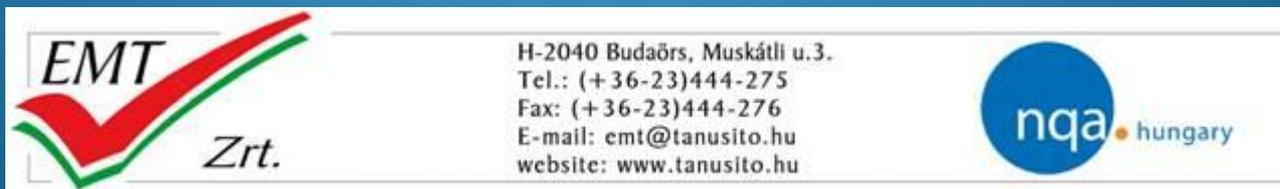


# Кодекс ядерной безопасности

Лектор: Лоранд Ференц



# Содержание

- Введение
- КЯБ том 3: Проектные требования действующих АЭС
- КЯБ том 4: Эксплуатация атомных электростанций
- КЯБ том 5 : Проектирование и эксплуатация исследовательских реакторов
- КЯБ том 6 : Временное хранилище облучённого ядерного топлива
- КЯБ том 7 : Исследование и оценка пригодности площадки ядерных установок
- КЯБ том 8 : Вывод из эксплуатации ядерных объектов

# Введение

- Венгерский Атомнадзор (НАЕА) занимается надзором следующих областей – и у каждой области есть своё регулирование
  - Надзор за обеспечением безопасности ядерных объектов
  - Надзор физической защиты
  - Использование атомной энергии в мирных целях
  - Надзор за безопасностью упаковки ядерных и других радиоактивных материалов
  - Официальное наблюдение за хранилищами радиоактивных отходов
  - Радиационная защита
  - Надзор за строительными сооружениями в рамках границ зон безопасности
  - Управление ядерными авариями

Ниже коротко представим те тома КЯБ, которые непосредственно **не относятся** к строительству новых ядерных объектов



# Структура томов

## КЯБ

Атомные  
станции

Исследо-  
вательские  
реакторы

Хранилища  
отработанного  
ядерного  
топлива

КЯБ том 1 – Официальные процедуры ядерной безопасности ядерных объектов

КЯБ том 2 – Система управления ядерных объектов

КЯБ тома 3 и 3А  
Проектные требования  
АЭС

КЯБ том 4 Эксплуатация  
атомных станций

КЯБ том 5  
Проектирование и  
эксплуатация  
исследовательских  
реакторов

КЯБ том 6  
Временное  
хранилище  
облучённого  
ядерного топлива

КЯБ том 7 – Исследование пригодности и оценка площадки ядерных установок

КЯБ том 8 : Вывод из эксплуатации ядерных объектов

КЯБ том 9– Требования к строительству нового ядерного объекта

КЯБ том 10– Определения Ккодексов ядерной безопасности

# КЯБ том 3: Проектные требования действующих АЭС

## 3.2. Общие проектные требования

### 3.2.1. Основные проектные требования

- (система управления на проектирование, независимый контроль проектов, основные функции безопасности, глубокоэшелонированная защита и тд.)

### 3.2.2. Основа проектирования безопасности

- (рабочие состояния: ТА-1-4, ТАК1-2, инициирующие события, классификация систем и элементов систем по классам безопасности и тд.)

# КЯБ том 3: Проектные требования действующих АЭС

## 3.2.3. Подтверждение безопасности

- (консервативный подход, детерминистический и вероятностный анализ, предварительный окончательный, и актуализированный окончательный отчёт по безопасности)

## 3.2.4. Критерии принятия отчётов по безопасности

(доза контрольной группы населения, повреждение активной зоны, частота раннего большого выброса и тд.)

