

Научные разработки РФЯЦ-ВНИИТФ*

М. Е. ЖЕЛЕЗНОВ, Г. Н. РЫКОВАНОВ, Е. Н. АВРОРИН

Датой основания РФЯЦ-ВНИИТФ считается 5 апреля 1955 г., когда министр среднего машиностроения СССР А. П. Завенягин подписал приказ, определявший его основные задачи.

Директором нового института в 1955 г. был назначен Д. Е. Васильев, прошедший прекрасную инженерную и организаторскую школу на Уралмаше и других крупных оборонных предприятиях страны. Первым научным руководителем института был трижды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и трижды лауреат Государственной премии, член-корреспондент Академии наук СССР К. И. Щелкин.



Первый директор РФЯЦ-ВНИИТФ (1955–1961 гг.)
Д. Е. Васильев



Первый научный руководитель – главный конструктор РФЯЦ-ВНИИТФ (1955–1960 гг.) К. И. Щелкин

Новый центр было решено разместить на Урале – между Свердловском и Челябинском. Для формирования полноценного коллектива, способного решать самые сложные задачи, были привлечены сотрудники КБ-11 (ныне РФЯЦ-ВНИИЭФ). Приглашались также научные, инженерные и рабочие кадры из других предприятий и организаций министерства. Если к концу 1955 г. коллектив института насчитывал 870 человек, то в 1957 г. – уже более 3000, а в 1960 г. его численность превысила 6500. Коллективу

института удалось практически сразу же развернуть масштабные научно-исследовательские и конструкторские работы. Уже к осени 1956 г. институт был готов к проведению натурного испытания самой мощной на то время авиабомбы с проектным значением энерговыделения в 30 мегатонн.

Опыт создания этого сверхмощного заряда, хотя и не завершился натурным испытанием, оказался очень полезным для последующих разработок. Развиваемые в институте идеи доказали свою продуктивность в ходе испытательной сессии 1957–1958 гг. Было проведено 14 воздушных ядерных взрывов изделий разработки НИИ-1011. Одиннадцать из испытанных зарядов были изготовлены на заводах КБ-11, а три последних – уже на собственной производственной базе института. По результатам успешных испытаний один из термоядерных зарядов в 1957 г. был принят на вооружение. Он стал первым термоядерным зарядом советского ядерного арсенала. Всего же за 1955–1960 гг. в институте были созданы и поступили на вооружение четыре термоядерных заряда в составе



Научный руководитель РФЯЦ-ВНИИТФ (1960–1984 гг.)
Е. И. Забабахин



Директор РФЯЦ-ВНИИТФ (1964–1988 гг.)
Г. П. Ломинский

* Доклад «Ядерное оснащение авиационных, морских и сухопутных комплектов вооружения. Ядерные взрывные устройства для промышленных целей. Современные научные исследования РФЯЦ-ВНИИТФ». Печатается с сокращениями.

двух авиабомб, крылатой ракеты и баллистической ракеты морского базирования со стартом с подводной лодки.

Буквально через год-два после завершения первой рабочей пятилетки НИИ-1011 подключился к разработкам ядерных зарядов и ядерных боеприпасов для оснащения только что (1960 г.) сформированных Ракетных войск стратегического назначения (РВСН). Таким образом, к 1961–1962 гг. в нашем институте образовалось три направления разработок по ядерному оснащению комплексов вооружения: авиационных, морских и сухопутных войск. В 1965–1967 гг. в РФЯЦ-ВНИИТФ возникло и получило дальнейшее развитие направление миниатюризации первичных узлов термоядерных зарядов, обеспечившее существенное снижение габаритов и веса разрабатываемых систем.

В 1965 г. в СССР была принята Государственная программа по использованию ядерных взрывов в промышленных и научных целях. ВНИИТФ с самого начала своего участия в реализации программы взял курс на разработку специализированных ядерно-взрывных устройств мирного назначения. Восьмой мирный ядерный взрыв в СССР (1968 г.) был осуществлен со специально разработанным в институте зарядом, предназначенным для гашения аварийного нефтегазового фонтана.

Институт вел и ведет работы, связанные с процессами ограничения и прекращения ядерных испытаний. Важным событием было участие в 1988 г. в совместном советско-американском эксперименте по выработке мер контроля за соблюдением Договора об ограничении подземных испытаний порогом мощности в 150 килотонн.

