

ГОСАТОМНАДЗОР РОССИИ

**РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА УГЛУБЛЕННОЙ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ
ДЕЙСТВУЮЩИХ ЭНЕРГОБЛОКОВ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ С
РЕАКТОРАМИ ТИПА РБМК.**

Махнюк О.А.

ФОРУМ-6

КИЕВ 2002

В целях реализации требований Федерального закона «Об использовании атомной энергии» и "Положения о лицензировании деятельности в области использования атомной энергии", утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 1997г. № 865, Госатомнадзором России осуществляется **лицензирование деятельности** в области использования атомной энергии.

В процессе рассмотрения документов, представленных для получения лицензии, Госатомнадзор России обязательно проводит **анализ безопасности** энергоблоков атомных станций на:

- **Соответствие проектных, конструкторских и технологических решений федеральным нормам и правилам** в области использования атомной энергии, **квалификации работников** установленным требованиям и наличие условий для ее поддержания на необходимом уровне, а также наличие и соответствие установленным требованиям системы сбора, хранения, переработки и захоронения радиоактивных отходов при осуществлении заявленной деятельности.
- **Полноту мер** технического и организационного характера **по обеспечению ядерной и радиационной** безопасности при осуществлении заявленной деятельности и т.д.

Результаты экспертизы документов, обосновывающих обеспечение ядерной и радиационной безопасности ядерной установки, радиационного источника, пункта хранения и/или заявленной деятельности, являются определяющими при принятии решения о выдаче или об отказе в выдаче лицензии. Наиболее **актуальная проблема**, в настоящее время, это проблема **безопасности АС с энергоблоками первого поколения**. Учитывая различный объем первоначальной документации по обоснованию безопасности 1 – 2 энергоблоков Ленинградской АЭС, Курской АЭС, Кольской АЭС, и 3 – 4 энергоблока Нововоронежской АЭС, **Госатомнадзор России определил требования к объему и содержанию обоснования безопасности** этих энергоблоков. Указанные требования нашли свое отражение в **рекомендациях по подготовке отчета** по углубленной оценке безопасности энергоблоков АС (РБ Г- 12- 42 – 97), далее - ОУОБ АС, разработанных на основе нормативных документов, с учетом рекомендаций международной экспертной группы, изложенных в Руководящих положениях для углубленного анализа безопасности выбранных АЭС с реакторами РБМК и ВВЭР в Российской Федерации, в целях реализации режима регулирования эксплуатации атомных станций.

Основным **назначением ОУОБ АС** является:

- **обоснование безопасности энергоблока с учетом его фактического состояния, включая концепцию безопасности и конкретные технические решения;**
- **выявление возможных отклонений от требований действующих нормативных документов и обоснование достаточности и эффективности принятых компенсирующих мер;**
- **обоснование уровня технического состояния сооружений, систем и элементов АС, обеспечивающего безопасную эксплуатацию энергоблока;**
- **подтверждение достаточности реализованных на энергоблоке и АС в целом эксплуатационных процедур, схем административного управления, ведомственного надзора и системы качества, позволяющих**

эксплуатирующей организации обеспечивать безопасную эксплуатацию энергоблока АС;

• демонстрация того, что фактическое влияние работы энергоблока на персонал, население и окружающую среду не превышает пределов безопасности, установленных нормативными документами.

На основании информации, содержащейся в ОУОБ АС, Госатомнадзор России должен иметь возможность оценивать достаточность принятых на АС мер для того, чтобы безопасность рассматриваемого энергоблока могла считаться приемлемой, когда обеспечиваются условия непревышения установленных доз облучения персонала и населения и нормативов по выбросам и содержанию радиационных веществ в окружающей среде при нормальной эксплуатации и проектных авариях, а также имеется возможность ограничения этого воздействия при запроектных авариях.

