

Mercury

Анализ системы технической эксплуатации (ТЭА)

Mercury

Руководство по Анализу системы технической эксплуатации (ТЭА)

АО НИЦ «Прикладная Логистика»

Москва, 5-й Донской проезд, дом 15

Адрес в интернет: <http://www.cals.ru>

Телефон/факс: +7 (495) 955 5137

Текст данного документа может со временем изменяться без уведомления. Воспроизведение или передача на любых носителях любой части данного руководства запрещена без письменного разрешения АО НИЦ «Прикладная Логистика».

© АО НИЦ Прикладная Логистика, 2005–2020

Отпечатано в России

ILS Suite 1.2

АННОТАЦИЯ

Настоящий документ содержит руководство пользователя программы для ЭВМ Mercury («Анализ системы ТЭ»).

Руководство пользователя предназначено для специалиста, осуществляющего подготовку данных и выполнение технико-экономического анализа по многоуровневой системе технической эксплуатации. Сообщения оператору указаны по мере работы программы в процессе ввода данных в БД.

Документ содержит следующую информацию:

- 1) Общие сведения о настройке БД и запуске модуля «Анализ системы ТЭ».
- 2) Описание программного интерфейса.
- 3) Описание методики определения затрат на техническую эксплуатацию.
- 4) Описание моделей пополнения запасов запасных частей.
- 5) Описание методики планирования работ в многоуровневой системе ТЭ (анализ уровней ремонта).ы
- 6) Исходные данные, необходимые при выполнении анализа ТЭ, включая:
 - ввод данных по параметрам поставки компонентов, данных по уровням их ремонта и замены;
 - ввод данных по ремонтным центрам, входящим в систему ТЭ, в конкретном регионе эксплуатации (параметры логистических потоков, обслуживаемые изделия, выполняемые виды ТО, затраты на владение);
 - ввод данных об обслуживаемых изделиях в ремонтных центрах, включая сценарии эксплуатации изделий.
- 7) Выполнение анализа ТЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение программы	9
2. Условия применения программы	11
2.1. Требования к программному обеспечению.....	11
2.2. Требования к техническим средствам	11
3. Выполнение программы	12
3.1. Установка модуля «Анализ системы ТЭ»	12
3.2. Настройка локальной базы данных.....	16
3.3. Запуск программы	21
3.4. Входные и выходные данные	26
3.5. Порядок работы.....	28
4. Программный интерфейс	31
4.1. Группа рабочих окон «Выбор методов восстановления исправности»	31
5. Общие сведения о системе технической эксплуатации.....	36
5.1. Информационные модели системы ТОиР и МТО	41
5.2. Уровни и структура системы ТЭ и МТО	44
5.3. Методы восстановления работоспособности СЧ на различных уровнях системы ТЭ	46
6. Методика определения затрат.....	52
6.1. Начальные затраты.....	52
6.1.1. Затраты на создание инфраструктуры и приобретение средств ТО	53
6.1.2. Оборотный фонд запасных частей	54
6.2. Прямые затраты	68
6.2.1. Основные прямые затраты	68
6.2.2. Затраты на хранение КИ.....	78
6.2.3. Затраты на транспортировку КИ	79
6.2.4. Затраты на транспортировку ФИ.....	83
6.3. Косвенные затраты	85
6.4. Расчет количества выполнений видов ТО	86
7. Исходные данные для расчета по ТЭА	89
7.1. Исходные данные по изделиям	90
7.1.1. Логистическая структура изделия.....	90
7.1.2. Параметры надежности компонентов.....	91
7.1.3. Параметры поставки компонентов.....	95
7.1.4. Уровни ТОиР компонентов.....	96
7.2. Справочник видов ТО.....	97
7.3. Сценарии эксплуатации	100
7.4. Данные по системе технической эксплуатации	100
7.4.1. Проект системы ТЭ.....	101
7.4.2. Объекты системы ТЭ	106
7.4.3. Изделия, обслуживаемые объектом системы ТЭ.....	119
7.4.4. Виды ТО, выполняемые на объекте системы ТЭ	122

7.4.5. Затраты на владение объектом системы ТЭ	126
7.5. Порядок применения параметров при расчете	129
8. Запуск расчета по ТЭА	133
9. Результаты расчета по ТЭА	140
9.1. Отчет «Суммарные показатели»	141
9.1.1. Таблица «Исходные данные для расчета»	142
9.1.2. Таблица «Суммарные затраты»	143
9.1.3. Таблица «Готовность»	144
9.1.4. Карта «Размещение технической инфраструктуры системы ППО»	147
9.2. Отчет «Структура затрат»	147
9.2.1. Таблица «Начальные затраты»	148
9.2.2. Таблица «Периодические затраты»	150
9.2.3. Диаграмма «Распределение затрат»	152
9.3. Отчет «Готовность – затраты»	153
9.3.1. Таблица «Изменение суммарных затрат на ТЭ при росте Кэг за счет увеличения объемов запасов»	154
9.3.2. Таблица «Изменение затрат на ТЭ (по статьям затрат) при росте Кэг за счет увеличения объемов запасов»	155
9.3.3. Таблица «Изменение затрат на МТО при росте Кэг за счет увеличения объемов запасов» 158	
9.3.4. Таблица «Изменение затрат на инфраструктуру и ТОиР при росте Кэг за счет увеличения объемов запасов»	160
9.3.5. Диаграмма «Суммарные затраты/Кэг»	161
9.3.6. Диаграмма «Суммарные затраты/Кэг (по статьям затрат)»	162
9.3.7. Диаграмма «Затраты на МТО/Кэг»	164
9.3.8. Диаграмма «Затраты на инфраструктуру и оплату труда/Кэг»	165
9.4. Отчет «Заменяемые СЧ»	166
9.5. Отчет «Номенклатура МТО»	168
9.5.1. Таблица «Исходные данные»	168
9.5.2. Таблица «Результаты расчета»	169
9.5.3. Номенклатура запасных частей	170
9.6. Отчет «Начальный запас»	171
9.7. Отчет «Ремонты КИ»	173
9.8. Отчет «Неремонтопригодные КИ»	175
9.9. Отчет «Замены по ресурсу»	178
9.10. Отчет «Затраты по видам ТОиР»	180
9.11. Отчет «Виды ТОиР»	183
9.12. Отчет «Диаграмма затрат по видам ТОиР»	184
9.13. Отчет «ЗЧ для выполнения работ»	184
9.14. Отчет «Пакеты работ ТОиР»	187
9.15. Отчет «Производственные мощности»	189
9.15.1. Требуемый фонд времени	190
9.15.2. Суммарное время ожидания планового и непланового ТО	191
9.15.3. Время ожидания в очереди непланового ТО	194
9.15.4. Оборудование рабочих мест	195
9.15.5. Персонал рабочих мест	197

