



# Разработка норм производственных запасов товарно-материальных ценностей для обеспечения ремонтно- эксплуатационных нужд АЭС

ОАО «ВНИИАЭС», Москва  
Центр научно-технической поддержки ТО и ремонта

*Янченко Ю.А., Ткачук С.А., Темрина Е.В.  
Гуринович В.Д., Типляков Д.Н., Третьяков К.В.*

21-23.05.2014

# Ресурсное обеспечение эксплуатации, ТО и ремонта

## Эксплуатация

## ТО и ремонт

### Трудовые ресурсы

- *Штатное расписание*
- *Штатное расписание (собственный персонал)*
- *Отраслевые элементные сметные нормы ОЭСН – 2013 (подрядный персонал)*

### Материально-технические ресурсы - ТМЦ (запасные части, материалы)

*Нормированы частично руководящими и эксплуатационными документами (руководства по эксплуатации оборудования предприятий – изготовителей, ТУ на ремонт, КТД, Программы ТОиР)*

турбинное и трансформаторное масло,  
иониты, спирт, спецодежда и др.

страховой запас,  
ремонтный обменный фонд

# Проблемы

- имеются риски потери энерговыработки из-за дефицита производственных запасов ТМЦ
- возможно неэффективное использование («замораживание») финансовых ресурсов при необоснованно больших запасах ТМЦ
- возможны трудности при обосновании лимитов на ремонтно-эксплуатационные нужды (РЭН) по статье «Сырье и материалы»



## Цель работы

Обеспечение устойчивой и безопасной эксплуатации АЭС, гарантированного выполнения регламентных и неплановых объемов ремонта за счет нормирования запасов ТМЦ

# Постановка задачи (1/2)

1. Разработать корпоративные и станционные нормы запасов ТМЦ на обеспечение РЭН для каждого из 33 энергоблоков 10 АЭС ОАО «Концерн Росэнергоатом»
  - Корпоративные нормы запасов ТМЦ должны обеспечивать:
    - оперативное восстановление работоспособности оборудования энергоблоков при неплановом ремонте
    - выполнение плановых масштабных работ по модернизации
    - возможность проведения агрегатного ремонта однотипного оборудования, применяемого на нескольких энергоблоках

- Нормы стационарных запасов ТМЦ должны:
  - гарантированно обеспечивать материальными ресурсами эксплуатацию АЭС в штатных и нештатных условиях
  - охватывать все эксплуатируемые объекты – оборудование энергоблоков, общестанционное оборудование, здания и сооружения в части номенклатуры и количества применяемых ЗИП и материалов
  - учитывать проектные и конструктивные отличия энергоблоков и оборудования
  - быть разработаны для каждой категории ТО и ремонта оборудования, являться частью информационной системы управления закупками для обеспечения РЭН, планирования и управления ресурсами
- 2. Выполнить стоимостную оценку всей приведенной в нормах номенклатуры ТМЦ

# Организация работ

- **Издание приказа ОАО «Концерн Росэнергоатом» об открытии проекта по разработке нормативов запасов ТМЦ**
- **Разработка и утверждение технического задания**
- **Проведение конкурсной процедуры на выполнение работы**
- **Организация экспертных рабочих групп на АЭС**
- **Проведение рабочих совещаний на АЭС**
- **Сбор исходных данных**
- **Разработка методики нормирования запасов ТМЦ**
- **Подготовка и рассмотрение на АЭС первой и второй редакции норм запасов ТМЦ**
- **Выполнение стоимостной оценки запасов ТМЦ**
- **Согласование и утверждение норм запасов ТМЦ**