С 1960 по 1984 г. научным руководителем института был Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии, трижды лауреат Государственной премии СССР, академик Евгений Иванович Забабахин. Почти четверть века (1964–1988 гг.) директором ВНИИТФ работал лауреат Ленинской премии и дважды лауреат Государственной премии СССР, непосредственный участник испытания первой атомной бомбы (1949 г.) и первой термоядерной бомбы СССР (1953 г.) Георгий Павлович Ломинский. Именно в этот период институт добился самых впечатляющих результатов, был награжден орденом Ленина (1966 г.) и орденом Октябрьской Революции (1980 г.). В 1998 г. институту было присвоено имя академика Забабахина.

На современном этапе своего развития ВНИИТФ обеспечивает авторское сопровожде-

ние эксплуатации в войсках своих ядерных зарядов и ядерных боеприпасов, проводит модернизацию ранее разработанных конструкций в целях повышения их безопасности, надежности и устойчивости против несанкционированных действий, реализует проекты общегражданского назначения, ведет фундаментальные и прикладные научные исследования.

Авиабомбы для ВВС и авиации ВМФ. Первоочередной задачей, поставленной министерством еще при создании НИИ-1011, была разработка в кратчайшие сроки специальной авиабомбы (СпАБ), мощность заряда которой должна была превосходить мощность любого термоядерного заряда, ранее испытанного в СССР и США. К этому времени в США уже были испытаны и поступали на вооружение сверхмощные заряды, энерговыделение которых превышало 10 мегатонн.

В СССР в ноябре 1955 г. было проведено успешное испытание ядерного заряда, основанного на использовании нового принципа обжата, позволяющего создавать заряды большой и сверхбольшой мощности с высоким коэффициентом использования ядерных материалов. Расчетно-теоретические работы НИИ-1011 по обоснованию физической схемы заряда для новой СпАБ были завершены в июне 1956 г.

Параллельно форсированными темпами велась разработка конструкций заряда и СпАБ в целом. С учетом ее габаритов и массы, исключая возможность размещения в штатном бомбовом отсеке стратегических бомбардировщиков, потребовалось создание специальной модификации самолета, в котором имелась открытая ниша, куда бомба погружалась на 2/3 своего диаметра. Для обеспечения более равномерной нагрузки на силовые элементы самолета традиционная двухточечная подвеска была заменена на трехточечную.

6 ноября 1956 г. заместителем министра П. М. Зерновым был утвержден акт комиссии, из которого следовало, что «изделие... конструкции НИИ-1011 может быть рекомендовано для проведения испытаний в боевом снаряжении». Однако испытание «в боевом снаряжении» по различным причинам не было проведено.

Однако эта разработка пригодилась для испытания заряда ВНИИЭФ, проведенного 30 октября 1961 г. (50-мегатонный взрыв «Кузькиной матери»). При этом использовались разработанные во ВНИИТФ корпус СпАБ, технология подвески, система связи бомбы с носителем и парашютная система сброса. На базе этой парашют-

ной системы в дальнейшем разрабатывались системы спасения спускаемых космических аппаратов. Первый космонавт мира Ю. А. Гагарин приземлился после космического полета именно на таком парашюте.

За последующий пятидесятилетний период ВНИИТФ совместно с другими предприятиями смежников и учреждениями Минобороны разработал и передал на вооружение несколько поколений СпАБ для авиационных комплексов ядерного вооружения различного назначения. К их числу относятся: первая водородная бомба для стратегической авиации; ядерная бомба для применения со сверхзвуковых самолетов; малогабаритная противолодочная авиабомба; ударостойкая СпАБ для ВВС; СпАБ для легких самолетов фронтовой авиации с регулируемым энерговыделением.

Создание СпАБ нового поколения осуществляется, исходя из возможностей повышения удельных характеристик ядерного заряда и ядерного боеприпаса в целом, обеспечения более высокого уровня ядерной взрывобезопасности, в том числе и в нерегламентированных условиях эксплуатации. При этом учитывается совершенствование авиационных средств доставки СпАБ к цели, в частности, их скоростных характеристик; увеличение тепловых нагрузок на СпАБ при их внешней подвеске; необходимость преодоления ПВО в районе цели с полетом на предельно малых высотах; применение новых способов сброса, например, «с вылеживанием», приводящих к существенному увеличению механических нагрузок на СпАБ при встрече с преградой; реализация современных способов информационного обмена с системой управления вооружением носителя; расширение типов авиационных носителей ядерного оружия и т. д.