9.16. Отчет «Оферта»	199
9.16.1. Таблица «Исходные данные для расчета»	199
9.16.2. Таблица «Структура цены услуг»	201
9.17. Отчет «Инвестиционный анализ»	204
9.17.1. Таблица затрат по годам эксплуатации	204
9.17.2. Диаграмма «Денежный поток»	208
9.18. Детализация отчета по выбранному сервисному центру	209
9.18.1. Отчет «ЗЧ для выполнения работ в ...»	209
9.18.2. Отчет «СЧ заменяемые в ...»	210
9.18.3. Отчет «Отправляемые в ремонт из ...»	212
9.19. Отчет «Анализ уровней ремонта»	213
10. Приложение	221
10.1. Анализ уровней ремонта – оптимизация распределения компонентов по уровням ТОиР в системе ТЭ	221
10.1.1. Постановка задачи	221
10.1.2. Методика расчета	225
10.1.3. Формирование отчета по анализу уровней ремонта	233
10.2. Анализ деревьев отказов	234
10.2.1. Порядок выполнения анализа деревьев отказов	234
10.2.2. Периодичность работы по восстановлению исправности	249
10.3. Задание уровней замены и ремонта для компонентов	259
10.3.1. Правила задания уровней ТОиР компонентов	261
10.3.2. Способы изменения уровней ТОиР	265
10.3.3. Пример распределения работ по уровням ТОиР	278
10.4. Пример расчета оборотного фонда запасных частей в двухуровневой системе ЗИП....	280
10.5. Описание демонстрационной базы данных Demo_Ural_131218	283
10.5.1. Справочники	283
10.5.2. Логистическая структура	286
10.5.3. Выполняемые функции	287
10.5.4. Возможные виды функциональных отказов	288
10.5.5. Возможные виды конструктивных отказов	290
10.5.6. Методы и работы по восстановлению СЧ	291
10.5.7. Сценарий эксплуатации	293
10.5.8. Проект СТЭ	293
10.5.9. Выполнение технико-экономического анализа	295
Перечень сокращений	297
Перечень ссылочных документов	299

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Большая часть данного документа распространяется вместе с продуктом в электронном виде в качестве справочной системы. Самую последнюю информацию о продукте можно узнать, посетив наш сетевой узел по адресу <http://www.cals.ru>.

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Программный комплекс Mercury («Анализ системы ТЭ») предназначен для решения следующих задач:

- Консолидация результатов АЛП разных финальных образцов (финальных образцов разных конфигураций), а также накопленных данных по их эксплуатации в единый проект. Создание модели сценариев эксплуатации (различные условия работы, изменение размеров парка во времени, описание законов (графиков) изменения темпов эксплуатации во времени и т.д.).
- Создание исходной модели инфраструктуры системы послепродажного обслуживания (рассматриваемых вариантов): пунктов и баз обслуживания, сервисных центров, складов, вариантов их распределения по уровням обслуживания.
- Выбор и обоснование методов восстановления (методов ремонта) объектов обслуживания в многоуровневой системе технической эксплуатации, обеспечивающих заданное соотношения готовности и затрат, для текущего и планируемого размера парка изделий.
- Оптимизация модели материально-технического обеспечения: определение номенклатуры предметов снабжения, выбор схемы эшелонирования, моделей управления запасами и их параметров, объема оборотных фондов, схем транспортировки.
- Оценка производственно-технологических мощностей объектов инфраструктуры, необходимых для технического обслуживания парка изделий.
- Моделирование и анализ изменения достигаемой готовности парка и необходимых для ее достижения затрат в пространстве параметров системы технической эксплуатации

При работе с модулем «Анализ системы ТЭ» создается проект системы технической эксплуатации, вводятся данные по объектам ее инфраструктуры¹⁾ и оценивается *себестоимость* предоставляемых услуг по техническому обслуживанию и ремонту (ТОиР) финальных изделий (ФИ). Под себестоимостью предоставляемых услуг понимается стоимостная

¹⁾ В зависимости от контекста, под «объектами» системы ТЭ подразумевается либо совокупность обслуживаемых изделий, либо объекты инфраструктуры, то есть сервисные центры.

оценка затрат материальных, трудовых и финансовых ресурсов на предоставление услуг по ТОиР, являющихся составной частью *стоимости*²⁾ услуг по технической эксплуатации (ТЭ).

Затраты на обслуживание изделий складываются из затрат на содержание и выполнение работ по ТОиР по каждому сервисному центру (СЦ), входящему в многоуровневую систему технической эксплуатации (СТЭ). При расчете учитываются затраты на создание и поддержание инфраструктуры СТЭ, приобретение средств технического обслуживания (ТО) и запасных частей, затраты на выполнение планового ТОиР и текущий ремонт (вне-плановое ТОиР), транспортировку ФИ и комплектующих изделий (КИ), хранение КИ.

Работы по ТОиР распределяются по уровням СТЭ таким образом, чтобы минимизировать затраты при заданных эксплуатационно-технических характеристиках (ЭТХ) изделия.

Все затраты делятся на начальные и периодические. В каждом виде затрат разделяют затраты, которые приходятся на Заказчика (эксплуатанта) и Поставщика услуг по ТОиР. На основе затрат Поставщика услуг определяется стоимость пакета предоставляемых услуг и строится зависимость денежного потока³⁾ по годам эксплуатации системы ТЭ.

