



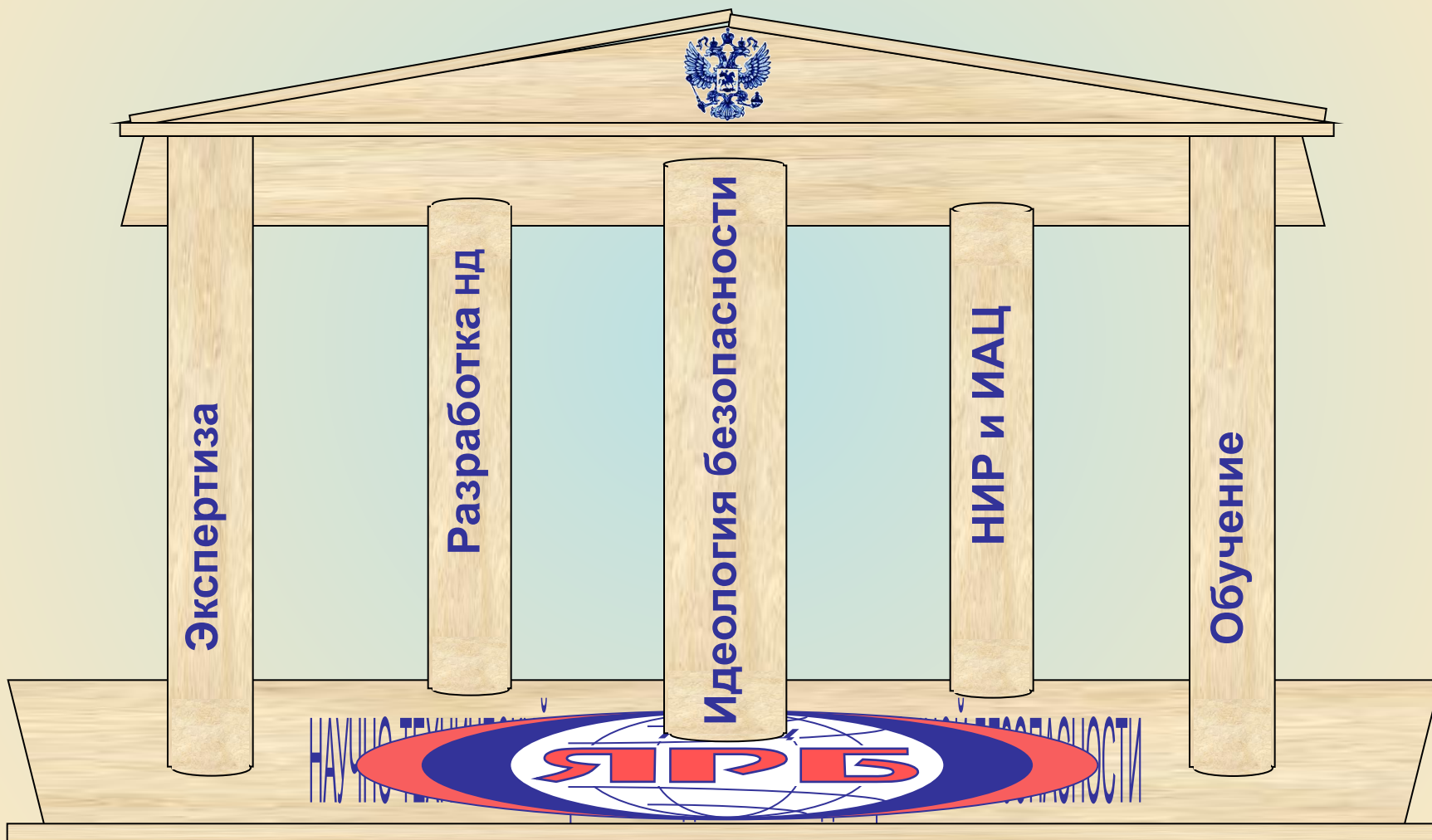
# Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности

## Внедрение идеологии безопасности в практику научного обеспечения регулирующей деятельности

*Доклад директора НТЦ ЯРБ, профессора,  
заслуженного деятеля науки РФ*

*Гордона Бориса Григорьевича*

# Научно-техническое обеспечение Ростехнадзора





**Синтетическая модель разрушается при исключении или замене хоть одного элемента или постулата, ибо – умозрительна.**

**Аналитическая модель слабо зависит от исключения или замены ее элементов, т.к. основывается на практике.**



- 1. Что мы имеем в виду, говоря о повышении безопасности или об уровне безопасности?**
- 2. Какими критериями может количественно измеряться безопасность?**
- 3. Свидетельствуют ли нарушения эксплуатации АС об уровне безопасности?**
- 4. В 1986 г. на ЧАЭС было минимальное количество нарушений эксплуатации.**



**БЕЗОПАСНОСТЬ** - СОСТОЯНИЕ ЗАЩИЩЕННОСТИ ЖИЗНЕННО ВАЖНЫХ ИНТЕРЕСОВ ЛИЧНОСТИ, ОБЩЕСТВА И ГОСУДАРСТВА ОТ ВНУТРЕННИХ И ВНЕШНИХ УГРОЗ.

**БЕЗОПАСНОСТЬ АС, ЯДЕРНАЯ И РАДИАЦИОННАЯ** – СВОЙСТВО АС ПРИ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И НАРУШЕНИЯХ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ АВАРИИ, ОГРАНИЧИВАТЬ РАДИАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПЕРСОНАЛ, НАСЕЛЕНИЕ И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ УСТАНОВЛЕННЫМИ ПРЕДЕЛАМИ.

# Принципиальная схема обеспечения безопасности

**Радиационная безопасность человека и окружающей среды – состояние их защищенности от вредного воздействия ионизирующего излучения**

**Безопасность объекта – его свойство ограничивать вредное воздействие ионизирующего излучения установленными пределами, в т.ч. при авариях**

**+**

**Государственная инфраструктура (регулирование безопасности и административное управление)**

---

**Оценка и подтверждение безопасности объекта**

---

**Аварийная готовность и реагирование**

**+**

**Учет, контроль, физическая защита ядерных материалов, радиоактивных веществ и др.**



## Статья 7

1. Государственное управление в области обеспечения радиационной безопасности осуществляется Правительством Российской Федерации, специально уполномоченными на то федеральными органами исполнительной власти, а также органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации.
2. **Государственный надзор и контроль** в области обеспечения радиационной безопасности проводятся уполномоченными на то федеральными органами исполнительной власти.



# Асимптотические приближения обеспечения безопасности

**Радиационная безопасность человека и окружающей среды**

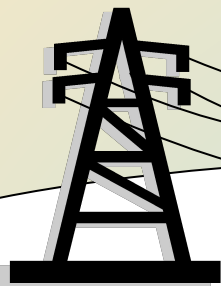
**Государственная инфраструктура,  
аварийная готовность и реагирование**

**Безопасность объекта**

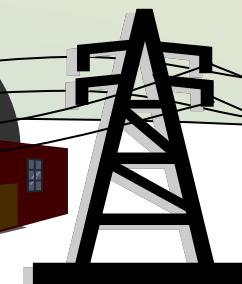
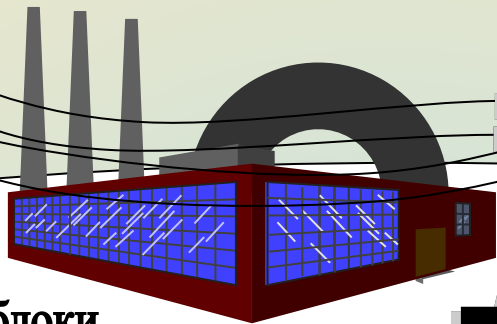
+