Исходя из целей и задач ОУОБ АС Госатомнадзором России определены требования и к содержанию документа. Оно должно быть полным, насколько это практически возможно, чтобы Госатомнадзору России для оценки безопасности не требовалось дополнительно рассматривать проектные или эксплуатационные материалы. Вместе с тем оно должно аргументировано подтверждать достаточность мер по обеспечению безопасности персонала, населения и окружающей среды. Структура ОУОБ АС должна включать Сводный том и четыре основные приложения:

Сводный том должен содержать обзор и оценку всех факторов, определяющих текущий уровень безопасности энергоблока и его изменение при проведении планируемых мероприятий, включая краткое описание методологии выполненного анализа.

Определены требования и к обязательным приложениям разрабатываемым в составе ОУОБ АС. К ним относятся: «Материалы технического обоснования безопасности (ТОБ)», «Материалы дополнительного обоснования безопасности (ДОБ)», «Вероятностный анализ безопасности (ВАБ)», «Анализ запроектных аварий».

Отчет по углубленной оценке безопасности энергоблока АС подготавливается эксплуатирующей организацией и представляется в Госатомнадзор России в составе документов, обосновывающих заявление на получение лицензии на долгосрочную эксплуатацию **конкретного** энергоблока АС.

Например, основными условиями подписанного 9 июля 1995 года «Соглашения о проектах Счета ядерной безопасности между Правительством Российской Федерации и Европейским Банком реконструкции и развития» предусматривалось, применительно к блоку №1 Курской АЭС:

- возобновление эксплуатации только на основе **долгосрочной лицензии;**
- долгосрочная лицензия на эксплуатацию выдается на основании углубленной оценки безопасности (**УОБ**);
- должно быть проведено независимое **рассмотрение УОБ** в соответствии с процедурой, принятой Госатомнадзором России;
- углубленная оценка безопасности готовится в соответствии с требованиями Госатомнадзора России;
- требования Госатомнадзора России должны соответствовать международно-признанным принципам безопасности.

В рамках реализации «Соглашения...» эксплуатирующими организациями разработаны отчеты по углубленной оценке безопасности 1 энергоблока Курской и 2 энергоблока Ленинградской АЭС.

В процессе эксплуатации на энергоблоке постоянно реализовывались мероприятия, направленные на повышение безопасности. При проведении углубленной оценки безопасности и разработке ОУОБ энергоблока № 1 Курской АЭС Эксплуатирующей организацией было принято, что энергоблок находится в так называемом **"референтном состоянии"**, которое он должен приобрести после масштабной модернизации, направленной на устранение имеющихся отступлений и приведение энергоблока к приемлемому уровню безопасности. Референтное состояние энергоблока №1 Курской АЭС определено на основе разработанной концепции безопасности энергоблока.

Референтное состояние энергоблока №1 Курской АЭС предусматривает **реализацию следующих мероприятий:**

- внедрение комплексной системы контроля, управления и защиты (КСКУЗ), включая модернизацию автоматической защиты реактора по технологическим параметрам (АЗРТ);
- первый этап загрузки уран-эрбиевого топлива;
- внедрение системы аварийного охлаждения реактора (САОР) в составе существующей системы охлаждения питательной водой и нового канала САОР-2 (одного из двух, предусмотренных проектом реконструкции);
- завершение модернизации системы надежного электроснабжения;
- завершение модернизации системы надежного снабжения технической водой.

Состояние остальных систем безопасности принято по фактическому состоянию энергоблока на 01.06.98 г.

Основные направления работ при разработке ОУОБ Курской АЭС включали в себя:

- Описание и анализ систем, важных для безопасности таких как, КМПЦ, САОР, контур охлаждения системы управления и защиты реактора (КО СУЗ), КСКУЗ (включая АЗРТ), защита КМПЦ от превышения давления, защита РП от повышения давления, система надежного техводоснабжения, система надежного электроснабжения.
 - Характеристика площадки;
 - Анализ проектных аварий, включая реактивностные аварии, аварии с потерей теплоносителя, переходные процессы, вызванные отказами оборудования, аварии при работе с топливом, внутренние события (пожары, взрывы), внешние воздействия.
 - Анализ запроектных аварий (АТWS - переходный процесс без срабатывания аварийной защиты, разрыв трубопровода и коллектора ГЦН, другие запроектные аварии,
 - Эксплуатационная безопасность;
 - Вероятностный анализ безопасности (анализ критериев успеха систем безопасности, разработку блок-диаграмм успеха, разработка моделей надежности систем, разработка компьютерной модели риска энергоблока, оценка риска.

