

# Научное руководство в атомной энергетике

RUSSIAN RESEARCH CENTRE  
KURCHATOV INSTITUTE

РОССИЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
"КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ"



Институт научного руководства проблемой являлся специфической особенностью организации исследований и разработки в атомном проекте Советского Союза, отличающей его от других крупных направлений техники, как, например, кораблестроение, авиостроение, ракетостроение и другие.

В процессе создания атомной энергетики и в разделении функций разработчиков прежде всего проявились традиции и опыт существовавшей энергетики, где интегратором всех решений по объекту являлся не генеральный конструктор, что органично для самолета или ракеты, а проектант, собирающий объект из кубиков-конструкций систем и оборудования. Другими основными участниками разработки являются конструктор реакторной установки и научный руководитель (под этими понятиями прежде всего подразумеваются организации, а уже потом — персонал). Однако специфические особенности атомной станции формируются принципиальными чертами и конструкцией реакторной установки, что требует очень тесной и согласованной работы в практически параллельной поэтапной разработке реактора (реакторной установки) и станции в целом. В этих условиях особая координирующая и связующая роль достается научному руководителю, который должен отслеживать оптимальность конструкторских и проектных решений, чтобы правильно учесть и наиболее полно реализовать физические особенности ядерной установки, в первую очередь, обеспечивая осуществимость и безопасность происходящих в ней процессов. В задачи научного руководства входило, особенно на первых этапах развития, решать все проблемы, по которым не было достаточных знаний, и отвечать на все новые вопросы, которые возникали в процессе разработки.

Ограниченность знаний и большое количество «белых пятен» в пионерских проработках помешало центру тяжести функций и обязанностей научного руководства в область изучения и решения всех новых проблем, возникших в процессе разработки. Это прежде всего относилось к вопросам нейтронной физики и цепной реакции деления, тепловыделения и теплоотода в активной зоне, воздействия излучения на материалы и радиационного материаловедения, химического поведения теплоносителя, конструкции и работоспособности ядерного топлива, радиационной опасности, радиационной защиты и поведения осколков деления во всех нормаль-

ных и аварийных условиях, пределов эксплуатационных возможностей ядерной энергетической установки и многого другого.

Условием для осуществления полноценного научного руководства разработками было создание необходимой экспериментальной и расчетно-вычислительной базы. В области нейтронной физики — ядерно-физические стенды с критическими и подкритическими сборками; в области теплотехники — теплотехнические стенды для изучения процессов теплоотода в условиях, максимальным образом моделирующих натурные; в области материаловедения и разработки конструкций ядерного топлива и активных зон — материаловедческий реактор с горячими камерами; в области радиационной защиты — специальный исследовательский реактор с экспериментальными устройствами и др.

Необходимая экспериментальная база создавалась также в конструкторских бюро, проектных институтах и других специализированных организациях.

Однако в этих организациях в первую очередь создавались экспериментальные установки для поддержки работ по прямой ответственности этих организаций. В таком развитии событий изучение физических характеристик активных зон реакторов длительное время оставалось монополией научного руководителя, обуславливая тем самым необходимость самого тесного взаимодействия разработчиков-конструкторов и научного руководства и следовательно, практическую весомость научного руководства.

Особенности цепной реакции в различных композициях активной зоны реактора — основа структуры и конструкции активной зоны, а отсюда и источник всех основных технических особенностей и конструкции реактора, а далее — и всей атомной станции. Начиная или развивая какое-то направление энергетических реакторов, после изучения различных ядерных взаимодействий и количественных характеристик элементарных процессов необходимо было переходить к изучению интегральных и детальных характеристик разнотопочных систем. Это создавало базу для теоретического описания и математического моделирования процессов в активной зоне. Переход к конкретному конструированию реактора вызывал необходимость следующего этапа исследований: изучение модельных критических систем, как можно больше приближенных к реальным, для представительного количественного описания ней-

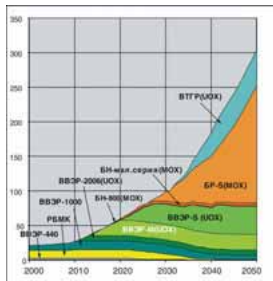


Рис. 1. Структура установленной мощности АЗ на перспективу до 2050 г.



Рис. 2. Титульный лист одного из первых отчетов Атомного проекта

тронно-физических характеристик активной зоны. Заключительным этапом могло быть изучение в критическом режиме натурной активной зоны или максимально возможной ее представительной части. Эта линия до конца была реализована применительно к реакторам с легководным замедлителем.

Важной областью проявления функций научного руководства стала стадия пуско-наладочных работ и освоения проектных показателей атомных станций, где еще раз проявились факторы «интеграции понимания объекта» и широкой квалификации, характерные для «первопроходческих» этапов (что имело место и на первоначальных стадиях разработок новых объектов).

