на топливном диске; 6 – болты креплений топливных дисков; 7 – опора; 8 – регулирующие стержни; 9 – приводы органов управления; 10 – облучаемый образец; 11 – стенд для образцов, облучаемых вне АЗ

менты которой изготовлены из сплава высокообогащенного урана с молибденом. Общая масса топлива 121 кг. Изначально реактор (БИР-1) введен в эксплуатацию в 1965 г. В 1970 г. реактор перебазируется в специализированное здание, при этом был модернизирован и получил название БИР-2. В 1986 г. реактор остановлен для модернизации системы управления и информационно-измерительной системы с использованием мини-ЭВМ. Реактор БИР-2М был введен в эксплуатацию 12.07.91 г.

Схема реактора приведена на рис. 4. Основная часть активной зоны собрана из шести дисков с наружным диаметром 220 мм и высотой 31 мм. Масса каждого диска ~17 кг. Диски имеют центральное отверстие и 4 отверстия, равно-



В. М. Кульгавчук



Л. А. Самодуров



С. Ф. Мельников



Л. Ю. Глухов



Г. П. Рудаков



А. С. Кошелев

мерно расположенные на окружности диаметром 148 мм. В центральное отверстие дисков вводится блок безопасности (ББ), имеющий форму полого цилиндра. В боковые отверстия дисков вводятся два импульсных (ИП, ИО) и два регулирующих стержня. Каждый диск, ББ и стержни заключены в индивидуальные герметичные чехлы из нержавеющей стали, заполненные гелием. Между каждой деталью и чехлом имеется гарантированный зазор, что обеспечивает безударное расширение деталей при генерировании импульса. Чехлы с дисками закреплены на стенде реактора болтами. Между чехлами имеется воздушный зазор ~3 мм. В чехлах дисков установлены термопары для измерения температуры активной зоны.

Генерирование импульса производилось из подкритического состояния, подбираемого с помощью регулирующих стержней, за счет пневматического ввода одного из импульсных стержней: ИО (с остановкой в активной зоне) либо ИП (с пролетом через зону). Самогашение импульса происходило за счет теплового расширения уран-молибденового сплава. Заглушение реактора обеспечивалось сбросом всех органов регулирования в нижнее положение.

Облучение проводилось в центральном контейнере диаметром 4 см, снаружи активной зоны на специальном столе для образцов и в зале размером 11×10×8 м. Максимальное энерговыделение в импульсе $E_{\text{MAX}} = 3$ МДж; полуширина импульса $T_{1/2} = 60$ мкс. Возможно, было генерирование «затянутого» импульса с параметрами $E_{\text{MAX}} = 5$ МДж; $T_{1/2} = 450$ мкс при использовании полиэтиленового отражателя. Реактор мог также работать на статической мощности до 20 кВт. В 2005 г. работа реактора была прекращена. Всего на реакторе генерировано ~2800 импульсов.

Разработка реактора БИР проводилась под руководством В. Д. Сциборского. Эксплуатацией реактора бесценно руководил Г. П. Рудаков. Следует отметить, что отправной точкой развития ИЯР с металлической АЗ является написанный в 1959 г. М. И. Кувшиновым реферат «Импульсные реакторы на быстрых нейтронах», в заключительном разделе которого автор подчеркивал: «...Представляется необходимым развивать импульсную методику в нашей лаборатории, имеющей опыт работы с размножающими системами на быстрых нейтронах. Наличие этой методики не только даст новые экспериментальные возможности в основных исследованиях лаборатории, но и будет содействовать применению ее в других областях исследований...».

ТИБР (транспортальный импульсный быстрый реактор) – импульсный реактор с металлической активной зоной (сплав урана с молибденом), в состав которой для устранения теплового удара за счет затягивания импульса введен слой гидрида циркония ($ZrH_{1,9}$). Общая масса топлива 124 кг. Реактор введен в эксплуатацию в 1970 г., после чего был передан в НИИП (г. Лыткарино), где в 2000 г. выведен из эксплуатации.

Активная зона состоит из двух блоков – неподвижного верхнего (ВБ) и подвижного нижнего (НБ), которые в сомкнутом состоянии образуют полый шар с внешним и внутренним диаметрами по активному материалу 275 и 108 мм. В полюсные отверстия ВБ и НБ вводятся соответственно регулирующий (РС) и импульсный (ИС) стержни. В активной зоне имеется горизонтальный сквозной канал для облучения образцов (рис. 5).

На реакторе ТИБР генерирование импульса (путем пневматического ввода импульсного стержня) производилась как из подкритического состояния, так и при критическом состоянии реактора на заданном уровне мощности (~1 Вт). Самогашение обеспечивалось за счет теплового

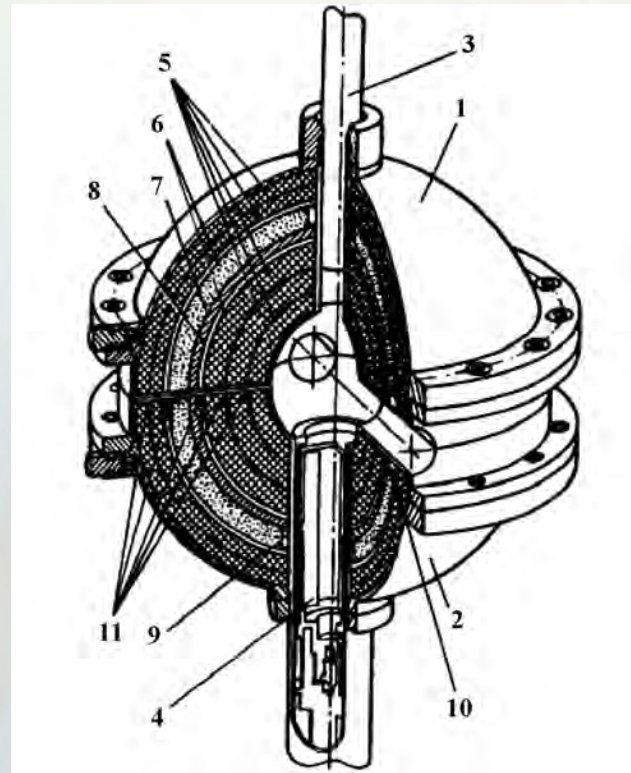


Рис. 5. Схема активной зоны реактора ТИБР: 1 – НБ; 2 – ВБ; 3 – РС; 4 – ИС; 5 – оболочки (топливо); 6, 9, 10 – прокладки (топливо); 7 – оболочка ($ZrH_{1,9}$); 8 – оболочка (сталь); 11 – полукольца подвески

расширения активной зоны, а заглушение реактора – сбросом в нижнее положение ИС и НБ, выполняющего функцию блока безопасности.

ВБ и НБ включают пять полусферических топливных слоев с высокообогащенным ураном, слой гидрида циркония $ZrH_{1,9}$ (толщиной 1,4 см) и два прилегающих к нему тонких топливных слоя с относительно низким обогащением урана, введенных для сглаживания скачка температуры на границах между топливом и гидридом циркония.

В результате размещения слоя гидрида циркония внутри массива урана спектр нейтронов в горизонтальном канале и на внешней границе активной зоны, т. е. в местах облучения образцов, сохраняется практически таким же, как и в зоне без замедлителя. С целью обеспечения антикоррозионной защиты верхний и нижний блоки в сборе, а также регулирующий и импульсный стержни заключены в герметичные чехлы из нержавеющей стали, заполненные гелием.

Отличительные особенности реактора ТИБР позволили при сохранении жесткого спектра нейтронного излучения существенно увеличить допустимое удельное энерговыделение в импульсе в сравнении с реакторами типа БИР, упростить конструкцию и систему управления реактора и повысить уровень безопасности работы на нем. В частности, был полностью снят динамический тепловой удар в активной зоне; стало возможным генерирование импульса делений с заметного уровня начальной мощности (~1 Вт) и сведена к минимуму зависимость формы импульса делений от загрузки образцов. Максимальное энерговыделение в импульсе 7 МДж; полуширина импульса 480 мкс.

Разработка реактора ТИБР проводилась под руководством А. А. Малинкина и А. С. Кошелева.

БИГР (быстрый импульсный графитовый реактор) является самым мощным в мире импульсным реактором на быстрых нейтронах. Материал активной зоны – однородная спрессованная смесь высокообогащенного диоксида

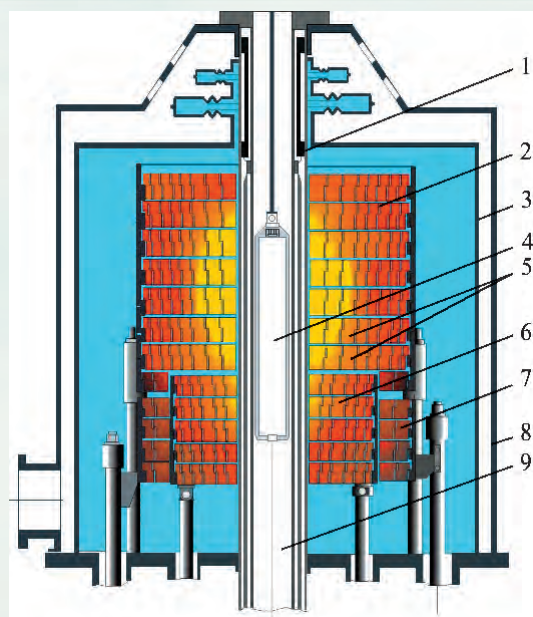


Рис. 6. Схема активной зоны реактора БИГР: 1 – ИС; 2 – НБ; 3 – корпус АЗ; 4 – контейнер ЦК; 5 – топливные кольца; 6 – БГР; 7 – БТР; 8 – кожух охлаждения; 9 – осевая полость

урана с графитом. Отношение числа ядер углерода и урана равно 16, что позволяет получить значительное энерговыделение за импульс и сохранить достаточно жесткий спектр нейтронов. Масса топлива 833 кг. Реактор введен в эксплуатацию в 1977 г. и на 01.07.2015 г. выдал 1161 импульсов и квазиимпульсов.

Активная зона (рис. 6) имеет форму полого цилиндра с размерами по топливу: высота 67 см, внешний диаметр 76 см, внутренний диаметр 18 см. Она состоит из отдельных слоев, которые складываются из кольцевых элементов. Каждое кольцо имеет уступы на середине высоты по всей окружности, с помощью которых опирается на соседнее кольцо или на внешний чехол. Между кольцами предусмотрены зазоры для радиальных и осевых смещений при увеличении температуры. Такая конструкция, впервые реализованная на реакторе БИГР, является оптимальной для дисперсионного топливного



С. П. Мельников



В. В. Иванов



В. Н. Богданов



А. М. Пичугин



В. Ф. Колесов



И. Г. Смирнов



Рис. 7. Реактор БИГР

материала. Активная зона разбита на 3 блока: неподвижный блок (НБ), блок грубой регулировки реактивности (БГР) и блок тонкой регулировки (БТР). В качестве импульсного стержня используется стальная труба, работающая при генерировании импульса в качестве «внутреннего» отражателя активной зоны. Активная зона целиком заключена в герметичный кожух, заполненный гелием.

Генерирование импульсов производится с мощности (т. е. при критическом состоянии реактора) при пневматическом вводе импульсного стержня, который может как останавливаться в центре активной зоны, так и вылетать из нее, обрывая «хвост» импульса. Механизмом самогашения является тепловое расширение активной зоны. Заглушение реактора обеспечивается за счет сброса в нижнее положение БГР и БТР.

Облучение возможно в контейнере ЦК (диаметр 10 см, высота 550 см) и снаружи активной зоны в зале размером 11,5×10×8 м (рис. 7). Облучаемые объекты доставляются к АЗ (с противоположных сторон) дистанционно на двух специальных тележках. Максимальное энерговыделение в импульсе 280 МДж; полуширина импульса 2 мс. Система управления установки обеспечивает возможность генерации в автоматизированном режиме импульсов на запаздывающих нейтронах различной формы, в том числе и прямоугольной. Мощность при этом может меняться от 0,5 до 500 МВт, длительность – от 0,5 до 100 с, $E_{\text{MAX}} = 300$ МДж. Реактор может работать также на статической мощности до 0,5 МВт.

Разработка реактора БИГР началась по предложению В. Ф. Колосова. Руководил разработкой и созданием реактора М. И. Кувшинов. Эксплуатацией реактора руководили И. Г. Смирнов, В. Н. Богданов, А. М. Пичугин.

БР-1М (бустер-реактор) – импульсный реактор с металлической АЗ. Введен в эксплуатацию

в 1978 г. (БР-1). После генерирования 608 импульсов было обнаружено, что часть топливных элементов реактора разрушилась. С новым комплектом топлива реактор введен в эксплуатацию в 1990 г. и выдал 275 импульсов, с зоной усовершенствованной конструкции (БР-1М) – в 2009 г. На 01.07.2015 г. на реакторе БР-1М генерирован 171 импульс.

Материал активной зоны – сплав высокообогащенного урана с молибденом. Зона имеет форму полого цилиндра с размерами по топливу: высота 26,6 см, внешний диаметр 26,8 см, диаметр осевой полости 11,6 см. Масса топлива 176 кг. Топливо в активной зоне разбито на 4 блока: верхний, нижний, регулирующий и импульсный, заключенные в заполненные гелием чехлы из нержавеющей стали.

Генерирование импульса производилось из подкритического состояния, подбираемого с помощью регулирующего блока, путем пневматического ввода импульсного блока. Самогашение импульса происходило за счет теплового расширения материала активной зоны, а заглушение реактора – за счет сброса нижнего, регулирующего и импульсного блоков в нижнее положение.

Для снижения механических напряжений, обусловленных тепловым ударом, активная зона БР-1 (верхний и нижний блоки) была разбита на 4 ряда коаксиальных, свободно подвешенных, незакрепленных колец. Толщина колец по радиусу составляет 1,5 см. Каждое из колец своим уступом опирается на соседнее кольцо, или на наружный чехол. Такая конструкция, аналогичная зоне БИГР, позволила получить на БР-1 импульсы с параметрами, рекордными для реакторов с металлической зоной из высокообогащенного урана: $E_{\text{MAX}} = 4 \cdot 10^{17}$ делений, $T_{1/2} = 53$ мкс. Но это привело к повреждению или разрушению 14 из 17 топливных элементов (рис. 8). Следует отметить, что реактор, несмотря на повреждения зоны, выдавал нормальные по энерговыделению и форме «колокола» импульсы.