# Информационное обеспечение

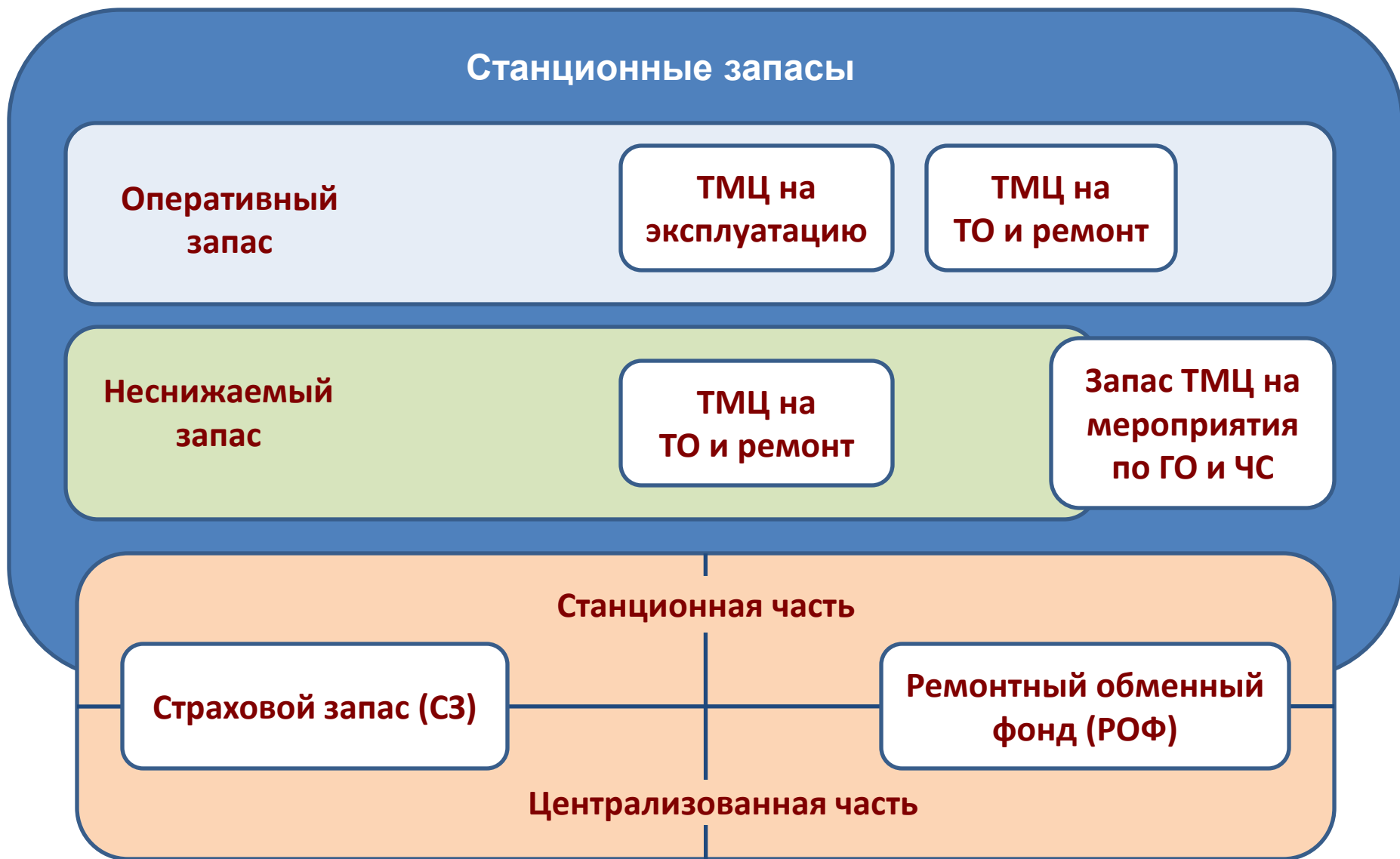
- Проектная и конструкторская документация
- Регистры систем и оборудования АЭС
- Эксплуатационная документация предприятий-изготовителей оборудования
- Нормативные и организационно-распорядительные документы
- Ремонтная документация
- Сведения из автоматизированной системы закупок ТМЦ
- Сведения об использовании запасов
- Отчеты ОАО «ВНИИАЭС» из отраслевой информационной системы по нарушениям и отклонениям в работе АЭС
- Экспертные оценки
- Опыт эксплуатации и ремонта АЭС (около 1000 реакторолет)