## 3.2.5. Условия и ограничения эксплуатации

# КЯБ том 3: Проектные требования действующих АЭС– продолжение

## 3.3. Специальные проектные требования

3.3.1. Проектирование систем, относящихся к классам безопасности

3.3.2. Проектный срок службы

3.3.3. Проектирование оборудования и трубопроводов под давлением

3.3.4. Проектирование сооружений и строительных конструкции

3.3.5. Ввод в эксплуатацию

3.3.6. Специфические факторы опасности

3.3.7. Противопожарная защита

3.3.8. Вывод из эксплуатации

3.3.9. Человеческий фактор



# КЯБ том 3: Проектные требования действующих АЭС– продолжение

## 3.4. Проектирование систем и элементов **особой важности**

### 3.4.1. Проектирование атомного **реактора и активной зоны**

### 3.4.2. Проектирование **главного циркуляционного контура**

### 3.4.3. Теплоотвод

### 3.4.4. Блочный и резервный щит управления, центр технической поддержки и запасный центр технической поддержки

### 3.4.5. Электрические системы и системы управления

### 3.4.6. Контеймент и его системы

- Конструктивный дизайн и структурная целостность контеймента
- Технологические системы (отвод тепла, вентиляция, очистка воздуха, сжигание водорода)

### 3.4.7. Вспомогательные и обслуживающие системы

(охлаждающая вода систем безопасности и вентиляция, подъёмные устройства и оборудование)



# КЯБ том 3: Проектные требования действующих АЭС– продолжение

## 3.5. РАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА

3.5.2. Дезактивация

3.5.3. Оборудование радиологического контроля

3.5.4. Биологическая защита и экранирование

### **3.5.4. Биологическая защита**

3.5.5. Выбросы радиоактивных веществ

## 3.6. ХРАНЕНИЕ И ОБРАЩЕНИЕ С ЯДЕРНЫМ ТОПЛИВОМ И РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ

- (свежее и отработанное ядерное топливо, твёрдые и жидкие отходы )

## 3.7. ПЛАНИРОВАНИЕ ГОТОВНОСТИ К ЯДЕРНЫМ АВАРИЙНЫМ СИТУАЦИЯМ НА ПЛОЩАДКЕ И РЕАГИРОВАНИЯ НА НИХ

- (сигнализация, центр управления авариями, мобильные средства)



# КЯБ том 3: Проектные требования действующих АЭС– продолжение



# КЯБ том 4. Эксплуатация атомных станций

## 4.2. Условия и ограничения эксплуатации

4.2.0.0100. Лицензиат обязан разработать и следить за исполнением технической документации, соблюдение которой гарантирует выполнение норм эксплуатации.

4.2.0.0100.\* — Лицензиат обязан разработать и поддерживать в рабочем состоянии такую документацию по эксплуатации, соблюдение которой гарантирует выполнение эксплуатационных условий и ограничений в соответствии с Томом 3, в случае новой атомной станции в соответствии с Томом 3А.

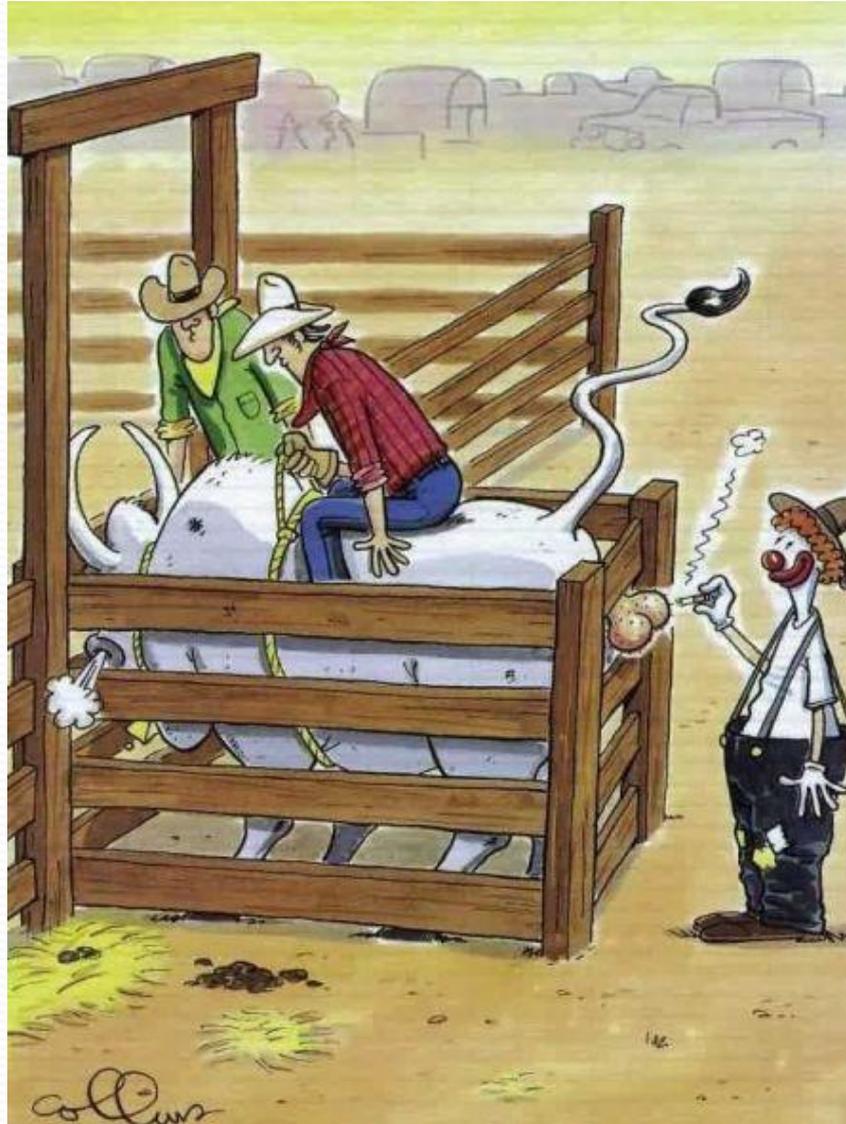
# КЯБ том 4. Эксплуатация атомных станций– продолжение.