Для обоснования оптимальной конфигурации активной зоны реактора были проведены расчетные исследования динамического поведения



Рис. 8. Разрушенные топливные элементы реактора БР-1

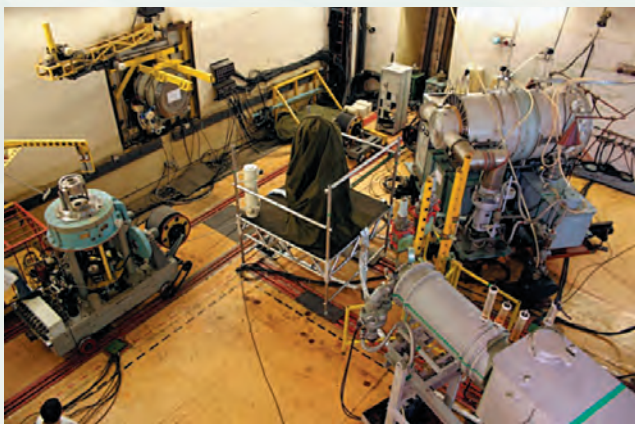


Рис. 9. Реактор БР-1М в зале комплекса «Пульсар»

топливных элементов при различных энерговыделениях. Показано, что до величины энерговыделения $E = 3,0 \cdot 10^{17}$ делений деформирование колец происходит практически упруго, а при больших энерговыделениях – упругопластически. По результатам исследований выбрана конструкция активной зоны БР-1М, которая позволяет при сохранении геометрических размеров существенно увеличить ресурс топливных элементов. Верхний блок состоит из 4 рядов колец, уменьшенных вдвое по высоте (30,4 мм), а нижний – из 2 рядов колец высотой 30,4 мм и 1 ряда из 2 элементов высотой 62 мм. Радиальные зазоры между кольцами, а также радиусы закругления в зонах уступов и торцов всех элементов увеличены.

В настоящее время БР-1М входит в состав облучательного комплекса «Пульсар» и может работать как совместно с ускорителем ЛИУ-30 и другими установками комплекса (рис. 9), так и в автономном режиме в каземате размером $14 \times 10 \times 8$ м. Объект может находиться в любом месте зала, а также в центральном канале в контейнере с размерами: диаметр 9,4 см, высота 30 см.

Разработка и создание реактора БР-1 проводилась под руководством А. А. Малинкина и А. С. Кошелева. Эксплуатацией реактора

руководили А. С. Кошелев, В. Н. Терпелов, В. В. Иванов, А. А. Девяткин, М. В. Мочкаев.

РИР (разрушающийся импульсный реактор) – импульсный реактор, в котором удельное энерговыделение настолько велико, что происходит сублимация делящегося материала и взрывное разрушение активной зоны, которая представляет собой шар из высокообогащенного урана, окруженный бериллиевым отражателем. Зона имеет центральный канал для импульсного стержня и боковые каналы для вкладышей, с помощью которых производится предварительная калибровка реактивности (рис. 10, 11). Специалистами ВНИИЭФ проведены 2 опыта с реактором РИР, энерговыделение в которых составило $\sim 1,5 \cdot 10^{19}$ делений, а полуширина импульса $T_{1/2} \sim 2,5$ мкс.

При подготовке экспериментов был разработан расчетно-экспериментальный способ калибровки реактивности, позволяющий получить запланированные параметры импульса при значительном переходе выше мгновенной критичности, в 30 раз превышающим переход, реализуемый в лабораторных реакторах с металлической зоной. Для расчетов была создана простая аналитическая модель, описываемая системой дифференциальных уравнений и включающая два типа параметров: кинетические, характеризующие процесс размножения нейтронов, и газодинамические, характеризующие влияние разлета активной зоны на реактивность системы. В лабораторных условиях с помощью специального калибровочного стенда исследованы характеристики устройства РИР как в подкритическом состоянии, так и в режиме «обычного» импульсного реактора. Используя кинетические параметры, подобранные в лабораторных опытах, были рассчитаны характеристики импульса РИР в режимах, соответствующих разрушению зоны. Прогноз хорошо совпадал с экспериментальными результатами.

При проведении экспериментов с ядерными устройствами типа РИР одной из основных за-



М. А. Воинов



А. Т. Нарожный



М. В. Мочкаев



В. И. Турутов



А. А. Пикулев



А. А. Девяткин

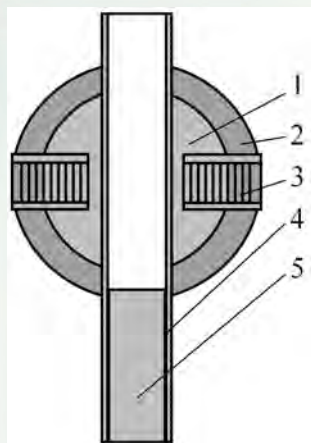


Рис. 10. Схема реактора РИР: 1 – активная зона; 2 – отражатель; 3 – вкладыши; 4 – канал для импульсного стержня; 5 – импульсный стержень

дач является обеспечение защиты при взрывном разрушении активной зоны. В первом эксперименте защитное сооружение было стационарным и представляло со-

бой цилиндрическую стальную ампулу диаметром 3 м, длиной 6 м, с толщиной стенки 20 мм (рис. 12), засыпанную слоем грунта. Результаты эксперимента позволили начать разработку транспортабельной защитной камеры, макет которой был испытан во втором опыте с РИР (рис. 13). Камера представляла собой отрезок рулонированной газопроводной трубы с внешним диаметром 1420 мм и толщиной стенки 21,6 мм с полуэллиптическими днищами, усиленный в центральной зоне двумя обечайками. Длина камеры ~7 м, масса 12,5 тонн. В дальнейшем, с использованием технологии рулонированных сосудов высокого давления, была создана многофункциональная взрывозащитная камера (рис. 14), которая, помимо проведения опытов с реактором типа РИР, может быть использована для обезвреживания аварийных ядерных зарядов, а также для обеспечения безопасности при проведении взрывных опытов, гидростатических испытаний и т. д.

Проведенные эксперименты с реактором РИР позволили оценить последствия гипотетических аварий на импульсных ядерных реакторах с металлической активной зоной и обосновать пределы их безопасной эксплуатации.

Разработка и создание реактора РИР велась под руководством А. М. Воинова. Эксплу-

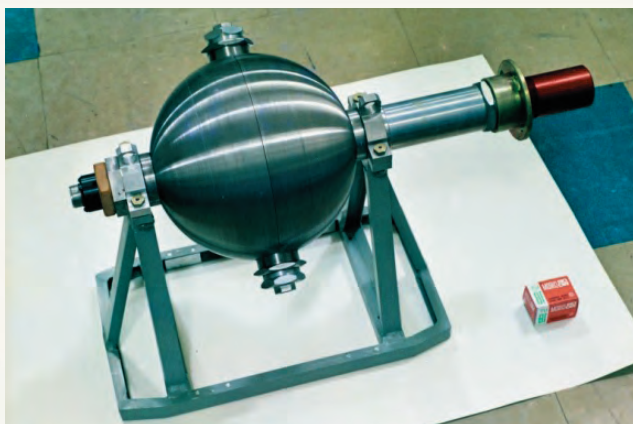


Рис. 11. Внешний вид реактора РИР

атацией реактора руководили В. И. Турутов и А. Т. Нарожный.

ГИР (гамма-источник реакторный) – импульсный реактор с металлической активной зоной и отражателем нейтронов, выполняющим функцию n - γ -конвертора. Материал зоны – сплав обогащенного урана с молибденом, общая масса топлива 178 кг. Реактор ГИР-1 введен в эксплуатацию в 1984 г. На нем было генерировано ~350 импульсов. Усовершенствованный (в части материала и конструкции активной зоны) реактор ГИР-2 (рис. 15) введен в эксплуатацию в 1993 г. На нем генерировано 588 импульсов. В 2014 г. эксплуатация установки приостановлена.

Активная зона имеет сферическую форму (рис. 15) и состоит из двух полушарий, разделенных диафрагмой из нержавеющей стали. Неподвижная верхняя часть включает семь полусферических слоев, причем внутренние слои содержат уран 90 %, а внешний – 36 % обогащения. Нижняя часть состоит из двух подвижных блоков: грубой (БГР) и точной регулировки (БТР). БГР включает шесть слоев с ураном 90 %, БТР – 1 слой с ураном 36 % обогащения. Для генерирования импульса используется импульсный блок в виде алюминиевой трубы. Отличительной особенностью ГИР-2 является



Рис. 12. Ампула для опыта РИР-1



Рис. 13. Ампула для опыта РИР-1М



Рис. 14. Многофункциональная камера

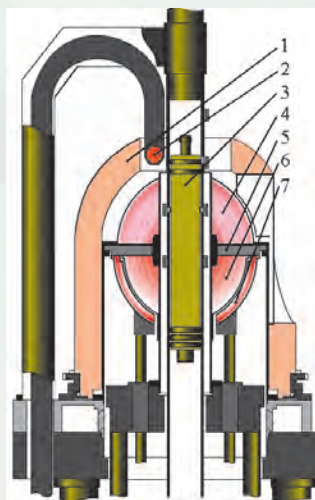


Рис. 15. Схема АЗ реактора ГИР-2: 1 - конвертор; 2 - источник нейтронов; 3 - ИБ; 4 - ВБ; 5 - диафрагма; 6 - БГР; 7 - БТР

использование в конструкции отражателя нейтронов из гомогенной смеси полипропилена с окисью кадмия толщиной 60 мм, что повышает выход гамма-излучения и снижает возмущения от внешних устройств. В отражателе имеется

отверстие («нейтронное окно»), предназначенное для облучений с максимальным нейтронным флюенсом.

Генерирование импульсов при автономной работе производится с мощности при пневматическом простреле импульсного стержня через зону. Самогашение импульса происходит за счет теплового расширения топлива. Заглушение реактора обеспечивается за счет сброса в нижнее положение БГР и БТР.

ГИР-2 входит в состав комплекса ЛИУ-10М – ГИР-2. Реактор также работает в автономном режиме. Облучение на реакторе проводится только снаружи зоны в зале размером 10×10×8 м. Максимальное энерговыделение 7 МДж; полуширина импульса 300 мкс.

Разработка и создание реактора ГИР велась под руководством М. И. Кувшинова и М. А. Воинова, который был бессменным руководителем группы эксплуатации реактора.

БР-К1 (бустер-реактор «Каскад», вариант 1) – импульсный реактор с металлической активной зоной. Материал зоны – сплав обогащенного урана с молибденом. Общая масса уран-молибденового сплава 1511 кг. Реактор введен в эксплуатацию в 1995 г. и предназначался как для



Рис. 16. Реактор ГИР-2 у выводного окна ускорителя ЛИУ-10М

апробации элементов концептуального проекта двухсекционного бустер-реактора «Каскад» (БР-К), так и для проведения различных облучательных экспериментов.

Активная зона имеет форму полого цилиндра с габаритными размерами: длина 75 см, внешний диаметр 62 см, размер внутренней полости: длина 36 см, диаметр 30,8 см. По аналогии с реактором БР-1 зона БР-К1 имеет кольцевую структуру: она разбита на диски (блоки), а диски – на коаксиальные кольца. Блоки заключены в герметичные чехлы из нержавеющей стали, заполненные гелием. Для генерирования импульса используются импульсный и стоп-блок, изготовленные из бериллия. Отличительными особенностями реактора БР-К1 являются горизонтальная ориентация АЗ, что обеспечивает удобство загрузки образцов в центральную полость, и значительный размер полости для облучения. Исследуемые объекты могут также размещаться снаружи активной зоны в зале размером 14×10×8 м (рис. 16).

Проектом предусматривалось максимальное энерговыделение ~100 МДж. Однако при проведении физического пуска было обнаружено затирание аварийного блока из-за коробления



В. М. Фералонтов



И. Л. Сумкин



И. А. Никитин



А. Н. Сизов



А. А. Синянский



С. В. Воронцов

чехлов структурных блоков, обусловленного их большими размерами и высокой температурой разогрева. В результате максимальное энерговыделение в импульсе было ограничено величиной 30 МДж (полуширина 1,2 мс). В настоящее время реактор работает лишь в режиме генерирования квазиимпульсов с $E_{\text{MAX}} = 30$ МДж, а также на статической мощности до 10 кВт.

Ведутся исследования по модернизации реактора с целью реализации импульсного режима с близким к проектному энерговыделением ($E_{\text{MAX}} \sim 75$ МДж). Это предполагается достичь за счет замены материала чехлов на титановый сплав и использования графитового отражателя, затягивающего мощный импульс и снижающего напряжения в топливных элементах до приемлемой величины.

Разработка и создание реактора БР-К1 проводилась под руководством А. А. Малинкина и А. С. Кошелева. Следует подчеркнуть, что на протяжении всех лет расчетно-теоретические исследования по ИЯР обеспечивались теоретическим отделом под руководством В. Ф. Колесова, а проектирование установок выполнялось конструкторским отделом под руководством В. М. Ферапонтова, И. Л. Сумкина и И. А. Никитина.

Обеспечение безопасной эксплуатации импульсных реакторов. Важным для обеспечения безопасности импульсных реакторов является использование режима генерирования импульса, когда реактор находится в надкритическом состоянии («стрельба с мощности»); такой режим применяется на реакторах БИГР и ГИР-2, а также отработан для реактора ВИР-2М.

На реакторе БР-1 (БР-1М), конструкция которого не позволяет использовать указанный режим, наибольшую опасность представляет разрушение тепловыделяющих элементов с возможным неконтролируемым смещением их частей. Для контроля целостности топливных элементов разработана методика, позволяющая на основании анализа колебаний мощности на «хвосте» импульса определить момент образования дефектов. Методика основана на том, что спектр колебаний мощности реактора на «хвосте» импульса делений непосредственно связан со спектром механических колебаний топливных элементов, который, в свою очередь, изменяется при появлении дефектов (трещин) в элементах. С целью экспериментальной проверки методики на реакторе БР-1 был проведен уникальный эксперимент с установкой в активную зону дефектного элемента, имеющего сквозную

трещину. На реакторе ВИР-2М были проведены аналогичные эксперименты с зоной, содержащей разное количество дисковых элементов с дефектами. Полученные усредненные по времени спектрограммы зарегистрированных колебаний мощности в медленной части импульсов БР-1 и ВИР-2М наглядно демонстрируют отличие «дефектной» активной зоны.

При генерации импульса в реакторе ВИР-2М происходит вскипание и разлет топливного раствора, что приводит к возникновению в корпусе активной зоны механических напряжений, сравнимых с пределом текучести. Поэтому для обеспечения безопасной эксплуатации реактора проводится контроль состояния корпуса и его периодическая замена. Совместно со специалистами ИТМФ (А. И. Абакумов, В. Ю. Мельцас и др.) проведены работы по уточнению модели вскипания топливного раствора (А. Н. Сизов) и расчетному определению механических нагрузок на защитный корпус. Показано, что наиболее слабым элементом конструкции является центральный канал (его средняя часть). Материал канала работает в области упругих деформаций ($\leq 0,1\%$), если энерговыделение за импульс не превышает значения 70 МДж при объеме топливного раствора 105 л и 74 МДж при объеме 120 л. При больших энерговыделениях материал ЦК переходит в область пластических деформаций, рост которых находится в квадратичной зависимости от изменения величины энерговыделения.