# Основные термины и определения

- Норма запаса – установленная **в количественном и стоимостном выражении номенклатура ТМЦ**, обеспечивающая эксплуатацию АЭС в планов режиме, выполнение регламентных работ по ТО и ремонту и восстановление работоспособности оборудования при неплановом ремонте
- Оперативный запас – часть производственных запасов ТМЦ, обеспечивающая **в плановом режиме** процессы эксплуатации, ТО и ремонта
- Неснижаемый запас (НЗ) – установленный и постоянно восполняемый запас материальных ресурсов (запасных частей и расходных материалов), предназначенный для **поддержания или оперативного восстановления работоспособности** технологического оборудования АЭС
- Страховой запас (СЗ) – запас ОАО «Концерн Росэнергоатом» (оборудование, узлы, запасные части), предназначенный для использования **при проведении неплановых работ по ремонту** с целью оперативного восстановления работоспособности систем и оборудования АЭС, обеспечивающих безопасность АЭС и выработку электроэнергии
- Ремонтный обменный фонд (РОФ) – часть производственных запасов ТМЦ, применяемая **при неплановом ремонте, модернизации и ремонте агрегатным методом** с последующим возвратом восстановленного оборудования (узлов)



# Структура производственных запасов ТМЦ



# Структурирование ТМЦ по номенклатурным группам (1/2)


| Код        | Наименование номенклатурной группы        |
|------------|---|
| <b>01</b>  | <b>Оборудование и приборы</b>             |
| <b>101</b> | <b>Оборудование тепломеханическое</b>     |
| 01010100   | Реакторное оборудование и ЗИП             |
| .....      | .....                                     |
| 01010112   | Исполнительные органы СУЗ                 |
| .....      | .....                                     |
| 01010200   | Турбины                                   |
| 01010201   | ЗИП к турбинам                            |
| <b>102</b> | <b>Оборудование электротехническое</b>    |
| <b>103</b> | <b>КИПиА, СКУЗ реакторных установок</b>   |
| <b>104</b> | <b>Другие виды оборудования</b>           |
|            |   |
| <b>02</b>  | <b>Инструмент, оснастка, хозинвентарь</b> |
| <b>201</b> | <b>Инструменты</b>                        |

## Структурирование ТМЦ по номенклатурным группам (2/2)

| Код       | Наименование номенклатурной группы               |
|-----------|--|
| 202       | <i>Средства технического оснащения</i>           |
| 203       | <i>Хозяйственный инвентарь</i>                   |
| <b>03</b> | <b>Материалы, средства защиты, химвещества</b>   |
| 301       | <i>Нефтепродукты и технические жидкости</i>      |
| 302       | <i>РТИ, изоляцион. и прокладочные материалы.</i> |
| 303       | <i>Защитные средства</i>                         |
| 304       | <i>Химические материалы и посуда</i>             |
| 305       | <i>Металлопрокат</i>                             |
| 306       | <i>Кабели и токопроводы</i>                      |
| 307       | <i>Строительные материалы</i>                    |
| 308       | <i>Расходные материалы</i>                       |
| 309       | <i>Другие материалы</i>                          |
| .....     | .....  |
| 03099900  | <i>Прочие материалы</i>                          |

# Методическое обеспечение

- РД 34.10.301-89 Методические указания по разработке норм расхода материалов на ремонтно-эксплуатационные нужды в энергетике
- Методические рекомендации по расчету нормативов запасов. Проект руководящего документа ГК «Росатом», 2012.
- Методика по разработке нормативов потребности в резервном оборудовании и запасных частях для ремонтного обслуживания энергосистемы. Минэнерго СССР, 1979
- МУ 34-00-094-85 Методические указания по разработке норм расхода материалов на РЭН в энергетике.
- Математико-статистические методы экспертных оценок. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г., Москва, 2000
- Метод Дельфи и другие методы поиска идей и создания инноваций. А.М. Кузьмин



**МТ 1.2.6.2.0112-2012**  
**«Нормирование производственного запаса товарно-материальных ценностей для обеспечения ремонтно-эксплуатационных нужд атомных станций. Типовая методика»** (введена в действие приказом ОАО «Концерн Росэнергоатом» №9/124-П от 27.02.2013)