## 4.3. Ввод в эксплуатацию

### 4.3.1. Цель деятельности

4.3.1.0400. При вводе в эксплуатацию необходимо **подтвердить предварительные параметры и нормы эксплуатации**, затем утвердить их на основании результатов измерений и тестов в процессе ввода в эксплуатацию.

### 4.3.2. Организация и выполнение пуско-наладки



# КЯБ том 4. Эксплуатация атомных станций– продолжение.

## 4.4. Организационная структура лицензиата

### 4.4.1. Требования к персоналу

- Культура безопасности

4.4.2.0100. В интересах соответствующего **осуществления полномочий и выполнения задач** в соответствии с требованиями безопасности **при избрании руководства приверженность** идее ядерной безопасности должна быть обязательным фактором.

4.4.2.\*<sup>–</sup> Исключён на основании 70/2018. (IV. 9.)

### 4.5. Помещения оперативного управления эксплуатацией, техническая и административная документация, поддерживающая эксплуатацию

4.5.1.0100. Помещение БЩУ и РЩУ за весь период работы ядерной установки должно **соответствовать текущему техническому развитию**, а также учитывать эргономические требования.



# КЯБ том 4. Эксплуатация атомных станций– продолжение.

4.6. Поддержание технического состояния систем и элементов систем

**Программа ремонта, опробования и надзора за состоянием**

- **Управление старением**
- **Поддержание аттестированного состояния элементов систем**
- **Проведение периодического тестирования**
- **Проведение ремонта и замены оборудования**

4.6.1.1300. При разработке программы технического обслуживания, тестирования и контроля необходимо найти **баланс между увеличением безопасности в результате реализации программы и увеличением риска неработоспособности во время технического обслуживания. В том случае, если будут введены программы, отклоняющиеся от графика действующей программы технического обслуживания, необходимо проанализировать сопряженные с этим риски.**



# КЯБ том 4. Эксплуатация атомных станций– продолжение

## 4.7. Обращение с ядерным топливом

- а) Закупки,
- б) Поставки,
- в) **Перемещение свежего ядерного топлива внутри ядерного объекта,**
- г) **Входной контроль,**
- д) **Хранение свежего ядерного топлива,**
- е) **Загрузка свежего ядерного топлива ,**
- ж) **Эксплуатирование ядерного топлива,**
- з) **Перегрузки,**
- и) **Перемещение отработанного ядерного топлива внутри ядерного объекта,**
- к) **Выдержка отработанного ядерного топлива**
- л) **Транспортировка отработанного ядерного топлива с территории ядерного сооружения.**