В сентябре 1999 года эксплуатирующая организация – концерн «Росэнергоатом» обратилась в Госатомнадзор России с просьбой о проведении экспертизы материалов по углубленной оценке безопасности (УОБ) №1 энергоблока Курской АЭС.

Экспертиза ОУОБ была поручена НТЦ ЯРБ Госатомнадзора России.

Результаты экспертизы позволяют сделать следующие основные выводы и рекомендации.

Основные выводы экспертного заключения:

1. Принятая Заявителем **концепция безопасности** энергоблока №1 Курской АЭС предусматривает реализацию принципа глубокоэшелонированной защиты, основанного на применении системы физических барьеров безопасности и системы технических и организационных мер по их защите и сохранению.

При реализации принципа глубокоэшелонированной защиты предусмотрено наличие на энергоблоке работоспособных систем, важных для безопасности, использование свойств внутренней самозащищенности РБМК (саморегулирование, тепловая и механическая инерционность, естественная циркуляция) и осуществление эксплуатации в соответствии с требованиями технологического регламента эксплуатации энергоблока и других инструкций по эксплуатации.

2. Экспертиза показала, что по большинству систем, важных для безопасности, Заявителем применены **подходы и технические решения**, хорошо зарекомендовавшие себя в практике эксплуатации в течение многих лет. Большинство замечаний по результатам экспертизы относится к более полному представлению результатов обоснований, выполненных Заявителем, с учетом требований действующих нормативных документов.

3. Однако, несмотря на крупномасштабную реконструкцию, на энергоблоке № 1 Курской АЭС **остались отступления от требований нормативных документов**, устранение которых либо технически неосуществимо, либо экономически нецелесообразно. К числу оставшихся отступлений относятся следующие:

- реактор имеет ряд положительных коэффициентов (эффектов) реактивности:

- температурный коэффициент реактивности замедлителя α_c ,

- паровой коэффициент реактивности (включая эффект реактивности от обезвоживания КМПЦ) α_p ,

- эффект реактивности от обезвоживания КО СУЗ (при работе на мощности)

$R_{\text{косуз}}$:

- сохраняется неполное пространственное разделение каналов систем безопасности, включая кабельные трассы и электрические схемы;

- система защиты реакторного пространства от превышения давления имеет ограниченную пропускную способность;

- отсутствует полноценная система локализации аварий для предотвращения выхода радиоактивности в окружающую среду при авариях с разрывами. Энергоблок не рассчитан на проектную аварию с разрывом трубопровода диаметром более Ду300.

4. Следует особо отметить, что существующее техническое решение по системе защиты реакторного пространства (СЗРП) допускает при аварии с множественным разрывом топливных каналов (МРТК) принципиальную **возможность сброса радиоактивной парогазовой смеси** из РП непосредственно в атмосферу.

5. При анализе нарушений нормальных условий эксплуатации (эксплуатационных переходных режимов) и проектных аварий Заявителем обосновано, что эффективность и целостность физических барьеров обеспечивается как за счет проявления свойств внутренней самозащищенности реакторной установки с РБМК, так и за счет действия систем безопасности, обладающих достаточными характеристиками по работоспособности,

производительности и надежности в отношении единичного отказа. Представленный Заявителем анализ выполнен, в основном, в соответствии с требованиями нормативных документов. **Заявителем показано отсутствие превышения критериев** приемлемости для всех проанализированных переходных режимов и **проектных аварий**, кроме следующих:

- авария с полным прекращением расхода теплоносителя в топливном канале максимальной мощности,
- авария с частичным разрывом раздаточно-группового коллектора (РГК);
- авария с разрывом РГК полным сечением.