# Основные методологические подходы (1/4)

## Общие положения

- Нормы разрабатываются на работы, выполняемые по типовой технологии эксплуатации и ремонта
- Нормы предусматривают условия эксплуатации и ремонта
- Нормы основываются на действующих правилах технической эксплуатации и системе планово-предупредительного ремонта, включающей номенклатуру и объем типовых работ для разных категорий ремонта, модернизацию, ремонтные циклы, опыт эксплуатации, а также данные по отказам
- Нормы учитывают возможность агрегатного метода ремонта, рационального использования материалов
- Нормы должны систематически пересматриваться

## Характеристика норм

- По **назначению**: эксплуатационные нужды и ремонтные нужды
- По **масштабу применения**: корпоративные и станционные
- По **степени агрегации**: индивидуальные (определяют запас ТМЦ на единицу нормируемого объекта) с дифференциацией по категориям ремонта и запасом на год эксплуатации
- По **степени укрупнения**: специфицированные (определяемые по типоразмерам, маркам, составам ТМЦ)

## Принципы нормирования

- Учет важнейших нормообразующих факторов: парк объектов нормирования, количество однотипных объектов, годовые графики ремонта энергоблоков и оборудования, ремонтный цикл, типовые объемы ремонта, технические условия, сроки службы и пр.
- Охват наиболее распространенных (представительных) объектов нормирования
- Обеспечение системности норм, предусматривающей информационную совместимость данных норм с другими
- Обеспечение возможности интеграции с подсистемой «Управление закупками» корпоративной информационной системы SAP ERP

## Применяемые методы расчета норм

- **Расчетно-аналитический** метод – запас ТМЦ устанавливается на основании анализа проектной, конструкторской, нормативной, эксплуатационной и ремонтной документации.
- **Статистический** метод – запас ТМЦ определяется по опыту эксплуатации (с использованием фактических данных за продолжительный период)
- **Метод экспертных оценок** - запас ТМЦ определяется на основании мнений независимых экспертов с дальнейшей обработкой результатов статистическими методами

## Измерители норм

- **Натуральные показатели** (шт., кг, л, п.м.)
- **Стоимостные** (тыс.руб.)



# Формат электронных таблиц

| ОБЪЕКТ     |    |    |    |     | Наименование и марка оборудования | Класс безопасности (по НП-001-97) | Количество единиц оборудования на блоке, шт. | Наименование, марка, тип, нормативный документ на ТМЦ | Код номенклатурной группы/подгруппы ТМЦ (в соответствии с кодировкой SAP ERP) | Идентификатор SAP ERP | Единица измерения |
|------------|----|----|----|-----|-----------------------------------|-----------------------------------|--|---|---|-----------------------|-------------------|
| Энергоблок |    |    |    | ОСО |                                   |                                   |  |   |   |                       |                   |
| №1         | №2 | №3 | №4 |     |                                   |                                   |  |   |   |                       |                   |
| 1          | 2  | 3  | 4  | 5   | 6                                 | 7                                 | 8  | 9   | 10  | 11                    | 12                |
|            |    |    |    |     |                                   |                                   |  |   |   |                       |                   |



| Основной (оперативный) запас ТМЦ |                   |    |    |    |                  | Неснижаемый запас ТМЦ   |                                   |       |                  | Обоснование |
|----------------------------------|-------------------|----|----|----|------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------|------------------|-------------|
| На единицу оборудования          |                   |    |    |    | Общее количество | На единицу оборудования |                                   |       | Общее количество |             |
| Эксплуатационные нужды           | Категория ремонта |    |    |    |                  | Эксплуатационные нужды  | Техническое обслуживание и ремонт | Всего |                  |             |
|                                  | КР                | СР | ТР | ТО |                  |                         |                                   |       |                  |             |
| 13                               | 14                | 15 | 16 | 17 | 18               | 19                      | 20                                | 21    | 22               | 23          |
|                                  |                   |    |    |    |                  |                         |                                   |       |                  |             |



# Пример нормирования оперативного запаса ТМЦ на эксплуатационные нужды (1/2)

**Тип и количество энергоблоков:** РБМК-1000, 1 энергоблок

**Объект нормирования:** Турбинное масло Тп-22С ТУ 38.101821-2001

**Потребители на энергоблоке:**

1. Система маслоснабжения турбины:

- турбина К-500-65/3000, производства ОАО «Турбоатом» - 2 ед.
- уплотнение вала турбогенератора ТВВ-500-2АУЗ - 2 ед.
- САРЗ турбины - 2 ед.

