

# ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА РОССИИ: ДВАДЦАТЬ ЛЕТ БЕЗ АВАРИЙ

**Борис ГОРДОН**

**К**аждый раз в годовщину аварии на Чернобыльской АЭС в средствах массовой информации появляются многочисленные статьи, обзоры, интервью, приуроченные к этому трагическому событию в истории развития атомной науки и техники... К 20-летию аварии, без сомнения, их будет еще больше. И каковы бы ни были причины появления этих материалов, ясно, что чернобыльская авария продолжает влиять на наше общество, и «пепел Клааса» не позволяет забыть эту трагедию.

Это сравнение близко к тому, что испытывают работники атомной отрасли, для которых Чернобыль - непреходящая боль и предмет до сих пор ожесточенных споров: в чем причины, кто виноват, что делать, как жить дальше?

Мои коллеги и те, кто был связан с РБМК (тип реактора, который был установлен на Чернобыльской и некоторых других АЭС), и те, кто проводили исследования

*Гордон Борис Григорьевич - директор Научно-технического центра по ядерной и радиационной безопасности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, доктор технических наук, профессор МИФИ*

применительно к другим типам реакторов, в профессиональных разговорах поминают Чернобыль едва ли не чаще, чем черта: то ли как точку отсчета, то ли как своеобразную меру, то ли как проклятие. Более того, до сих пор появляются результаты новых научных работ, новые данные и гипотезы вокруг событий 20-летней давности на Чернобыльской АЭС.

К 20-летию аварии среди многих специалистов возобладала точка зрения, что, мол, хватит оправдываться, что было - то было, надо извлечь из произошедшего уроки, достоверно определить последствия, предпринять все необходимые меры, чтобы подобное не повторилось, и двигаться дальше, не оглядываясь. Тем более, что только в 2005 г. опубликован доклад комиссии ООН, которую трудно обвинить в предвзятости. В документе черным по белому приведены конкретные цифры, сделаны четкие выводы. И, следовательно, - хватит пугать самих себя.

Как и всякая человеческая позиция, такая точка зрения уважаема, но ограничена. Как, впрочем, и та, которую я буду излагать ниже.

Сто лет назад человечество приступило к овладению такими силами и такими концентрациями энергии, с которыми не сравнится ни одна из уже использовавшихся технологий. А Чернобыль - это материализовавшееся пре-

дупреждение об их величине и величии. И надо ежечасно помнить об этом и делать все возможное, чтобы более таких предупреждений не понадобилось, делать сегодня и всегда. Сконцентрируемся на двух основных вопросах: как с позиций сегодняшних знаний, во-первых, оценить возможность повторения подобных аварий и, во-вторых, относиться к последствиям чернобыльской аварии?

## ЯДЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Не вдаваясь в терминологические споры, отметим, что существо ядерной безопасности - это предотвращение аварий. Зададим себе простой вопрос: может ли сегодня произойти ядерная авария на атомной станции? Специалисты при этом отвечают примерно так: сегодняшние РБМК существенно модернизированы и усовершенствованы. Устранены те недостатки конструкции, которые проявились в Чернобыле. Вместе с тем изменены важнейшие характеристики ядерного топлива, созданы практически новые системы измерений, управления и защиты реактора, построены новые системы локализации аварии, а все атомные станции снабжены полномасштабными тренажерами. Создана также эффективная система подготовки оперативного персонала, осуществляется психофизиологический контроль за его состояни-

ем, регулярно проводятся противоаварийные учения, эффективно функционирует государственная система регулирования безопасности, соответствующая международным стандартам, и т. д.

Более того, все эти выводы подтверждены проведенными экспертами безопасности и постоянными инспекциями независимого национального регулирующего органа, рядом авторитетных международных экспертиз, результатами специальных проектов МАГАТЭ, регулярными инспекционными миссиями МАГАТЭ, проверками Всемирной ассоциации организаций, эксплуатирующих атомные станции, наконец, результатами собственных контрольных инспекций Росэнергоатома и т. д.