По-видимому, на ближайшую перспективу СпАБ сохраняются в боевом составе авиации. Так, например, США, имеющие на вооружении наиболее многочисленные и совершенные системы высокоточного оружия, сохраняют на вооружении на перспективу до 2030 г. все имеющиеся и модернизируемые стратегические ядерные авиабомбы (Мк83, Мк61-7 и ее вариант с заглубленным подрывом Мк61-11).

Боевые блоки ракетных комплексов РВСН. Ракетные войска стратегического назначения являются важнейшей частью триады стратегических ядерных сил. Разработкой ядерных боеприпасов для межконтинентальных баллистических ракет, создаваемых в те годы ОКБ-1 под руководством С. П. Королева и ОКБ «Юж-

ное», деятельность которого связана с именем М. К. Янгеля, занималось КБ-11. НИИ-1011 может гордиться тем, что в термоядерном заряде для первой ракеты был использован основной энерговыделяющий узел, сконструированный в нашем институте.

Разработка ядерных боеприпасов для РВСН в НИИ-1011 началась после того, как на ракетную тематику было переориентировано авиационное ОКБ-23 (впоследствии ЦКБМ, НПОмаш), главным конструктором которого с 1962 г. стал В. Н. Челомей. Под его руководством были начаты работы над серией ракет легкого, тяжелого и сверхтяжелого вариантов, из которых только разработка легкого варианта была успешно завершена, и в 1967 г. ракетный комплекс был поставлен на боевое дежурство.

За прошедший период времени было создано три варианта ракеты и несколько их модификаций, отличающихся габаритами, стартовой массой и полезной нагрузкой. Последняя модификация ракеты, за рубежом известная как «Стилет», и в настоящее время находится на боевом дежурстве.

Для боевого оснащения ракет этой серии нашим институтом в период с 1964 по 1995 г. разработано несколько ядерных боеприпасов, переданных на вооружение. В их числе были моноблоки с зарядами большого класса мощности и относительно малогабаритные боевые блоки для разделяющихся головных частей среднего класса мощности. В боевых блоках сверхбольшой мощности ракеты «Сатана» и среднего класса мощности ракеты подвижного комплекса



«Скальпель» также использованы ядерные заряды нашей разработки.

В эти конструкции ВНИИТФ было внесено много новых решений, направленных на повышение боевой эффективности. Впервые в практике отечественного ракетостроения корпуса боевых блоков изготавливались из нового материала, что уменьшило вес боевых блоков и улучшило их сигнальные характеристики. Более чем на порядок была повышена стойкость к поражающим факторам ядерного взрыва.

Были разработаны и внедрены датчики воздушного подрыва, нечувствительные к радиопомехам, с дистанционно задаваемой уставкой и достаточно высокой точностью срабатывания, а также датчики взведения системы автоматики, реагирующие на физические факторы, действующие при полете блока в атмосфере и отсутствующие в условиях наземной эксплуатации.

Качественным достижением при создании блоков является обеспечение нахождения их в составе ракеты в состоянии готовности к пуску в течение нескольких лет подряд. Создание ядерных боеприпасов с такими боевыми и эксплуатационными качествами, подтвержденными многолетней эксплуатацией, явилось результатом научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ, проведенных специалистами ВНИИТФ и институтов Минобороны.

Боевые блоки ракетных комплексов ВМФ.

Днем рождения стратегического ракетного оружия ВМФ считается первый пуск с подводной лодки 16 сентября 1955 г. экспериментальной баллистической ракеты. В неотделяемой головной части ракеты был применен ядерный заряд ВНИИЭФ малого класса мощности, одним из разработчиков которого был Е. И. Забабахин. В 1956 г. НИИ-1011 официально был подключен к работам по боеприпасам для ракетных комплексов ВМФ постановлением правительства по созданию корабельного ракетного комплекса стратегического назначения с баллистической ракетой и отделяемой боеголовкой мегатонного класса мощности.

Разработка этого комплекса была первой самостоятельной разработкой организованного в 1955 г. на Урале КБ машиностроения (тогда СКБ-385) во главе с учеником С. П. Королева Виктором Петровичем Макеевым. КБ машиностроения (позднее Государственный ракетный центр по разработке баллистических ракет морского базирования, «ГРЦ имени академика В. П. Макеева») стал основой кооперации, ориентированной на разработку комплексов ракет-

ного оружия ВМФ. В состав этой кооперации вошел и НИИ-1011.