**Учет,  
контроль,  
физическая  
защита**

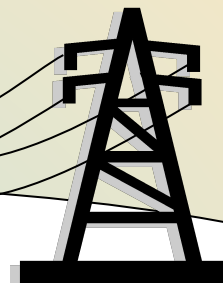




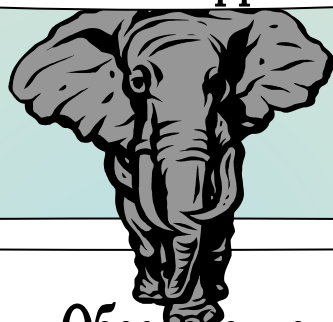
Новые блоки



Эффективность



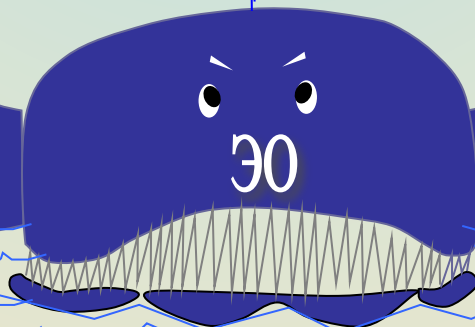
Модернизация



Обеспечение



# Безопасность

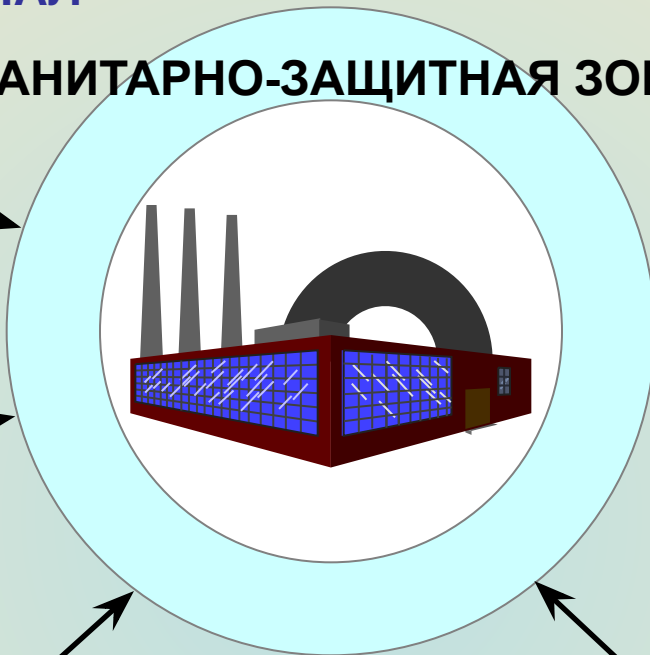


# КЛАССИФИКАЦИЯ ВОЗДЕЙСТВИЙ

НАСЕЛЕНИЕ, ПЕРСОНАЛ

БУДУЩИЕ ПОКОЛЕНИЯ

САНИТАРНО-ЗАЩИТНАЯ ЗОНА



АНТРОПОГЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ

ПРИРОДНАЯ СРЕДА



**Активные угрозы** имеют детерминированное происхождение, их носителем являются вещество или энергия, они воздействуют в реальности, могут быть **измерены** инструментально и легко уменьшены. Масштабом их измерения служат превышения реальных доз и концентраций над предельно допустимыми значениями.