²⁾ Под стоимостью услуг понимается та цена, которая зафиксирована в контракте между Поставщиком и Заказчиком. Затраты, включаемые в стоимость услуг, определяются действующим законодательством.

³⁾ Денежный поток – это разница между суммой платежей и суммарными затратами.

2. УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Компьютер, на котором планируется работать в программном комплексе Mercury («Анализ системы ТЭ»), должен удовлетворять определенным требованиям к программному обеспечению и техническим средствам.

2.1. Требования к программному обеспечению

Для функционирования Mercury («Анализ системы ТЭ») необходимы следующие программные средства:

- 1) ПК пользователя, удовлетворяющий следующим требованиям:
 - ОС не ниже Microsoft Windows 7 32/64 бит;
 - MS Office 2010 и выше;
 - MS Internet Explorer 11 и выше;
 - Adobe Reader 9 и выше.

2.2. Требования к техническим средствам

Для функционирования Mercury («Анализ системы ТЭ») необходимы следующие аппаратные средства:

- 1) ПК пользователя, удовлетворяющий следующим требованиям:
 - IBM PC-совместимый компьютер;
 - процессор с производительностью не ниже Core2Duo и частотой не менее 1.5 ГГц;
 - оперативная память не менее 4 Гб;
 - свободное место на жестком диске не менее 500 Мб;
 - клавиатура и манипулятор «мышь»;
 - видеосистема, поддерживающая разрешение не менее 1280x1024 и глубину цвета не менее 24 бит.
- 2) ЛВС, обеспечивающая пропускную способность не менее 100 Мб/с.

3. ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММЫ

3.1. Установка Mercury («Анализ системы ТЭ»)

Mercury («Анализ системы ТЭ») может быть установлен на клиентский компьютер из отдельного дистрибутива (при условии, что на клиентском компьютере уже установлена автоматизированная система ILS Suite). Установка должна выполняться пользователем ОС Windows с правами администратора. Перед началом установки рекомендуется закрыть все приложения Windows.

Для установки Mercury («Анализ системы ТЭ») следует проделать следующее⁴⁾:

1) На локальном компьютере запустить установочный файл *Mercury LCM x.x.x.xxx.exe*, где *x.x.x.xxx* – номер версии программы. Запуск производится обычным способом средствами ОС Windows.

2) В появившемся окне «Язык установки» выбрать язык сообщений в диалоговых окнах при инсталляции Mercury LCM и нажать кнопку «ОК».

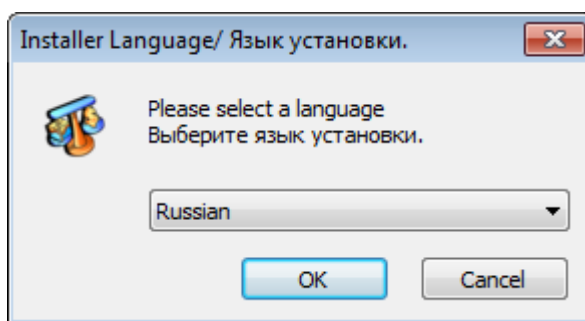


Рис. 3-1 – Окно выбора языка установки

3) Для продолжения установки нажать в следующем окне кнопку «Далее».

⁴⁾ Модуль «Анализ системы ТЭ» входит также в состав портативной версии ILS Suite. При ее использовании для установки программы достаточно распаковать RAR–архив.

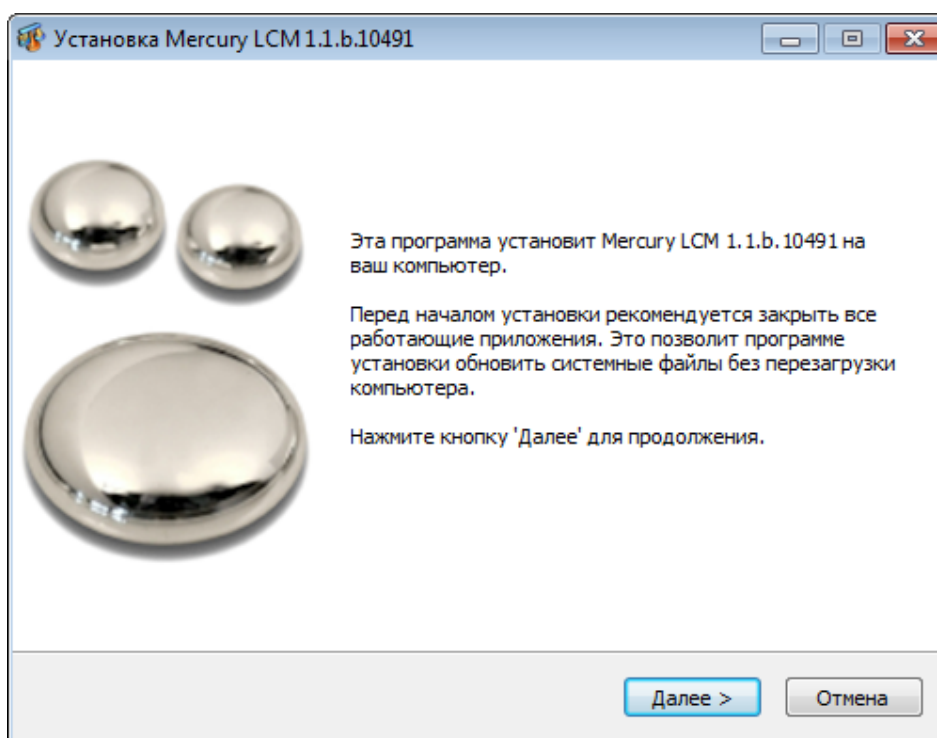


Рис. 3-2 – Окно установки Mercury

4) Ввести код предприятия, если он есть. Если вашему предприятию код не назначен, то оставить это поле пустым.