Уже в ходе предварительных проектных работ стало понятно, что привычная для других боеприпасов компоновка ядерного заряда не позволяет обеспечить массогабаритные характеристики боеголовки. Чтобы приблизиться к требуемым параметрам, в НИИ-1011 были предложены нетривиальные решения: изменить профиль боеголовки, совместить ее корпус и корпус заряда, поменять местами узлы термоядерного заряда. Эти предложения не только помогли успешно решить задачу создания боеголовки нового типа, но и заложили основы творческого и уважительного отношения к совместной работе СКБ-385 и НИИ-1011.

С тех пор кооперацией во главе с ГРЦ было создано три поколения систем стратегического ракетного оружия ВМФ, ставшего полноценной составляющей триады стратегических ядерных сил СССР (РФ), в которой был достигнут как количественный, так и качественный паритет с США. При этом все боеприпасы для ВМФ разработаны нашим институтом.

Задачей первого поколения ракетного комплекса ВМФ было приспособление баллистических ракет для применения с подводных лодок в условиях их движения и обеспечение подводного старта. Учитывая невысокую точность стрельбы первых таких ракет, требовалась максимально возможная мощность заряда боеголовки при остром дефиците массы и габаритов, характерном для ракетных комплексов подводных лодок. В октябре 1961 г. был осуществлен практический пуск боевой ракеты с первым боеприпасом разработки НИИ-1011 с ядерным взрывом в районе финиша на полигоне Новая Земля.

Более высокий технологический уровень промышленности США, использование опыта специалистов, вывезенных из Германии, обеспечили США на начальном этапе значительное преимущество по дальности стрельбы и количеству ракет на подводной лодке. Тем не менее, несмотря на сравнительно невысокие тактико-технические характеристики, комплексы нашего ракетного оружия ВМФ первого поколения сыграли весомую роль в обеспечении стратегического баланса.

Сам факт появления ракет ВМФ, малое подлетное время ракет, значительная мощность их головных частей, досягаемость большого количества жизненно важных объектов на прибрежных территориях заставили США более трезво оценивать военно-политическую обстановку и

затратить большие ресурсы на развитие противолодочной обороны.

Задачами создания второго поколения ракетных комплексов ВМФ стало многократное увеличение количества ракет на подводной лодке, увеличение дальности стрельбы, вплоть до межконтинентальной, с одновременным повышением точности за счет внедрения коррекции инерциальной системы управления по внешним ориентирам.

Главными особенностями морских жидкостных баллистических ракет второго поколения стала реализация совокупности технических решений, направленных на выполнение главных задач, в том числе таких, которые стали золотым фондом отечественной школы морского ракетостроения: за счет размещения двигателей в баках компонентов топлива и исключения промежуточных отсеков была достигнута малогабаритность и высокая плотность компоновки ракет, при которой практически отсутствуют свободные от топлива объемы; совместная компоновка ракеты и амортизирующих устройств позволили многократно уменьшить радиальный зазор между ракетой и корпусом шахты лодки, массу пусковой установки, массу ракетной шахты и воды, закачиваемой в шахту при предстартовой подготовке; было реализовано централизованное автоматизированное управление подготовкой и стартом боекомплекта.

Основным направлением совершенствования боеприпасов для второго поколения ракетных комплексов ВМФ стало уменьшение примерно в два раза (по сравнению с первым поколением) массогабаритных характеристик ядерных боеприпасов, а также создание малогабаритного ядерного боевого блока для кассетной головной части «рассеивающего» типа MRV. Эти морские ракетные комплексы достигли действительно стратегического уровня (были обеспечены всепогодность применения и залповая стрельба, сделан прорыв в эксплуатационных характеристиках ракет и боеприпасов). Достижение межконтинентальной дальности компенсировало особенности военно-географического положения страны.

Основными задачами при создании ракетных комплексов ВМФ третьего поколения стало внедрение разделяющихся головных частей типа MIRV (с нацеливанием боевых блоков на индивидуальные цели), достижение точности стрельбы на уровне ракет наземного базирования, обеспечение залповой стрельбы полным боекомплектом ракет и достижение тактико-техниче-



ских характеристик боеприпасов, соответствующих лучшим зарубежным аналогам.

Была поставлена задача разработки трех типов боевого оснащения: моноблочной головной части с ядерным боеприпасом повышенного уровня мощности; разделяющейся головной части с боевыми блоками среднего класса мощности; многоэлементной головной частью с боеприпасами малого класса мощности.