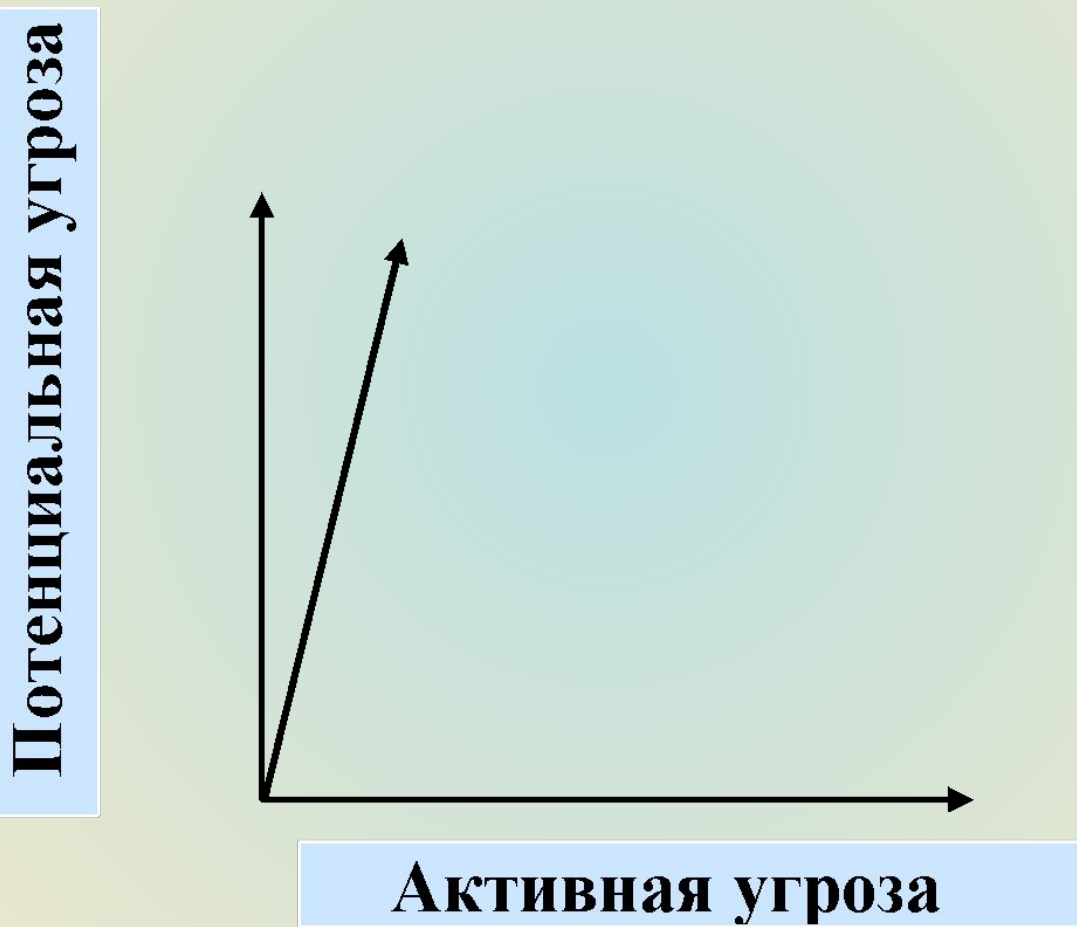
Таким образом, состояние защищенности (безопасность) от активных угроз человека, рукотворных объектов и природы также может быть измерено численно, а следовательно, эта составляющая безопасности может быть повышена или понижена.



**Потенциальные угрозы** имеют вероятностное происхождение, их носителем являются представления человека. Угрозы воздействуют только при своей реализации, до нее они не могут быть измерены инструментально, а только **рассчитаны** как произведение вероятности реализации опасного события на величину его последствий (ущерб). Это произведение называется **риском** события.

Так как последствия могут быть многообразны, столь же многообразны и риски события, и они рассчитываются в тех же единицах, что и ущерб. После реализации потенциальных угроз их последствия могут измеряться инструментально и обобщаться статистическими расчетами. Также статистически могут рассчитываться вероятности реализации этих угроз. Расчеты вероятностей реализации потенциальных угроз и величины их последствий в настоящее время различны в разных промышленных отраслях, не имеют единых методик и алгоритмов, а следовательно, результаты расчетов рисков событий не могут быть сопоставлены между собой.