2. Система маслоснабжения подшипников питательных электронасосов – 1 система (5 насосов)

3. Система маслоснабжения подшипников конденсатных электронасосов второго подъема – 2 системы (6 насосов)

**Методы нормирования:** расчетно-аналитический, статистический

**Исходная информация:**

- «Инструкция по эксплуатации турбинного масла Тп-22С»
- «Инструкция по эксплуатации системы маслоснабжения подшипников ТГ»
- «Инструкция по эксплуатации питательных насосов СПЭ-1650-75»
- «Схема маслоснабжения конденсатных насосов второго подъема ТГ»
- Объем турбинного масла на доливку в течение года составляет 10% от общего объема.
- Расчетный срок службы масла в паровых турбинах составляет 4 года

## Оперативный запас

1. Масса масла, заливаемого в главный маслобак: 58 тонны  
Количество главных маслобаков: 2 ед. на энергоблок
2. Масса масла, заливаемого в маслобак ПЭН: 2,2 тонны  
Количество маслобаков ПЭН: 1 ед. на энергоблок
3. Масса масла, заливаемого в маслобак КЭН: 1,9 тонны  
Количество маслобаков КЭН: 2 ед. на энергоблок
4. Суммарная масса масла:  $58 \cdot 2 + 2,2 \cdot 1 + 1,9 \cdot 2 = 122$  (тонны)
5. Суммарная масса масла с учетом доливки:  $122 \cdot 1,1 = 134,2$  (тонны)

# Пример нормирования оперативного запаса ТМЦ на ремонтные нужды (1/2)

- Тип энергоблока:** РБМК-1000, 1 энергоблок
- Объект нормирования:** Турбина К-500-65/3000 производства ОАО «Турбоатом», цилиндр низкого давления
- Количество цилиндров на энергоблоке:** 8 ед.
- Методы нормирования:** расчетно-аналитический, статистический
- Исходная информация:**
- «Технологический процесс капитального ремонта №300107.300300.ТДИК0940002-57466304»
  - «Комплектовочная карта №300107.330300.ККС0940001-57466304»
  - РД ЭО 0198-2000 «Сборка фланцевых соединений. Общие технические требования»
  - В капитальный ремонт турбины подлежат разборке два цилиндра низкого давления

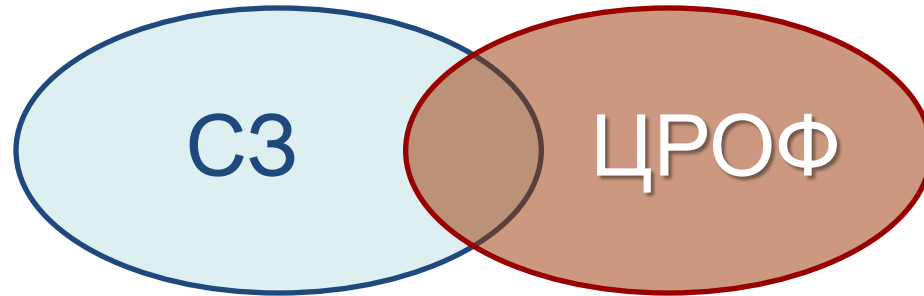
## Пример нормирования оперативного запаса ТМЦ на ремонтные нужды (2/2)