Проведенные расчеты циклической прочности корпуса реактора ВИР-2М показали, что допустимый ресурс, выраженный в количестве импульсов, составит 1750, 7500 и 125000 импульсов для энерговыделения 65, 60 и 56 МДж соответственно. Полученные данные позволяют прогнозировать ресурс работы и сроки эксплуатации реактора ВИР-2М.

Анализ аварий, имевших место на реакторах и критических сборках, показывает, что из 38 аварий 23 обусловлены теми или иными ошибками персонала. 8 аварий привели к гибели людей, при этом 7 произошли по вине персонала. В ряде случаев (по крайней мере, в 11 из 38) к аварии могло привести неадекватное психоэмоциональное состояние исполнителей, являющихся, в большинстве своем, высококвалифицированными специалистами. Поэтому во ВНИИЭФ совместно с Санкт-Петербургским государственным университетом (СПбГУ) разработана методика предметного контроля персонала. За основу была принята автоматизиро-

ванная система динамического контроля психоэмоционального состояния и профессиональной работоспособности специалистов операторского профиля (АСДК), разработанная в СПбГУ и представляющая собой аппаратно-программный комплекс, сконструированный по модульному принципу и включающий модуль оценки физиологических резервов, модуль оценки психоэмоционального состояния и модуль оценки профессиональной работоспособности. Проведенные исследования методики подтверждают ее работоспособность и высокую эффективность.

Использование ИЯР для проведения исследований. Импульсные реакторы являются уникальными установками, позволяющими проводить различные физические исследования.

На реакторе БИГР были проведены (совместно с ОИЯИ) эксперименты по получению ультрахолодных нейтронов. На базе реактора создан комплекс для испытания образцов твэлов энергетических реакторов в условиях реактивной аварии (аварии типа RIA).

На реакторах ВИР, БИР, БР-1, ТИБР, БИГР, ГИР-2 выполнен большой объем исследований по проблеме ЛЯН – лазеров с ядерной накачкой и ядерно-оптических преобразователей (С. П. Мельников, А. Н. Сизов, А. А. Сиянский. Лазеры с ядерной накачкой. Саров. ВНИИЭФ. 2008).

На реакторах БИР и БИГР проведены уникальные эксперименты, направленные на обоснование пределов безопасной эксплуатации импульсных реакторов: исследовано долговременное поведение реакторов в режиме саморегулирования мощности, отработана быстродействующая аварийная защита, позволяющая прервать развитие импульса с опасными параметрами. На реакторе ГИР-2 был подготовлен и проведен для студентов СарФТИ цикл лабораторных работ



Коллектив теоретического отдела

по физике реакторов. На реакторе БИР-2М совместно с ВНИИФТРИ созданы эталонные источники нейтронов, затем комплексы моделирующих опорных полей созданы на реакторах БР-1М, ГИР-2 и БР-К1 (рис. 17), на котором также создан эталонный источник реакторных гамма-квантов.

Специалистами ВНИИЭФ постоянно проводятся расчетно-экспериментальные исследования по разработке проектов новых реакторных установок: импульсно-статического реактора бассейнового типа; импульсного реактора с большой внутренней полостью и коротким импульсом с топливом на основе уран-молибденового или нептуний-галлиевого сплава, комплекса «БИГР + УФН-П» и др.

Накопленный опыт и постоянно проводимые работы, направленные на техническое усовершенствование действующих и на разработку проектов новых установок, позволяют обеспечивать безаварийную эксплуатацию уникального парка импульсных ядерных реакторов и проводить разнообразные научные исследования.

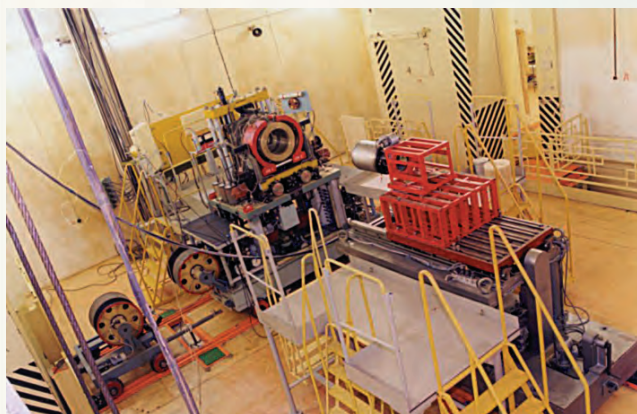


Рис. 17. Реактор БР-К1 в зале автономной работы

ВОРОНЦОВ Сергей Владимирович –
зам. директора ИЯРФ РФЯЦ-ВНИИЭФ,
кандидат физ.-мат. наук

ДЕВЯТКИН Андрей Александрович –
начальник отделения ИЯРФ РФЯЦ-ВНИИЭФ,
кандидат физ.-мат. наук

КОЛЕСОВ Владимир Федорович –
главный научный сотрудник ИЯРФ РФЯЦ-
ВНИИЭФ, доктор физ.-мат. наук, профессор,
лауреат премии Правительства РФ,
заслуженный деятель науки РФ

КУВШИНОВ Михаил Иванович –
главный научный сотрудник ИЯРФ РФЯЦ-
ВНИИЭФ, доктор физ.-мат. наук,
заслуженный деятель науки РФ

В. Д. СЕЛЕМИР, А. Е. ДУБИНОВ, В. И. КАРЕЛИН,
П. Б. РЕПИН, Н. В. СТЕПАНОВ

Научно-технический центр физики высоких плотностей энергии и направленных потоков излучения (НТЦФ) существует уже 20 лет и представляет собой крупное подразделение РФЯЦ-ВНИИЭФ, в котором основные направления работ лежат в области мощной импульсной электрофизики.

За это время НТЦФ приобрел заслуженную репутацию как признанный мировой лидер в области физики и применения магнитной кумуляции, в области создания сильноточных циклических ускорителей электронов для радиографии быстротекущих процессов, в прикладных исследованиях по физике плазмы и газового разряда, в релятивистской СВЧ-электронике и в других направлениях.

Сейчас здесь работают более 300 специалистов. В НТЦФ входят два научно-исследовательских отделения и комплексный научно-исследовательский отдел, полигон для проведения взрывных работ, конструкторский отдел и собственное производство. Такая организационная структура позволяет решать самые разнообразные научно-производственные задачи в области электрофизики – от задумки и конструкторской проработки идеи до создания и ее применения.

О работах НТЦФ уже много говорили и писали (см., напр., Атом, 2011 г., № 50). В данной статье мы расскажем о новых разработках и достижениях НТЦФ за последние 5 лет.

Отделение магнитной кумуляции

Основное направление работ отделения – разработка и применение в физических экспериментах магнитокумулятивных генераторов (МКГ, другое название – взрывомагнитные генераторы, ВМГ), принцип действия которых основан на сжатии начального магнитного потока проводящей оболочкой, приводимой в движение продуктами взрыва. В зависимости от конструкции и функционального назначения МКГ могут служить мощными источниками энергопитания в физических экспериментах или обеспечивать генерацию сверхсильных магнитных полей для фундаментальных и прикладных исследований свойств веществ.

Например, для понимания физики Земли и планет-гигантов Солнечной системы, постро-

ения моделей структуры и эволюции этих объектов требуются надежные сведения о физических свойствах водорода в мегабарном диапазоне давлений. Получение новых данных позволит, в частности, измерить возможную границу металлизации Юпитера. Ранее в НТЦФ уже были получены экспериментальные результаты для кривой «холодного» сжатия протия (основного изотопа водорода) в интервале от 0,1 до 2,2 Мбар, а еще две точки легли уже вблизи 5 Мбар. В 2014 г. методом изоэнтропического сжатия веществ давлением сверхсильного магнитного поля генератора МК-1 (рис. 1) проведены дополнительные исследования конденсированного протия для прояснения хода нулевой изотермы в диапазоне давлений от 1,7 до 4,1 Мбар.

Анализ полученных данных не выявил каких-либо аномалий несмотря на предсказания некоторых теоретиков. В поведении нулевой изотермы протия все полученные точки согласуются с кривой, аппроксимирующей ранее полученные результаты. Недостаточно исследованными пока остаются небольшой участок кривой вблизи 3,5 Мбар, а также область давлений более 5 Мбар. Планируемые эксперименты позволят в ближайшем будущем закрыть это вопрос.

Одна из решаемых в последние годы задач – разработка источника импульса тока ~50 МА



Рис. 1. Генератор сверхсильного магнитного поля МК-1 во время экспериментов по изоэнтропическому сжатию протия

с временем нарастания тока $\sim 0,5\text{--}1$ мкс для питания мощных источников мягкого рентгеновского излучения (МРИ), генерируемого при токовом схлопывании многопроволочных цилиндрических лайнеров. Такие импульсы должны обеспечивать устройства на основе многоэлементных дисковых МКГ, снабженных размыкателями выходного токового контура генератора. Исследуются генераторы с дисковыми зарядами взрывчатого вещества диаметром 240 и 480 мм.

В качестве источника первичного питания дисковых генераторов используются спиральные МКГ. Ранее в отделении были разработаны различные спиральные МКГ со спиралью с внутренним диаметром от 50 до 240 мм, которые применяются и как самостоятельные источники питания физических экспериментов. В их ряду следует отметить, например, автономные МКГ, имеющие собственные источники начальной энергии и постоянно сохраняющие готовность к работе.

Продолжаются разработки формирователей тока на основе многоэлементных дисковых МКГ с размыкателями тока различных типов: электровзрывными и взрывными. Такие формирователи тока на основе спиральных и дисковых МКГ с электровзрывными и взрывными размыкателями успешно используются в экспериментах с мощными источниками МРИ. В них генерация импульсов МРИ осуществляется традиционным способом в конфигурации Z-пинча, когда с помощью электромагнитных сил реализуется радиально направленный разгон к оси цилиндрического многопроволочного лайнера с последующей термализацией его кинетической энергии на оси системы.

Совместно с сотрудниками технологического отделения ВНИИЭФ была разработана уникальная технология изготовления многопроволочных лайнерных нагрузок из микропроводников диаметром до 6 мкм, сохраняющих свою геометрию независимо от пространственной ориентации и при транспортировке на значительные расстояния к взрывной позиции. Созданы средства диагностики токовых импульсов в различных сечениях устройств, в том числе и непосредственно в лайнерной системе, а также средства диагностики основных параметров лайнерной плазмы и генерируемого МРИ. Экспериментально показана эффективность и перспективность генерации импульсов МРИ при использовании в качестве источников питания формирователей тока на основе современных МКГ.

В экспериментах получено, что 10-элементный дисковый генератор с диаметром заряда ВВ 240 мм и электровзрывным размыкателем тока обеспечивает в двухкаскадной лайнерной системе (рис. 2, 3; внешний каскад состоит из 720, внутренний – из 360 вольфрамовых проволочек диаметром 11 мкм и длиной 25 мм) импульс тока амплитудой 14 МА с временем нарастания ~ 1 мкс (рис. 4). В конце имплозии лайнерной нагрузки происходит генерация импульса мяг-

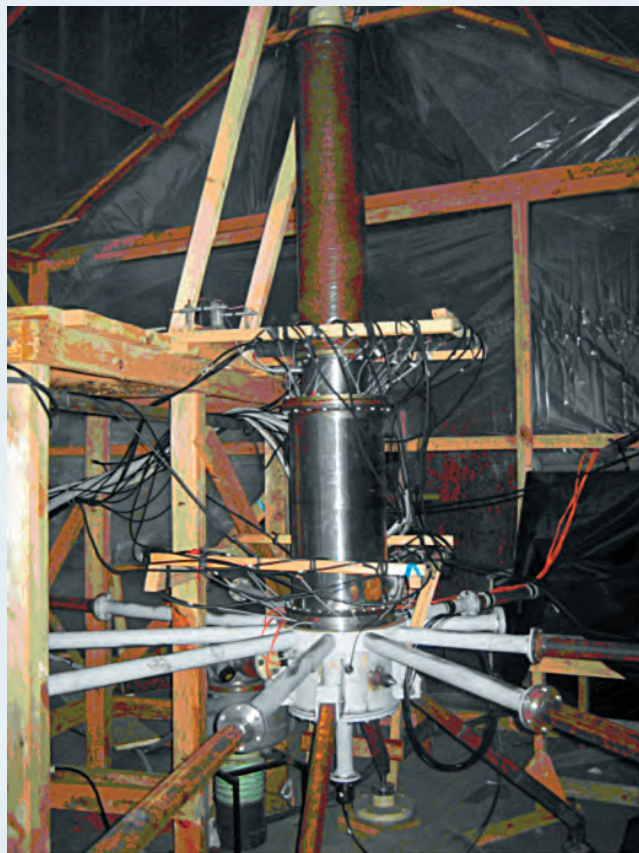


Рис. 2. Установка для экспериментов по генерации МРИ в многопроволочном лайнере

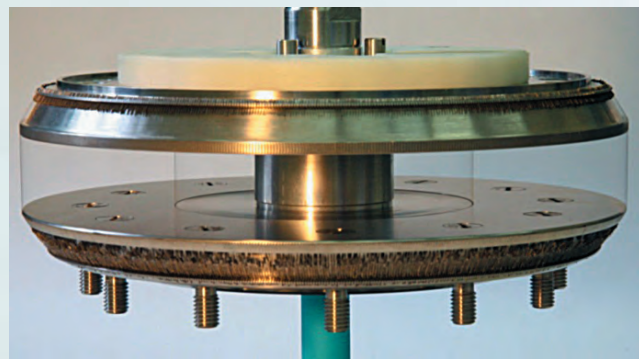


Рис. 3. Двухкаскадный многопроволочный лайнер для экспериментов по генерации МРИ

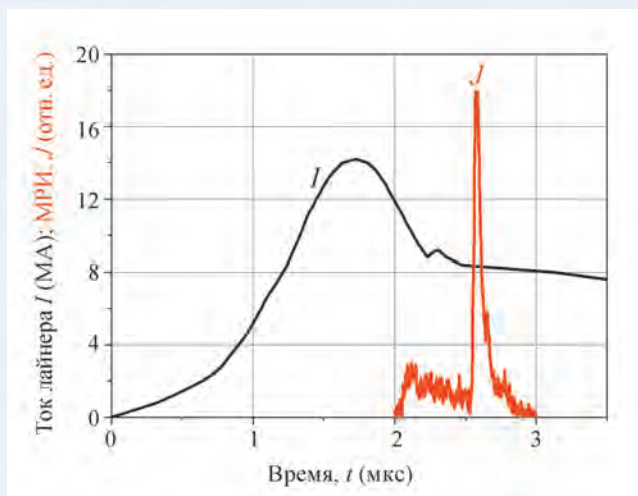


Рис. 4. Осциллограммы токового импульса и импульса МРИ, полученные в эксперименте

кого рентгеновского излучения длительностью 53 нс с энергосодержанием ~800 кДж при температуре плазмы пинча 55 эВ. Достигнутые параметры (малая длительность импульса и высокая пиковая мощность излучения) значительно превосходят результаты аналогичных экспериментов, проведенных в США на взрывной установке Прозион.

