



РОСАТОМ



Multi-D  
*engineering*

# Multi-D проектирование – технология управления жизненным циклом сложных инженерных объектов

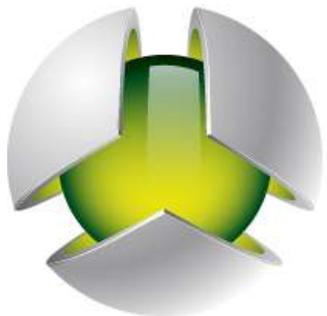
**НИАЭП**  
Национальный инженерный центр "Энергострой"

# Предпосылки появления технологии «Multi-D» и ее применения при ВЭ АЭС



1. Потребность в развитой системе управления проектами в условиях российского ренессанса атомной энергетики и переходе на поточное сооружение энергоблоков АЭС.
2. Взаимодействие с компанией Toshiba (Япония) в части развития технологии 6D.
3. Выход на международный рынок в условиях жесткой конкуренции и необходимость создания инновационной системы управления сооружением, способной обеспечить кратчайшие сроки, минимальную стоимость и качество сооружения АЭС.
4. Возросшая потребность рынка в оказании квалифицированных инженерных услуг при выводе из эксплуатации АЭС.

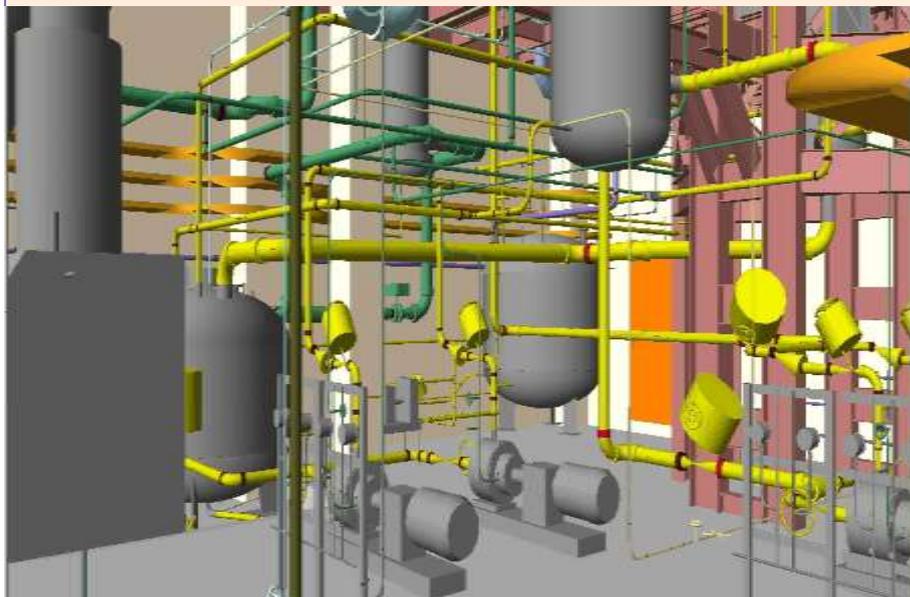




# Multi-D *engineering*



## 3D- модель объекта



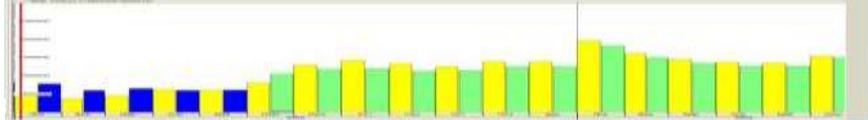
## 4D Календарно-сетевой график (время)



