

Определение времени выкипания бассейна выдержки блока 3 Кольской атомной электростанции

Автор: Коваль Анна, обучающаяся 11А класса
МБОУ СОШ№4 г. Полярные Зори

Руководитель: Клименко Людмила Ильинична,
учитель физики МБОУ СОШ № 4 г.Полярные Зори

Научный консультант: Власов Роман Николаевич,
сотрудник отдела ядерной безопасности
и надежности Кольской АЭС

Авария на Фукусима-1



Цель работы

Оценить время выкипания и выпаривания бассейна выдержки на 3 блоке Кольской АЭС

Задачи:

- изучить систему хранения отработанного ядерного топлива;
- рассчитать время до повреждения кассет с ядерным топливом в бассейне выдержки 3 блока при одноярусном и двухъярусном хранении кассет;
- оценить время до оголения головок кассет;
- определить возможные мероприятия для предотвращения негативных последствий.

Объект исследования: бассейн выдержки на 3 блоке Кольской АЭС.

Предмет исследования: время выкипания и выпаривания бассейна выдержки.

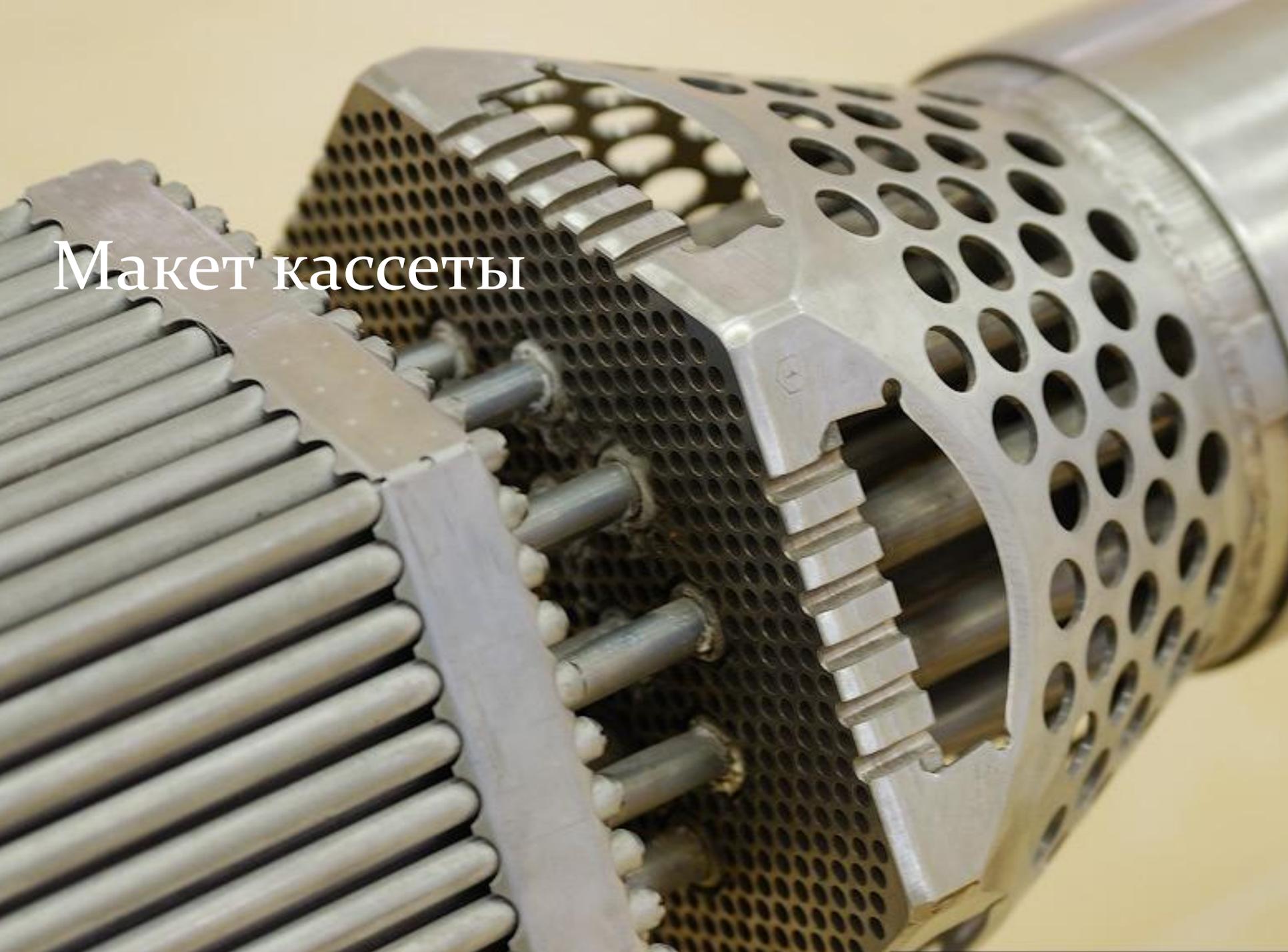
Кольская атомная электростанция



Уран-235



Макет кассеты



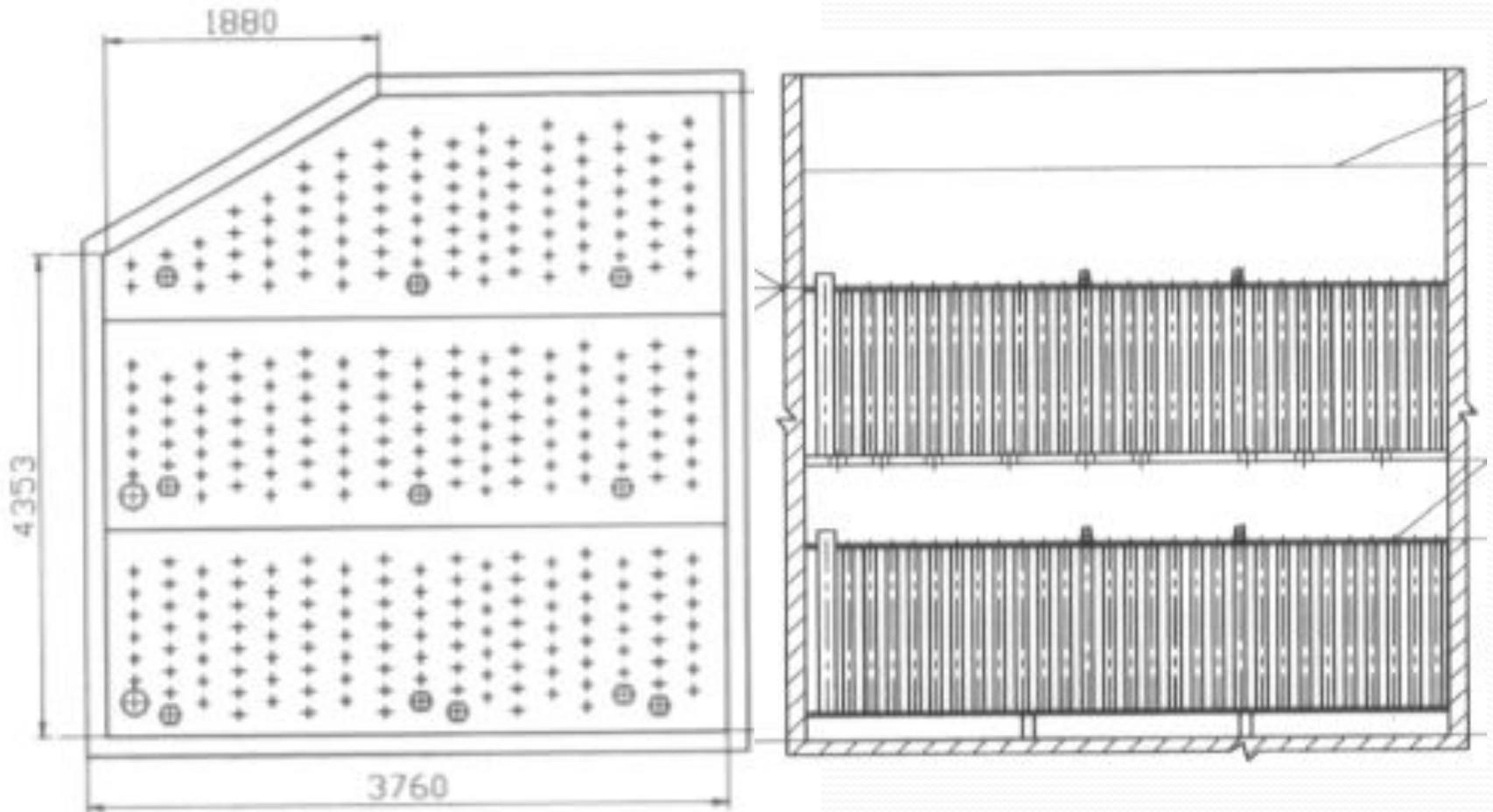
Бассейн выдержки