Отделение моделирования и испытаний воздействия импульсных излучений

Отделение развивает несколько направлений, среди которых создание циклических ускорителей электронов для радиографии быстропротекающих процессов, физика космической плазмы, геофизические исследования, фундаментальные и прикладные исследования газового разряда, безопасность электроэнергетики.

Здесь разрабатываются уникальные методики исследования быстропротекающих процессов в веществах, подвергаемых мощному воздействию продуктов взрыва. Развитие радиографической методики обеспечивается совершенствованием техники безжелезных бетатронов, которые умеют делать только в НТЦФ и больше нигде в мире. Сейчас коллектив создает рентгенографические комплексы нового поколения. Среди них мобильный радиографический комплекс – прототип специализированной установки для лаборатории Центрального полигона РФ – и другие.

В 2013 г. в отделении был сдан в эксплуатацию крупномасштабный электрофизический стенд НПМ-01, предназначенный для моделирования нестационарных физических процессов

в космической плазме (рис. 5). Сейчас на стенде изучаются процессы распространения МГД-волн в магнитоактивной плазме (рис. 6) и динамики разлета плотного плазменного облака в фоновой замагниченной плазме.

Проводимые в отделении исследования геоэлектрических явлений сосредоточены, в основном, на изучении влияния теллурических токов на безопасность электроэнергетических систем. Установлено, что воздействие квазипостоянных токов, возбуждаемых геоэлектрическими источниками, на объекты электроэнергетики является новым, не исследованным ранее, фактором. Совместно с Тольяттинским государственным университетом выполнены анализ и моделирование аварии, происшедшей 17 августа 2009 г.

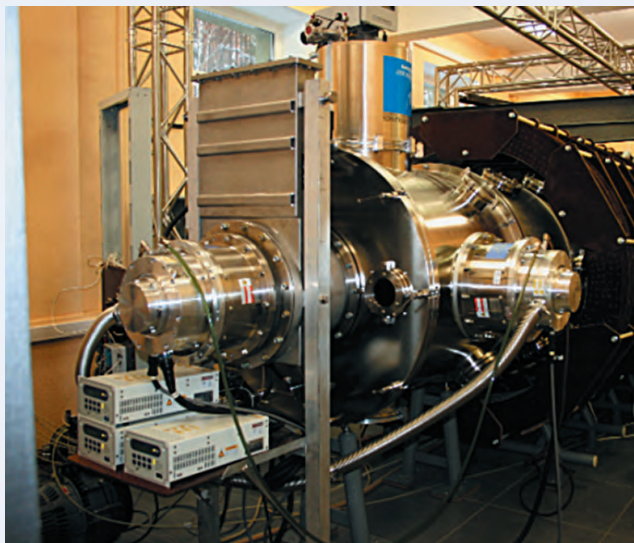


Рис. 5. Стенд НПМ-01 для моделирования нестационарных физических процессов в космической плазме

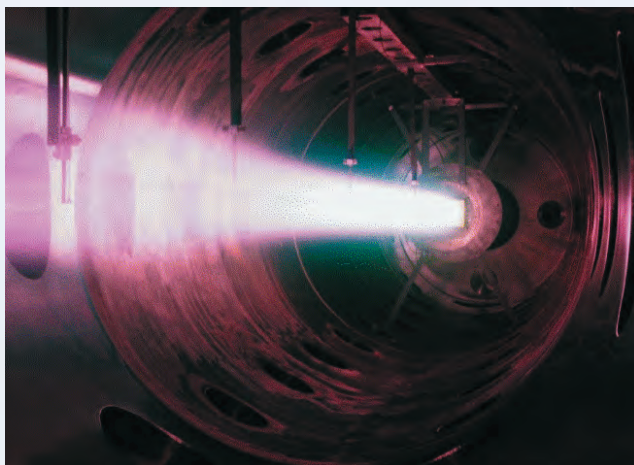


Рис. 6. Столб замагниченной плазмы внутри НПМ-01 для исследования МГД-волн

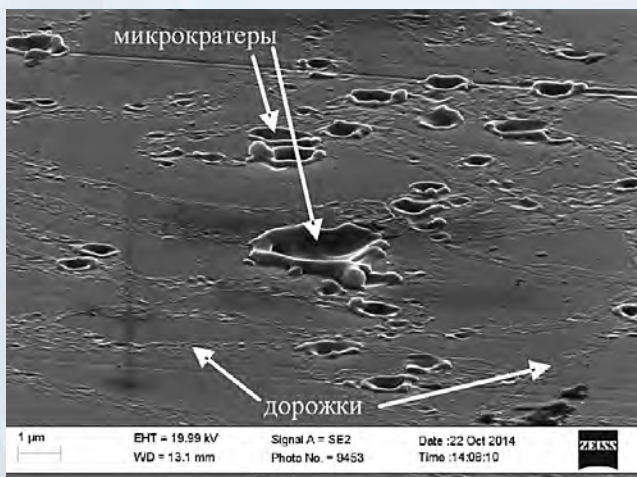


Рис. 7. Фрагмент автографа канала разряда

на Саяно-Шушенской ГЭС. Показано, что наиболее вероятная причина аварии – воздействие квазипостоянного тока в ЛЭП, возбуждаемого природным геоэлектрическим источником.

Среди фундаментальных исследований в области физики газового разряда следует отметить, например, исследования морфологии отпечатков токовых каналов микросекундного и наносекундного искрового разрядов (рис. 7). Установлено, что отпечатки каналов представляют собой области, содержащие морфологические изменения в виде совокупности большого количества микрократеров диаметром 0,3–5 мкм и дорожек. Все микрократеры расположены на дорожках, образующих сложную сетчатую структуру. Дорожки и их наноструктура автографа канала в искровых разрядах обнаружены впервые.

В отделении создано и испытано новое аналоговое устройство тлеющего разряда для решения лабиринтов. Устройство состоит из газоразрядной камеры и лабиринта-трансформера радиально-азимутального типа, позволяющего опе-



Рис. 8. Решение тлеющим разрядом лабиринта с потенциальным барьером: а – схема лабиринта, стрелками показан единственный путь, светлая стрелка – на участке с потенциальным барьером; б – свечение плазмы тлеющего разряда вдоль найденного пути

ративно, в течение нескольких минут изменить схему путей в лабиринте. Устройство испытано в воздухе пониженного давления. Показано, что тлеющий разряд с первой попытки его включения может находить кратчайший путь в лабиринте. Проведено исследование работы устройства (рис. 8). Устройство может представлять интерес для создания систем навигации роботов. Эта разработка была отмечена в 2014 г. на ежегодном собрании отделения физики плазмы Американского физического общества в Новом Орлеане как одна из наиболее выдающихся по физике плазмы.

Выдающимся результатом в области прикладных исследований можно назвать разработку технологии и создание плазмохимической установки для синтеза монооксида азота (NO) из воздуха. Монооксид азота широко используется в зарубежной медицинской практике. Получают его химическим способом на стационарных станциях и к месту проведения лечебных процедур доставляют в баллонах. Высокая стоимость, сложность доставки и ограниченный срок хранения NO, а также практически отсутствие стационарных станций синтеза ингаляционного оксида азота сдерживают применение NO-терапии в России. По мнению медицинских специалистов, плазмохимическими установками, подобными созданной в НТЦФ, должны быть оснащены все блоки интенсивной терапии и отделения анестезиологии – реанимации, начиная с уровня районных стационаров и выше, а также мобильные средства для оказания неотложной помощи.

Отдел релятивисткой СВЧ-электроники

Отдел занимается созданием мощных СВЧ-генераторов на основе сильноточных релятивистских пучков электронов. В качестве примера одной из таких разработок можно привести релятивистский клистрон, превосходящий по параметрам все известные мировые аналоги (рис. 9). Он обладает рекордным значением по выведенной в атмосферу величине энергии радиочастотного излучения как за счет высокой мощности (сотни мегаватт), так и за счет большой длительности импульса излучения. Учитывая, что клистронный генератор, созданный в НТЦФ, может работать в импульсно-периодическом режиме с частотой повторения больше 100 Гц, этот прибор можно назвать уникальным.



Рис. 9. Релятивистский клистрон

Разработки НТЦФ для внешних организаций

Многие приборы и установки, созданные коллективом НТЦФ, востребованы в организациях ГК «Росатом», РАН, Минобороны РФ и др.

В РФЯЦ-ВНИИЭФ уже несколько лет существует и успешно работает исследовательский радиографический комплекс на основе трех безжелезных бетатронов серии БИМ-234.2000, позволяющий делать 9 изображений. Подобный комплекс понадобился и коллегам из РФЯЦ-ВНИИТФ. Недавно комплекс РГК-Б1 на базе двух более современных бетатронов БИМ-234.3000 (рис. 10) был нами разработан, изготовлен и собран в Снежинске.

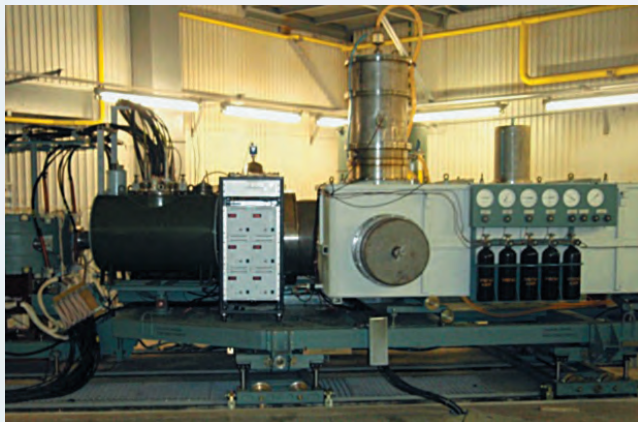


Рис. 10. Бетатрон БИМ-234.3000 комплекса РГК-Б1

В Объединенном институте ядерных исследований (г. Дубна) создается ионный коллайдер NICA. Специалисты НТЦФ приняли участие в создании для него источника многозарядных ионов «Крион-5Т», работающего по схеме электронной ловушки. В НТЦФ была разработана конструкция источника ионов, разработана и изготовлена вакуумная камера для ловушки, рассчитана динамика электронного облака. В настоящее время установка запущена и на ней получают $\sim 4 \cdot 10^7$ ионов золота за импульс с кратностью заряда +51.

Заключение

Таким образом, последние 5 лет показали, что НТЦФ обладает всеми возможностями осуществления крупных научных разработок и проведения уникальных экспериментов в области мощной импульсной электрофизики. Это не может не привлекать молодых специалистов, посвятивших себя экспериментальной физике. Для подготовки специалистов в области электрофизики в СарФТИ НИЯУ МИФИ существует кафедра «Экспериментальной физики», которая уже сделала почти 20 выпусков. Накопленный многолетний опыт исследований мирового уровня и постоянный приток молодых специалистов является основой успешного будущего НТЦФ.

СЕЛЕМИР Виктор Дмитриевич – директор НТЦФ РФЯЦ-ВНИИЭФ, доктор физ.-мат. наук, лауреат премии Правительства РФ

ДУБИНОВ Александр Евгеньевич – зам. директора НТЦФ РФЯЦ-ВНИИЭФ, доктор физ.-мат. наук

КАРЕЛИН Владимир Иванович – начальник отделения НТЦФ РФЯЦ-ВНИИЭФ, доктор физ.-мат. наук

РЕПИН Павел Борисович – начальник отделения НТЦФ РФЯЦ-ВНИИЭФ, кандидат физ.-мат. наук

СТЕПАНОВ Николай Владимирович – начальник отдела НТЦФ РФЯЦ-ВНИИЭФ

Завод ВНИИЭФ

А. К. ГОЛОВКИН



Общий вид машиностроительного завода № 550 в конце 1940-х гг.

Из истории завода. Начало истории первого отечественного ядерного центра было положено в 1946 г. Закрытое постановление Совета министров СССР о создании конструкторского бюро (КБ-11) принимается 9 апреля 1946 г. Поставлена конкретная задача – создать атомную бомбу в двух вариантах – урановую с использованием пушечного сближения и плутониевую со сферическим обжатием. Установлены очень жесткие сроки. Первая очередь «объекта» должна была войти в строй 1 октября 1946 г. Сюда входил и опытный завод № 1, создаваемый на базе уже существовавшего завода № 550.

Приказом начальника «объекта» П. М. Зернова от 9 ноября 1946 г. создаются производственные цеха опытного завода № 1: цех 1 – механосборочный (начальник П. Д. Панасюк); цех 2 – литейно-кузнечный (начальник В. Д. Щеглов); цех 3 – инструментальный (начальник А. И. Новицкий); цех 4 – ремонтно-механический (начальник Г. А. Савосин); цех 5 –

котельно-сварочный (начальник А. Я. Игнатьев). Исполняющим обязанности директора и главным инженером завода с 19 июля 1946 г. назначается Николай Александрович Петров. 12 июня 1947 г. директором опытного завода № 1 назначается Алексей Константинович Бессарабенко.

В течение 1947 г. завод получил 119 новых станков (в основном, выпуска 1946 г.). Большинство из которых – универсальные, различного типа и технических характеристик, отечественного производства и еще 24 высокоточных импортных станка.

Особого внимания заслуживают два станка – горизонтально-расточной «Гиддингс Леви» выпуска 1938 г. и карусельный «Беттс», – установленные в декабре 1947 г. на крупно-токарном участке цеха 1. Благодаря этим станкам удалось разрешить многие технологические проблемы механической обработки сложнейших корпусных деталей изделия и крупногабаритных деталей баллистического корпуса. И, несмотря на исключительно интенсивную более чем полувековую эксплуатацию, эти станки до сих пор находятся «в строю».

В 1947 г. в строй вступил завод № 2. Основная идея его создания – построить небольших размеров опытный цех по изготовлению крупногабаритных деталей из взрывчатых веществ (ВВ) точным кокильным литьем и небольших по размеру деталей прессованием, а также цех для сборки зарядов.

В разные годы заводом № 1 руководили Алексей Константинович Бессарабенко, Николай Александрович Петров, Игорь Иванович Бирюков, Михаил Агеевич Григорьев, Евгений Герасимович Шелатонь, Анатолий Андреевич



Н. А. Петров и А. К. Бессарабенко



Е. Г. Шелатонь



С. М. Бабадей

Синюков; а заводом № 2 – Анатолий Яковлевич Мальский, Григорий Павлович Крюков, Борис Максимович Глазков, Иван Павлович Колесов, Сергей Михайлович Бабадей. Директор завода № 1 – Евгений Герасимович Шелатонь, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской, двух Государственных премий и других государственных наград, – проработал на этом посту 27 лет (с 1960 г.).

