

Заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор Б.Г. Гордон

Обратная связь: gordon@secnrs.ru
(Безопасность ядерных объектов, изд. МИФИ, 2014)

РАЗВИТИЕ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ. ВИД СБОКУ.

Академик Ю.Б. Харитон: «Сегодня, в более чем зрелом возрасте, я уже не уверен, что человечество созрело 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».

ПРИОРИТЕТЫ А. ЭЙНШТЕЙНА И Л. СЦИЛЛАРДА

- ✗ Мирное применение в энергетике
- ✗ Производство радиоактивных веществ для медицины
- ✗ Создание атомной бомбы

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕАКЦИИ ДЕЛЕНИЯ ДЛЯ ВОЕННЫХ ЗАДАЧ

- ✗ создание атомной бомбы,
- ✗ обогащение урана,
- ✗ наработка плутония,
- ✗ создание атомного двигателя,
- ✗ разработка корабельных реакторов,
- ✗ физическая защита объектов,
- ✗ секретность.

ОСНОВНЫЕ СТИМУЛЫ КОНВЕРСИИ

- ✗ высокая концентрация энергии,
- ✗ существование промышленности для сооружения лодочных и промышленных реакторов,
- ✗ наличие специалистов по эксплуатации,
- ✗ наличие относительно дешёвого урана,
- ✗ научно-образовательная инфраструктура

ХАРАКТЕРИСТИКА ЯДЕРНОЙ ОТРАСЛИ

- ✗ создание специализированного ведомства,
- ✗ концентрация ресурсов различных ведомств,
- ✗ приоритетное финансирование,
- ✗ развитие фундаментальных и прикладных исследований,
- ✗ секретность технических характеристик и опыта эксплуатации,
- ✗ вклад научно-технической разведки,
- ✗ жесткая дисциплина военных производств,
- ✗ военная приёмка оборудования,
- ✗ отложенное решение проблем ОЯТ и РАО.

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГИЯ (ЭКСПЕРТНЫЕ ОЦЕНКИ РАЗВИТИЯ)

МОСКВА 2008

Оценка 1975г.

- ✗ Первый этап 1985 – 1990: ВВЭР и РБМК, нижняя граница 110ГВт
- ✗ Второй этап: быстрые бридеры, время удвоения топлива 4 – 6 лет, теплоноситель натрия, гелий.
- ✗ АЭС с кипящими легководными реакторами в железобетонных корпусах мощностью 2 – 3ГВт.
- ✗ **Безопасное** захоронение РАО

Оценка 1984г.

- ❖ Основные типы ЯР до 2000г.: ВВЭР и РБМК
- ❖ Создание ВТГР и АСТ, установок по производству водорода
- ❖ Освоение серийных быстрых реакторов и ЗЯТЦ
- ❖ $K_v = 1.5$, выгорание – 10%
- ❖ **Безопасность** ЯЭУ различного назначения

Оценка 1989г.

- ✗ Пересмотр концепции развития ЯЭ с точки зрения её **безопасности**
- ✗ Разработка АЭС с высокой **безопасностью**
- ✗ Повышение уровня **безопасности** АЭС
- ✗ Свойства самозащищённости
- ✗ «Внутренне присущие» свойства **безопасности**
- ✗ Альтернативные концепции 13-и РУ
- ✗ Модификация ВВЭР-1000, доведя **безопасность** до уровня требований в период 1990-2020гг