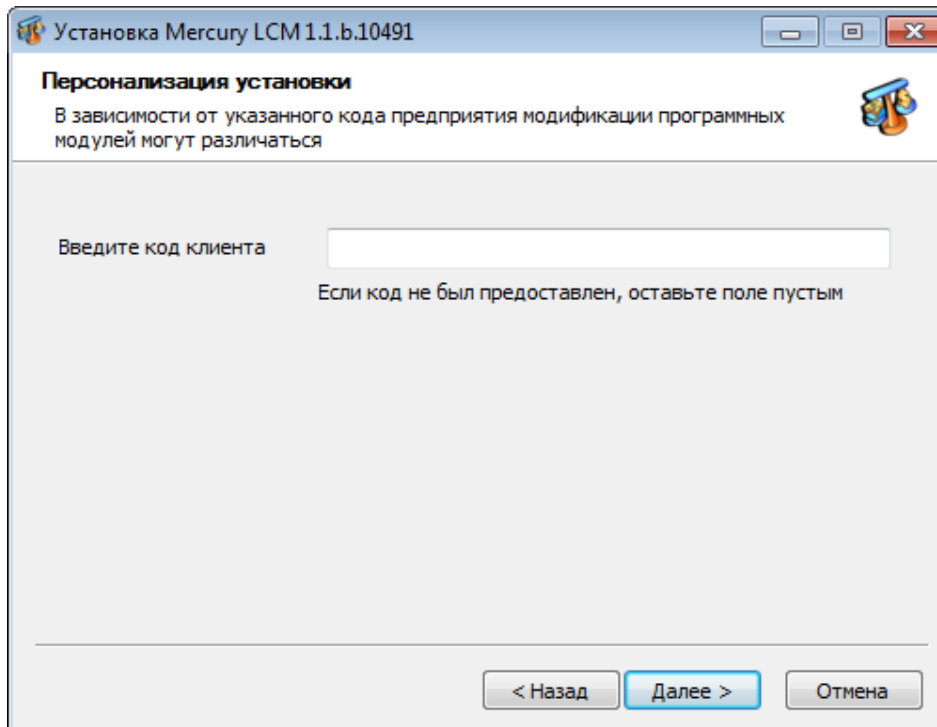


Рис. 3-3 – Окно установки Mercury

5) Указать папку для установки модуля Mercury. По умолчанию он устанавливается в каталог c:\Program Files\MercuryLCM_1.2.

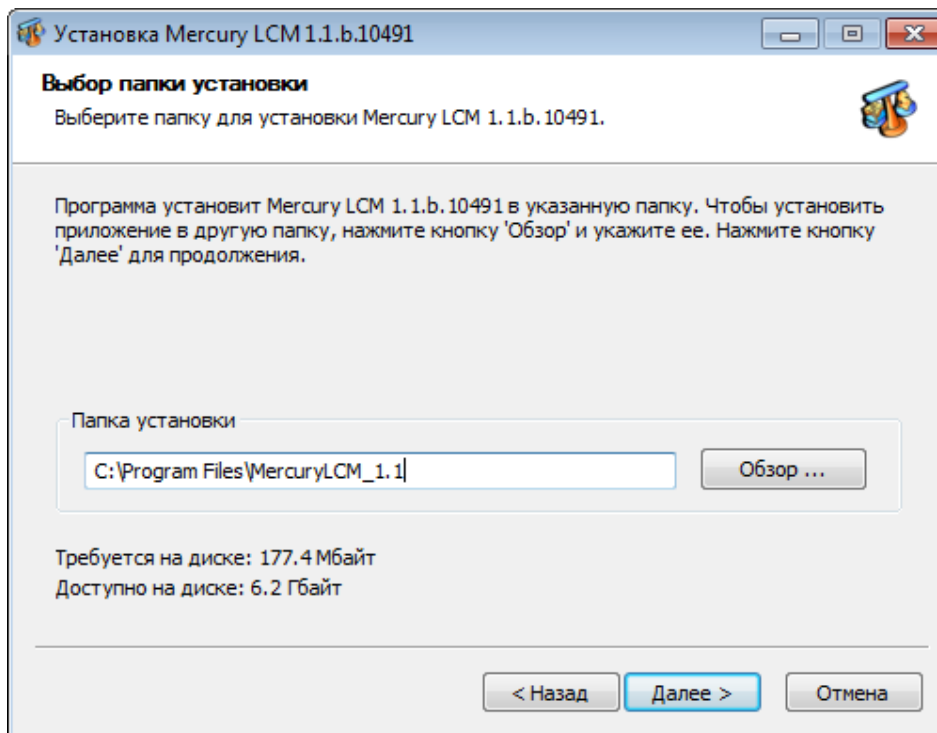


Рис. 3-4 – Окно установки Mercury

6) Выбрать папку в меню «Пуск» для размещения ярлыков программы. Для установки Mercury нажать кнопку «Установить».