Именно в это время на заводе были изготовлены и внедрены в производство уникальные технологические линии для работ со спецматериалами. Эти установки были разработаны заводскими специалистами. Их конструкторско-технологические решения и по сей день отвечают самым строгим современным требованиям безопасности. Большой вклад в техническое перевооружение завода того времени, в обеспечение безопасности спецпроизводств внес Юрий Александрович Туманов, работавший заместителем главного технолога, а позднее – главным инженером завода, главным инженером предприятия. В 1993 г. с целью концентрации ресурсов на приоритетных направлениях работы заводы № 1 и 2 были объединены. Директором объединенного завода ВНИИЭФ был назначен Сергей Михайлович Бабадей.

Конец 1980-х – середина 1990-х гг. были трудным периодом для производственных подразделений ВНИИЭФ. Сокращался объем госзаказов. Руководителям заводов и ВНИИЭФ приходилось самостоятельно искать приложения производственным мощностям, чтобы дать людям работу. В столкновении различных мнений и интересов решения определялись не только компетентностью специалистов, но и политическими лозунгами того времени, безудержной активностью апологетов рынка. Государственная поддержка ВНИИЭФ была символической. И только огромным напряжением сил трудового коллектива, его руководителей

удалось сохранить производственный потенциал, накопленный предшественниками. С 1995 по 2010 г. заводом ВНИИЭФ руководил Геннадий Владимирович Комаров. При нем завод стал набирать свою былую мощь, увеличивались объемы заказов, были разработаны и реализованы планы технического перевооружения на период с 2000 по 2010 г. и до 2020 г.



Г. В. Комаров

Завод ВНИИЭФ сегодня. На сегодняшний день завод ВНИИЭФ является неотъемлемой частью Российского федерального ядерного центра и представляет собой многопрофильный производственный комплекс, специализирующийся на опытном и мелкосерийном производстве изделий и их компонентов, неядерных боеприпасов, а также отдельных образцов продукции народнохозяйственного применения, а также обеспечивает воплощение проектов, разработанных теоретиками и конструкторами института.

Завод ВНИИЭФ имеет необходимые лицензии на выполнение работ и сертифицированную систему обеспечения качества продукции, обладает всеми основными технологическими передельми современного машино- и приборостроения, а также необходимыми критическими технологиями для изготовления специзделий и включает:

- производство, обеспечивающее изготовление компонентов специзделий и содержащее технологические переделы механообработки, изготовления радиоэлектронных приборов, деталей из резины, пластмасс, литье металлов, гальванических и лакокрасочных покрытий;
- производство, обеспечивающее изготовление компонентов, содержащих ВВ;
- специальное производство, обеспечивающее изготовление компонентов, содержащих взрывчатые, радиоактивные и делящиеся материалы;
- площадки захоронения радиоактивных отходов.

Основные производственно-технологические задачи завода ВНИИЭФ в обеспечении НИОКР по государственной программе вооружения – технологическое, производственное обеспечение и изготовление опытных образцов изделий и их компонентов, включая перспективные приборы систем автоматики; макетов для газодинамических испытаний и неядерно-взрывных экс-



Технологические переделы завода ВНИИЭФ на 2015 г.

периментов; приборов различного назначения; образцов и компонентов приборов на новых физических принципах; новых физических установок и поддержание имеющейся экспериментально-испытательной базы ВНИИЭФ; специальных контейнеров и установок для транспортирования и хранения изделий, содержащих делящиеся, радиоактивные, взрывчатые материалы.

С июля 2010 г. и по настоящее время директором завода ВНИИЭФ является Олег Иванович Пантелеев, главным инженером – Сергей Евгеньевич Лебедев. На заводе трудятся порядка 2500 человек. Ежегодно заводской коллектив пополняется молодыми специалистами и рабочими. На сегодняшний день в возрасте до 35 лет – 790 человек, в статусе молодого специалиста – 36 человек.

На заводе трудятся выпускники Владимирского и Тульского государственных университетов, Нижегородского, Казанского, Воронежского государственных технических университетов, Саровского физико-технического института, Арзамасского филиала НГТУ, Ивановского энергетического института и других ведущих вузов страны.



О. И. Пантелеев



С. Е. Лебедев

В настоящее время заводом ВНИИЭФ освоено серийное изготовление зарядов для боевых частей высокоточного неядерного оружия, а также проводится изготовление опытных образцов и постановка на серийное производство новой номенклатуры данного типа зарядов.

На базе производственных мощностей завода с привлечением других подразделений института освоено изготовление химических источников тока двух типов конструкций – ампульных и тепловых. В настоящее время во ВНИИЭФ реализуется отраслевой проект производственной системы «Росатом» (ПСР) «Двукратное увеличение выпуска химических источников тока». Цель проекта – добиться повышения производительности труда в два раза при их изготовлении и снизить себестоимость на 15%. Основным итогом работы при реализации проекта ПСР должно стать создание потока единичных изделий на сборке химических источников тока и в цехе – изготовителе составных частей источников тока.

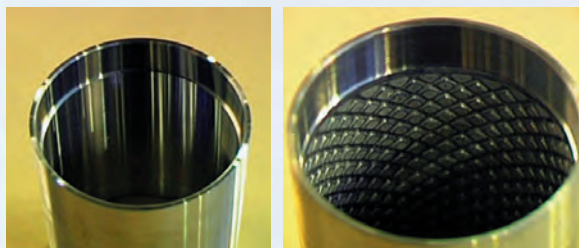
Производственно-технологическая база завода ВНИИЭФ регулярно обновляется и пополняется новыми видами оборудования. В 2010 г. завершено техническое перевооружение гальванического участка, на котором сегодня производятся следующие работы:

- нанесение металлических и неметаллических неорганических защитных и функциональных покрытий на детали и сборочные единицы гальваническим и химическим способами – 58 видов покрытий и обработок. Обработка и покрытие таких редких материалов, как титан, медь, цирконий, тантал, вольфрам, никель и др. Нанесение покрытий на неметаллы, уникальных 3- и 4-слойных покрытий: медь – никель – хром, медь – никель – золото, никель – медь – кадмий, никель – медь – серебро – палладий, покрытие оловом и его сплавами под пайку серебром и др., обработка полиэтилена в хромовой смеси перед склеиванием, переработка серебросодержащих отходов и т. д. Имеется технология нанесения толстослойного покрытия меди (50 мкм) на крупногабаритные детали с заданной чистотой поверхности 1,6;

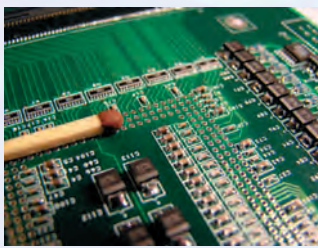
- изготовление деталей из никеля для химических источников тока методом гальванопластики;

- электрохимическая обработка. Обработка стальных деталей типа корпуса на специальных установках.

Стоит отметить, что техническое перевооружение гальванического производства проводилось без остановки действующего производства.



Электрохимическая обработка деталей



Участок поверхностного монтажа

В 2014 г. было закуплено новое оборудование (камерные, шахтные, вакуумные печи, печи для обработки в защитном слое, закалочные баки и ванны, грузоподъемные краны) и созданы два новых участка термообработки. В процессе производства обрабатываются детали и заготовки из бронзы, нержавеющей, жаростойкой, конструкционной и инструментальной стали, коррозионно-стойкие сплавы и другие материалы.

В результате технического перевооружения монтажно-гальванического цеха радиоэлектронной аппаратуры, завершено в 2011 г., разработана и освоена технология поверхностного монтажа. Создан участок с современным оборудованием. Основными технологическими процессами производства электронных приборов являются изготовление двусторонних печатных плат 4–5-го класса точности (зазоры между элементами проводящего рисунка до 0,1 мм); изготовление многослойных печатных плат с металлизацией сквозных отверстий; изготовление электронных блоков по технологии объемного и поверхностного монтажа; оптический и электрический контроль; настройка и испытания электронных блоков и приборов; визуальный и рентгеновский контроль.

Разработаны и освоены технологии, обеспечивающие стабильность изготовления электронных приборов. Организованы автоматизированные рабочие места настройщиков, которые оснащены современным оборудованием для выполнения настройки, проверок работоспособности, прове-

дения технологических тренировок и испытаний.

Рабочие места электромонтажников оснащены современным оборудованием и оснасткой, обеспечивающими удобство работы монтажника и высокое качество

выполнения работ, установлены системы визуального контроля.

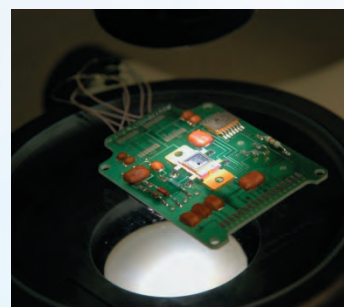
Техническое перевооружение механосборочного цеха осуществляется с 2013 г. В рамках технического перевооружения выполнен ремонт всех помещений цеха с заменой инженерного оборудования, обеспечены нормальные климатические условия, приобретены современные механообрабатывающие станки, рабочие места оснащены современной промышленной мебелью и укомплектованы новым электромонтажным, контрольным и испытательным оборудованием.

Техническое перевооружение сборочного цеха проводится с 2014 г. За это время отремонтированы производственные и бытовые помещения, заменены инженерные коммуникации и оборудование, созданы требуемые климатические условия, установлено энергосберегающее светодиодное освещение, полностью переоснащен парк электроизмерительных приборов, установлены автоматизированные рабочие места технологов, администрации цеха.

С середины 1970-х гг. на заводе ВНИИЭФ внедрена и в настоящее время динамично развивается технология обработки на станках с ЧПУ сложных корпусных деталей. Для технического и технологического обслуживания этого оборудования были созданы специальные службы, которые развивались и совершенствовались с поступлением нового современного оборудования с ЧПУ. Осваивались и внедрялись различные CAD-CAM (конструкторские и технологические)



Гальванический участок



Система визуального контроля

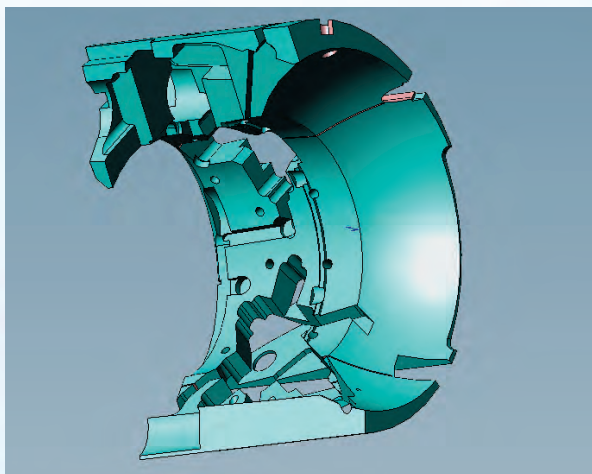


Оборудование с ЧПУ

системы иностранных и отечественных разработчиков. В конечном итоге выбор был сделан в пользу отечественных разработок: САД (конструкторской) системы КОМПАС-3D, САМ (технологической) системы ГЕММА-3D. При создании единой системы ТИС (типовая информационная система) в масштабах всего ЯОК в части САД-САМ заложены внедренные и освоенные на заводе ВНИИЭФ системы. Пилотный проект внедрения ТИС ЯОК в настоящее время отрабатывается и внедряется во ВНИИЭФ.

На базе оборудования с ЧПУ отработана часть сквозной технологии 3D проектирования и моделирования изделий. На основе полученных от разработчика или разработанных технологиями завода моделей с помощью современных САД-САМ систем строятся контуры, проходы, определяется стратегия обработки и генерируется управляющая программа для станка с ЧПУ.

Далее проводится моделирование процесса механообработки, полученная виртуальная деталь сравнивается с исходной моделью. После



3D модель детали

отработки программа передается на обрабатывающий центр (ОЦ) с ЧПУ.

Для контроля деталей, получаемых на ОЦ и станках с ЧПУ, применяется контрольно-измерительная машина КИМ-1000. Она предназначена для измерения сложных поверхностей в автоматическом и ручном режимах. Точность измерения ± 2 мкм.

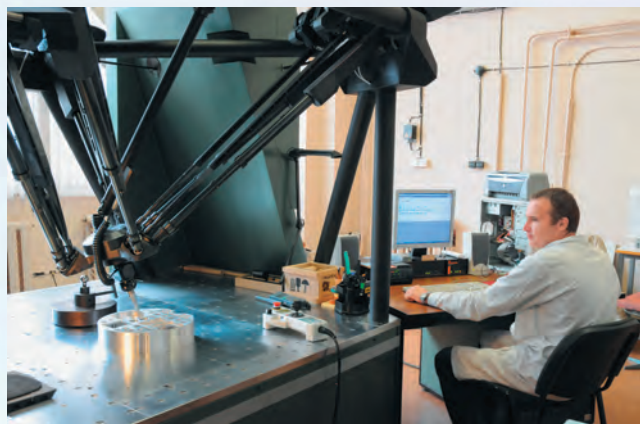
На заводе ВНИИЭФ проводится обработка на электроэрозионном оборудовании деталей из любого токопроводящего материала любой твердости, труднообрабатываемых.

Особо хотелось бы отметить наличие, поддержание и развитие технологий спецпроизводства: сборку и проведение проверок образцов изделий; изготовление деталей из спецпродукта методами механической обработки; изготовление и пресование пиротехнического состава; изготовление навесок поглотителя водорода; сборку и испытания составных частей изделий; пресование заготовок и механическую обработку деталей; пресование взрывчатых составов (жесткое и гидростатическое пресование); заливку взрывчатых составов в кокиль; механическую обработку деталей из ВВ, а также изделий, содержащих ВВ и ВМ; изготовление смесевых и пластичных ВВ; изготовление и снаряжение средств иницирования и взрывных устройств; сборку изделий и отдельных узлов, содержащих ВВ и ВМ.

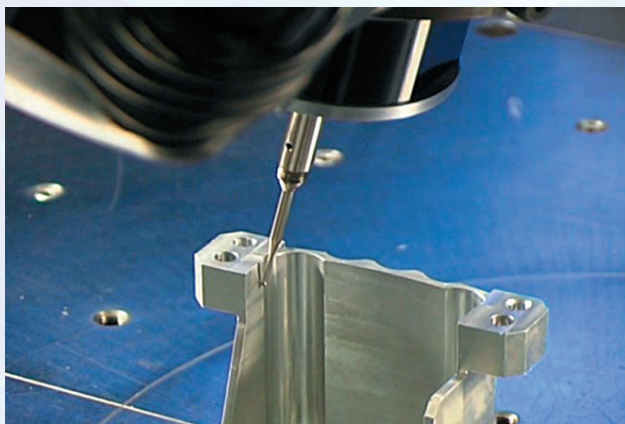
Из освоенных технологических процессов следует отметить технологии изготовления высокодисперсных ВВ, применяемых в средствах иницирования. Единственным изготовителем их в ГК «Росатом», да и не только, является ВНИИЭФ. Изготовление пластичных ВВ организовано только для нужд института.