# Определение комплексной угрозы





# Практические следствия

**Показатели безопасности**

**Методы анализа безопасности**

**Использование при экспертизе**

**Структура ФНП**

**Оценка программы развития АЭ**

**Национальный стандарт ДБР**

**Разделение функций ведомств**



## Показатели безопасности

$$\delta_a = D_p - D_n \quad (1)$$

$$N = N_{перс.} + N_{нас.} \quad (2)$$

$$D_{перс./нас.} = \sum_{i=1}^N (D_{pi} - D_{n_{перс./нас.}}) \quad (3)$$

$$\delta_n = -P'(t) \quad (4)$$

$$\Delta = \frac{P_{i-1} - P_i}{10^{-5} \cdot \Delta\tau} \quad (5)$$

## Различные величины вероятностей





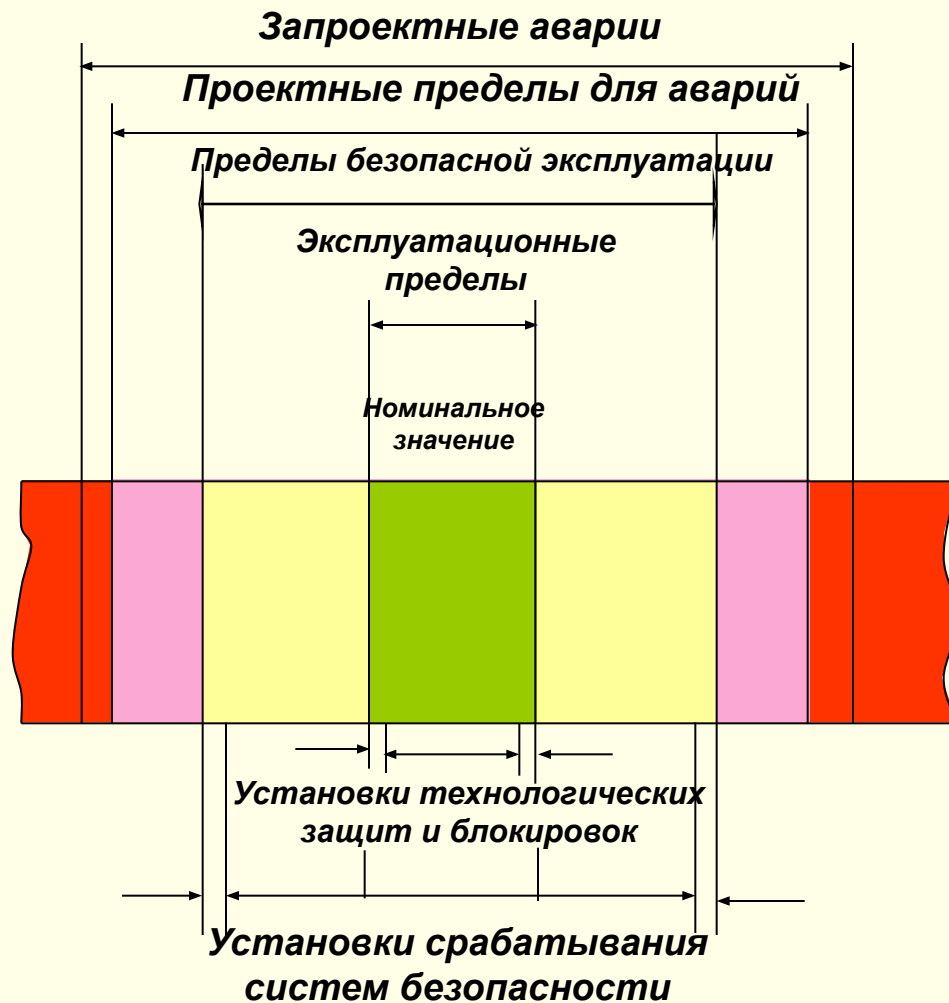


# Полученные результаты

№	Энергоблок АС	Основной разработчик ВАБ	Точечная оценка ЧПЗ, 1/(реактор*год), год разработки ВАБ		Δ
1	Нововоронежская АС, ВВЭР-1000, Энергоблок 5, Проект В-187.	НТЦ ЯРБ, г. Москва	6,85E-4, 1999 г.	4,03E-4, 2005 г.	4,7
2	Кольская АС, ВВЭР-440, Энергоблок 2, Проект В-230,	Кольская АС	2,77E-5, 2002 г.	2,52E-5, 2004 г.	0,125
3	Нововоронежская АС, ВВЭР-440, Энергоблок 3, Проект В-179	ФГУП АЭП г. Москва	1,08E-4, 2000 г.	3,44E-5, 2002 г.	3,68
4	Нововоронежская АС, ВВЭР-440, Энергоблок 4, Проект В-179	ФГУП АЭП г. Москва	1,08E-4, 2000 г.	5,12E-5, 2002 г.	2,84
5	Ленинградская АС, РБМК, Энергоблок 1	Ленинградская АС	2,32E-4, 2002 г.	9,5E-6, 2003 г.	22.3
6	Ленинградская АС, РБМК, Энергоблок 2	Ленинградская АС	8,7E-5, 2001 г.	8,8E-6, 2004 г.	2.61