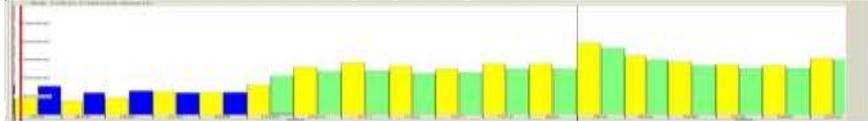
## 5D Физические объемы



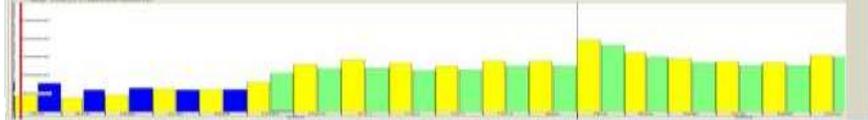
## 6D Человеческие ресурсы



## 7D Машины и механизмы



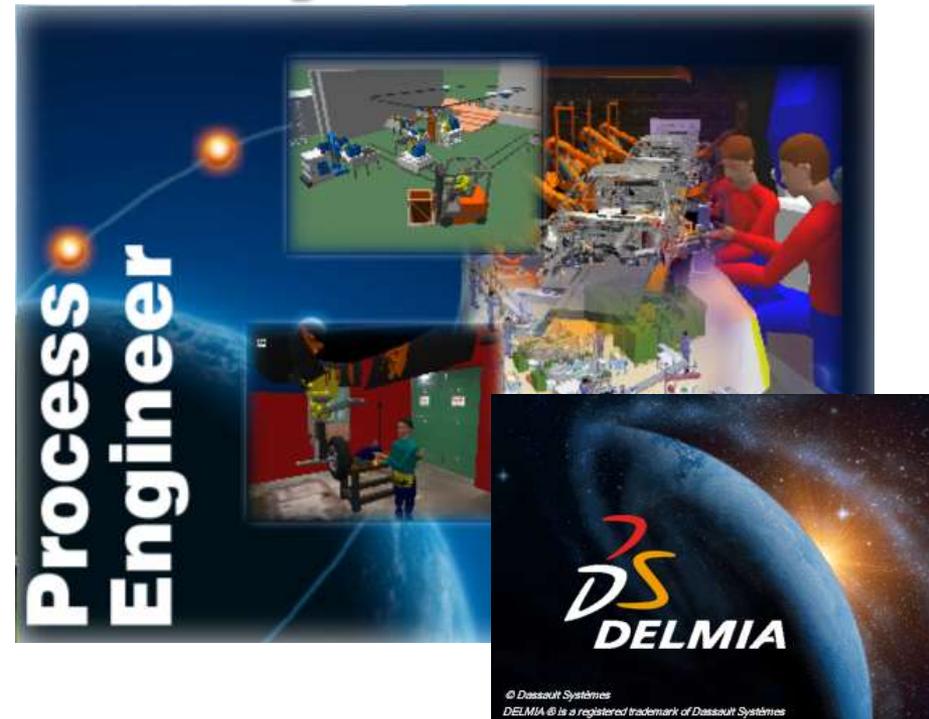
## 8D Стоимость



## Intergraph



## Dassault Systemes



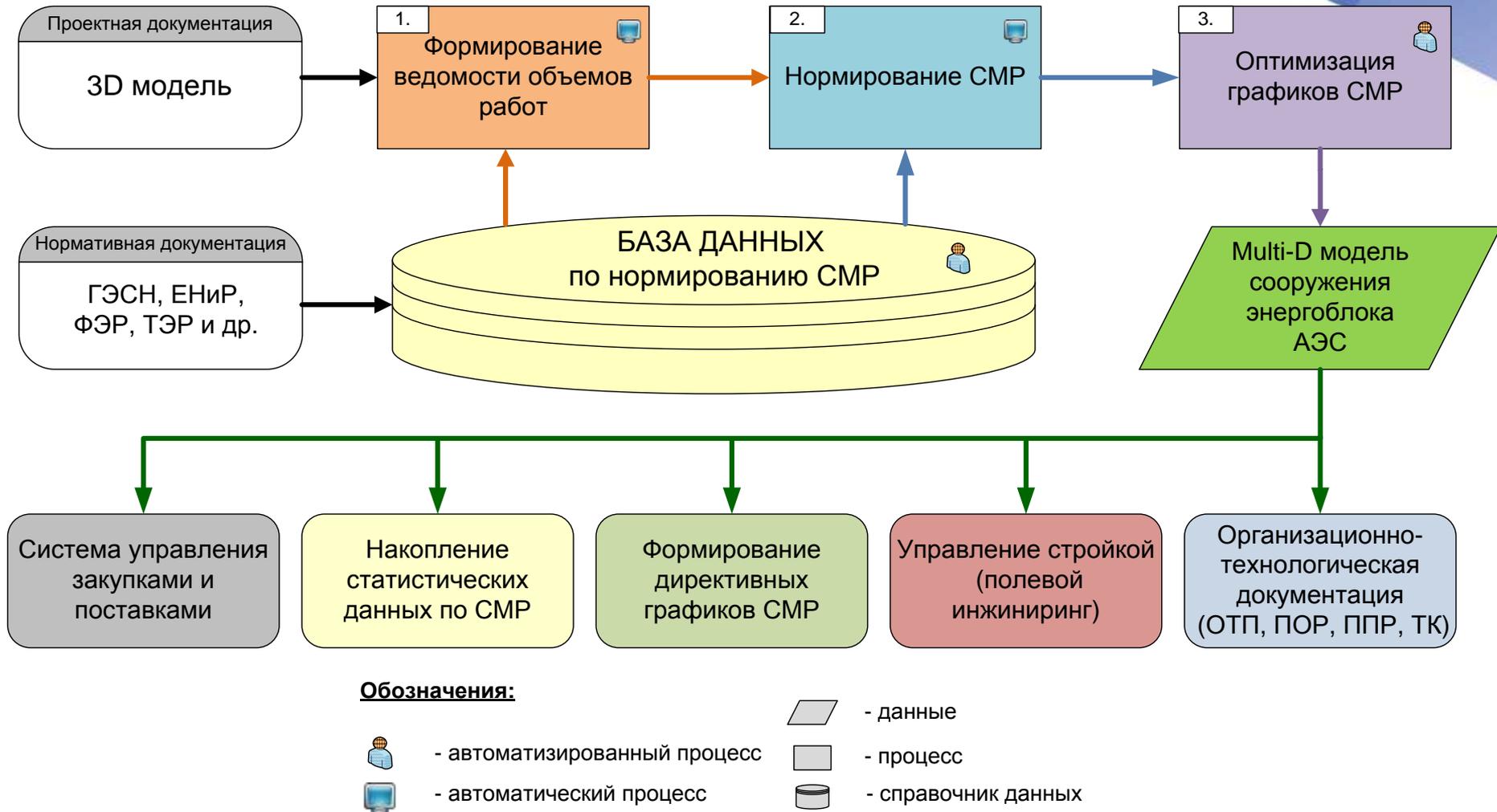
# Особенности применения технологии «Multi-D» для ВЭ



- Multi-D моделирование сооружения комплексов по утилизации РАО.
- Multi-D моделирование демонтажа строительных конструкций и оборудования АЭС.



# Принципиальная схема технологии «Multi-D» для СМР



Конечным результатом работ по развитию технологии «Multi-D» является система, позволяющая осуществлять:

1. Визуальное моделирование СМР.
2. Разработку организационно-технологической документации: ПОС, ПОР, ППР, ТК.
3. Верификацию проектных решений.
4. Верификацию договорных графиков СМР.
5. Формирование структуры проектной документации.
6. Управление сроками поставок оборудования и материалов.
7. Оценку бюджета проекта сооружения в части СМР.
8. Верификацию нормативов для СМР.



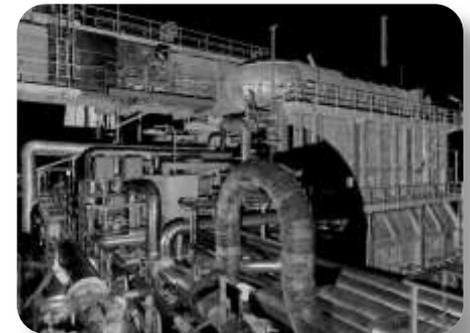
1. Трёхмерная инженерная модель АЭС для управления процессом вывода из эксплуатации.
2. Разработка визуализированных графиков производства работ по демонтажу АЭС.
3. Разработка имитационных моделей для отработки и верификации планов производства работ по демонтажу радиационно-загрязнённых конструкций и оборудования.
4. Расчёт объёмов радиоактивных отходов при демонтаже строительных конструкций, оборудования и трубопроводов АЭС.
5. Создание системы информационной поддержки процессов обращения с радиоактивными отходами.