| Наименование ТМЦ  | Конструкторский документ | Ед.изм.        | Кол. |
|---|--------------------------|----------------|------|
| <b>Запасные части</b>   |                          |                |      |
| Сегмент уплотнительный диафрагменных и концевых уплотнений, латунь Л68 Т                    | НД-268-516               | шт.            | 75   |
| Прокладка фланцевого соединения люка марки ПГФ из терморасширенного неармированного графита | ТУ 5728-016-50187417-99  | шт.            | 4    |
| .....   |                          |                |      |
| <b>Материалы</b>  |                          |                |      |
| Ветошь обтирочная   | ТУ 63-178-77-82          | кг             | 20   |
| Сурик свинцовый марки М1 (М2, М3)   | ГОСТ 19151-73            | кг             | 2    |
| Аргон газообразный, сорт высший или первый  | ГОСТ 10157-79            | м <sup>3</sup> | 0,7  |
| .....   |                          |                |      |

# Нормирование СЗ и РОФ

**Методология:**

- статистические методы неприменимы
- используется метод экспертных оценок



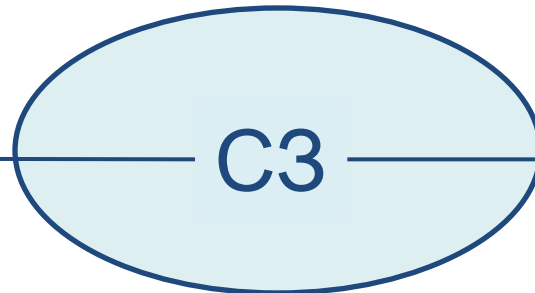
Уточнение критериев

*Невосстанавливаемые элементы, применяемые при неплановом ремонте*

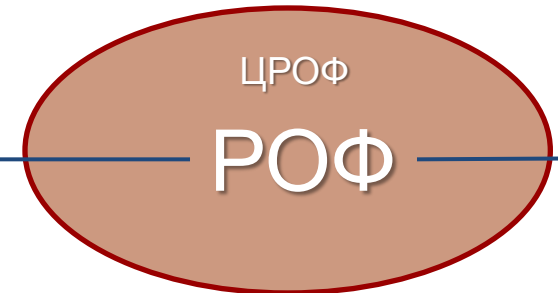
*Восстанавливаемые элементы, применяемые при неплановом ремонте, модернизации и ремонте агрегатным методом*

на нескольких АЭС

*Централизованная часть*



*Станционная часть*



на конкретной АЭС

# Примеры отнесения элементов к СЗ и РОФ

| Страховой запас   |   | Ремонтный обменный фонд                          |   |
|---|---|--|---|
| Централизованная часть  | Станционная часть                                 | Централизованная часть                           | Станционная часть                                 |
| Верхний блок ВВЭР-1000 (комплект):<br>- заготовка крышки<br>- заготовки патрубков<br>- металлоконструкция | ИПУ компенсатора давления (Sempell AG, Германия)  | Торцевое уплотнение вала ГЦН-195М                | Выемные части ГЦН-310, ГЦЭН-317                   |
| Блочные трансформаторы  | Трансформаторы тока типа SAS                      | Роторы турбогенераторов                          | Блок СРК турбины К-500-65/1500                    |
| Рабочие и замковые лопатки турбин по ступеням   | Паровой арматурный блок (CCI AG, Швейцария)       | Статоры турбогенераторов                         | Выкатные тележки распределительных устройств 6 кВ |
| Парогенератор ПГВ-1000  | Насосы систем безопасности                        | Электродвигатели 6кВ насосов систем безопасности | Вкладыши подшипника турбогенератора ТВВ-1000-2УЗ  |
| Регенеративный теплообменник первого контура ч.08.8118.038СБ  | Диафрагмы 1-ой ступени РВД турбины К-1000-60/3000 | Выемная часть насоса КсВА 1500-120               | Стержни статорной обмотки турбогенераторов        |

## Пример применения норм запасов ТМЦ при годовом и перспективном планировании затрат на ремонт энергоблоков АЭС

**Задача:** определить величину запасов ТМЦ (в натуральном и стоимостном выражении) на ремонт энергоблоков конкретной АЭС в 20... году