Для разработки ядерных боеприпасов традиционной компоновки институт к этому времени имел достаточный научно-технический задел, но создание боевых блоков малого класса мощности с характеристиками, приближающимися к характеристикам разрабатываемой в США боеголовки для ракеты «Трайидент» (W-76), было связано с проведением огромного объема работ, уникальных по своему содержанию. Выполненные обоими ядерными центрами работы по совершенствованию ядерных зарядов малого класса мощности, с проведением десятков полномасштабных ядерных испытаний, позволили увеличить отношение энерговыделения заряда к массе боеприпаса в три раза.

Создание наряду с этим при участии ВНИИА и НИИИС малогабаритной системы автоматики, совместное с ГРЦ проектирование боевых блоков с освоением новых конструкционных и теплозащитных материалов, проведение аэродинамической, баллистической и тепловой отработки на стендах, а также подтверждение заложенных технических решений в летных испытаниях экспериментальных макетов, позволили создать боевой блок с ядерным боеприпасом малого класса мощности, по массогабаритным и удельным характеристикам не уступающий лучшему зарубежному образцу.

Все наши знания и опыт были использованы и в разработке боевых блоков среднего класса мощности, обладающих рекордными удельными характеристиками. Выбранная геометрия обводов заряда позволила радикально улучшить массогабаритные, аэробаллистические и сигнальные характеристики блока.

Ядерные боеприпасы для артиллерийских систем. Очевидной причиной начала разработок ядерных снарядов для артиллерийских систем в СССР явилась успешная разработка этого вида вооружения в США и его развертывание в Европе с целью обеспечить армию и флот мощным тактическим «кулаком», имеющим лучшую (по сравнению с авиацией) точность и независимость боевого применения от погодных условий. С 1950 по 1963 г. в США были разработаны и переданы на вооружение четыре ядерных боеприпаса для артсистем различного калибра: в 1953 г. – для 280-мм снаряда Мк9; в 1956 г. – для 406-мм снаряда Мк23; в 1957 г. – для 203-мм снаряда Мк33 (эти боеприпасы были созданы на основе ядерного заряда пушечного типа «Малыш», сброшенного на Хиросиму); в 1963 г. – для 155-мм снаряда Мк48 (на основе линейно-имплозивной системы).

Всего было произведено около 2000 снарядов Мк33 и более 1000 снарядов Мк48. Вопрос о создании артиллерийских ядерных боеприпасов был поставлен еще перед КБ-11, которому поручалась разработка ядерного снаряда для крупнокалиберной самоходной установки. Был разработан и испытан заряд, который в марте 1957 г. передан на «ответственное хранение». Но в этом же году стремление оснастить ствольную артиллерию атомными зарядами было признано ошибочным. Лишь с 1965 г. начинает претворяться в жизнь новая концепция развития артиллерии, предусматривающая в том числе ее оснащение ядерными боеприпасами.

Основные создатели первого ядерного заряда для артиллерийского боеприпаса в 1955–1956 гг. были переведены на работу в НИИ-1011, поэтому новые разработки по этому направлению в 1960-х гг. были поручены нашему институту. Первым в серии новых разработок был 8-дюймовый артснаряд для имевшихся в резерве главного командования буксируемых гаубиц. Разработчиком корпуса снаряда и выстрела в целом был определен московский НИМИ. Сам заряд разрабатывался в НИИ-1011.

Наиболее критичным было создание автоматики подрыва. В институте в то время отсутствовал какой-либо опыт разработки и отработ-

ки приборов и их составных частей, работоспособных после воздействия перегрузок выстрела и на траектории при вращении снаряда. После ознакомления с возможностями основных предприятий Министерства оборонной промышленности были предложены два варианта датчика подрыва: первый – с часовыми механизмами на основе применяемых в обычных артснарядах, с «троированной» системой для повышения точности и надежности; второй – с электронной системой, включающей временное устройство и радиолокационный взрыватель. Как показали полигонные испытания, первый вариант датчика оказался более надежным. Работы по второму варианту возобновились спустя несколько лет.

Разработка боеприпаса для 8-дюймового артснаряда явилась трудной, но необходимой и чрезвычайно полезной школой для приобретения опыта и воспитания специалистов. В 1974 г. за вклад в разработку этого артиллерийского снаряда группа сотрудников института и смежных предприятий была удостоена Государственной премии СССР.

Значительно длительнее разрабатывался ядерный боеприпас для снаряда малого (6-дюймового) калибра. В этом снаряде и габариты в два раза меньше, и нагрузки при выстреле значительно выше, сложнее конструкция заряда и автоматика боевой части, так как требуется высоковольтная система для его инициирования (так называемый блок автоматики).