Неразрушающий контроль является неотъемлемой составляющей производства деталей из ВВ и обеспечивает безопасность при обработке деталей из ВВ. Для повышения качества контроля и сокращения времени контроля внедряется современное оборудование и разрабатываются новые методики контроля. В 2012 г. внедрен в производство программно-аппаратный комплекс для компьютерной радиографии, что позволяет выполнять работы по контролю без применения рентгеновской пленки и химических реактивов.

Сегодня в рамках поддержания критических технологий на заводе ВНИИЭФ приобретает новое высокотехнологичное автоматизированное оборудование; проводятся оптимизация производственных площадей, уменьшение количества производственно-промышленного персонала, мониторинг состояния критических технологий,



Контрольно-измерительная машина КИМ-1000



смена поколений с безусловным сохранением критических знаний.

Модернизация производства проводится благодаря проектам, реализуемым на заводе в рамках федеральных целевых программ ФЦП, направленных на развитие ЯОК и ОПК. Разработаны планы технического перевооружения завода до 2025 г., включающие строительство комплекса по изготовлению перспективных изделий и их компонентов; строительство цеха для нанесения лакокрасочных и гальванических покрытий; строительство комплекса для опытного и мелкосерийного производства перспективных приборов СА; строительство цеха для изготовления инструмента и вспомогательной оснастки.

В рамках реализации программы «Создание типовой информационной системы предприятий ЯОК в пилотной зоне РФЯЦ-ВНИИЭФ» на заводе проводятся работы по внедрению современного аппаратного и программного обеспечения рабочих мест специалистов для повышения эффективности их работы. Проведены работы по созданию единого информационного пространства, создана организационная и IT-инфраструктура (ERP и MES системы). Для реализации сквозных 3D-процессов на протяжении всего жизненного цикла изделий (проектирование – производство – эксплуатация – ликвидация) внедряется PDM система на базе программного продукта фирмы «АСКОН».

Выполнение всех поставленных производственных задач завода ВНИИЭФ было бы, наверное, затруднительно без пристального внимания к оздоровлению, досугу и отдыху работников завода. Уже несколько десятилетий на заводе проводятся спартакиада по 12 видам спорта, эстафета по кольцу завода, летний кубок завода по волейболу, турнир между коллективами института по волейболу, первоапрельский турнир

по домино среди коллективов завода и другие соревнования. С целью объединения молодежи и реализации собственного потенциала в области профессионального, социального, культурного развития, физкультуры и спорта в 2005 г. при профкоме завода была создана молодежная комиссия.

За последние годы наши работники побывали в Москве, Белоруссии, Казани, Санкт-Петербурге, Ярославле, Туле, Саранске, Пскове и других городах России. Проводятся юбилейные и новогодние вечера.

Государство высоко оценило вклад сотрудников завода ВНИИЭФ в создание ядерного оружия. Среди работников завода есть Герои Социалистического Труда (2 человека), лауреат Ленинской премии, лауреаты Сталинской премии (11 человек), лауреаты Государственной премии (6 человек), лауреаты Ленинского комсомола (2 человека), лауреаты премии Правительства РФ (3 человека); награждены орденами и медалями 758 человек; присвоены звания «Заслуженный конструктор РФ», «Заслуженный технолог РФ», «Заслуженный машиностроитель» (8 человек), «Почетный гражданин города» (4 человека), отраслевыми знаками отличия награждены 27 человек.

Работники завода ВНИИЭФ и сегодня продолжают выполнять задачи по поддержанию и развитию обороноспособности страны. Наличие основных технологических переделов, традиции, знания и навыки персонала позволяют нам, как и прежде, в кратчайшие сроки осваивать новые виды продукции.

ГОЛОВКИН Алексей Константинович –
заместитель главного инженера, главный технолог
завода РФЯЦ-ВНИИЭФ

Электромеханический завод «Авангард»

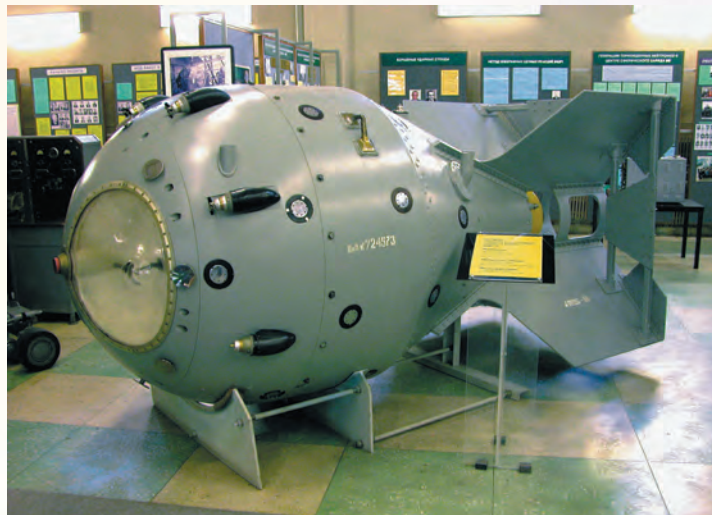
А. М. ПРОКОФЬЕВ, В. К. ЗОТОВА

В декабре 1948 г. вопрос о строительстве серийного завода обсуждали руководители Атомного проекта в Москве, итогом стало Постановление Совета министров СССР № 863-327 от 03.03.49 г., подписанное И. В. Сталиным, в котором были указаны срок строительства первого серийного завода (1949–1950 гг.), место расположения – в зоне «объекта 550», производственная мощность — 20 единиц авиационных бомб РДС-1 в год. Ориентировочно строительство оценивалось в 60 млн рублей. Предполагалось, что на предприятии будут работать около 3000 человек. Перечень необходимых основных и вспомогательных цехов и лабораторий был откорректирован и подписан Ю. Б. Харитонов.

Завод стал именоваться ремонтным цехом Приволжской конторы Главгорстроя СССР, проектирование было возложено на Ленинградский Гипрострой Главгорстроя, а строительство – на Министерство внутренних дел СССР. 3 декабря 1949 г. первым директором строящегося предприятия был назначен Константин Арсеньевич Володин (строительство завода началось летом 1949 г.). Кадры набирались в КБ-11, в крупнейших научно-исследовательских институтах, ведущих КБ и предприятиях страны. Привлекались и молодые специалисты – выпускники лучших вузов.

Система профессиональной подготовки рабочих, прибывающих на серийный завод (он получил номер 551), была продумана с учетом особенностей деятельности предприятия. Стажировка сотрудников проходила на заводах 1 и 2, в лабораториях КБ-11. Что касается специалистов, перешедших на завод из КБ-11, то они уже имели знания и опыт, приобретенные при разработке опытных образцов специзделий.

Тесная взаимосвязь со специалистами КБ содействовала быстрому



РДС-1

промышленному освоению идей разработчиков. Но, тем не менее, серийный технологический процесс сборки атомного заряда формировался трудно – слишком многое было неизвестно и ново. Энтузиазм, настойчивость и высокий профессионализм инженеров и технологов опытного завода ВНИИЭФ и ЭМЗ «Авангард» привели к успеху: в декабре 1951 г. предприятие выпустило первые три серийные атомные бомбы РДС-1.

Это была серьезная победа. Изделия принимала комиссия высокого ранга, несколько лет ее возглавлял Ю. Б. Харитон. Объем работ возрастал, и 29 декабря 1951 г. было принято Постановление Совета министров СССР о расширении завода № 551 и строительстве новых цехов.



К. А. Володин



А. К. Бессарабенко



А. Я. Мальский



В. В. Дубицкий

В 1952 г. К. А. Володин был переведен на другой объект, и завод некоторое время возглавлял А. К. Бессарабенко, затем А. Я. Мальский. В декабре 1952 г. директором серийного завода № 3 назначен В. В. Дубицкий. Перед Валентином Викентьевичем стояла задача сформировать руководящее звено основных подразделений, организовать процесс приемки и сдачи зарядов и боевых частей. В эти годы завод выпускал атомные бомбы РДС-3 и РДС-4, термоядерное изделие РДС-37 и ядерную головную часть для баллистической ракеты 4Р.

В 1957 г. руководство отрасли приняло решение о передаче завода № 3 в ведение 6-го Главного управления Минсредмаша, т. е. завод становится самостоятельным предприятием, а спустя 10 лет получает открытое наименование ЭМЗ «Авангард».

В 1958 г. В. В. Дубицкого на посту директора сменил В. Ф. Шатилов. Приход Виктора Федоровича совпал с наращиванием объемов серийного производства новых изделий. В эти годы были заложены основы механизации и автоматизации сборки боевых частей и отдельных компонентов ядерного оружия. За создание автоматизированного производства специальных безопасных детонаторов коллектив авторов был удостоен Государственной премии.



В. Ф. Шатилов

В 1960 г. директором предприятия назначается Михаил Агеевич Григорьев. Он руководил коллективом в целом более 27 лет. Это был легендарный директор, он внес неоценимый вклад в развитие промышленной площадки, создание социальной структуры. Поскольку завод № 551 был в 1950-х гг. единственным серийным ядерным предприятием страны, на нем отработывалась технология новых ядерных зарядов и боевых частей для входящих в строй заводов такого профиля. Предприятие работало по конструкторской документации главных конструкторов зарядов



М. А. Григорьев



Руководство СКБ завода. Стоят (слева направо): А. В. Пузырев, В. А. Цветков, А. И. Малыгин; сидят: Н. С. Золотухин, П. П. Висков, В. А. Профе, П. Н. Меснянкин

Е. А. Негина (ВНИИЭФ), А. Д. Захаренкова, Л. Ф. Клопова, Б. В. Литвинова (ВНИИТФ); главных конструкторов ядерных боеприпасов Н. Л. Духова, В. А. Зуевского, С. Г. Кочарянца (ВНИИЭФ); А. А. Бриша (ВНИИА), О. Н. Тиханэ, А. Н. Сенькина (ВНИИТФ).

А в 1957 г. при заводе было создано серийное конструкторское бюро, которое обслуживало основные предприятия страны, производящие ядерное оружие или его компоненты (впоследствии СКБ были организованы на всех предприятиях ядерно-оружейного комплекса). Главными конструкторами СКБ были дважды лауреаты Государственной премии Н. Г. Маслов (с 1957 по 1970 г.) и В. А. Профе (с 1970 по 1986 г.). С 1986 г. СКБ возглавлял кандидат технических наук, заслуженный машиностроитель РФ Г. М. Лещинский.

В 1969–1986 гг. завод «Авангард» освоил выпуск ядерных зарядов для «мирных» целей в интересах различных гражданских ведомств, в том числе для тушения газовых фонтанов, разведки полезных ископаемых, создания подземных полостей-хранилищ, интенсификации добычи нефти и решения других задач.

Радиоизотопное производство завода (лаборатория № 6) изготавливало нейтронные запалы. Когда надобность в них отпала, специалисты сосредоточили свои усилия на создании радиоизотопных источников тепла (РИТ) и радиоизотопных термоэлектрических генераторов (РИТЭГ) для космических аппаратов «Луноход-1» и «Луноход-2», а также по программе «Марс-96», участвовали в реализации других проектов по исследованию космоса.

В 1961 г. ЭМЗ «Авангард» поручена организация производства технических средств охраны (ТСО), предназначенных для таких важных государственных и народнохозяйственных объектов страны, как Кремль, Министерство обороны, Центробанк, атомные станции и т. п. Объем заказов постоянно увеличивался, и вскоре завод стал третьим в СССР производителем ТСО.

Большое внимание на заводе уделялось развитию социальной инфраструктуры, строительству жилья. Были возведены пионерский лагерь, летняя база отдыха, детская спортивная школа, общежитие на 430 мест, мебельный магазин, Дом культуры «Авангард». Все эти объекты и сейчас служат городу.



В. Г. Фоломеев

После ухода М. А. Григорьева директором назначается В. Г. Фоломеев. Владимир Григорьевич возглавлял предприятие с 1985 по 1990 г. Помимо задач по выпуску ядерных боеприпасов директору пришлось заниматься проблемами внедрения хозрасчета, автоматизированных систем управления производством и технологическими процессами. 1980-е гг. характеризовались вводом в строй новых производственных зданий. Были построены новые мощные цеха: два сборочных, цех покрытий, деревообрабатывающий, механообрабатывающий, электромонтажный и заготовительный; сдано в эксплуатацию здание информационно-вычислительного центра. Все здания комплектовались самым современным оборудованием.

Трудовые подвиги коллектива «Авангарда» отмечены высокими наградами Родины, завод награжден орденом Трудового Красного Знамени, отмечен правительственным Почетным знаком, 30-ти работникам предприятия присужде-



Е. А. Прялов

ны Государственные премии – они стали кавалерами орденов и медалей; 1,5 тысячи сотрудников были удостоены многих правительственных наград и званий. Токарю Е. А. Прялову было присвоено зва-



Ю. К. Завалишин

ние Героя Социалистического Труда. В 1990 г. директором завода «Авангард» стал Юрий Кузьмич Завалишин. Завод продолжал осваивать и выпускать новые виды специзделий, модернизировал (в целях повышения безопасности) находящиеся в эксплуатации боевые части. Однако все больший приоритет приобретала другая работа: в соответствии с подписанными СССР международными договорами о разоружении проводилась разборка большого количества ядерных боеприпасов. Это требовало создания и внедрения специальной системы безопасности, охватывающей многие технологические процессы – от подготовки специзделий к транспортировке из воинских частей на завод до их разборки в специальных сооружениях, локализирующих продукты возможного взрыва.

Параллельно с выполнением государственного оборонного заказа завод осваивал конверсионные работы, определялись главные направления, разрабатывались планы, изыскивались финансовые средства для их осуществления.



А. Г. Орлов

ЭМЗ «Авангард» стал искать новые направления производства, учиться работать с потребителем. Завод приступил к выпуску широкой номенклатуры высокотехнологичной наукоемкой продукции: «искусственной почки», перфузионных блоков, оборудования для магнитотерапии; развивалось производство техники, предназначенной для борьбы с терроризмом, и энерготранспортного оборудования.

В 2000 г. завод возглавил Александр Густавович Орлов, в течение десяти предыдущих лет работавший главным инженером



В. Б. Платонов

В июле 2003 г. ЭМЗ «Авангард» вновь вошел в состав РФЯЦ-ВНИИЭФ. Директором завода был назначен Владимир Борисович Платонов.