6. Эксплуатирующей организацией **представлены оценки радиационных последствий** следующих проектных аварий с потерей теплоносителя:

- разрыв ТК, содержащего ТВС, в пределах РП;
- разрыв опускного трубопровода;
- разрыв РГК полным сечением;
- частичный разрыв РГК.

При аварии с разрывом РГК (с наложением обесточивания энергоблока и наложением незакрытия обратного клапана на одном из РГК аварийной половины реактора) расчетное значение дозы внешнего облучения на все тело на границе санитарно-защитной зоны составляет 0,032 бэр в течение первых 10 суток аварии и 0,72 бэр в течение первого года после аварии. Рассчитанная годовая доза превышает дозовый предел, равный 0,5 бэр, установленный действующими правилами СП АС-88/93 для первого года после аварии. Однако следует отметить, что для энергоблоков АЭС, проекты которых были утверждены до введения в действие ПНАЭ Г-03-33-93, допускается доза внешнего облучения до 0,5 бэр в течение первых 10 суток аварии, согласно п.3.1.5 СП-2.6.1.27-2000.

При аварии с частичным разрывом РГК расчетное значение дозы для внутреннего облучения отдельного органа (щитовидной железы) на границе санитарно-защитной зоны составляет 23,9 бэр, что превышает дозовый предел, равный 5 бэр, установленный правилами СП АС-88/93, действующими в настоящее время.

С учетом информации Эксплуатирующей организации, полученной на рабочем совещании от 28.11.2001 г., о наличии новых обоснований, на основе которых она полагает возможным отнести аварии с частичными разрывами РГК к запроектным авариям, рекомендуется представить результаты указанных обоснований.

7. Экспертиза показала, что представленный Эксплуатирующей организацией ВАБ энергоблока №1 Курской АЭС следует рассматривать лишь как начальную фазу проведения вероятностного анализа безопасности, так как Эксплуатирующей организацией **не решены принципиальные задачи ВАБ 1-го уровня** - определение доминантных вкладчиков риска и обоснование эффективных путей повышения безопасности энергоблока. Сравнительная оценка эффективности мероприятий по повышению безопасности энергоблока №1 Курской АЭС, основанная на имеющихся результатах ВАБ, не может быть признана представительной, поскольку **ключевые аспекты** безопасности энергоблока Эксплуатирующей организацией либо **проанализированы недостаточно** детально, либо вообще не рассмотрены, что ведет при анализе к неправомерному исключению из рассмотрения потенциальных вкладчиков риска.

8. Дальнейшие меры по повышению безопасности энергоблока №1 Курской АЭС, запланированы Эксплуатирующей организацией к выполнению по завершении проводимых мероприятий модернизации, охватывают все необходимые аспекты. Однако Эксплуатирующей организацией **не отмечена необходимость проведения работ по дальнейшему анализу** энергоблока на соответствие требованиям действующих нормативных документов в области использования атомной энергии.

Заключение

1. **Завершить модернизацию** блока №1 Курской АЭС и подтвердить его референтное состояние.

2. **Выполнить доработку** обоснования безопасности (ОУОБ) с учетом замечаний и выводов экспертного заключения.

3. Обратиться в Госатомнадзор России с заявлением **об изменении условий действия лицензии** на эксплуатацию.

Госатомнадзору России:

1. **Провести регистрацию оборудования** установленного в процессе модернизации.

2. **Проверить достижение** на блоке №1 Курской АЭС **референтного состояния**.

3. **Рассмотреть материалы заявления на изменение условий действия лицензии** на эксплуатацию.

В настоящее время завершается анализ ОУОБ энергоблока № 2 Ленинградской АЭС.

Информация о ходе работ по модернизации блока №1 Курской АЭС

1. КСКУЗ

1.1. На энергоблоке смонтированы шкафы ввода кабелей от внутриреакторных датчиков, шкафы коммутации сервоприводов аварийных защит (АЗ) и быстрого снижения мощности (БСМ), стойки аварийного ввода стержней, стойки контроля устройств аварийного ввода стержней, оборудование электронной части первого комплекта подсистемы СКУЗ. Начаты работы по монтажу щита и пульта зоны обслуживания ведущего инженера управления реактором (ВИУР).