Тем не менее, все проблемные вопросы были решены. Датчики исполнительной команды (их в процессе жизненного цикла было несколько модификаций) создавались на предприятии в г. Москве (главный конструктор А. Е. Прохоров). Новый блок автоматики, выдерживающий большие механические нагрузки при выстреле, был разработан во ВНИИА. Так был создан рекордный по габаритам (калибр 152 мм) артснаряд с ядерным зарядом.

Последующие разработки были связаны, в основном, с совершенствованием артиллерийских систем. Согласно совместным договоренностям в 1991 г. все ядерные артиллерийские боеприпасы в США и СССР были сняты с вооружения.

Использование ядерно-взрывных технологий в промышленных целях. Первое официальное заявление о перспективах мирного применения ядерных взрывов было сделано руководителем делегации СССР на Ассамблее ООН в ноябре 1949 г.

В США Комиссия по атомной энергии летом 1957 г. приняла программу невоенного ис-

пользования ядерных взрывов под названием Plowshare («Плуг»). Общее время выполнения этой программы заняло период с 1961 по 1973 г., в течение которого было проведено 27 мирных ядерных взрывов. В СССР в 1965 г. была разработана Государственная программа «Ядерные взрывы для народного хозяйства». Она выполнялась с 1965 по 1988 г. За это время было проведено 124 мирных взрыва.

С момента подключения института к этим работам (1962 г.) было принято принципиальное решение о разработке и преимущественном использовании специализированных ядерно-взрывных устройств для этих целей. Отработка таких устройств осуществлялась на испытательных полигонах в 1964–1984 гг. Всего для целей отработки было разработано и испытано 23 ядерно-взрывных устройства ВНИИТФ.

Итогом проведенного комплекса научно-исследовательских и конструкторско-технологических работ стала разработка «чистых» взрывных устройств с очень малым выходом энергии за счет реакции деления (менее 1 % от суммарного энерговыделения). Такие заряды можно было использовать для экскавационных работ. Были разработаны специальные заряды малого диаметра, выдерживающие высокие температуры и давления, для тушения аварийных газовых фонтанов; взрывные устройства малого диаметра с малым выходом остаточного трития – для интенсификации добычи нефти и газа. В проведенных в СССР 124 мирных взрывах было использовано 80 устройств, разработанных во ВНИИТФ.

В процессе реализации программы мирных ядерных взрывов были разработаны уникальные методы снижения радиоактивного загрязнения окружающей среды путем отвода радиоактивных продуктов из полости взрыва в «пустые» породы на расстояние до 100 м от места взрыва. Ядерные взрывные устройства ВНИИТФ в 1968–1988 гг. использовались для создания водохранилищ (2 опыта из 4-х проведенных в СССР); сброса грунта по горному склону (1 опыт); глубинного сейсмозондирования (22 взрыва из 39); интенсификации нефте- и газодобычи (16 взрывов из 22); создания подземных емкостей (24 из 25); перекрытия газовых аварийных скважин (3 из 5); дробления рудного тела (2 опыта); захоронения отходов (2 опыта); создания хвостохранилищ пустой породы (1 опыт); создания траншей-выемки (2 опыта).

В настоящее время ВНИИТФ по существу является широкопрофильным научным центром, имеющим опыт разработки специализирован-

ных ядерно-взрывных устройств промышленного назначения.

Совместный эксперимент по контролю (СЭК).

В ряду мер по уменьшению ядерной угрозы, сокращению ядерных арсеналов, ограничению ядерных испытаний значимое место занимает исторический совместный (СССР–США) эксперимент по разработке взаимоприемлемых процедур контроля за соблюдением Договора об ограничении подземных испытаний ядерного оружия (ДОПИЯО) порогом мощности в 150 килотонн. Этот договор, подписанный еще в 1974 г., не был ратифицирован ни Соединенными Штатами Америки, ни Советским Союзом в течение более чем полутора десятка лет из-за несовершенства оговоренных в нем мер контроля.

В 1986 г. президент США Рональд Рейган выдвинул предложение включить в контрольный механизм за соблюдением порога в 150 килотонн использование аппаратуры для измерений мощности, проводимых непосредственно на месте испытаний с участием представителей контролирующей стороны. В 1987 г. на женевских консультациях стороны согласились в том, что разработке мер контроля способствовал бы совместный эксперимент, позволивший опробовать эффективные и, главное, практически осуществимые контрольные процедуры.