# КЯБ том 4. Эксплуатация атомных станций– продолжение

4.8. Осуществление модификаций, временных модификаций

4.8.1. Типы модификаций, применение дифференцированного подхода

4.8.2. Внутреннее регулирование модификаций

4.8.3. Подготовка модификаций, надзор, документирование

4.8.4. Завершение модификаций и документирование накопленного опыта

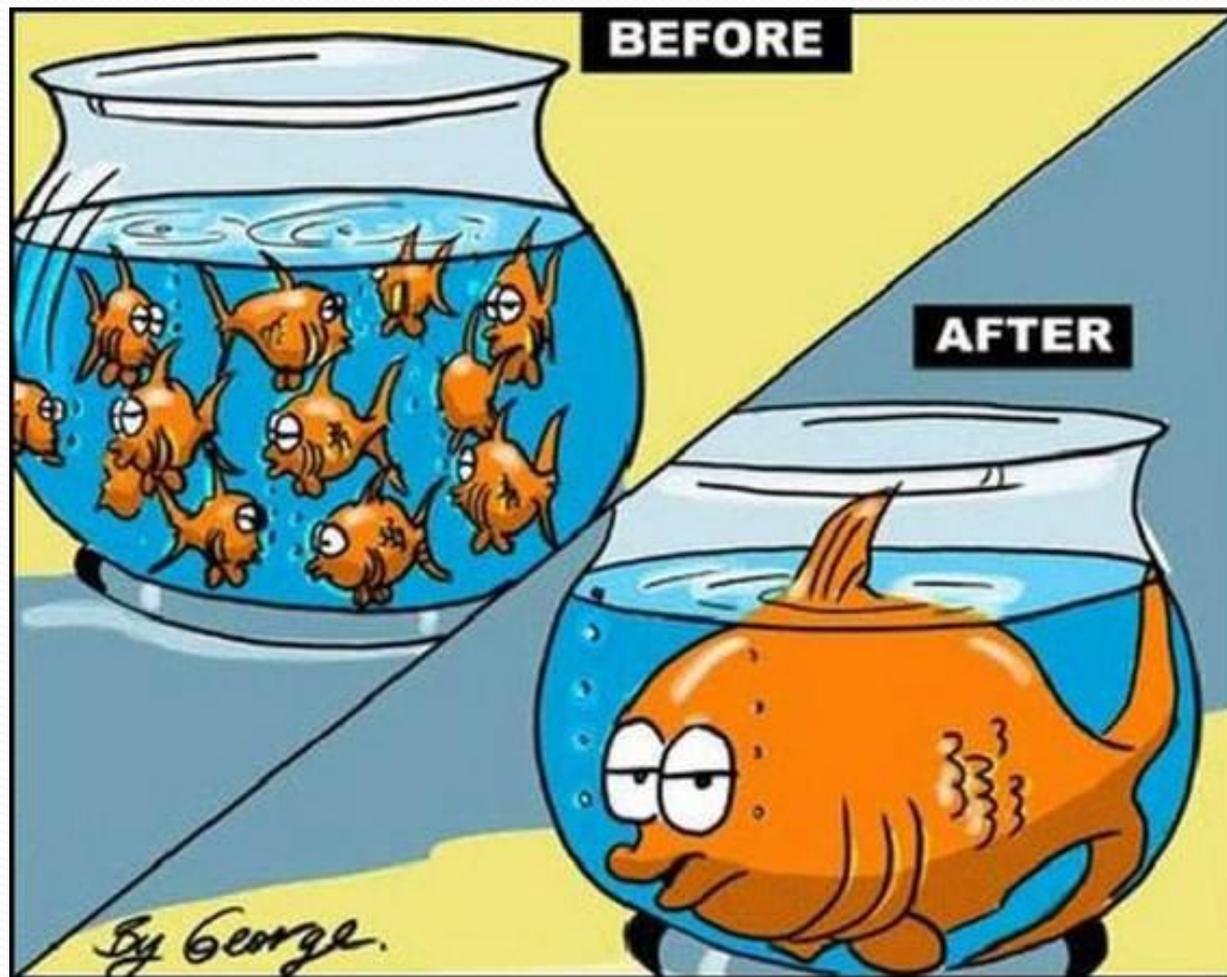
4.8.2.0800. В интересах осуществления дифференцированного подхода модификации следует классифицировать с точки зрения значения безопасности ...с применением процедуры системы управления лицензиата.

4.8.2.0400. Модификация не может снизить уровень ядерной безопасности.

4.8.2.0400.\* – Модификация не может снизить уровень ядерной безопасности.