1.2. На стенде-полигоне НИКИЭТ проходят испытания поставочные устройства АЗ первого комплекта подсистемы СКУЗ (всего 9 стоек), устройства второго комплекта КСКУЗ (всего 19 стоек) и стойка управления сервоприводами

1.3. На заводах завершается изготовление оборудования подсистемы АЗРТ первого комплекта, оборудования внекомплектной части КСКУЗ и сервоприводов АЗ.

1.4. Разработана и находится на согласовании программа-методика приемочных испытаний оборудования КСКУЗ на заглушенном реакторе, в стадии завершения разработка программы-методики испытаний КСКУЗ при пуске энергоблока.

2. СЦК «СКАЛА-микро»

2.1. На энергоблоке смонтировано оборудование пускового комплекса за исключением 2-х шкафов ТО-М.

2.2. На заводе завершается изготовление 2-х поставочных шкафов ТО-М, отгрузка на АЭС планируется до 20.02.02.

2.3. В стадии завершения программа-методика испытаний СЦК «СКАЛА-микро», будет представлена на согласование до 21.02.02.

3. АЗ-РГК

3.1. На энергоблоке завершается монтаж второго комплекта аппаратуры АЗ-РГК (первый комплект смонтирован и прошел технологическое опробывание в соответствии с решением по порядку внедрения АЗ-РГК, направленному в Госатомнадзор России исх.№21/598 от 12.09.2000г.).

3.2. Согласована, утверждена в установленном порядке и представлена в Госатомнадзор России программа-методика приемочных испытаний системы АЗ-РГК.

4. БЭС КСКУЗ и АЗ-РГК

4.1. Продолжается монтаж оборудования на энергоблоке.

4.2. В стадии завершения разработка программы-методики приемочных испытаний оборудования БЭС, будет представлена на рассмотрение 18.02.02.

О ходе выполнения работ по строительству объектов САОР-2

1. Здание САОР-2.

Выполнен монтаж сборного ж/бетона, омоноличены стены и перекрытия до верха здания. (100% от всего объема).

Выполнена стальная облицовка стен и полов на отм. -7,00.

Смонтированы 6 гидробаллонов и 5 насосов НАП и 5 электродвигателей, 6 быстродействующих э/задвижек на арматурном узле, ведется монтаж

трубопроводов н.д. ($\approx 75\%$ от всего объема), оборудование по дренажной насосной смонтировано полностью, ведется обвязка трубопроводов внутри помещения ($\approx 30\%$ от всего объема).

Выполнена облицовка баков аварийной подпитки. Закончен контроль герметичности облицовки.

Сдано 96 помещений из 147 под монтаж оборудования.

Ведется предмонтажная отделка с отм. 27,40 до 33,40 ($\approx 70\%$ от всего объема)

В электротехнических помещениях ведется монтаж металлоконструкций, закладных деталей, кабельных проходок, конструктивной части освещения и автоматической пожарной сигнализации.

В помещениях ведутся работы по монтажу трубопроводов пожаротушения и устройству вентиляционных систем.

Закончен монтаж подвесных путей.

Ведется устройство наружных сетей.

Ведется монтаж трубопроводов от насосов НАП до техтоннеля САОР - главный корпус ($\approx 55\%$ от всего объема).

2. Технологический тоннель главный корпус – здание САОР-2.

Строительно-монтажные работы выполнены полностью. Монтаж технологических трубопроводов с устройством опорных конструкций закончен.

Закончена пробивка проема для стыковки трубопроводов САОР-2 с главным корпусом.

Брызгальный бассейн.

Строительно-монтажные работы выполнены полностью. Закончен монтаж, гидравлические испытания и сдача инспекции ГАН технологических трубопроводов.

3. РДЭС СБ.