# Методы анализа безопасности

Название	Цель	Мера безопасности
Экспертный анализ ПООБ, ООБ и т.п.	Соответствие обосновывающих документов ФНП	Нет
Анализ опыта эксплуатации, АОЭ	Оценка реализовавшихся активных угроз, активной составляющей безопасности	N перс. + N нас.
Детерминистский анализ безопасности, DAB	Детерминистское обоснование целостности барьеров глубоко эшелонированной защиты, доказательство выполнения критериев безопасности	Нет
Вероятностный анализ безопасности, PSA	Оценка вероятностей тяжелых аварий, потенциальной составляющей безопасности	$-\left(\frac{\partial P}{\partial \tau}\right)_{const}$

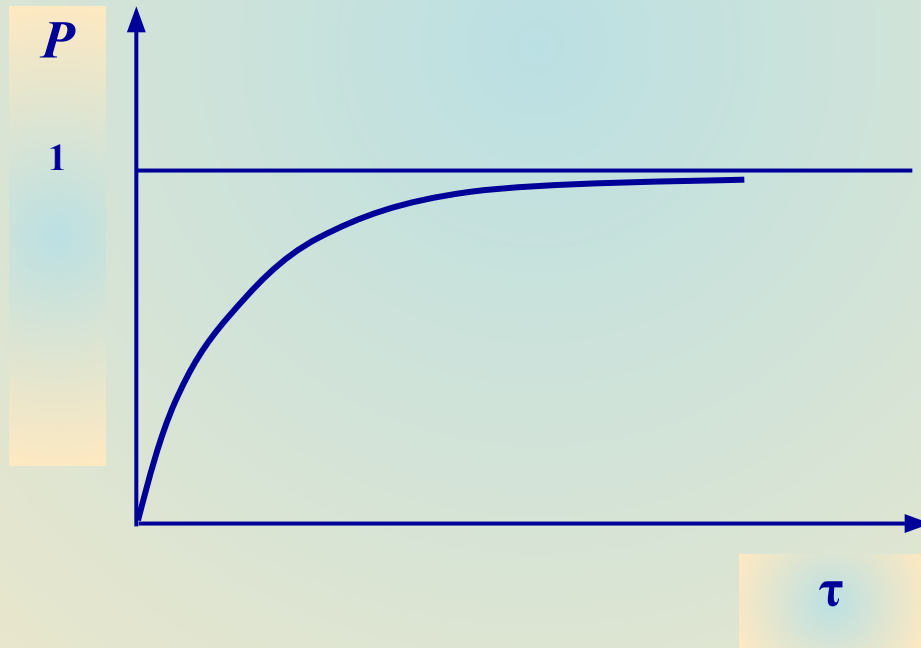


## Пределы и условия безопасной эксплуатации ЭБ АС



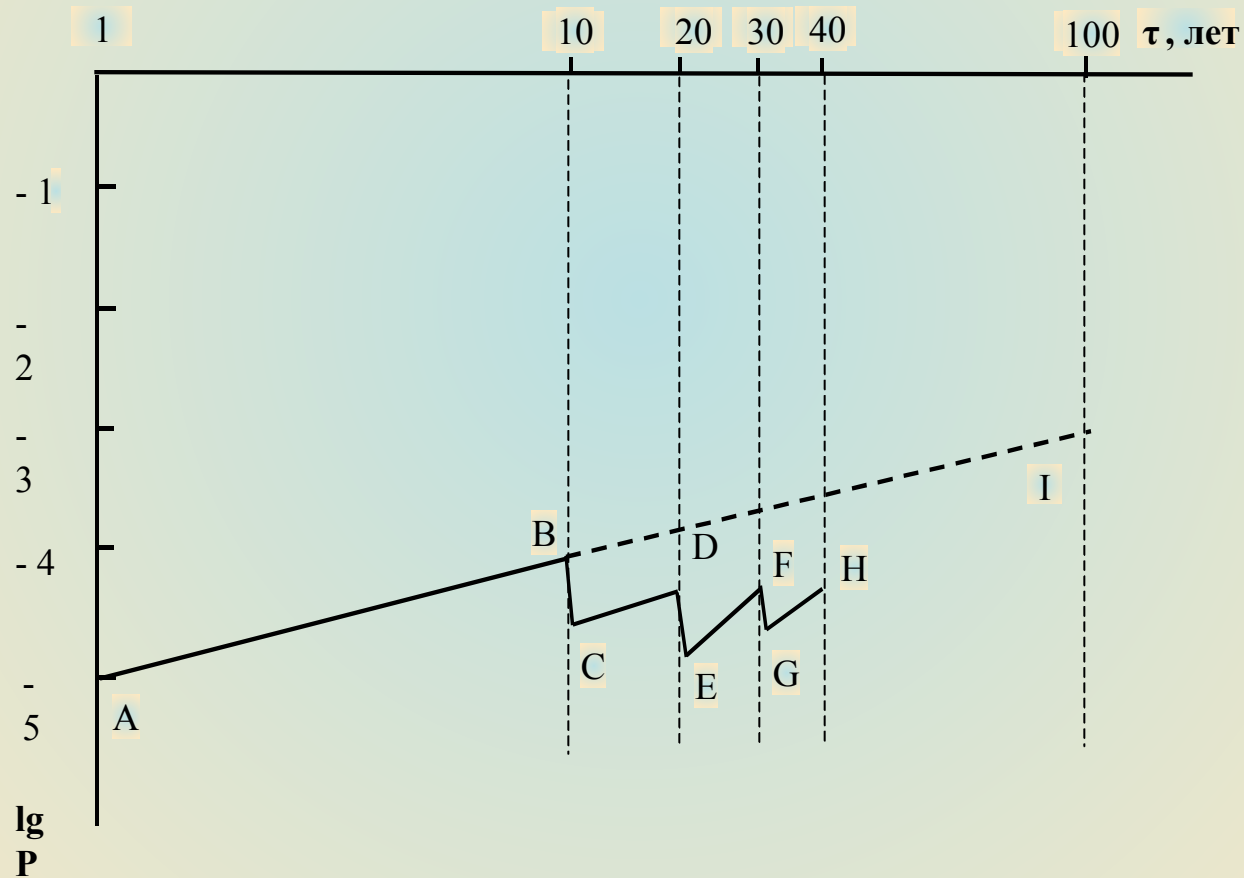
# Оценка программы развития АЭ

$$P = 1 - \exp(-\lambda\tau) \quad \lambda \leq 0,01 \quad P = \lambda\tau$$





# Изменение вероятности аварии за время эксплуатации энергоблока





## Вероятность аварии в энергосистеме из $N$ блоков

$$P = N\lambda\tau$$

<b>Частота плавления активной зоны, 1/реактор*лет</b>	<b>Количество энергоблоков, <math>N</math></b>	<b>Время эксплуатации, <math>\tau</math>, лет</b>	<b>Вероятность аварии, <math>P</math></b>
<b><math>10^{-5}</math></b>	<b>20</b>	<b>50</b>	<b><math>10^{-2}</math></b>



## 1. Развитие современных эволюционных реакторов неизбежно приводит:

- к повышению вероятности тяжелых аварий
- к распространению ЯМ по планете
- к усилению сдерживающих мер управления
- к возрастанию роли регулирующих органов

## 2. Основным критерием выбора революционных реакторов должна стать:

- детерминистская безопасность
- технологическая защита от распространения ЯМ

## 3. НИОКР следует сконцентрировать на разработке:

- детерминистски безопасного топлива
- детерминистски безопасных реакторов