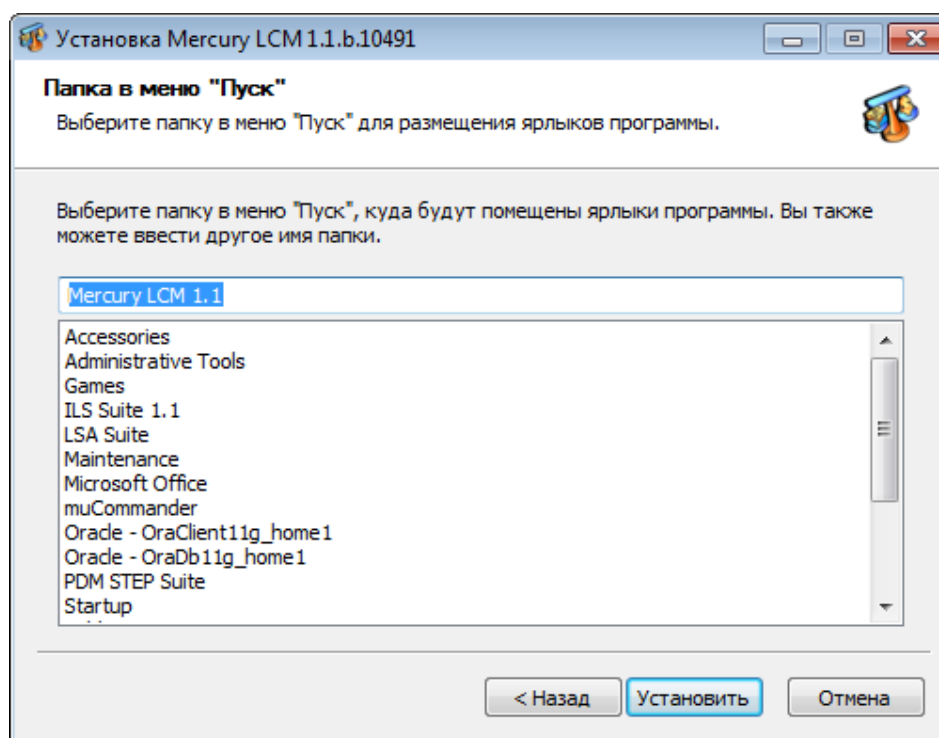


Рис. 3-5 – Окно установки Mercury

7) Дождаться окончания установки. В процессе установки может быть предложено выполнить некоторые дополнительные действия.

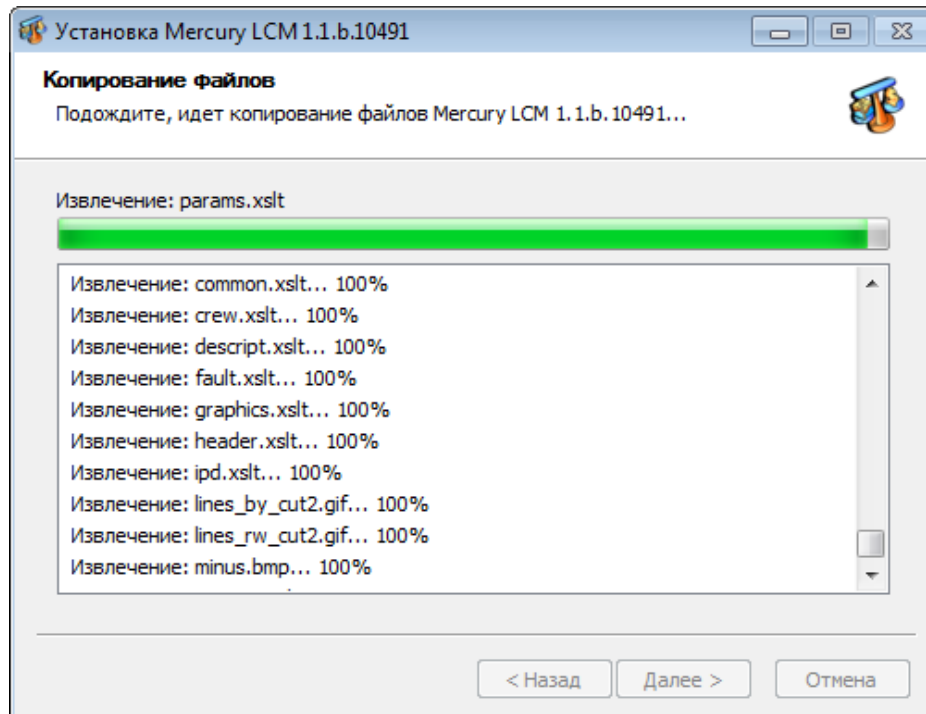


Рис. 3-6 – Окно установки Mercury

8) Для выхода из программы установки нажать кнопку «Готово» (рис. 3-7).

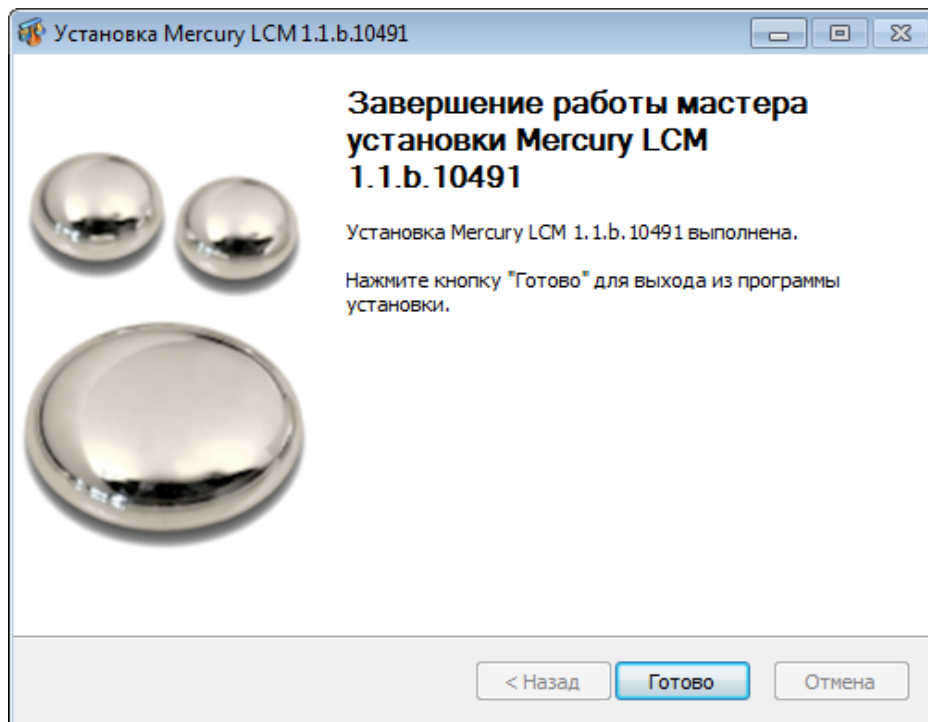


Рис. 3-7 – Окно установки Mercury

Примечание. Если после установки Mercury при подключении к локальной БД возникает ошибка, указывающая на необходимость обновить словарь БД (рис. 3-8), то следует переустановить программу ILS Suite.