# КЯБ том 4. Эксплуатация атомных станций– продолжение



# КЯБ том 4. Эксплуатация атомных станций– продолжение

**4.9. Применение вероятностного анализа безопасности**

**4.9.0.0400. Вероятностный анализ безопасности следует использовать для обоснования модификации блоков и оценки значимости событий, а также для изменения процедур.**

**4.9.0.0600. Результаты анализа вероятностной безопасности используются при составлении списка элементов программ верификации и тестирования касательно наиболее рискованных факторов.**

# КЯБ том 4. Эксплуатация атомных станций– продолжение

## 4.10. Радиационная защита

4.10.0.0200. В интересах выполнения требований радиационной защиты в соответствии с письменным и утвержденным регламентом **следует обеспечить:**

- а) контроль за радиационной защитой **людей;**
- б) контроль за радиационной защитой **участка ядерной установки** и окружения вокруг станции;
- в) постоянный надежный **контроль за радиоактивными выбросами;** также
- г) **документирование вышеизложенного.**

# КЯБ том 4. Эксплуатация атомных станций– продолжение

4.11. Обращение с радиационными отходами

4.11.2. **Регулирование** обращения с радиационными отходами

4.11.3. **Классификация** радиационных отходов

4.11.3.0200. **При разработке критериев радиационной защиты отходов следует учитывать следующее:**

- а) **активность;**
- б) **концентрацию активности;**
- в) **мощность дозы на поверхности; также**
- г) **время полураспада и вид радиоизотопа.**

# КЯБ том 4. Эксплуатация атомных станций– продолжение

## **4.12. Ликвидация последствий ядерной аварии**

**4.12.1. Подготовка к ликвидации последствий ядерной аварии на площадке**

**4.12.2. Ликвидация последствий ядерной аварии**

## **4.13. Противопожарная защита**

## **4.14. Опыт эксплуатации**

## **4.15. Подготовка к эксплуатации после окончания проектного срока службы**

На блоках 1.-4. уже получено разрешение на продление срока службы.

## **4.16. Обращение с документацией по эксплуатации**



# КЯБ том 5: ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РЕАКТОРОВ

- КЯБ Тома 1,2 распространяются на все ядерные объекты.
- Том 5 содержит требования, похожие на тома 3 и 4 для исследовательских реакторов

В Венгрии работает два исследовательских реактора:

- 1. Исследовательский реактор при Центре исследования энергии при Венгерской академии наук
- 2. Учебный реактор при Венгерском техническом университете.



# Проектные требования для исследовательских реакторов

- **Классифицирование систем, элементов систем** (элементы системы классифицированы по двум классам безопасности и по четырём классам с точки зрения сейсмичности)
- **Подтверждение безопасности** (проектная основа, предполагаемые исходные события, проектные данные и модели, окончательный отчёт по безопасности)
- **Общие проектные требования** (конструкция, выбранная на основе изысканий и исследований)
- **Сооружения и строительные конструкции** (необходимо принять во внимание степень использования в соответствии с функцией, влияние функций друг на друга, на окружающую среду, а также их влияние на материальные ценности и ядерную безопасность).
- **Срок службы** (необходимо принять во внимание производственные нагрузки, процесса старения, включая радиацию, коррозию, эрозию, изменение размера, изношенность, а также физическое и химическое влияние окружающей среды всевозможные комбинации этих факторов).

# исследовательских реакторов - продолжение.

- **Надёжность** (элементы систем, классифицированных по классу высокой надёжности, применение редунданции и диверсифицирования, физическое и функциональное разделение, обособленное)
- **Материалы конструкций** (физико-механические свойства, технологичность, совместимость материалов, соприкасающихся друг с другом)
- **Ремонт, контроль и проверки** (периодические проверки для определения целостности и герметичности, функциональные пробы, программы исследования свойств материалов)
- **Классификация элементов системы** (классификация на основании тестирования, анализа и эксплуатационного опыта)



# Проектные требования для исследовательских реакторов – продолжение.

- **Старение** (выявление мест старения, тенденция старения, мониторинг)
- **Оборудование и трубопроводы под давлением** (соответствующая устойчивость к нагрузкам, своевременное детектирование ошибок, паспорта на оборудование)
- **Химия воды**
- **Человеческий фактор** (учёт эргономических факторов, отношений человек-машина)
- **Размещение** (минимализация внутренних и внешних источников угрозы и угрожающих факторов)
- **Противопожарная защита**

# исследовательских реакторов – продолжение.

## Специальные проектные требования

- Реактор и активная зона
- Остановка реактора
- Регулирование реактора
- Ядерное топливо
- Охлаждение активной зоны
- Здание реактора
- Измерительные приборы, информационная, электрическая техника, системы управления и контроля
- Вспомогательные системы
- Экспериментальное оборудование
- Радиационная защита
- Обращение с ядерными и радиоактивными материалами
- Планирование устранения последствий ядерных аварий