Тогда перед руководством была поставлена задача обеспечить оперативную интеграцию в систему управления и планирования института, освоить новое направление деятельности – изготовление материальной части научных проектов РФЯЦ-ВНИИЭФ. Сложность заключалась в том, что это было не характерно для серийного производства, пришлось перепрофилироваться на единичные заказы. В эти годы получили развитие новые конверсионные направления.



А. Г. Потапов

В марте 2008 г. директором ЭМЗ «Авангард» был назначен Александр Георгиевич Потапов. Перед заводом ставится новая масштабная задача – освоение новых технологий, многократный рост объемов производства и, как результат, повышение благосостояния работников. Начинается новый этап возрождения былой славы и мощи завода «Авангард».

Заложенные десятилетиями традиции, трудолюбие, хорошая организация работ позволили ЭМЗ «Авангард» совместно с подразделениями РФЯЦ-ВНИИЭФ успешно освоить выпуск новейших наукоемких разработок.

А. Г. Потапов создал сильную команду единомышленников, в результате работы которой объем заказов ежегодно увеличивается.

В настоящее время завод является центром компетенций по производству спецтехники и конверсионной продукции. Ключевыми направлениями работ стали:

– НИОКР по перспективным специальным изделиям;

– производство составных частей специальной техники (ВиВТ);

– изготовление радиоизотопных и тепловых источников по заказам Роскосмоса, астрофизических приборов по заказам ИКИ РАН;

– изготовление антитеррористического оборудования, оборудования для Атомэнергопрома, изделий ТСО.

Завод «Авангард» является носителем целого ряда базовых и критических технологий изготовления военной техники.

В 2015 г. ЭМЗ «Авангард» определен головным подразделением по совместной работе с ИЛФИ.

Продолжая традиции создания техники для освоения космоса, ЭМЗ «Авангард» (по заказу Института космических исследований РАН) изготавливает материальную часть приборов определения параметров ориентации и навигации космических аппаратов (приборы серии БОКЗ), проведения съемок Земли и планет Солнечной системы, участвует в изготовлении рентгеновского телескопа для исследования дальнего космоса по международной программе ART-XC, выполняет работы по созданию спектрографов ультрафиолетового диапазона.



Рентгеновский телескоп



Приборы ориентации космических аппаратов



Руководство завода, 2000-е гг.

С 2009 г. ЭМЗ «Авангард» участвует в разработке и изготавливает термоэлектрические генераторы РИТЭГ выходной электрической мощностью 6,5 Вт и тепловые блоки мощностью 120 Вт для российской программы «Луна-Ресурс» и китайской программы по исследованию Луны. В 2012 г. проведены реконструкция и восстановление изотопного производства тепловых блоков



Термоэлектрический генератор

для космических самоходных аппаратов, изготовлены инженерная модель РИТЭГ электрической мощностью 6,5 Вт, тепловые блоки на 4 и 8 Вт и впервые – блоки мощностью 120 Вт.

В течение многих лет ЭМЗ «Авангард» серийно выпускает по заказам НПО «Экотест» широкую номенклатуру антитеррористического оборудования для обезвреживания и эвакуации взрывоопасных объектов:

- взрывозащитные контейнеры, предназначенные для безопасного хранения, транспортировки и обезвреживания взрывоопасных устройств с массой ВВ от 0,01 до 40 кг;

- средства обезвреживания различных взрывоопасных устройств, дробления массы ВВ без вызова детонации с минимальным повреждением окружающей обстановки;



Антитеррористическое оборудование (взрывозащитные контейнеры)

- взрывозащитные комплекты, состоящие из щита с манипулятором и специального костюма для защиты оператора от воздействия ударной волны;

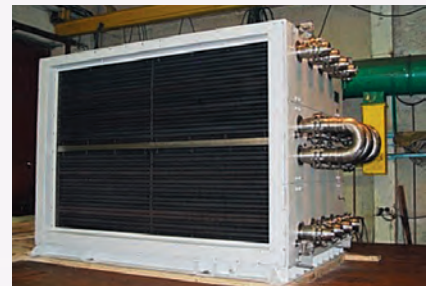
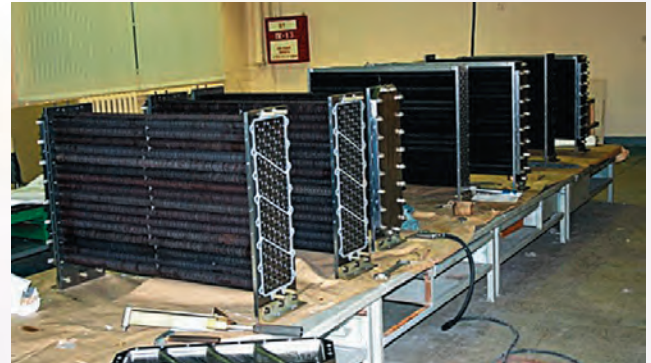
- комплекты укладок для выполнения работ по обезвреживанию и эвакуации взрывоопасных объектов.

Новым направлением работ для завода стал выход на рынок атомного машиностроения. Освоено серийное изготовление устройств пере-

крытия вентиляционных каналов (УПК), предназначенных для защиты вентиляционных каналов АЭС от воздействия ударной волны, при техногенных авариях (взрывах). В 2012–2014 гг. выиграны конкурсы и осуществлены поставки УПК на Ленинградскую АЭС и 3-й и 4-й энергоблоки Ростовской АЭС. Совместно с ОАО «ОКБМ Африкантов» освоено изготовление вентиляционного оборудования в сейсмостойком исполнении – важное для безопасности АЭС. В 2013 г. изготовлена партия из 34-х воздухоохладителей для Балаковской АЭС.



Устройство перекрытия вентиляционных каналов



Воздухоохладители для АЭС



Работы по заказам подразделений ВНИИЭФ и прямым договорам обеспечивают хорошую загрузку завода, требуют ежедневной напряженной работы всего коллектива. За период с 2007 по 2015 г. объем производства увеличился в 6,3 раза, в том числе объем собственных работ – в 4,6 раза, выработка на одного работающего увеличилась в 7,3 раза. При этом накладные расходы сократились в 2,5 раза, а себестоимость изготовления продукции уменьшилась на 25 %. Все это достигнуто благодаря слаженному труду всего коллектива завода, усиленному освоению современных разработок институтов и КБ РФЯЦ-ВНИИЭФ, внедрению новых подходов в организации производства.

Производственная база ЭМЗ «Авангард» расположена на единой промышленной площадке и включает в себя механообрабатывающее производство, электромонтажное, специально-сборочное, изотопное, производство нестандартного технологического оборудования и оснастки.

За последние годы проведена большая работа по техническому перевооружению всех производств, внедрению передовых технологий, средств механизации и автоматизации, совершенствованию системы обеспечения качества выпускаемой продукции. Расширены технологические возможности завода с внедрением современного оборудования:

- многокоординатных обрабатывающих центров, обеспечивающих изготовление сложных точных, пространственно-развитых деталей;
- установки гидроабразивной резки, позволяющей значительно сократить время изготовления деталей из сталей, черных и цветных металлов, а также выполнять обработку материалов типа керамики, фарфора, стекла, графита, стекловолокна, композитов, кожи, пластика;
- электроэрозионных станков, способных обрабатывать сложнопрофильные контуры деталей с высокой степенью точности.



Участок «чистой» сборки

В период с 2009 по 2014 г. было приобретено, установлено и введено в эксплуатацию 59 единиц нового оборудования. В 50 % случаев пусконаладочные работы по вводу оборудования в эксплуатацию выполнялись специалистами ОГМ и цеха № 12. Работы были различной степени сложности и с достоинством выполнены в установленные руководством завода и института сроки.

С момента вхождения ЭМЗ «Авангард» в состав РФЯЦ-ВНИИЭФ на заводе проводится большая работа по оптимизации структуры производства и управления. Выведены непрофильные структурные звенья, укрупнены производственные цеха и отделы, проведена реорганизация экономического и финансового блока управления. В настоящее время в состав ЭМЗ «Авангард» входят 10 цехов, 12 отделов, 3 самостоятельные группы. Структурные звенья обеспечивают решение сложных задач: планирования деятельности, ценообразования и бюджетирования, комплексной подготовки производства изделий, регулирования хода производства, технического и лабораторного контроля производства, материально-технического снабжения, обеспечения жизнедеятельности завода, поддержания оборудования и коммуникаций в работоспособном состоянии, начисления заработной платы, применения информационных технологий в производстве.

Завод имеет необходимые лицензии на выполнение работ и сертифицированную систему обеспечения качества продукции, создана и успешно функционирует концепция управления затратами, обеспечивающая четкую организацию планирования, контроля и анализа использования материальных, трудовых и финансовых ресурсов, закрепляющая персональную ответственность руководителей всех уровней управления завода.

В целях совершенствования нормирования труда проводится большая работа по повышению

уровня технически обоснованных норм, в том числе рассчитанных с помощью системы автоматизированного нормирования труда (САНТ).

На заводе трудятся высококвалифицированные токари, фрезеровщики, слесари МСР, электромонтажники, операторы станков с ЧПУ, термисты, шлифовщики, сварщики, рабочие многих других профессий. Первостепенное значение придается обучению персонала, наставничеству, содействию карьерному росту, повышению квалификации кадров в условиях высокотехнологичного производства, сохранению преемственности поколений и авангардовским традициям.

Большое внимание уделяется мотивации труда и материальному стимулированию работников по выполнению поставленных задач, в частности, по итогам работы структурных звеньев, а также коллективам – победителям производственного соревнования; поощрение за внедрение мероприятий ПСР, дополнительное поощрение основных рабочих через повышающий коэффициент в зависимости от процента выработки; операторам станков с ПУ за разработку программ, особо отличившимся работникам, за занесение на заводскую Доску почета, за присвоение звания «Лучший рабочий», «Лучший специалист», «Лучший линейный руководитель», «Отличник качества». Одним из первых завод возродил конкурс «Золотые руки». Широко распространено производственное соревнование между структурными звеньями, а также участками мастеров и начальников участков.

За достижение значительных производственных успехов награждены Госкорпорацией «Росатом» 21 чел., нагрудными знаками – 4 чел., наградами Нижегородской области – 2 чел., РФЯЦ-ВНИИЭФ – 65 чел., ЭМЗ «Авангард» – 47 чел., почетными грамотами, благодарственными письмами – 107 чел.

Администрация и производственные коллективы подразделений завода много времени и



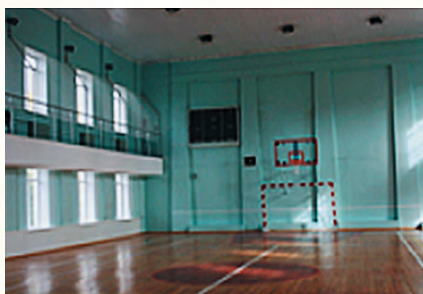
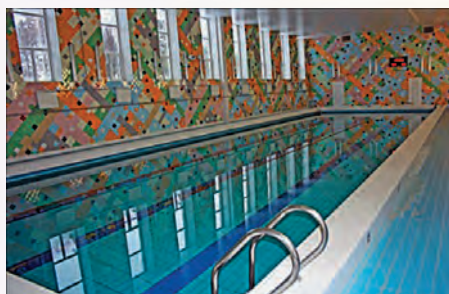
Празднование 100-летия со дня рождения М. А. Григорьева



Открытие стелы к 60-летию выпуска РДС-1



Митинг на заводской площади, посвященный Дню Победы



внимания уделяют работе с молодежью и ветеранами. Работает Совет молодых специалистов, Совет наставников, Совет ветеранов.

В 2010 г. на заводской площади обновлена стела Победы. Накануне 9 мая здесь собираются участники войны, ветераны завода, молодое поколение авангардовцев. В 2011 г. состоялось

Сегодня ЭМЗ «Авангард» поддерживает славные традиции и обладает богатым потенциалом, осваивает и развивает современные технологии, ведет постоянный поиск и применяет новые подходы в организации производства, что в целом позволяет коллективу уверенно смотреть в будущее.



В. В. Мирюков



С. Ю. Баркин и В. К. Зотова



В. Н. Коршунов



П. Г. Кузнецов



А. П. и П. А. Фигуровы



А. И. Ятунин

открытие стелы в честь 60-летия выпуска первых серийных изделий РДС-1. В ноябре 2013 г. коллектив торжественно отметил столетие со дня рождения своего легендарного директора М. А. Григорьева, в марте 2014 г. – 65-летие со дня создания ЭМЗ «Авангард».

Силами завода восстановлены, отремонтированы и переданы в эксплуатацию социальные объекты: восстановительно-оздоровительный комплекс «Жемчужина», спортивный комплекс «Авангард», база отдыха «Родничок».

Мы по праву гордимся замечательными людьми нашего завода, своей многолетней историей, богатой яркими событиями и достижениями, которые стараемся беречь и преумножать.

ПРОКОФЬЕВ Андрей Михайлович –
начальник группы ППО ЭМЗ «Авангард»

ЗОТОВА Вера Константиновна –
редактор радио ЭМЗ «Авангард»

К 90-летию поэта



Э.-Г. В. Александрович

Самым известным и маститым поэтом в Сарове был, несомненно, физик-экспериментатор Эдуард-Гелий Витальевич Александрович. Вместе с нашими поэтами Будимиром Припоровым, Галиной Бедновой, Павлом Вакуликом и другими он создал и возглавил литературное объединение «Радуга», а также первое городское литературное объединение «Искорка».

Он выступал в Доме ученых, Доме культуры, Дворце пионеров, в клубах «Авангард» и «Прогресс», в техникуме и СарФТИ, в музее и выставочном зале, пожарной части, типографии, ПТУ, общежитиях, на радио и телевидении. Всего таких выступлений было около пятисот. Издавались литературные сборники «Радуга» и другие. Его первая книжечка «Со звездами наравне», давно собранная, вышла в 1995 г.

Родился Э.-Г. Александрович 20 июля 1926 г. в Днепропетровске. По окончании техникума с 1946 г. работал старшим техником в ЦНИПС в Москве. Затем окончил МИФИ и работал сначала в Обнинске, а с 1959 г. – во ВНИИЭФ. Был инженером, старшим инженером, старшим научным сотрудником, на пенсию ушел в 1985 г.

Стихи он начал писать еще в школе. Всю жизнь сохранял молодость души, умение удивляться миру, жить наполненной до краев жизнью. Он был и физик, и лирик. Как он сам писал:

*Боюсь, что физик задушил поэта,
А тот его взаимно удавил...*

Он таким и остался в памяти саровчан – красивый человек с достойно прожитой жизнью.