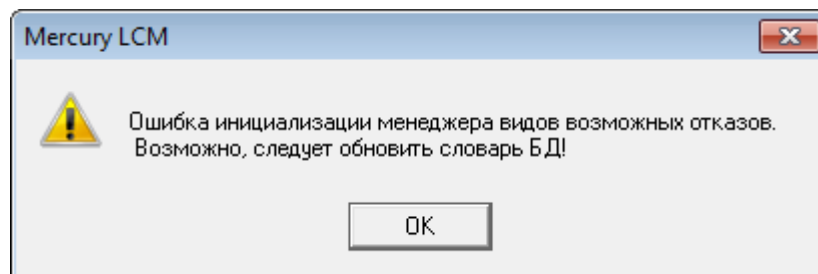


Рис. 3-8 – Сообщение, указывающее на необходимость обновить словарь БД

3.2. Настройка локальной базы данных

После выполнения установки клиентского ПО ILS Suite необходимо выполнить настройку локальной БД пользователя.

Примечание. Действия, выполняемые администратором при установке клиентского ПО, описаны в документе «Руководство администратора». В процессе установки программы ILS Suite должны быть проставлены флаги для компонентов «Lite Сервер» и «Модули Администрирования», в этом случае на локальной машине автоматически создается пустая база данных *std_base*, размещенная в подкаталоге *_db* основного каталога установки программы.

Для создания новой БД необходимо выполнить следующие действия:

- 1) Открыть модуль «Настройка Lite БД»⁵⁾ (рис. 3-9).

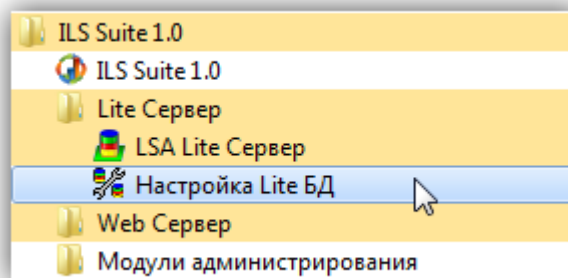


Рис. 3-9 – Меню запуска модуля

- 2) В открывшемся окне нажать кнопку «Добавить БД» (рис. 3-10).

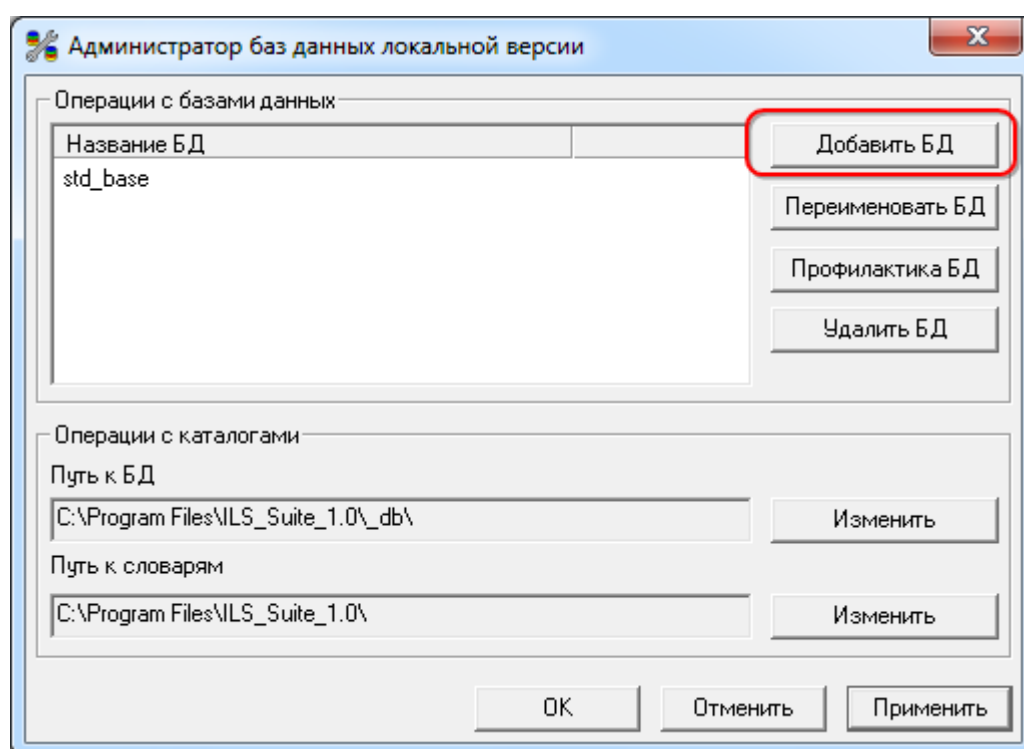


Рис. 3-10 – Окно «Администратор баз данных локальной версии»

- 3) После этого появится диалоговое окно «Создание новой базы» (рис. 3-11).

⁵⁾ Для открытия модуля «Настройка Lite БД» в портативной версии ILS Suite необходимо запустить файл BDAdminTCP.exe.

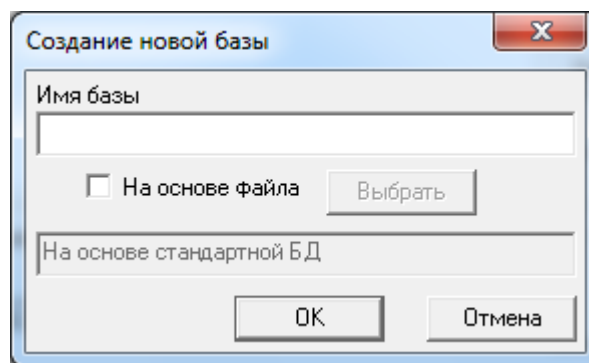


Рис. 3-11 – Окно «Создание новой базы»

4) В данном окне ввести имя новой базы. Название БД должно быть уникальным среди имен других БД на данном компьютере.

5) Для присоединения имеющейся БД необходимо установить флажок в поле «На основе файла».

6) Нажать кнопку «Выбрать». При нажатии на кнопку открывается окно выбора файла, где необходимо выбрать файл БД с расширением *.aplb*. Путь к выбранному файлу отображается в нижнем поле окна (рис. 3-12).