**Объекты нормирования:** Энергоблоки

**Исходная информация:**

- Перспективный график ремонтов АЭС
- Годовые графики ремонта оборудования энергоблоков за предыдущие периоды

**Условие расчета:** цикличность регламентного ремонта оборудования

**Порядок расчета:**

1. Определяется категория ремонта каждого энергоблока
2. По графикам ремонта оборудования определяется перечень ремонтируемого оборудования и категории его ремонта
3. Из базы данных норм запасов для каждой единицы ремонтируемого оборудования с учетом категории его ремонта определяются номенклатура и количество необходимого запаса ТМЦ в натуральном и стоимостном выражении
4. Из таблиц норм определяется суммарная потребность запаса ТМЦ на ремонт энергоблока в планируемом периоде в натуральных показателях
5. Стоимость запаса определяется с помощью коэффициентов-дефляторов



# Объем норм

- Количество строк – более 243 тысяч
- Количество граф – 23 (26 с учетом стоимостных показателей)
- Количество записей – более 5,8 миллиона (более 6,3 миллиона с учетом стоимостных показателей)
- Количество листов формата А4 – около 17 тысяч

## Информатизация

- Разработан программно-технический комплекс для формирования заявок АЭС в системе управления базами данных MS Access
- Нормы представлены в формате таблиц Excel
- Обеспечена возможность интеграции с подсистемой «Управление закупками» корпоративной информационной системы SAP ERP



# Факторы, требующие актуализации норм запасов ТМЦ

- Модернизация действующих энергоблоков
- Ввод в действие новых энергоблоков и АЭС:
  - Белоярская АЭС (энергоблок №4 БН-800);
  - Ростовская АЭС (энергоблоки №3, №4);
  - Нововоронежская АЭС-2;
  - Ленинградская АЭС-2 и др.
- Информация по нарушениям и отклонениям в работе АЭС, связанным с отказом оборудования
- Применение новых материалов
- Изменение логистики поставок ТМЦ

# Информация EDF

## Запасы дирекции АЭС в 2004 г.

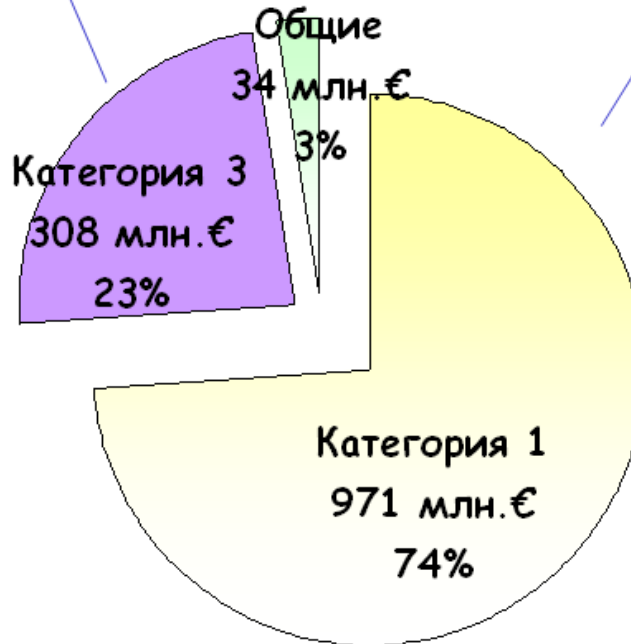
**1313 млн. €, 170 000 наименований централизованного хранения**

### Местное управление (АЭС)

140 000 наименований на складе

Запчасти по «каталогу»

Средний срок поставки 4 месяца (от 2-х недель до 7-ми месяцев)



### Центральное управление (УТО)

30 000 наименований на складе

Требования по сертификации запчастей и специальные ТЗ

Средний срок поставки 16 месяцев (от 6 до 36 месяцев)

# Предложения в итоговый документ конференции

1. Рекомендовать проектным организациям включать в состав проектов самостоятельные разделы «Ремонт оборудования» и «Производственные запасы».

# Благодарю за внимание!

[yanchenko-ua@rosenergoatom.ru](mailto:yanchenko-ua@rosenergoatom.ru)