# Особенности применения технологии «Multi-D» при демонтаже

Для моделирования демонтажных работ на АЭС не может быть использована проектная 3D модель. Для формирования 3D модели «as build» используется

## ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ



# Этапы формирования информационной 3D модели АЭС



1. Лазерное сканирование

2. Обработка массива данных

3. Формирование векторной 3D модели

4. Наложение 2D изображение и верификация 3D

5. Информационной 3D модели по данным 2D чертежей



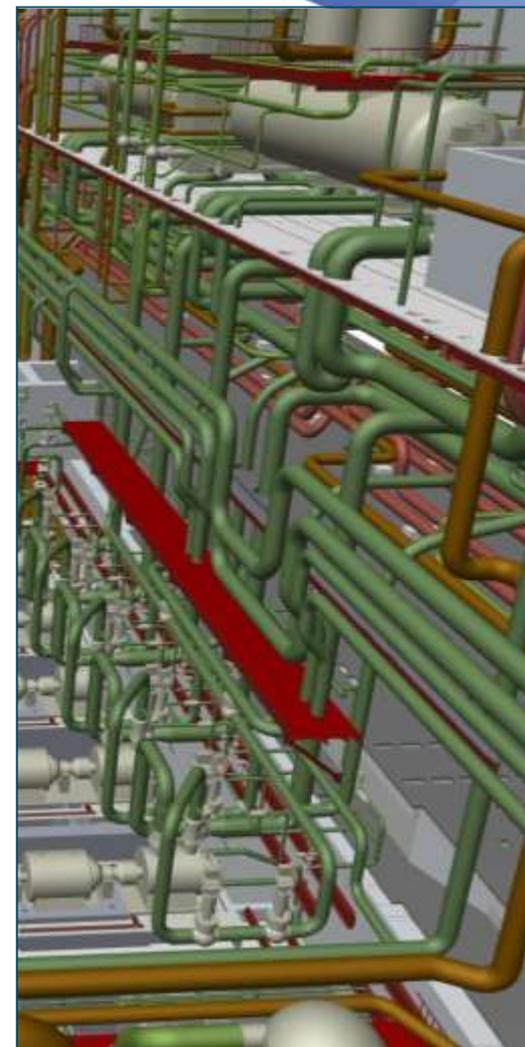
Multi-D



# Трехмерная инженерная модель АЭС для управления процессом вывода из эксплуатации

## Цели применения:

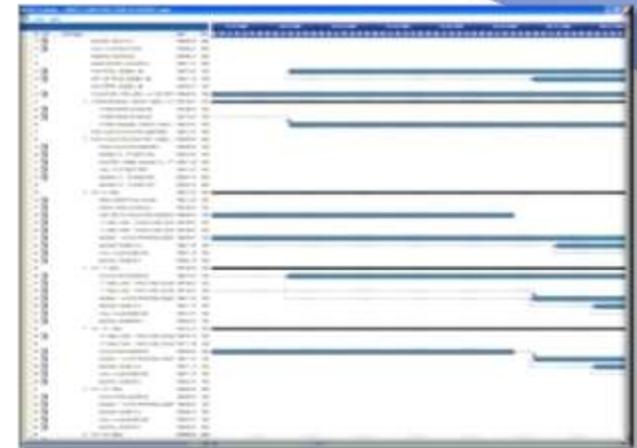
- Сохранение и передача данных и документации на длительные временные сроки с решением задачи обучения персонала и наглядного восприятия накопленной информации будущими поколениями специалистов, которые будут осуществлять работы по ВЭ.
- Информационное сопровождение процесса ВЭ, включая средства предварительной отработки проектных решений, планирования и управления реализацией проекта ВЭ.
- Интеграция данных по радиационной обстановке, учета и контроля РАО, образующихся в течение всей длительности процесса ВЭ, ввод и отображение данных КИРО.