Перечень проведенных мероприятий можно продолжить. 20 лет, действительно, не прошли даром, можно вспомнить о проведенных комплексах расчетов, о новых экспериментах, датчиках, приборах... Но согласитесь, это все-таки ответ не на поставленный вопрос, а на вопрос о том, что сделано за эти годы для обеспечения безопасности. Да, проведена действительно огромная работа, получены принципиально новые и более точные знания об объекте, ну и что, исключили ли эти меры ядерную аварию?

Я 17 лет проработал во Всесоюзном теплотехническом научно-исследовательском институте, бывшем в те годы, пожалуй, единственным институтом в стране, который последовательно выступал против программы сооружения реакторов РБМК для широкомасштабной ядерной энергетики. Это при том, что опыт эксплуатации Ленинградской АЭС, подведомственной Минсредмашу, был в малой степени доступен нашему ВТИ, входившему в систему Минэнерго. И хорошо помню, как подтрунивали над начальником соседней лаборатории РБМК, что такая позиция лишит его работы. Хотя что могла поделаться в те годы «речная баржа» ВТИ с «океанскими флагманами» Минсредмаша?

Но и с последними иногда приходилось соприкасаться. За три года до Чернобыля в Курчатовском институте были проведены исследования, указывавшие на недостатки конструкции реакторов РБМК, подтвердившиеся впоследствии при аварии. Но проявлялись они

при таких режимах эксплуатации, которые, казалось, невозможно создать на действующем реакторе.

Эти примеры говорят о том, что и до чернобыльской аварии звучали разные голоса, высказывались разные мнения, равноправные до аварии и оправдавшиеся после нее. Специалисты помнят события на четвертом энергоблоке Курской АЭС в 1999 г., когда сочетание ряда маловероятных событий было отработано системами безопасности и не привело ни к каким последствиям. Но случилось же оно и стало свидетельством того, что не все еще нам известно об особенностях эксплуатации реакторов. Это же общечеловеческая проблема - выделить голос из хора. И поминать лихом можно лишь себя.

В самых общих чертах формулировка причин чернобыльской аварии звучала так: маловероятное сочетание недостатков конструкции, вызванных неполнотой знаний, с низкой культурой безопасности эксплуатационного персонала. Сколько копий было сломано за 20 лет между теми, кто обвинял физиков и конструкторов, и теми, кто виновниками считал персонал АЭС! Последний принял на себя основные удары вышедшей из повиновения стихии, и среди него были первые жертвы. Но и те, и другие самоотверженно участвовали в ликвидации последствий аварии, и при этом осуждены судом три сотрудника АЭС и инспектор надзора.

Не здесь и не сейчас продолжать эти споры. Можно только добавить аргументы той или иной стороне. А чтобы принять чью-либо позицию полностью, надо отставаться глухим к другим доводам. Известно, что причины любых крупных техногенных аварий - это всегда невероятное сочетание дефектов конструкции с ошибками человека. И чем крупнее авария, тем невозможней ее себе представить. Вот вывод, который можно сделать из всего вышесказанного. И наши представления об авариях всегда определяются уровнем сегодняшнего понимания.

Из приведенных выше общих фраз следует конкретный вывод. Как бы велики не были наши знания о действующих АЭС, сколько бы сил и денег мы не вложили в обеспечение их безопасности, ядерная авария маловероятна, но возможна даже на самых сов-

ременных АЭС.

Это вовсе не значит, что она непременно произойдет. Количество АЭС и сроки их эксплуатации ограничены. Если сравнить тяжелую аварию, приводящую к уничтожению объекта, со смертью человека, то человек умрет обязательно, а объект может и должен быть извлечен от такой кончины и своевременно выведен из эксплуатации. Весь вопрос в том, как определить это «свое» время?

Именно потому, что мы живем в такой стране, где запросто могут столкнуться паровоз с пароходом, я приведу такой пример. И он не случаен. Есть два основных вида явлений, реализация которых может стать исходным событием маловероятных, или как их еще называют, «тяжелых» аварий - ядерно-физические (реактивные) и повреждение оборудования, - в конечном счете способных привести к разрушению контура теплоносителя, охлаждающего ядерное топливо.

