

**Профессор Б.Г. Гордон,
Заслуженный деятель науки РФ**

Обратная связь: gordon@secnrs.ru

КАНУН 30-ЛЕТИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ

СВЯЗЬ ПОНЯТИЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

(БЕЗОПАСНОСТЬ ЯДЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ, изд. МИФИ, 2014)

Безопасность при использовании атомной энергии

```
graph TD; A[Безопасность при использовании атомной энергии] --> B[Ядерная и радиационная безопасность]; A --> C[Учёт, контроль, физическая защита]; A --> D[Аварийная готовность]; A --> E[Инфраструктура профилактики пропаганды];
```

Ядерная и
радиационная
безопасность

Учёт,
контроль,
физическая
защита

Аварийная
готовность

Инфраструктура
профилактики
пропаганда

ПОСЛЕДНЯЯ РЕДАКЦИЯ ОПБ (П.51)

АС должна иметь системы безопасности, предназначенные для выполнения следующих основных функций безопасности:

- × аварийного останова реактора и поддержания его в подкритическом состоянии;
- × аварийного отвода тепла от реактора, а также от хранилищ ОЯТ;
- × удержания радиоактивных веществ в установленных границах.
- × обеспечение подкритичности при хранении и транспортировании ядерного топлива,
- × отвод тепла от ядерного топлива при его транспортировании в пределах площадки АС.

Краткая характеристика тяжёлых аварий

Объект	Причины ядерной аварии	Исходные события	Радиационные последствия за границами объекта
Три-Майл-Айленд	Нарушение теплоотвода от твэлов	Возрастание давления и температуры в АЗ из-за ошибок персонала	Практически отсутствовали
Чернобыль	Нарушение контроля и управления цепной ядерной реакцией деления в АЗ	Действия персонала вызвали реактивную аварию, приведшую к разрушению РУ	Предельно допустимый аварийный выброс
Фукусима	Нарушение теплоотвода от твэлов	Потеря аварийного электропитания из-за цунами, приведшая после ошибок персонала к разрушению РУ	То же

Причины нарушения ядерной безопасности

```
graph TD; A[Причины нарушения ядерной безопасности] --> B[Внутренние причины]; A --> C[Внешние воздействия]; B --> D[Ядерно-физические, теплогидравлические, химические, пожары, затопления, механические, электротехнические и др.]; B --> E[Человеческий фактор]; C --> F[Землетрясения, ураганы, смерчи, пожары, наводнения, падение самолёта];
```

Внутренние причины

Ядерно-физические, теплогидравлические, химические, пожары, затопления, механические, электротехнические и др.

Человеческий фактор

Внешние воздействия

Землетрясения, ураганы, смерчи, пожары, наводнения, падение самолёта

ВЫВОДЫ ДОКЛАДА Ю.АМАНО 2015Г.

- ✘ Оценка природных явлений должна быть консервативной.**
- ✘ Переоценку безопасности проводить периодически**
- ✘ Учитывать комбинации природных явлений и их совокупное воздействие**
- ✘ Меры по повышению безопасности осуществлять на базе программ учета опыта эксплуатации**
- ✘ Реализация глубокоэшелонированной защиты должна быть укреплена на всех уровнях**
- ✘ Системы контроля и управления должны сохранять работоспособность при запроектных авариях**
- ✘ Должны быть предусмотрены стабильные и надежные системы отвода остаточного тепла**
- ✘ Функции локализации должны надежно обеспечиваться при запроектных авариях**

- ✘ Для уверенности в надежности проекта АС проводить всеобъемлющие ВАБ и ДАБ
- ✘ РУЗА должны разрабатываться на базе всеобъемлющего набора исходных событий и условий и учитывать возникновения аварий на нескольких энергоблоках многоблочной АС
- ✘ Подготовка кадров должна включать имитационное использование реального оборудования, применяемого при управлении ТЗА
- ✘ Регулирующий орган должен быть независимым, обладать юридическими полномочиями, технической компетенцией и сильной культурой безопасности.
- ✘ Для укрепления культуры безопасности отдельные лица и организации должны постоянно оценивать и пересматривать основы относительно ядерной безопасности и действий, могущих повлиять на неё
- ✘ Системный подход к безопасности должен применяться на протяжении всего жизненного цикла и учитывать

МНЕНИЕ

- ✘ **Автоматизация ядерной установки не исключает влияние человеческого фактора, а переносит его из сферы непосредственного управления реактором в область программного обеспечения оператора. Дефекты работы программиста обнаружить не легче, чем ошибку оператора.**

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ КОНВЕРСИОННЫХ АС

- проектно-конструкторские решения (*внутренне присущая безопасность, глубоко эшелонированная защита, диагностика*)
- культура безопасности и подготовка персонала (*тренажеры, поддержание и повышение квалификации, дисциплина*)
- тщательные изготовление и сооружение (*приёмка, программы обеспечения качества*)
- компетентная эксплуатация (*анализы нарушений, предвестники аварии*)
- государственное управление (*техническая политика, подбор кадров, финансирование, мониторинг, контроль, регламенты, аварийная готовность*)
- государственное регулирование безопасности (*нормы и правила, лицензирование, надзор*)

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ СВОЙСТВА: ЯДЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ



академик Ю.Б.Харитон: «Сегодня, в более чем зрелом возрасте, я уже не уверен, что человечество дозрело до владения этой энергией»;

профессор С.М. Фейнберг: «Атомная энергия не для этих поколений людей»;

академик Л.П. Феокистов: «В освоении ядерной энергии мы не в конце пути, как многим казалось до Чернобыльской трагедии, а где-то в самом начале»

академик А.Д.Сахаров: «Фактически всегда получается так, что вероятность аварий гораздо больше, чем считается проектировщиками».

академик В.А. Легасов: «Нужно следующее поколение более безопасных атомных реакторов»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- ✘ Невозможно установить, сколько аварий уже было предупреждено до Фукусимы рекомендациями МАГАТЭ, OECD/NEA, WENRA и других международных организаций
- ✘ Эти рекомендации были необходимы, но не достаточны для исключения тяжёлых аварий организационными, регулирующими мерами.
- ✘ Все сценарии тяжёлых аварий были заранее рассчитаны, но им никто не поверил.
- ✘ Базовые принципы безопасности следует ревизовать регулярно, не дожидаясь следующей аварии.
- ✘ Будущее атомной энергетики – за иными, практически безопасными ядерными реакторами.