Колокола

Колокола, колокола...
Они как будто обнимают
И все, что выжжено дотла,
Они из пепла поднимают.
И достают из-под земли
Давно на атомы разъятых
И затерявшихся вдали
Среди замысловатых «ятей».
Колокола, колокола...
Заливистые подголоски
Взлетают стаяй в купола
И наземь падают, как слезки.
А самый главный, именной,
Коллебя землю тяжким
встрясом,
Плывет многопудовым басом
Над потрясенною страной.
Колокола, колокола...
Они уводят за собою –
Пощупай пульса перебои.
Как смертный бой добра и зла,
Как зов судьбы, как рев прибора,
Как вечная борьба с собою –
Колокола, колокола...

Нет экспериментов
беспольных,
На вопрос они дают ответ.
Не смущайся, если нелюбезно
Чуткие приборы скажут
«нет».
Вопрошай. И можешь быть
уверен,
Что с тобой природа
не хитрит.
«Бог коварен, но не
злонамерен», –
Афоризм Эйнштейна говорит.
Это «нет», бывает, озадачит,
Приведет в унынье иногда,
Но оно порою больше значит,
Чем десятки, даже сотни «да».
Если в результате нет
сомнения,
Если ты уверен в нем, тогда
Это «нет» – привычным
представленьям,
«Да» – исканиям, движенью
выше – «да»!

Еще не все – в положенные
сроки
По старой книжке вы зубрить
урок:
Лишь тот в науку вписывает
строки,
Кто сам читать умеет
между строк.

Я выстрадал рентгеновскую
трубку,
Ее вынашивал я много лет.
Ведь это я родил ее, голубку,
И выпестовал, и отправил
в свет.
Серийный индекс получив
в итоге,
Она в промышленности
внедрена.
Я знаю, что она – одна из
многих,
Но там, где надо, – там она
одна.

Я знаю, про нее не сложат
песен:
Она – не синхрофазотрон,
не БАМ.
Ее создатель будет неизвестен,
И сам предмет неинтересен
вам.
И ни к чему скульпить мне и
сердиться:
Тут, хоть умри и заново
родись –
Мавр, сделав дело, может
удалиться.
Иди, моя хорошая, трудись!

Открытиями в жизни и не
пахнет –
Наверное, не Ньютон я совсем,
И если яблоко меня шарахнет,
Я просто подберу его и съем.
Но вот причина моего
смятенья,
На что ответ услышать я б
хотел:

Бог с ним, с его законом
тяготенья, –
Съел Ньютон яблоко или не
съел?

Бывает, ночами не спится,
И думаю, глядя во тьму,
Что я – это микрочастица,
Невидимая никому.
И все-таки, разве не счастье –
Вселенную видя в окне,
Себя ощутить ее частью
Со звездами наравне.

Когда пишу, я Пушкин
и Державин
И Блок, и мне сам черт не
брат.
Когда пишу стихи, я всем им
равен.
Совсем иное дело – результат.

Пролился календарь
Шуршащим листопадом,
И вот уж где-то рядом
Еще один январь.

Чуть неуверен шаг –
Иду я из больницы.
Прищурены ресницы,
Слегка шумит в ушах.
Как сказочный янтарь,
Манит начало года.
Условная свобода –
Открытый календарь.
Опять чего-то жду,
Какой-то доли лучшей,
Какой-то яркий случай
В начавшемся году.
Опять пойду вершить
Судьбе своей в угоду
Привычную работу –
Обыкновенно жить.
И вот опять, как встарь,
На полочке досчатой
Висит едва початый
Трудяга-календарь.
Я выйду на заре,
Неяркой, молчаливой,
Свободный и счастливый,
Как муха в янтаре.

Ты пишешь и легко, и скоро.
Твои творенья трудно счесть.
От стиховедов нет укора:
Есть и размер, и рифма есть.
Но прежде, чем напишешь
много,
Запомнить должен навсегда,
Что легкость пушкинского
слога –
Итог тяжелого труда.

А ну, прислушайтесь...
Довольно странно.
Но это, несомненно, соловей.
Он прилетел не по сезону
рано
С неповторимой песней своей.
А вот еще один. Какие трели!
А вот еще. Ну просто чудеса!
Как рано эти птахи
прилетели
В дремучие мордовские леса.
На вид они и серы, и

невзрачны,
Но ни к чему им яркая краса:
Они к тому природой
предназначены,

Чтоб слушали их пение леса.
И все они талантливы
чертовски,
Каденции такие выдают!
Но не по-русски и не
по-мордовски –
Они по-соловьиному поют.

Пью крымское вино на мысе
Казантип.
Внизу под скалами прибой
лопочет.
А солнцу бы давно пора
зайти б,
Но солнце медлит, заходить
не хочет.
Прощальный луч струится
над холмом
И преломляется в моем
стакане,
И вспыхивают радугой в нем
Наполненные светлой влагой
границы.
Мне хорошо. Я рад, что мне
дано

Жить, лакомиться свежей
ухой
И пить сухое крымское вино
На берегу, где все и так сухое,
Чтоб я не разучился понимать
Простые радости
существованья
И существом своим
воспринимать
Природы животворное дыханье.
Я поднимаю легкий совиный
За то, чтоб это все подольше
было,

И вспыхивает радугой он
За миг до угасания светила.

На девушек глаза еще косят,
Хотя и понимаю я отлично,
Что мне давно уже за
пятьдесят,
Да и за шестьдесят уже
прилично.
Но разве можно молодость
забыть,
Что мир особым светом
освещает,

Когда – ну невозможно не
 любить,
 И лишь один вопрос – кого?
 – смущает.
 Но это затрудненье разрешить
 Всегда успею – думаешь
 беспечно,
 И с этим делом можно не
 спешить,
 И будет так по крайней
 мере вечно.
 Не позабыты правила игры,
 Но гаснут свечи в зале
 опустелом...
 Не в том беда у старых,
 что стары,
 А в том, что не душой, а
 только телом.
 И потому, когда за
 шестьдесят,
 И принимают хвори до
 печенок,
 Глаза еще, случается, косят
 На непристойно молодых
 девчонок.

Знаю, не попутчица
 На моем пути.
 Только я соскучился
 Без тебя идти.

Я ищу дорожку,
 Чтоб свернуть с пути,
 Чтобы хоть немножко
 Рядышком пройти.
 Но к тебе ни тропки
 Нету как на грех.
 Между нами – сопки
 Да разливы рек.
 И бреду по кочкам,
 Огибая пни...
 Ты мне хоть платочком
 Издали махни.

Скажи, сосна, какому
 божеству
 Ты ежегодно ставишь эти
 свечи,
 Которые колеблет теплый
 ветер,
 И желтый дым возносит
 в синеву?
 О чем ты это божество
 молишь,
 Которому с таким усердьем
 служишь,
 Что окаймляешь желтизной
 все лужи
 В умеренных широтах всей
 земли?
 Ни слова не ответила сосна,
 Лишь повела ветвями
 молчливо,
 Как будто указала горделиво
 На поросль юную у ног своих
 она.
 Как не понять красноречивый
 жест:
 Живые существа любой
 породы
 Усердно служат продолженью
 рода –
 Могущественнейшему из
 божеств.
 И потому земля так зелена,
 Так удивительно разнообразна,
 И потому пронзительно
 прекрасна
 Та жизнь, что нам единожды
 дана.

Сколько выпадет жить,
 бесполезно гадать:
 Сколько выпадет, столько
 и будет.
 Если данное жизнью стихами
 отдать –
 Кто-то вспомнит, а кто-то
 забудет.
 Не надеюсь на многое, знаю
 и сам,
 Что в стихах не такой уж
 я гений,
 Чтоб меня в расписаниях
 школьных программ
 Изучал целый ряд поколений.
 Но, быть может, какой-то
 ученый червяк
 Докопается в книжных
 завалах,
 Что стихами грешил
 неизвестный чужак
 Среди прочих великих
 и малых.
 И включит меня в толстый
 ученый трактат,
 Завираясь и путаясь в датах,
 И когда-нибудь, может быть,
 именно так
 Оживу я в немногих цитатах.

Эдуард-Гелий
 АЛЕКСАНДРОВИЧ

ИЗБРАННОЕ

Стихи



Могут ли лирики быть физиками?

Н. Е. АБЛЕСИМОВ



Н. Е. Аблесимов

Ч. Сноу утверждал, что между гуманитариями европейского Запада и научной культурой XX века образуется катастрофический разрыв. У Б. Слудского: «Что-то физики в почете, что-то лирики в загоне». По мнению Ч. Сноу, вражда двух культур может привести к гибели человечества. Так ли это?

Что дали лирики физикам? Гуманитарии предвосхитили многие свершения естествоиспытателей XX века. Кроме того, лирики физикам необходимы для практики в человеческом языке. Естествоиспытатель горд своей способностью проникать в тайны мироздания, забывая, что гордыня – это смертный грех. Но с некоторых пор я стал замечать, что ловители Слова предчувствуют открытия естествознания и даже социальные явления задолго до их реализации. «Стихи – они с неба, я – перевозу», – заметил Г. Шпаликов. Вот примеры.

1. Впервые атомные бомбы были взорваны в 1945 г., а само словосочетание «атомная бомба» было введено Г. Уэлсом в романе «Освобожденный мир» еще в 1913 г. А. Белый написал в 1921 г.:

*Мир рвался в опытах Кюри
Атомной, лопнувшей бомбой
На электронные струи...*

В это же время Э. Резерфорд (и даже в 1933 г.) отрицал возможность овладения атомной энергией.

2. В 1906 г. Д. Лондон так описал реальность звездных войн («Путь войны»):

*Будет оружие веку под стать,
Сможет всю Землю в куски разорвать...
Сможем планеты мы в небо метать,
Сможем верхом на кометах летать,
Сможем мы в космосе смело парить,
Сможем оттуда всю Землю спалить.*

Работы К. Э. Циолковского о возможности выхода в космическое пространство еще не были широко известны.

3. Д. Андреев в «Розе мира» называл сию способность «даром вестничества». Мой коллега В. Ивахнишин, не будучи знаком с работой Д. Андреева, изрек:

*Однажды мысль пришла сама собой,
Что истинный поэт – уже предтеча,
Не потому ли дар бесценный свой,
Как крест, несет иль трепетные свечи.*

Если бы я несколько ранее прочитал строку А. Толстого: «Тщетно, художник, ты мнишь, что своих ты творений создатель», не ломал бы голову над природой творчества.

4. Предполагаемый результат ядерной войны у Дж. Байрона в 1816 г.:

*Погасло солнце светлое, и звезды
Скитались без цели, без лучей
В пространстве вечном; льдистая Земля
Носилась слепо в воздухе безлунном...
И мир был пуст.*

Результатом «ядерной ночи» («погасло солнце светлое») станет «ядерная зима». Уже в первые месяцы после «конфликта» температура над сушей в Северном полушарии понизится на 20–40 °С, а в Южном – на 5–20 °С. «Ядерную зиму» – «льдистую Землю» не переживут 2 млрд человек, и «мир станет пуст».

5. В момент «апокалипсиса» (ядерного нападения) Иоанн Богослов предлагал действовать так:

*«...И небо скрылось, свившись, как свиток;
и всякая гора и остров двинулись с мест своих;
...и цари земные, и вельможи, и богатые, и
тысячачальники, и сильные, и всякий раб, и
всякий свободный скрылись в пещеры и в ущелья гор...».*

6. Ф. Тютчев так ставил проблему происхождения горных пород (например, офиолитов):

*С горы скатившись, камень лег в долине.
Как он упал? никто не знает ныне –
Сорвался ль он с вершины сам собой,
Иль был низринут волею чужой?
Столетье за столетьем пронеслося:
Никто еще не разрешил вопроса.*

Действительно, офиолитовые пояса находятся далеко от места предполагаемого рождения. Да и колыбель ли их дно океана? Никто еще не разрешил вопроса.

7. Еще из геологии. С. Есенин писал в «Письме к женщине»:

Лицом к лицу

Лица не увидеть.

Большое видится на расстоянии.

Кольцевые структуры на Земле были замечены только из космоса. Их радиус достигает десятков километров. В них часто находят рудные узлы. В настоящее время – это целый класс объектов земной поверхности, исследуемый с орбитальных станций и спутников.

8. Н. Заболоцкий в 1930 г. писал об искусственной пище.

Осел скитался по горам,

Глодал чугунные картошки,

А под горой машинный храм

Выделявал кислородные лепешки.

Там кони, химии друзья,

Хлебали щи из ста молекул...

...И перед нею в банке рос

Большой химический овес.

В наше время путем химического синтеза из природных недорогих белков получены маргарин, черная икра, лососина, суп куриный, бульоны мясной и рыбный, мармелад, соки, витамины, биологические активные добавки к пище. Препградой к их активному потреблению является наше предубеждение к искусственной пище, хотя и хлеб, и спиртные напитки, и кефир, и йогурт, и сыр, и пиво – продукты биохимического синтеза.

9. Н. Клюев в цикле стихов, приложенных к допросу от 15 февраля 1934 г., предрекал:

*К нам вести горькие пришли,
Что зыбь Арала в мертвой тине,
Что редки аисты на Украине,
Моздокские не звонки ковыли,
И в светлой Саровской пустыне
Скрипят подземные рули.*

Судьба современного Арала известна и печальна, как, впрочем, и чернобыльские события 1986 г. Но, предположить в 1934 г. (за четыре года до открытия возможности использования ядерной энергии), что на месте обители святого Серафима Саровского в 1947 г. создадут «колыбель» термоядерного заряда, г. Арзамас-16 (ныне Саров), мог только провидец.

10. А это из области истории. В. Хлебников писал в 1912 г.: «...Не следует ли ждать в 1917 г. падения государства?». Владимир Маяковский знал о работе Хлебникова, но перенес свое предсказание на год раньше, предположив, что «...в терновом венке революций грянет шестнадцатый год» – и ошибся.

11. О. Сулейменов пишет: «Убедите вопящих, блюющих, сброшенных волнами в кипящую пучину черноты, что ХАОС – одна из разумнейших композиций ПОРЯДКА». Вот и перекинут мостик к синергетике Г. Хакена и самоорганизующимся системам И. Пригожина.

Остается признать, что «человечество с по-этом на запятках подобно армии со знаменосцем сзади и с барабанщиком, отправленным в обоз».

АБЛЕСИМОВ Николай Евгеньевич –
зав. кафедрой химии Хабаровского университета
в 2005–2010 гг., профессор,
доктор химических наук

Научно-популярный журнал для всех, кто интересуется историей создания ядерного оружия, новыми направлениями развития современной физики, наукоемкими технологиями

Учредитель —
ФГУП «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»), г. Саров. Зарегистрирован Госкомитетом РФ по печати за № 12751 от 20.07.94 г.

С содержанием журналов можно ознакомиться на сайте РФЯЦ-ВНИИЭФ www.vniief.ru

Адрес редакции:
607188, г. Саров Нижегородской обл., пр. Мира, 37, ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

Тел.: (831-30) 775-85,
факс: (831-30) 776-68,
e-mail: volkova@vniief.ru

Индекс подписки
в Каталоге Роспечати 72249