Реактивные аварии могут явиться причиной неконтролируемого роста параметров теплоносителя и последующего разуплотнения контура охлаждения. Повреждения оборудования, вызванные охрупчиванием, усталостью металла, коррозией и т. д., также могут привести к разуплотнению контура теплоносителя. На Чернобыльской АЭС реализовался первый вид явлений. Теперь посмотрим, что может произойти при реализации второго вида. Аварии на РБМК с разуплотнением барабана сепаратора, главных трубопроводов, обеспечивающих циркуляцию, так же, как разуплотнение корпуса ВВЭР (тип реактора, с которым связываются перспективы развития ядерной энергетики России), считаются маловероятными.

По мере эксплуатации реактора металл корпуса ВВЭР облучается нейтронами, его прочность контролируется различными методами, в частности исследованием свойств образцов-свидетелей. На случай, если не хватает знаний, будет ли сходным поведение металла массивного корпуса и небольшого образца под воздействием нейтронов, в прочностных расчетах используются консервативные допущения, а величины коэффициентов принимаются с запасом. А если запаса недостаточно, если образцы не те, стоят не там,

где надо, или их вообще нет?

Именно эти вопросы возникали у экспертов при продлении срока службы первых энергоблоков ВВЭР-440. Не надо забывать и о том, что знания экспертов также ограничены. Ресурс металла корпуса реактора - основной фактор, определяющий «свое» время эксплуатации ВВЭР, и не важно, нейтроны ли станут причиной ухудшения прочностных свойств или иные процессы, не дай нам бог ошибиться, не то опять получим «недостаток конструкции, вызванный неполнотой наших знаний».

Что же касается персонала, то «20 лет без войны» могут притупить бдительность самых ответственных «генералов и солдат». К тому же, анализируя нарушения эксплуатации, даже концерн «Росэнергоатом» в ряде случаев фиксирует в качестве их коренных причин недостатки культуры безопасности. И где та грань, после которой недостатки культуры обуславливают ее «низкий уровень»? Вот и второй член общей формулировки причины Чернобыля.

Я не пугаю и не сгущаю краски. Росэнергоатом и другие предприятия Росатома вместе с Ростехнадзором и НТЦ ЯРБ ведут планомерную системную совместную работу, благодаря которой маловероятные аварии не происходят. Но надо постоянно помнить, что они могут произойти, и при любых решениях и реформах следить, чтобы безопасность АЭС обеспечивалась в первую очередь.

### **РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Основное следствие ядерной аварии - это радиационное воздействие на здоровье человека, поэтому данный раздел лучше всего изложил бы врач-радиолог. Мое же отношение мало чем отличается от представлений любого несведущего в медицине человека. Разве что по долгу службы я время от времени читаю книжки и статьи, отчеты и доклады по радиационной медицине, которая является одной из самых молодых врачебных дисциплин.

Действительно, радиация как физическое явление открыта чуть более ста лет назад, а гены - и того меньше, так что у современного обывателя, пожалуй, больше знаний в этой области, чем у Гипократа или Парацельса. Даже в опередивших свое время статьях

А. Д. Сахарова 1960-х гг. еще не было четкого разделения двух видов радиационных эффектов: детерминистских и стохастических. Ныне же понимают их таким образом: при детерминистском (причинном, пороговом) эффекте существует причинно-следственная связь между величиной воздействия и последствием: получил дозу выше определенного предела - есть опасность заболеть лучевой болезнью. Последняя в зависимости от полученной дозы бывает разных степеней, при которых больной излечивается либо умирает. Смерть - всегда дело времени...

При стохастическом (вероятностном, беспороговом) эффекте такой связи нет: при получении дозы возникает дополнительная вероятность ракового заболевания или генетических изменений. Такая вероятность есть всегда, радиация же может только увеличить ее в зависимости от величины дозы, путей и вида облучения, органа поражения, пола, возраста и т. п. Генетические изменения редко приводят к смерти, а рак имеет стадии, иногда он излечивается, иногда нет. Принципиальная разница с детерминистскими эффектами состоит в том, что раком заболевают по разным причинам, а лучевой болезнью только после облучения.

До настоящего времени гипотеза об отсутствии порога стохастических эффектов - предмет научных дискуссий. Существуют исследования, убедительно доказывающие положительный эффект некоторых величин радиационного воздействия (увеличение продолжительности жизни, улучшение ее качества). Однако медицина не относится к точным наукам, изучающим количественные закономерности между характеристиками организма.