В 1988 г. было выработано Соглашение о СЭК, и в августе на Невадском, а в сентябре – на Семипалатинском полигонах были проведены ядерные испытания, мощность которых измерялась гидродинамическим и сейсмическим методами. От СССР ведущей организацией, отвечающей за научно- и инженерно-техническую подготовку и проведение гидродинамических измерений на Невадском (США) и Семипалатинском (СССР) полигонах, был назначен ВНИИТФ. Впервые



в практике ядерных испытаний представители противоборствующих сторон – ядерных держав СССР и США – непосредственно участвовали в подготовке и проведении испытаний оружия.

Эксперимент позволил в сжатые сроки получить приемлемый для обеих сторон-участников результат, подтвердил реализуемость предложенных мер контроля, предоставил исходные данные для составления и согласования нового протокола к ДОПИАЮ и фактически обеспечил вступление этого договора в силу в конце 1990 г.

Современные научные исследования и разработки. Традиционные для РФЯЦ-ВНИИТФ фундаментальные и прикладные научные исследования находятся в таких областях: свойства веществ в широком диапазоне изменения давления и температуры; равновесные и неравновесные фазовые переходы; кинетика взрывчатых превращений; термоядерные реакции; физика плазмы; турбулентное перемешивание; модели прочности и разрушения среды; газодинамические течения с учетом упруго-пластики; физика лазеров; инерциальный термоядерный синтез; физика взаимодействия лазерного излучения с веществом; атомная энергетика; ядерная медицина; энергосберегающие технологии.

Для проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в этих областях институт обладает соответствующим кадровым и научно-производственным потенциалом. В институте – 9 тыс. работающих, из них 2 академика, 40 докторов и 190 кандидатов наук, 550 научных сотрудников, 4800 инженеров и техников, 2500 рабочих. Здесь находится один из самых высокопроизводительных в России вычислительных комплексов с суперЭВМ и современными программами параллельных вычислений. Здесь также находятся комплекс уникальных ядерно- и электро-физических установок, лазерных стендов и материаловедческого оборудования для исследований делящихся и радиоактивных материалов; комплекс газодинамических исследований с использованием ВВ на внутреннем полигоне; научно-исследовательский испытательный комплекс с оборудованием, обеспечивающим механические и климатические испытания разрабатываемых приборов и устройств.

Приведем характерные примеры расчетно-теоретического и экспериментально-физического плана, а также работ с Европейской организацией по ядерным исследованиям (CERN).

Моделирование радиационных и термодинамических характеристик плотной плазмы. Работы по развитию моделей плотной неидеаль-

ной плазмы ведутся в течение двух последних десятилетий в кооперации со специалистами институтов РАН и зарубежных исследовательских центров. Эти работы включают разработку и совершенствование моделей расчета уравнений состояния и пробегов излучения в плотной плазме, расчетно-теоретические исследования в области спектроскопии плазмы многозарядных ионов и моделирования характеристик плазменных резонансно-усиливающих сред.

Моделирование развития гидродинамических неустойчивостей и турбулентного перемешивания. Проводятся расчеты сложных турбулентных течений многослойных сжимаемых сред, в которых зоны турбулентного перемешивания на контактных границах взаимодействуют с ударными волнами и волнами разгрузки. Используются как прямое численное моделирование по газодинамическим программным комплексам, так и расчеты по разрабатываемым полуэмпирическим моделям турбулентности.

Расчетное моделирование взаимодействия мощного лазерного излучения с веществом. Работы по исследованию условий формирования моноэнергетических релятивистских электронных пучков ультракороткой длительности под воздействием лазерного излучения на определенные мишени проводятся совместно с ФИАН, ВНИИЭФ, несколькими лабораториями и университетами США, Франции и Канады. Такие пучки используются для исследований в области управляемого термоядерного синтеза для изучения свойств веществ, в медицинских целях для радиотерапии раковых заболеваний.

При облучении тонких водородсодержащих мишеней с интенсивностью 10 Вт/см^2 возникают пучки протонов с энергией порядка нескольких гигаэлектрон-вольт. Пучки протонов таких энергий используются для протонографии, а также для изучения свойств веществ в экстремальных условиях.

Лазерные установки с ультракороткой длительностью импульса. Идея использования лазерных установок для исследований по физике высоких плотностей энергии проверена на нескольких маломощных стендах (интенсивности до $3 \cdot 10^{19} \text{ Вт/см}^2$) в 2003–2009 гг. В настоящее время ВНИИТФ приступил к модернизации работающих стендов с целью создания установки с фемтосекундными импульсами мощности в 100 ТВт.