# Эксплуатация исследовательских реакторов

- **Организационная структура исследовательского реактора,**
- (5.3.2.0500. Персональную ответственность за безопасность исследовательских реакторов несёт высший руководитель.)
- **Требования к персоналу**
- **Ввод в эксплуатацию исследовательских реакторов (в данный момент не актуально)**
- **Эксплуатационные условия и ограничения**
- **Эксплуатация (нормальный режим, отклонения от нормального режима, аварийные ситуации, аварии)**

# Эксплуатация исследовательских реакторов – продолжение.

- **Использование исследовательских реакторов**
  - *a)* измерения и исследования в исследовательском реакторе,
  - *b)* облучение материалов и образцов с целью производства изотопов, с целью активации, анализа и т.д.
  - *d)* использование источников нейтронов, извлечённых из активной зоны.
- **Классификация элементов систем**
- **Старение**
- **Ремонт и предупредительный ремонт**
- **Проверки и контроль**

# Эксплуатация исследовательских реакторов– продолжение.

- Управление с запчастями
- Проведение модификаций
- Радиационная защита
- Обращение с радиоактивными отходами
- Подготовка к проведению мероприятий по устранению последствий ядерных аварий
- Противопожарная защита
- Опыт эксплуатации
- Документация эксплуатации

# КЯБ том 6 : Временное хранение отработанного ядерного топлива

## 6.1.2. Действие тома :

6.1.2.0100. Требования данного кодекса применяются на фазе проектирования жизненного цикла, ввода в эксплуатацию и функционирования ядерного объекта, обеспечивающего временное сухое хранение отработанного ядерного топлива, готовящегося к постройке или уже функционирующего на территории Венгрии.

6.1.2.0100.\*<sup>—</sup> Требования данного кодекса *нужно применять* на фазе проектирования жизненного цикла, ввода в эксплуатацию и функционирования ядерного объекта, обеспечивающего временное сухое хранение отработанного ядерного топлива, готовящегося к постройке или уже функционирующего на территории Венгрии.

- В случае модульного сооружения все эти фазы жизненного цикла могут существовать одновременно, на сегодняшний день строятся камеры 21-24.



# КЯБ том 6 : Требования по ядерной безопасности при проектировании

**Построение тома 6 похоже на построение тома 5**

- **Цели, поставленные для обеспечения безопасности**
- **Функции безопасности**
- **Эксплуатационные условия и ограничения**
- **Основные проектные требования**
- **Технологические проектные требования**
- **Требования, относящиеся к подкритичности**
- **проектные требования по охлаждению отработанного ядерного топлива**
- **проектные требования к конструкции хранилища**
- **требования к системам обращения и перегрузки**

# КЯБ том 6 : Требования по ядерной безопасности при проектировании – продолжение

- **Требования по транспортировке** (проектирование транспортного контейнера)
- **Оснащение измерительными приборами**, системы управления и контроля, информатика
- **Проектные требования к вспомогательным системам** (Электроснабжение, вентиляция)
- **Радиационная защита**
- **Обращение с радиоактивными материалами**
- **Подтверждение ядерной безопасности** (Анализы безопасности и неисправностей, аварий, окончательный отчёт по безопасности)
- **Планирование управления авариями** (оповещение, центр управления аварийными ситуациями, спасательные пути)

# КЯБ том 6: требования по ядерной безопасности при эксплуатации

- **Организационная структура лицензиата**
- **Требования к персоналу**
- **Регулирование эксплуатации**
- **Обращение с кассетами**
- **Деятельность по радиационной безопасности**
- **Обращение с радиоактивными отходами**
- **Проверки и испытания**
- **Сосуды и трубопроводы под давлением**
- **Модификации**
- **Ремонт**

# КЯБ том 6: требования по ядерной безопасности при эксплуатации– продолжение

- Проведение **ремонта** и замены оборудования
- Управление **старением**
- Поддержание **аттестированного состояния** элементов систем
- **Анализ безопасности** эксплуатации
- **Противопожарная** защита
- **Анализ происшествий и аварий**
- **Опыт эксплуатации**
- **Документация** эксплуатации
- **Учётные записи**
- **Подготовка к аварийным ситуациям**