Врачи лечат конкретного человека, а объектом количественных зависимостей являются коллективы, когорты, популяции. Обывателю, вроде меня, должны быть известны, разжеваны, понятны результаты исследований этих когорт. А то однажды на поминках моей давней приятельницы, умершей от рака, сидели рядом ее коллеги и считали: «Юра умер от рака, Саша умер от рака, теперь вот она». А ведь это - врачи, периодически занимавшиеся в Чернобыле психической реабилитацией ликвидаторов. Они не радиологи, поэто-

му не думают, составляют ли они представительную когорту, какова функция распределения по ней полученных доз и т. п. Они на практике связывают пребывание в Чернобыле со смертью от рака. Так и рождаются заблуждения, слухи, мифы, которые многократно усиливаются СМИ, накладываются на тот черный информационный фон, который уже 20 лет сопровождает аварию и препятствует пониманию существа последствий радиационного воздействия на здоровье. Ведь и так «каждый день все опасней оставаться в живых».

Я хорошо помню, как в 1986 г., слушая редкие выступления специалистов-радиологов на телевидении, был уверен, что все они связаны партийной дисциплиной, прикормлены Средмашем, и веры им нет ни на грош. К тому же мы все знали, что если в СССР заболеешь чем-нибудь серьезным, то правду не узнаешь, ее закамуфлируют как бы для твоей же пользы. А тут авария - куда еще серьезнее?

Позже, прочитав книги и статьи специалистов из институтов биофизики, радиационной медицины и радиационной гигиены, я с удивлением обнаружил, что конкретные значения реальных смертей, случаев лучевой болезни, достоверных раков - в тысячи раз ниже цифр, звучавших из уст тележурналистов и репортеров и журналистов. Хотя ошеломляющие цифры последних также подтверждались врачами, профессорами и даже академиками и сопровождалась картинками двухголовых телят, уродцев-зародышей. Эта другая группа, присвоив себе наименование «экологии», не специализировалась по радиационной медицине, но была многочисленна, напориста и многословна. Кому же верить?

Значительно позже, прочитав многотомные исследования по радиационной медицине, познакомившись лично со специалистами-радиологами, я был покорен их научной основательностью, глубиной знаний и человеческой порядочностью.

Я также имел возможность осуждать последствия аварии с некоторыми видными представителями «экологов» и обнаружил существование целого пласта литературы, связанной с само- и перекрестным цитированием. Но в тех книгах я не нашел главного, что отличает научный подход: опи-

сания методик исследований и источников информации. А в редких случаях, когда методики были приведены, они не выдерживали критики даже со стороны технаря, которым я являюсь.

Оставим в стороне обвинения в ангажированности. Презумпция порядочности имеет в науке принципиальное значение. Основная причина научных разногласий - ограниченность наших знаний. При решении споров приглашают независимых экспертов. К таковым, безусловно, относится упомянутая в начале статьи комиссия ООН, состоявшая из сотни радиологов из разных стран. В ее распоряжении были все опубликованные данные обеих сторон. И вот количественная оценка радиационных последствий Чернобыля: число людей, которые достоверно получили повышенные дозы и которые могли или могут погибнуть, составляет около 4 тысяч. Из них 59 погибли, остальные живы, хотя могут умереть от рака, развившегося в результате радиационного облучения. И качественная оценка: основная причина того, что миллионы людей считают себя больными в результате аварии, - это неправильные организационные и информационные действия государственных органов при ликвидации последствий аварии. Можно ли считать эти выводы окончательными, после которых можно идти дальше, не оглядываясь?

Выводы комиссии ООН сделаны на достоверной научной базе 20-летнего периода и касаются, в основном, современников аварии, а не их потомков, многие из которых еще не родились. Из этих выводов следует, что пора бы прекратить разговоры о миллионах, погибших из-за чернобыльской аварии. Из миллионов умерших после аварии только 59 человек погибли вследствие аварии. Это вывод независимых экспертов. Для большого числа людей выводы комиссии ООН оказались неожиданными. Но как читатель упомянутых выше книг, я могу засвидетельствовать, что качественные выводы комиссии полностью совпадают с высказанными ранее мнениями отечественных радиологов, а количественные результаты по сути уточняют сделанные ранее прогнозы российских специалистов по радиационной медицине.