**В рамках осуществленных в последнее время разграничений задач участником разработки проектов атомных станций можно перечислить такой достаточно устойчивый набор основных полномочий организационно-научного руководителя в области атомной энергетики:**

— разработка концепции безопасности АС, основных технических характеристик и технических

заданий на АС и РУ (совместно с генеральным конструктором АС, генеральным проектировщиком и главным конструктором РУ);

— решение научно-технических задач, связанных с ядерной и радиационной безопасностью;

— научное руководство созданием активной зоны реактора и научное сопровождение работ по радиационной стойкости материалов и технологии поддержания качества первичного теплоносителя; участие в обосновании физических характеристик РУ, включая формирование требований к уровню обеспечения безопасности;

— разработка совместно с генеральным проектировщиком АС и главным конструктором РУ требующихся в процессе проектирования АС и конструирования РУ документов по обоснованию безопасности;

— осуществление внутренней экспертизы при разработке проекта в рамках программы обеспечения качества;

— обеспечение научного сопровождения проектов АС и РУ, включая формирование требований к научным исследованиям по принципиальным вопросам безопасности и экономической эффективности;

— обеспечение разработчиков современными требованиями к расчетным методикам и кодам, а также обеспечение соответствующими кодами для обоснования безопасности, выбора нейтронно-физических и теплогидравлических характеристик активных зон, подтверждения радиационной безопасности;

— осуществление авторского надзора за выполнением проектных решений, связанных с безопасностью и экономической АС и РУ, в пределах своих функций;

— осуществление научного руководства пуском и освоением проектной мощности блоков опытной или головной АС с реакторной установкой нового типа;

— осуществление консультаций по научным вопросам и решение проблемных вопросов.

Научный руководитель проекта АС и РУ несет ответственность совместно с генеральным проектировщиком АС и главным конструктором РУ за выбор и соответствие концепции безопасности и основных технических решений АС и РУ передовому научно-техническому уровню, действующей нормативно-технической документации.

В современных условиях функции научного руководителя дополнены задачей оценки стратегических перспектив развития ядерной энергетики, выбора оптимальных путей ее развития с учетом требований безопасности, экономической эффективности, ресурсообеспечения и возможности обеспечить устойчивое развитие общества. Фактически состоялся перенос функций научного руководителя непосредственно с ядерной установки на весь ее жизненный цикл, что, в свою очередь, придает особую важность стратегическим исследованиям.

Формирование атомного энергопромышленного комплекса на основе передовых технологий является необходимым условием обеспечения энергетической безопасности и перехода страны к инновационному типу развития. Инновационные подходы требуются для:

— создания структуры системы атомной энергетики, адекватной требованиям устойчивого развития;

— создания конструкционных материалов, теплоносителей и топлив с требуемыми свойствами;

— контроля и управления нуклидными составами и нуклидными потоками в системе АЭ.

Как минимум, до 2030 года (рис.1) развитие ядерной энергетики будет происходить по пути эволюции легководных реакторов на тепловых нейтронах. Проект АЭС-2006М с учетом всех модернизаций классического водо-водяного корпусного реактора можно будет рассматривать в качестве асимптотического проекта, который в полной мере использует потенциал эволюционных возможностей совершенствования реакторов типа ВВЭР. Следующий этап развития корпусного направления — это создание ВВЭР с увеличенным коэффициентом воспроизводства (ВВЭР-С). Начиная с 2020 года, их будут постепенно дополнять реакторы на быстрых нейтронах с расширенным воспроизводством топлива, а начиная с 2030 года — высокотемпературные газовые реакторы, основной задачей которых, кроме производства электроэнергии, будет получение высокопотенциального тепла для промышленного использования. Впоследствии возникнет необходимость постройки жидкосольевых реакторов для трансмутации минорных актиноидов и замыкания топливного цикла по тяжелым элементам.

За последние 65 лет коллективами реакторных подразделений РНЦ КИ были разработаны научно-технические основы и развиты технологии реакторостроения применительно ко всем областям использования атомной энергии.

Под научным руководством РНЦ КИ в России и за рубежом создано 643 ядерных реактора, из них:

- 14 промышленных реакторов;
- 68 водо-водяных энергетических реакторов (ВВЭР);
- 17 канальных уран-графитовых реакторов (РБМК);
- 523 транспортных реактора;
- 11 «летательных» реакторов (включая наземные прототипы);
- 10 экспериментальных и исследовательских реакторов.

Особенности осуществления функций научного руководителя своими корнями уходят в организацию работ по атомному проекту, имевшему своей целью создание ядерного оружия и необходимой для этого атомной промышленности, научное руководство которым на заре атомной эры осуществлялось Лабораторией № 2 АН СССР — так тогда называлась Курчатовский институт, (рис. 2-3). В связи с образованием в 1946 году филиала Лаборатории № 2 (КБ-11) работы сектора 6 были переданы филиалу (вместе с переводом в Саров части сотрудников во главе с Ю. Б. Харитоном). В настоящее время Российский федеральный институт центр — «Всероссийский институт экспериментальной физики» является крупнейшим научным центром атомной отрасли, который возглавляет ведущий российский ученый В. Е. Костюков.

Российский научный центр «Курчатовский институт» сердечно поздравляет Валентина Ефимовича с 60-летием и желает ему и возглавляемому им институту дальнейших успехов в решении важнейших научно-технических задач в интересах ядерного оружейного комплекса России.

Ю. М. СЕМЧЕНКОВ,  
В. А. НЕВИНИЦА

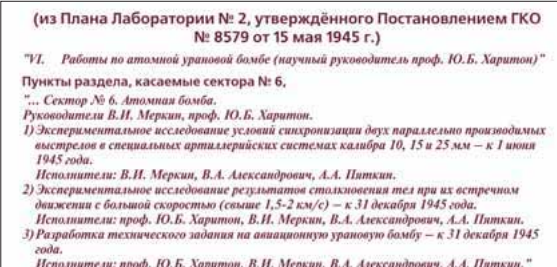


Рис. 3. Фрагмент плана работ Лаборатории № 2