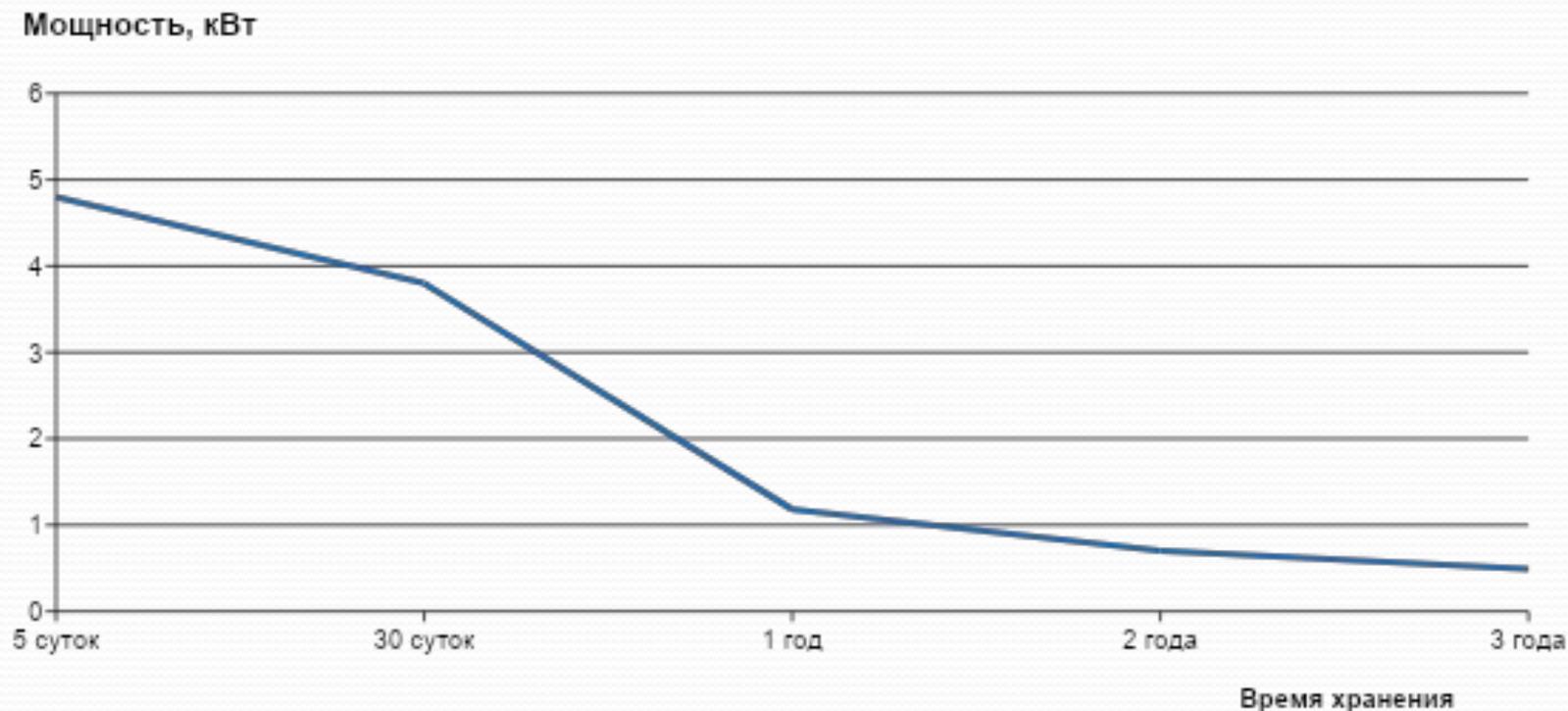
Методика расчета

- Расчет параметров бассейна выдержки.
 - Определение размеров бассейна выдержки.
 - Расчёт объема бассейна выдержки.
 - Расчёт объема воды в бассейне выдержки.
- Определение времени разогрева и времени вскипания воды в бассейне выдержки.
 - Расчёт количество теплоты, выделяющегося кассетами после их погружения в бассейн выдержки.
 - Расчёт времени разогрева воды в бассейне выдержки.
 - Расчёт времени выпаривания воды в бассейне выдержки.
 - Расчёт времени до выкипания воды.