Но знания и этих ученых тоже

ограничены. Разумеется, все мы, жившие в те годы, воспринимаем данные комиссии ООН всего лишь как нижнюю, минимальную оценку радиационных последствий чернобыльской аварии. Эта оценка имеет под собой научную основу. Однако стремление тогдашних властей приуменьшить масштабы аварии, скрыть негативную информацию и собственную некомпетентность - все это хорошо известно современникам аварии. Я не встречал сведений о какой-то централизованной партийной директиве преуменьшать последствия аварии. Но весь идеологический настрой тех лет был нацелен на сокрытие их истинных масштабов от населения. А общество, в свою очередь, привыкло не верить властям, зная об идеологических, законодательных и иных механизмах искажения информации.

Эта почва позволила так называемым «экологам» и некоторым работникам СМИ внедрить в сознание общества цифры о миллионах погибших и десятках миллионов пораженных. Но боюсь, что никто не имеет достаточно достоверных научных данных, чтобы сделать верхнюю оценку масштабов аварии. Были же люди, дозиметры которых зашкаливали на двух миллизивертах, были солдаты, дозы которых не измерялись вовсе, были специалисты, выполнявшие обеспечивающие работы, но не признанные участниками ликвидации аварии и т. п. Мы знаем о существовании таких людей, но не знаем ни их количества, ни величины полученных ими доз. Эти группы, по-видимому, не попали в реестр пораженных, составленный комиссией ООН.

В докладе экспертов ООН говорится о 200 тыс. работников, принимавших участие в аварийно-восстановительных работах в первые полтора года, 116 тыс. эвакуированных лиц и 270 тыс., проживающих на загрязненных территориях. А «Гринпис» утверждает, что умерли миллионы, на загрязненных территориях приживается более 3 млн человек, а в ликвидации последствий аварии приняло участие 600 тыс. человек. Но в отличие от цифр из отчета экспертов ООН эти значения не являются верхней оценкой, так как ничем не подтверждаются. Но и опровергнуть их нельзя. Такое положение - одно из важнейших по-

следствий аварии, обусловленное тем временем, теми властью и нравственностью. Там, где есть почва для спекуляций, найдутся и лжецы, и обманутые.

Вместе с тем полезно знать, что из 280 тыс. человек, подвергшихся облучению в Хиросиме и Нагасаки, до сих пор живы 45%. Однажды я столкнулся с такой информацией. После аварии на АЭС «Три-Майл-Айленд» в США в окрестностях станции достоверно повысилось количество заболеваний раком. И это при том, что выбросов радиоактивных веществ за герметичную оболочку ограждения АЭС не было. Данное явление связали с психологической травмой, инициировавшей онкологические заболевания. Не думаю, что механизмы возникновения рака изучены настолько, чтобы однозначно принять или опровергнуть такую зависимость. Недостаток знаний, как и сон разума, «рождает чудовищ».

Наряду с недостаточностью информации о количестве пораженных существует и недостаточное знание механизмов отдаленного воздействия радиации на организм. Но вряд ли даже очень опытные врачи станут утверждать, будто им известны все последствия облучения в поколениях тех, кто подвергся облучению сверх естественного фона, включая те 4 тыс. человек, которые облучились сверх нормы. Хотя в научной литературе встречаются мнения, что эффектов воздействия радиации на наследственность выявить не удастся, прошло мало лет для доказательства таких воззрений. Генетические, долговременные, еще не проявившиеся последствия, выходящие за пределы жизни облученного поколения, остаются источником всяческих фобий. Самый сильный страх - от неведомого. И количество людей, пострадавших от чернобыльской аварии, насчитывает миллионы, но поражены они не столько радиацией, сколько обманом, невежеством и страхом.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как-то я прочитал такой афоризм: «Безопасная, но неконкурентная ядерная энергетика так же не нужна, как небезопасная». Оставляя за скобками лингвистическую неточность, ведь любая современная энергетика не безопасна, понятно, о чем идет речь. Детерминистски безопасный реактор,

радиационное воздействие которого за пределами его герметичного ограждения не превысит нормативных значений при любых самых невероятных авариях, можно назвать просто безопасным. То есть, это такой реактор, который в силу естественных физических свойств самозащищен от аварий, подобных чернобыльской. Это не РБМК и не ВВЭР. Какой тип реактора может быть признан детерминистски безопасным, в настоящее время активно обсуждается всеми атомщиками. Так вот об афоризме: если такой реактор стоит очень дорого, то он не нужен.