# КЯБ том 7: Исследования пригодности площадки АЭС и оценка ядерных установок

## 7.2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИГОДНОСТИ ПЛОЩАДКИ

7.2.1. Общие требования пригодности исследования и тестирования площадки

**Цель: определение и анализ параметров, исключающих применение площадки, определение и анализ параметров, являющихся опасными для данной площадки**

7.2.2. Требования, разработанные для проектирования и оценки ядерной безопасности

7.2.3. Специальные требования для выбросов радиоактивных отходов ядерных установок

7.2.4. Требования для планирования предотвращения несчастных случаев

7.2.5. Расчет по модели и контроль свойств площадки



# КЯБ том 7: Исследования пригодности площадки АЭС и оценка ядерных установок– продолжение

## 7.3. Исследование и оценка отдельных внешних воздействий

- **Землетрясения** и последствия выброса на поверхность
- **Геотехнические угрожающие характеристики** (нестабильность спуска, обвал поверхности площадки, трещина, резкое падение, провис или подъём, разжижение почвы, поведение фундамента)
- **Метеорологические характеристики** ( данные по ветрам, осадкам, температуре и вихрям)

# КЯБ том 7: Исследования пригодности площадки АЭС и оценка ядерных установок– продолжение

- **Разливы** (залив площадки, опасность, связанная с водными объектами)
- **Внешние, человеческие угрожающие факторы** (падение самолёта, взрывы, токсичные газовые облака, дым и тепловые воздействия)
- **Распространение радиоактивным материалом** в воздухе и водах, демография, перенаселение, использование грунта м воды, радиоактивность окружения
- **Обобщающий отчёт пригодности площадки**

# КЯБ том 7: и оценка ядерных установок– Исследования пригодности площадки АЭС продолжение

## 7.4. Классификация ядерных установок по категориям

7.4.1.0100. Требования к оценке пригодности площадки ядерной установки и прилегающих территорий должны классифицироваться на основе рисков на три основные категории следующим образом:

- а) атомные электростанции и специальные исследовательские реакторы,
- б) объекты временного хранения отработанного ядерного топлива,
- в) исследовательские и учебные реакторы и критические и субкритические системы.

**В последующем том 7 подробно определяет требования к различным ядерным сооружениям.**



# КЯБ том 8: Вывод из эксплуатации ядерных объектов

## 8.2. Стратегия и планирование вывода из эксплуатации

8.2.1. Принятие во внимание вопроса вывода из эксплуатации на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации

8.2.2. Стратегия вывода из эксплуатации в отношении площадки

8.2.2.0200. Вариант, предлагающий отсроченный вывод из эксплуатации, следует обосновать подробным анализом.)

8.2.3. План вывода из эксплуатации объекта на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации

8.2.3.0200. На проектной стадии ядерного сооружения следует разработать предварительный проект вывода из эксплуатации.)

# КЯБ том 8: Вывод из эксплуатации ядерных объектов

## 8.2.4. Окончательный план вывода из эксплуатации

8.2.4.0200. За один год до окончательной остановки ядерного объекта лицензиат должен подготовить окончательный план вывода из эксплуатации, который включает в себя окончательную концепцию и способ реализации вывода из эксплуатации.)

8.2.4.0200.\* — Непосредственно перед окончательной остановкой ядерного объекта лицензиат должен утвердить окончательную концепцию и способ реализации вывода из эксплуатации, которые включены в Окончательный план вывода из эксплуатации.

8.2.5. Актуализация плана вывода из эксплуатации в течение периода вывода из эксплуатации

# КЯБ том 8: Вывод из эксплуатации ядерных объектов – продолжение.

## 8.3. Осуществление вывода из эксплуатации

### 8.3.1. Классификация по классам безопасности

### 8.3.2. Подготовка к предотвращению ядерной аварии на площадке

### 8.3.3. Использование опыта, полученного при выводе из эксплуатации

### 8.3.4. Обращение с радиоактивными и нерадиоактивными отходами

### 8.3.5. Контроль радиационной обстановки на участке и за его пределами

### 8.3.6. Техническое обслуживание, тестирование и проверка.

### 8.3.7. Период контролируемого хранения

### 8.3.8. Подтверждение безопасности вывода из эксплуатации

## 8.4. Освобождение из-под контроля территории и ядерного объекта





**Спасибо за внимания!**

**Вопросы?**