Выполнены работы по монтажу и омоноличиванию ж/бетонных конструкций до верха секций № 1,2. (100 % от всего объема).

Закончено устройство рулонного ковра кровли ячеек № 1,2.

Смонтированы г/двери и ворота ячеек № 1,2.

Ячейка №1

Смонтировано оборудование:

- дизель генератор; блок масляной системы; расходные баки топлива и масла ($V=10\text{м}^3$); глушитель; баки раствора присадок ($V=2,5\text{м}^3$); блок аварийного разогрева; воздухозаборный фильтр; расширительный бак; баллоны пускового воздуха; система отопления; трубопровод всаса воздуха; электрические и ручные кран-балки, центровка дизеля с генератором, промышленные кондиционеры.

В стадии монтажа:

- трубопровод газовыхлопа;
- трубопровод системы теплоснабжения;
- воздуховоды систем вентиляции;
- металлоконструкции, закладных деталей, кабельных проходок, конструктивной части освещения и автоматической пожарной сигнализации;
- трубопровод слива масла.

Выполнена ревизия:

- дизеля;
- генератора;

- вспомогательного оборудования (насосы, теплообменники, фильтры тонкой и грубой очистки топлива и масла);
- вентиляционного оборудования.

Сдано 29 помещений (100%) под монтаж оборудования.

Продолжается монтаж электротехнического оборудования МЩУ (≈30% от всего объёма).

Ячейка №2

Смонтировано оборудование:

дизель генератор; блок масляной системы; расходные баки топлива и масла ($V=10\text{м}^3$); глушитель; воздухозаборный фильтр; система отопления; электрические и ручные кран-балки, баки раствора присадок ($V=2,5\text{м}^3$), баллоны пускового воздуха.

В стадии монтажа:

- трубопровод системы теплоснабжения;
- воздуховоды систем вентиляции;
- металлоконструкции, закладных деталей, кабельных проходов, конструктивной части освещения и автоматической пожарной сигнализации;
- трубопровод всаса воздуха.

Выполнена ревизия:

- генератора;
- дизеля;
- вспомогательного оборудования (насосы, теплообменники, фильтры тонкой и грубой очистки топлива и масла);
- вентиляционного оборудования.

Сдано 19 помещений под монтаж оборудования.

Ведется монтаж трубопровода дизельного топлива от промежуточного склада до базового (≈45%).

4. Промежуточный склад топлива и масла.

Выполняются строительно-монтажные работы (≈94% от всего объёма).

Смонтированы и омоноличены баки чистого и грязного масла ($V=25\text{м}^3$), дренажный бак ($V=10\text{м}^3$).

Смонтирован бак топлива ($V=100\text{м}^3$) насосной №1, №2.

5. Технологический канал САОР-РДЭС.

Выполнены СМР по монтажу сборных ж/бетонных конструкций (≈95% от всего объёма) и проведены гидравлические испытания смонтированных трубопроводов. (≈80% от всего объёма).

6. Канал связи САОР-РДЭС

Выполнены СМР по монтажу сборных ж/бетонных конструкций (≈90% от всего объёма). Ведется монтаж электротехнических м/к (≈65% от всего объёма).

Осуществление указанного в Соглашении режима регулирования

В октября 1999 года концерном "Росэнергоатом" было подано заявление и комплект документов на получение долговременной лицензии на эксплуатацию блока №1 Курской АЭС. В составе документов, обосновывающих обеспечение ядерной и радиационной безопасности блока, эксплуатирующей организацией так же были представлены материалы по углубленной оценке безопасности (УОБ) энергоблока №1 Курской АЭС. На основании результатов предварительной экспертизы отчета по УОБ и материалов обоснования безопасности, касающихся

текущего состояния энергоблока, **Госатомнадзор России**, в соответствии с действующей в России процедурой, **выдал лицензию на эксплуатацию** энергоблока №1 Курской АЭС № ГН-03-101-0563 от 16.10.2000г. сроком действия 3 года и условиями, ограничивающими его работу **уровнем мощности 70%** на период до 1 апреля 2001 года.