Схемы бассейна выдержки



Зависимость мощности ТВС от времени хранения



Основные формулы расчета

$$Q = cm_{\text{в}}(t_2 - t_1)$$

$$t_{\text{п}} = \frac{Q}{N}$$

$$G = \frac{N}{L}$$

$$t_{\text{в}} = \frac{S \cdot \Delta H \cdot \rho}{G}$$

Вариант 1

В БВ находится только отработавшее ядерное топливо.

Исходные данные для проведения расчета:

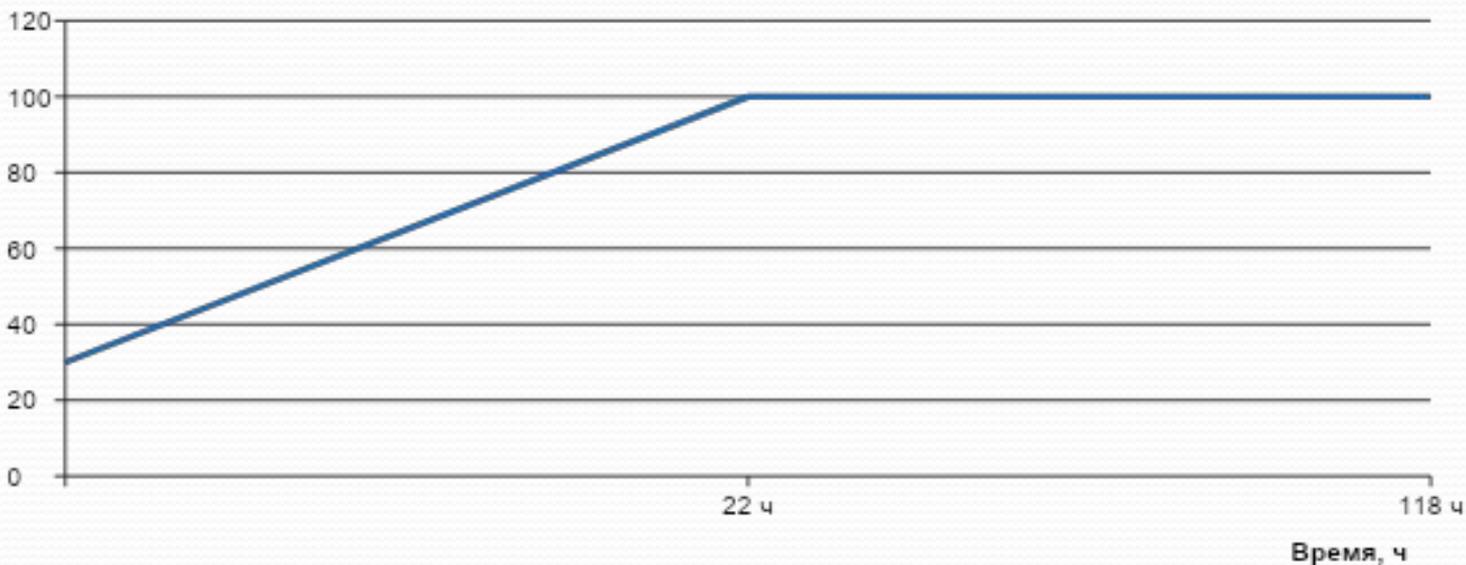
- из активной зоны выгрузка не производилась
- хранение топлива только в нижнем стеллаже
- уровень воды в БВ 6,5 м

Полученные результаты для одного стеллажа

Количество кассет- 319. Мощность кассеты -1,5кВт

- Время разогрева воды - 22 часа
- Время выпаривания - 96 часов

Температура, °C



Вариант 2

Всё топливо из активной зоны выгружено в БВ в дополнение к уже хранящемуся там топливу.