Да, не нужен сегодня. Но если бы такой реактор все-таки построили и ввели в эксплуатацию, его роль в энергетической безопасности была бы подобна атомной бомбе в обеспечении безопасности. Само существование такой технологии гарантировало бы энергетическую безопасность и независимость от истощения иных энергетических ресурсов. Средства тратятся на разработку ядерного оружия и поддержание его боеготовности не для бизнеса или прибыли, а для гарантий безопасности страны. Созданием детерминистски безопасного реактора человечество подвело бы черту под начальным этапом развития ядерной энергетики и избавилось бы от дамоклова меча аварии, подобной чернобыльской.

Согласно действующему законодательству, научно-техническую политику в области использования атомной энергии формирует Росатом. Какие же актуальные проблемы занимают сейчас умы моих коллег?

Какой проект ВВЭР может быть внедрен в ближайшие 2-3 года для сооружения? Как осуществлять лицензирование этого «базового» проекта? Какой тип реактора наиболее перспективен для разработки рабочего проекта в следующие 20-30 лет? Какой должна быть система нормативного регулирования согласно закону «О техническом регулировании»? Какова программа работ по ликвидации последствий прежней деятельности, связанной с созданием ядерного оружия?

Все это крупные и важные вопросы. Но нельзя забывать, что именно после Чернобыля перед ядерной энергетикой постоянно и актуально на первом месте стоит основная задача - предотвращение аварий на действующих энергоблоках. Ибо только при ежедневном обеспечении безопасности эксплуатируемых АЭС можно отвечать на перечисленные выше вопросы и создать реактор, исключаяющий повторение чернобыльской аварии.

В заключение я хотел бы привести слова академика Л. П. Феоктистова, под которыми подписалось бы подавляющее число атомщиков: «В освоении ядерной энергии мы не в конце пути, как многим казалось до чернобыльской трагедии, а где-то в самом начале».

## ЧЕРНОБЫЛЬСКИЙ

след

# ОБЪЕКТ «УКРЫТИЕ» - НЕ ТОЛЬКО СИМВОЛ ГЕРОИЗМА И САМООТВЕРЖЕННОГО ТРУДА ЕГО СТРОИТЕЛЕЙ. ОН СПРАВИЛСЯ С ВОЗЛАГАВШЕЙСЯ НА НЕГО МИССИЕЙ - ПРЕГРАДИЛ ПУТЬ МОЩНЫМ ИСТОЧНИКАМ РАДИАЦИИ

**30** ноября 1986 г. вошло в летопись преодоления чернобыльской аварии как день завершения строительства сложного уникального сооружения - объекта «Укрытие», широко известного миру как «чернобыльский саркофаг». Он закрыл остатки разрушенного четвертого энергоблока Чернобыльской АЭС, тем самым преградив путь мощным источникам радиации, и стал символическим памятником героизму и самоотверженному труду сотен тысяч людей, которые его строили.

Вместе с тем объект «Укрытие» стал еще и сложной проблемой, которая требует неотложного решения. Ведь большое количество ядерных материалов, высокоактивных отходов, которые накрыл собой «саркофаг», отделено строительными конструкциями, не имеющими достаточной надежности и прочности.

«Саркофаг» был построен в рекордно короткий срок, причем большинство его конструкций устанавливалось дистанционно на удаленные участки разрушенного блока. Понятно, что такой способ строительства не позволил обеспечить ни герметичности, ни необходимого качества в выполнении конструктивных соединений, однако это был единственный возможный способ возведения защитного укрытия в условиях высоких уровней радиации в 1986 г. А после завершения строительства объекта из-за заголов и радиации нельзя было проводить надлежащий осмотр конструкций и их своевременный ремонт или замену. В итоге в объекте «Укрытие» отсутствует система контроля состояния строительных конструкций, а единственным источником информации обо всех изменениях, которые с ними происходят, является визуальное обследование сооружения усилиями специалистов.

Бесконечное устранение угроз, связанных с нестабильными