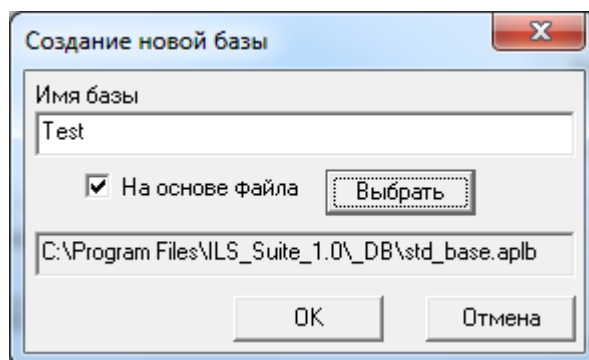


Рис. 3-12 – Окно «Создание новой базы»

7) Нажать кнопку «ОК». Созданная база появится в списке БД (рис. 3-13). Если БД создавалась на основе файла, то файлы БД источника будут скопированы в папку с локальными базами данных.

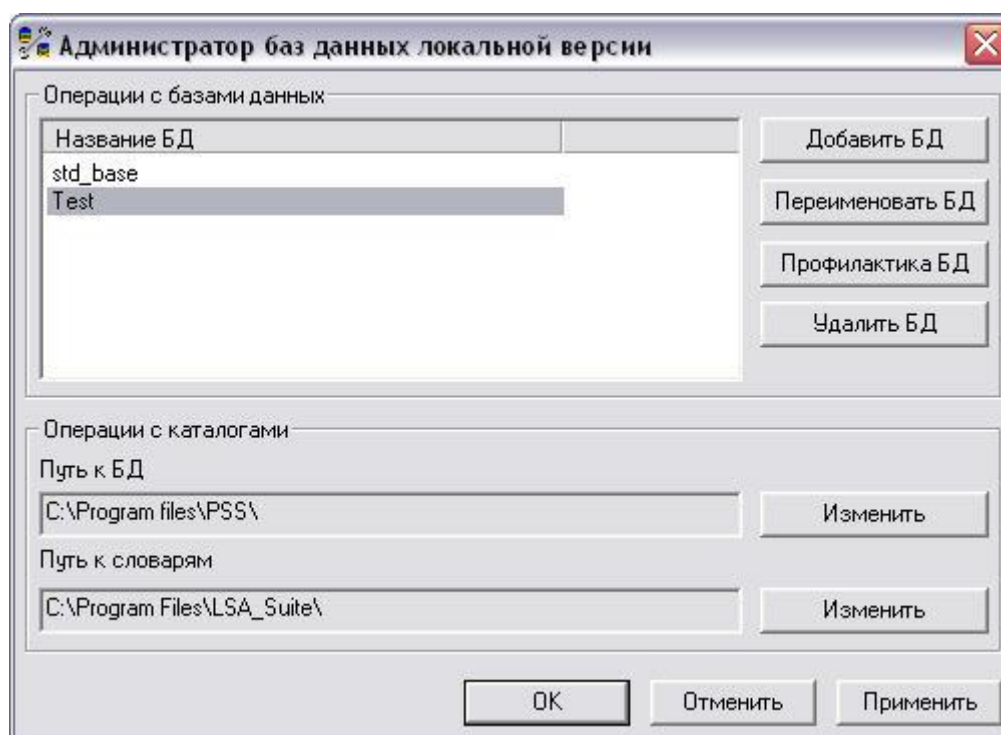


Рис. 3-13 – Окно «Администратор баз данных локальной версии»

8) При необходимости с базой можно производить следующие действия:

– «Переименовать БД». Для этого нажать кнопку «Переименовать БД». При этом появится диалоговое окно (рис. 3-14). Ввести новое имя базы и нажать кнопку «ОК».

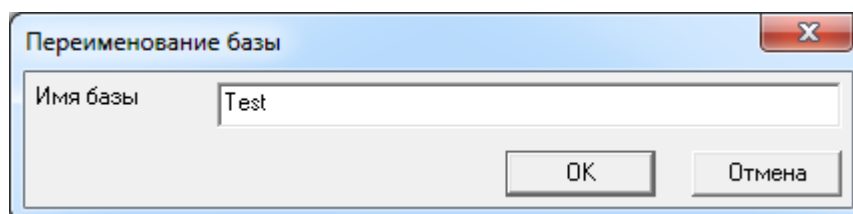


Рис. 3-14 – Окно «Переименование базы»

– «Профилактика БД» (удаление некорректных объектов). Можно выполнить профилактику БД. Для этого нажать кнопку «Профилактика БД». После завершения профилактики появится протокол (рис. 3-15).

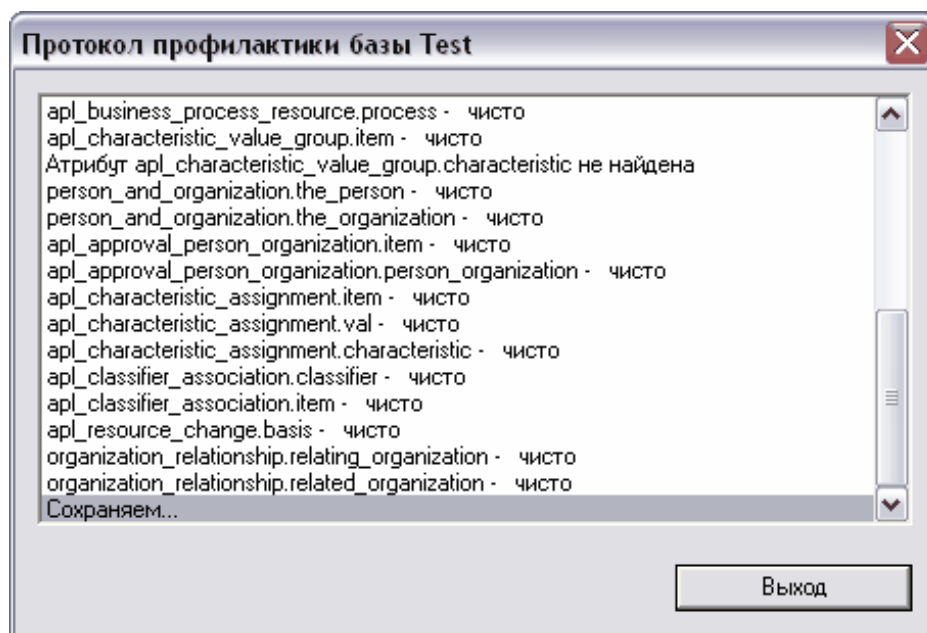


Рис. 3-15 – Окно «Протокол профилактики»

– «Удалить БД». Для удаления БД нажать кнопку «Удалить БД». После этого появится диалоговое окно подтверждения (рис. 3-16).