Исходные данные для проведения расчета:

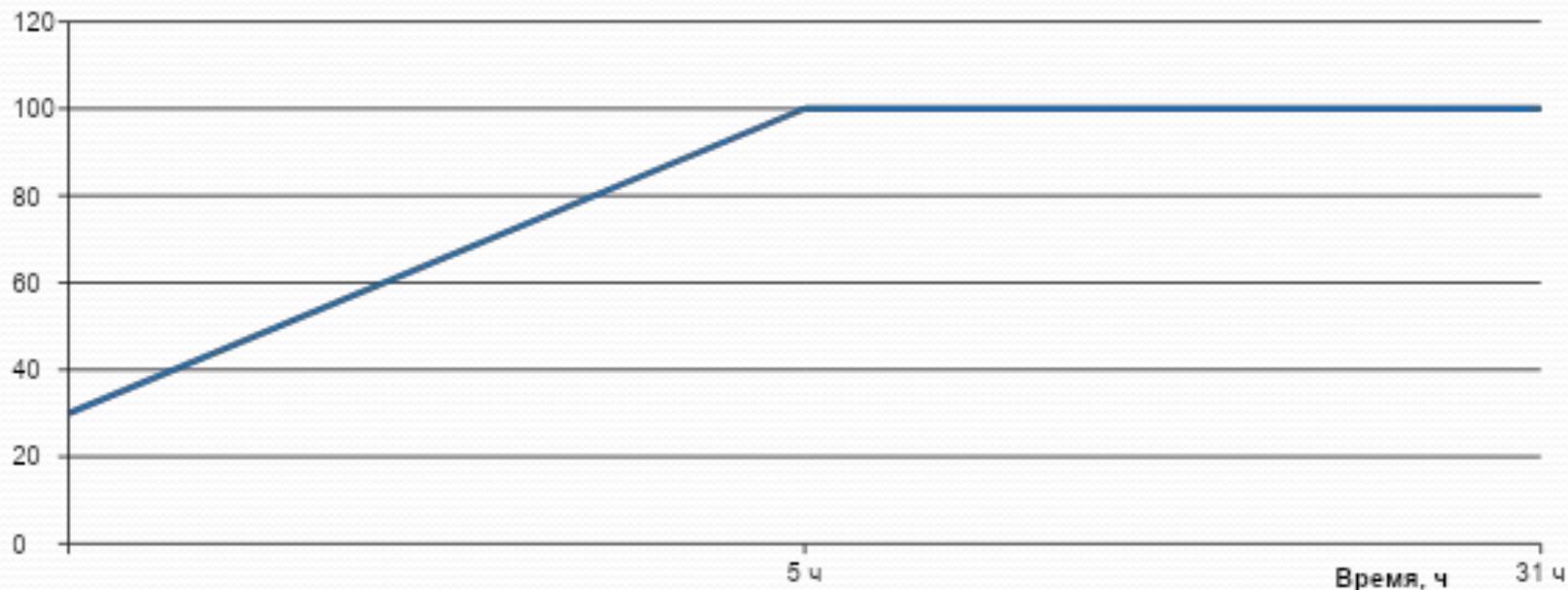
- топливо хранится в нижнем и верхнем стеллажах
- считается, что сначала топливом заполняется нижний стеллаж, затем верхний
- уровень воды в БВ составляет 9,5 м

Полученные результаты для двух стеллажей

Количество кассет- 668. Мощность кассеты - 4,8кВт

- Время разогрева воды - 4,7 часа
- Время выпаривания - 26,5 часа

Температура,
°C



Работы, проведенные на Кольской АЭС после 11.03.2011г.

- Выполнены самопроверки противоаварийной готовности.
- Проанализированы расширенные сценарии запроектных аварий.
- Проведена внеплановая противоаварийная тренировка по новому сценарию.

Средства управления авариями



Вывод

- На данный момент отделом по безопасности и надежности КАЭС разработано множество сценариев аварий и планов действий для предотвращения катастроф, и ядерная безопасность обеспечивается качественно.
- Изучив данную тему, проведя расчеты и ознакомившись с технической литературой я пришла к выводу, что наличие технических средств и грамотных специалистов дает уверенность в безопасности нашей станции.

Подтверждение гипотезы

- Я доказала, что с помощью школьной программы можно произвести расчёты, которые в работе атомной электростанции служат для обеспечения безопасности.
- Для того, чтобы привлечь школьников к выполнению инженерных расчётов я составила задание для обучающихся 7-11 классов, которое позволит ученикам самостоятельно рассчитать время до повреждения кассет с ядерным топливом в бассейне выдержки 3 блока Кольской АЭС.