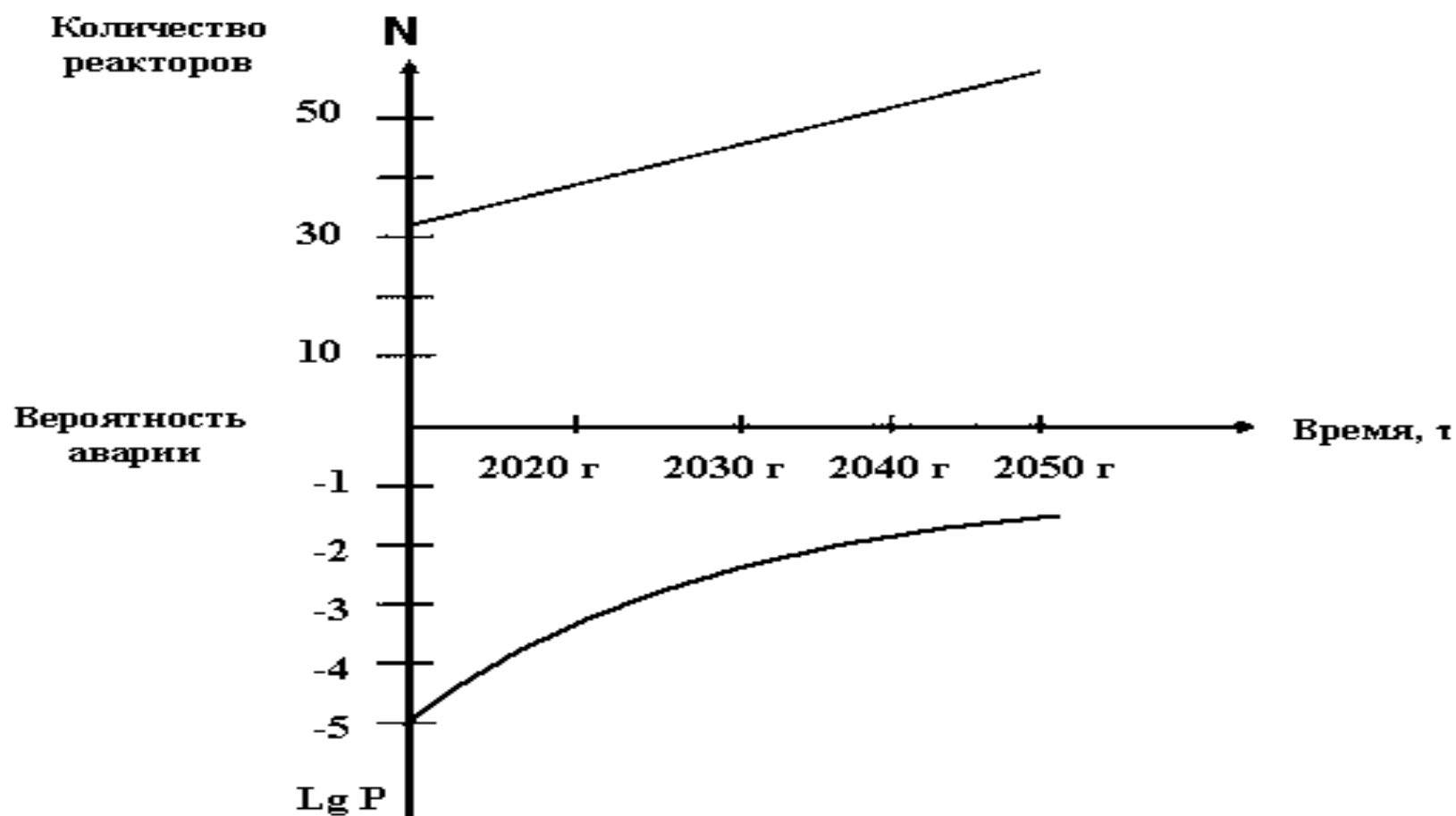
ПРЕДЛОЖЕНИЯ РНЦ «КИ» В ПОДДЕРЖКУ ИНИЦИАТИВЫ ПРЕЗИДЕНТА 2001Г

- ✗ Как все компоненты энергетической системы, так и система в целом, должны обладать внутренней безопасностью. Это означает, что никакое внешнее воздействие (землетрясение, пожар, террористический акт или человеческая ошибка) не должно наносить **непоправимый ущерб** населению и окружающей среде

ТРЕБОВАНИЯ К ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ СИСТЕМАМ

- ✗ Целостность
- ✗ Эффективность
- ✗ Безопасность
- ✗ Наличие ресурсов
- ✗ Рецикл
- ✗ Минимизация отходов
- ✗ Утилизация тепла
- ✗ Бионейтралитет

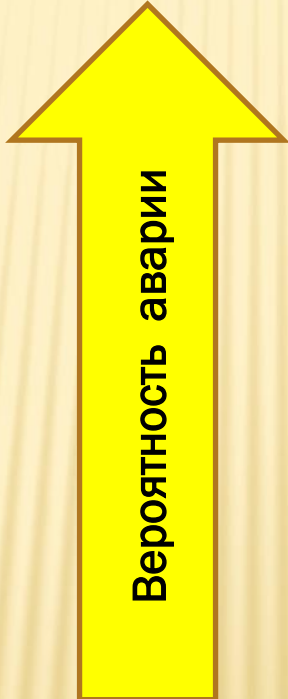
ВЕРОЯТНОСТЬ АВАРИИ В СИСТЕМЕ АЭС



ИЛЛЮСТРАЦИЯ

A large yellow arrow pointing upwards with a brown outline.