Полупроводниковые, твердотельные и волоконные лазеры. За последние 10 лет в институте разработаны: самый мощный в России

твердотельный лазер с накачкой от лазерных диодов; одномодовые волоконные лазеры с мощностями излучения до 300 Вт; параметры лазерного оптоволокна не уступают параметрам лазерных оптоволокон ведущих зарубежных лабораторий; модули на основе лазерных диодов для оптоволоконных и медицинских лазеров с мощностью излучения до 160 Вт с параметрами на уровне лучших мировых производителей; технология изготовления кварцевых микроструктурированных оптических волокон со сверхвысокой числовой апертурой.

Сотрудничество РФЯЦ-ВНИИТФ с CERN. Институт участвовал в проектировании и изготовлении элементов детекторов ATLAS и CMS Большого адронного коллайдера. Разработка передней калориметрии Черенковского кварцевого калориметра проведена нами совместно с ИТЭФ. По разработанной конструкторской документации и технологии было изготовлено и поставлено в CERN два абсорбера передних калориметров, состоящих из 18 модулей весом 72 т каждый. За эту работу ВНИИТФ был удостоен «Золотой премии CERN» (2003 г.).

ВНИИТФ провел отработку технологий и выпустил конструкторскую документацию «Большого колеса» детектора ATLAS для коллайдера (диаметр 25 м, вес более 100 т). Кроме того, ВНИИТФ изготовил полномасштабную 1/8 часть «Большого колеса» – октант, который был доставлен в CERN и прошел все регламентные испытания.

С 2007 г. ВНИИТФ включился в международный проект LINAC4 (новый инжектор для коллайдера) и совместно с ИЯФ СО РАН разрабатывает и изготавливает ускоряющую структуру CCDTL (Coupled Cavity DTL, линейный ускоритель с трубками дрейфа и ячейками связи) на энергию 50–100 МэВ для нового линейного ускорителя.

К числу работ для LINAC4 относятся:

1. Разработка конструкторской документации на ускоряющие модули CCDTL; разработка конструкции корпусов резонаторов и ячеек связи; тепловые расчеты корпусов для оптимизации системы охлаждения резонаторов; разработка конструкции ускоряющего модуля (3 резонатора и 2 ячейки связи на опорной раме); разработка конструкции рам, прочностные расчеты.

2. Изготовление корпусов резонаторов и ячеек связи (21 резонатор и 14 ячеек связи); механическая обработка корпусов с высокой точностью; нанесение медного гальванического покрытия на внутренние поверхности корпусов

толщиной 30–50 мкм (внутренний диаметр резонаторов 520 мм).

Заключение. РФЯЦ-ВНИИТФ вступил в XXI век, начало которого не обещает, что он будет более простым, чем предыдущее столетие. Кардинально изменились политика и экономика страны, осложняется международная обстановка, усиливается влияние на нее активизирующихся террористических организаций, проявляются новые вызовы стратегической стабильности, требующие адекватных действий сил мира и прогресса. В этой обстановке главной задачей ведущего предприятия ядерно-оружейного комплекса страны остается повышение обороноспособности государства, поддержание боеготовности действующего ядерного арсенала, обеспечение его эффективности, надежности и безопасности.

В сложнейших условиях организационного периода (1955–1960 гг.) коллектив института создал ядерные и термоядерные заряды оригинальной конструкции. С первых работ по созданию образцов ядерного оружия основными краеугольными принципами его разработчиков в РФЯЦ-ВНИИТФ были: безопасность, надежность и эффективность создаваемых изделий, простота и удобство их эксплуатации. Прошедшие годы деятельности института и опыт эксплуатации в войсках наглядно показали и подтвердили, что эти принципы воплощены в жизнь.

За все время своей деятельности РФЯЦ-ВНИИТФ приобрел определенный опыт выполнения международных проектов, обладает мощной вычислительной, экспериментальной и производственной базой и, самое главное, высококвалифицированными учеными и специалистами. К своему 60-летию Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е. И. Забабахина подошел как один из крупнейших ядерных центров мира.

Институт не только продолжает ранее начатые и востребованные заказчиком научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, но и развивает новые направления по оборонному и гражданскому секторам своей научно-производственной деятельности, оставаясь ведущим предприятием ядерного оборонного комплекса России.

ЖЕЛЕЗНОВ Михаил Евгеньевич –
директор РФЯЦ-ВНИИТФ

РЫКОВАНОВ Георгий Николаевич –
научный руководитель, академик РАН

АВРОРИН Евгений Николаевич –
почетный научный руководитель, академик РАН