# Разработка визуализированных графиков работ по демонтажу АЭС

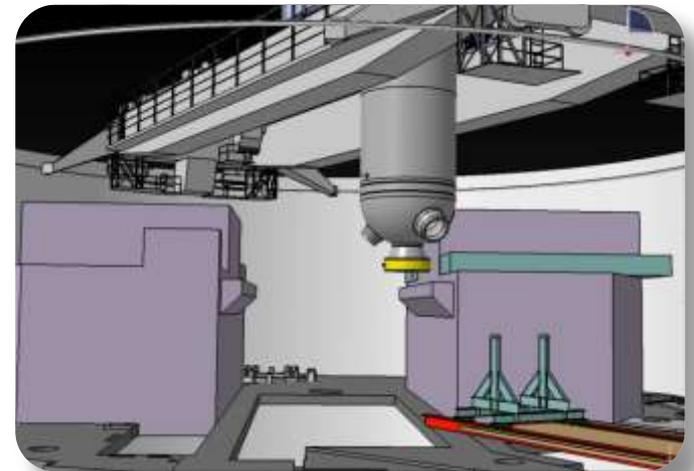
## Цели применения:

- Формирование визуализированных и доказуемых планов работ по демонтажу строительных конструкций, оборудования и трубопроводов энергоблоков АЭС
- Оптимизация графиков работ по физическим объемам, трудозатратам, стоимости и использованию средств механизации работ



## Исходные данные:

- Трехмерная инженерная модель энергоблоков АЭС.
- Проектно-конструкторская и эксплуатационная документация.



# Разработка имитационных моделей производства работ по демонтажу радиационно-загрязненных конструкций и оборудования

---



## Цели:

- Создание и применение имитационной модели демонтажа элементов энергоблоков АЭС для проверки, оптимизации и верификации принятых конструкторско-технологических решений.
- Снижение издержек и повышение безопасности осуществления выбранного варианта вывода из эксплуатации энергоблоков АЭС за счет предварительного компьютерного имитационного моделирования и оптимизации наиболее сложных технологических операций.
- Прогнозирование дозовых нагрузок на персонал при выполнении сложных технологических операций.
- Обучение производственного персонала АЭС и подрядных организаций на основании оптимизированных планов производства сложных технологических операций по демонтажу загрязнённого и крупногабаритного оборудования, систем, строительных конструкций.

# Разработка имитационных моделей производства работ по демонтажу радиационно-загрязненных конструкций и оборудования

---

Исходные данные:

- Трехмерная инженерная модель энергоблоков АЭС.
- Планы производства работ по демонтажу оборудования, трубопроводов и строительных конструкций энергоблоков АЭС.

# Расчёт объёмов радиоактивных отходов при демонтаже строительных конструкций, оборудования и трубопроводов АЭС

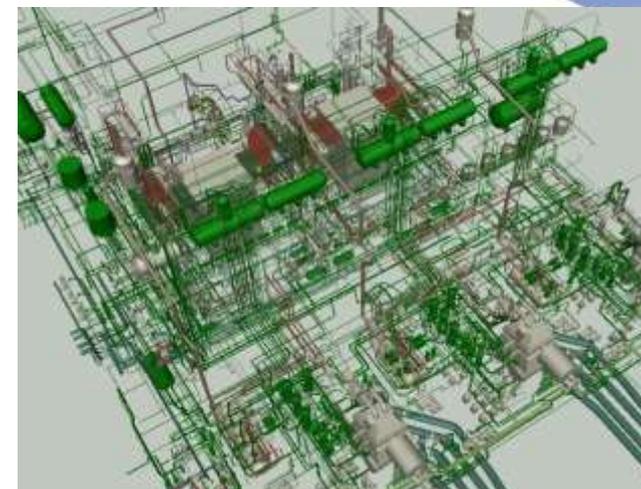
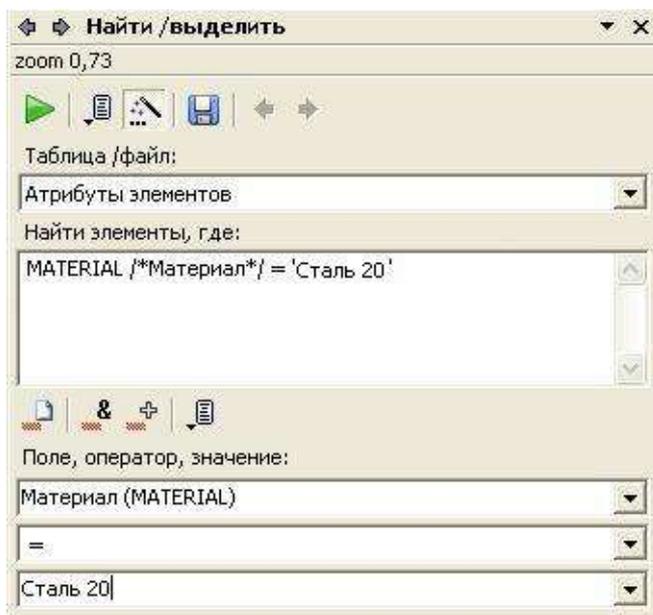
## Цели:

- Расчет объёмов радиоактивных отходов на основании данных трехмерной инженерной модели с наложением данных КИРО (радиационное обследование), которые будут образовываться при выводе из эксплуатации, распределенные по категориям (ВАО, САО, НАО, ОНАО).
- Подсчет на основании данных трехмерной инженерной модели объёмов дезактивации.

## Исходные данные:

- Трёхмерная инженерная модель блоков АЭС
- Планы производства работ по демонтажу элементов АЭС

# Расчёт объёмов радиоактивных отходов при демонтаже строительных конструкций, оборудования и трубопроводов АЭС



Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опорного листа	Помещение	Радиационный уровень	Площадь поверхности, м2 (для единицы)	Теплоизоляция (для единицы)	Материал	Количество	Общий вес
Бак запаса охлаждающей воды для дизелей	V=79 м3	404	НАО	110		20	1 шт.	4354,0 кг
Бак конденсатор-охладитель	V=150 м3	402	НАО	270		20	1 шт.	14500,0 кг
Бак охлаждения подпиточной воды	V=50 м3	405	НАО	80		20	1 шт.	2888,0 кг
Бак питательной воды	V=72 м3	243/1	НАО	114	Маты из стекловолокна, штукатурка асбозурит, алюмин, кожух. V=12 м3, M=4230 кг	20	1 шт.	14028,0 кг
Бак питательной воды	V=72 м3	243/2в	НАО	114	Маты из стекловолокна, штукатурка асбозурит, алюмин, кожух. V=12 м3, M=4230 кг	20	1 шт.	14028,0 кг
Бак питательной воды	V=72 м3	243/2б	НАО	114	Маты из стекловолокна, штукатурка асбозурит, алюмин, кожух. V=12 м3, M=4230 кг	20	1 шт.	14028,0 кг
Бак подпитки теплосети	V=150 м3	404	НАО	175		20	1 шт.	14900,0 кг
Влагоотделитель системы очистки и циркуляции азота	D=500	204/1	НАО	3		20	1 шт.	83,0 кг
Водяной фильтр	ФС-250-1	10	НАО	4		20	3 шт.	1350,0 кг
Водяной фильтр	ФС-400-1	10	НАО	8		20	2 шт.	1720,0 кг
Водяной фильтр	ФС-400-1	3	НАО	15		20	4 шт.	3440,0 кг
Водяной фильтр	ФС-400-1	3	НАО	8		20	1 шт.	860,0 кг

# Система информационной поддержки процессов обращения с радиоактивными отходами при выводе из эксплуатации энергоблоков АЭС



## Цели:

- Минимизации финансовых затрат и повышение экономической эффективности за счет:
  - рациональной эксплуатации хранилищ;
  - снижения прямых и косвенных финансовых затрат на переработку,
  - снижения затрат на кондиционирование и размещение РАО;
  - условного или безусловного освобождения материалов от регулирующего контроля;
- Определения достоверного наличного количественного и качественного состава РАО на АЭС, обеспечения их сохранности и исключения несанкционированного использования на всех этапах жизненного цикла РАО.

**Спасибо  
за внимание!**