Давление

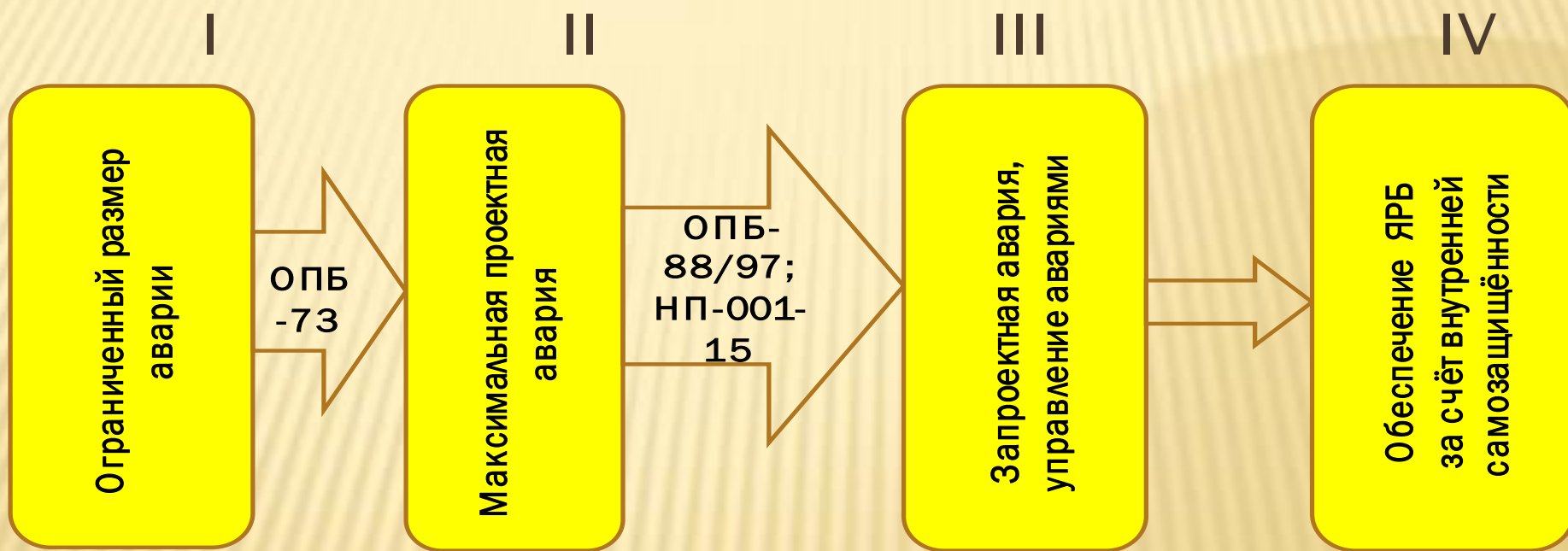
A large yellow arrow pointing upwards with a brown outline.

Вероятность аварии

A large yellow arrow pointing downwards with a brown outline.

Ядерная безопасность

ПОКОЛЕНИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ АС



Научные рекомендации — документ, имеющий рекомендательный характер и содержащий результаты анализа и обобщения научных исследований, проведенных по какому-либо направлению и сфокусированных на будущем использовании этих результатов.

Рекомендации по выбору топлива

Твэл должен быть сконструирован так, чтобы содержать минимум делящегося вещества в форме, позволяющей сдерживать продукты деления как угодно долго.

Твэл не должен иметь конструкционных полостей, в которых продукты деления оказывались бы под давлением.

Твэлы, собранные в тепловыделяющую сборку, должны быть такими, чтобы сконструированная из них ТВС, оказавшись в воздушной среде, сохраняла бы свою прочность, форму и целостность как угодно долго.

Рекомендации по выбору теплоносителя

В практически реализуемых диапазонах параметров теплоноситель не должен вступать в такие химические реакции с материалами ТВС, ограждающих конструкций и воздухом, которые могли бы привести к разрушению ТВС и ограждающих конструкций.

Параметры теплоносителя при эксплуатации (температура, скорость и т.п.) должны быть такими, чтобы избежать механических повреждений ТВЭЛов и ограждающих конструкций вследствие вибрации, эрозии и других воздействий.

Рекомендации по конструкции активной зоны

Активная зона должна быть сконструирована так, чтобы исключалось образование локальных критических масс, любые воздействия сопровождались бы отрицательными обратными связями, цепная реакция происходила на быстрых нейтронах с равновесным коэффициентом воспроизводства, примерно равным единице, а при полном обесточении систем реактора она бы находилась в безопасном состоянии как угодно долго без повреждения ТВЭЛОВ.

Рекомендации по конструкции реактора

Реактор должен быть сконструирован так, чтобы лишенный теплоносителя и полностью обесточенный он мог находиться в безопасном состоянии как угодно долго без повреждения ТВЭЛОВ.

В реакторе не должно быть избыточного давления над теплоносителем.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ЯДЕРНОЙ АВАРИИ:

**разработка таких объектов, срок службы
всей совокупности которых много
меньше времени вероятного
наступления ядерной аварии.**