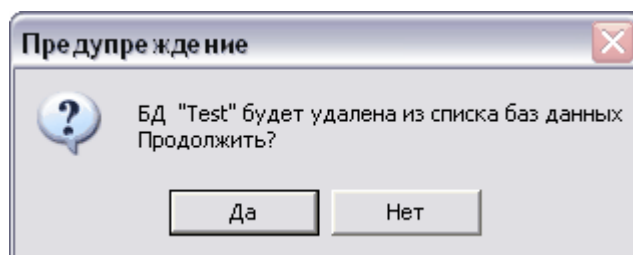


Рис. 3-16 – Диалоговое окно подтверждения

– При удалении учетной записи БД происходит удаление записи из списка БД. Файлы БД остаются на диске, и их необходимо удалять вручную с помощью любого файлового менеджера.

– «Изменение пути к БД и словарям». Текущие значения путей отображаются в нижней части главного окна модуля. При изменении путей следует быть особенно осторожным, так как любая ошибка приведет к полной неработоспособности всей системы. Для изменения пути нажать кнопку «Изменить», находящуюся справа от поля отображения путей (см. рис. 3-13). При этом появится окно изменения пути (рис. 3-17), в котором необходимо выбрать соответствующую папку.

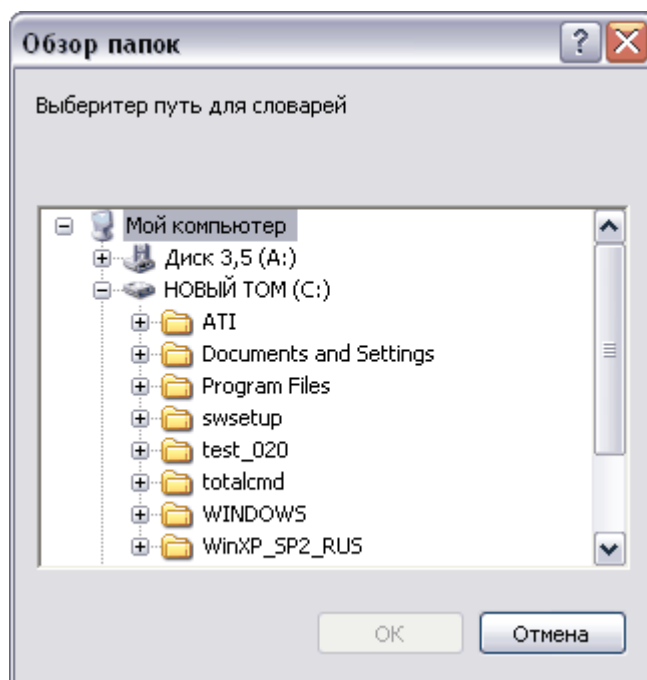


Рис. 3-17 – Окно «Обзор папок»

3.3. Запуск программы

Для запуска модуля «Анализ системы ТЭ» необходимо выполнить следующие действия⁶⁾:

- 1) Открыть системное меню ОС Windows и выбрать «Пуск» → «Все программы» → «Mercury LCM 1.2» → «Mercury Life Cycle Modeler».
- 2) Если на сервере файлы модуля Mercury были обновлены, то появится окно «Автообновление». Нажать кнопку «Обновить».
- 3) В появившемся диалоговом окне для установки соединения с базой данных ввести имя пользователя, пароль, выбрать подключение к БД и нажать кнопку «ОК» (рис. 3-18). Данные сведения предоставляются пользователю администратором БД.

⁶⁾ Для запуска модуля «Анализ системы ТЭ» в портативной версии ILS Suite нужно запустить исполняемый файл MercuryLCM.exe.

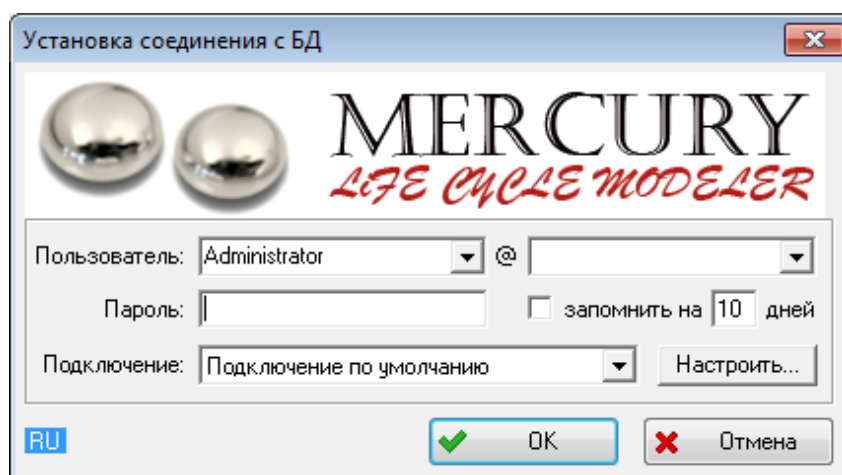


Рис. 3-18 – Окно установки соединения

4) При появлении информационного сообщения о неправильно введенных данных необходимо нажать кнопку «ОК» в окне сообщения.

5) В появившемся окне «Установка соединения с БД» повторно ввести имя пользователя, пароль, затем проверить выбранное подключение к БД. При повторном появлении сообщения обратиться к администратору БД.

6) После установки соединения с БД открывается окно Mercury, предназначенное для выбора вариантов его запуска с predetermined наборами окон (рис. 3-19):

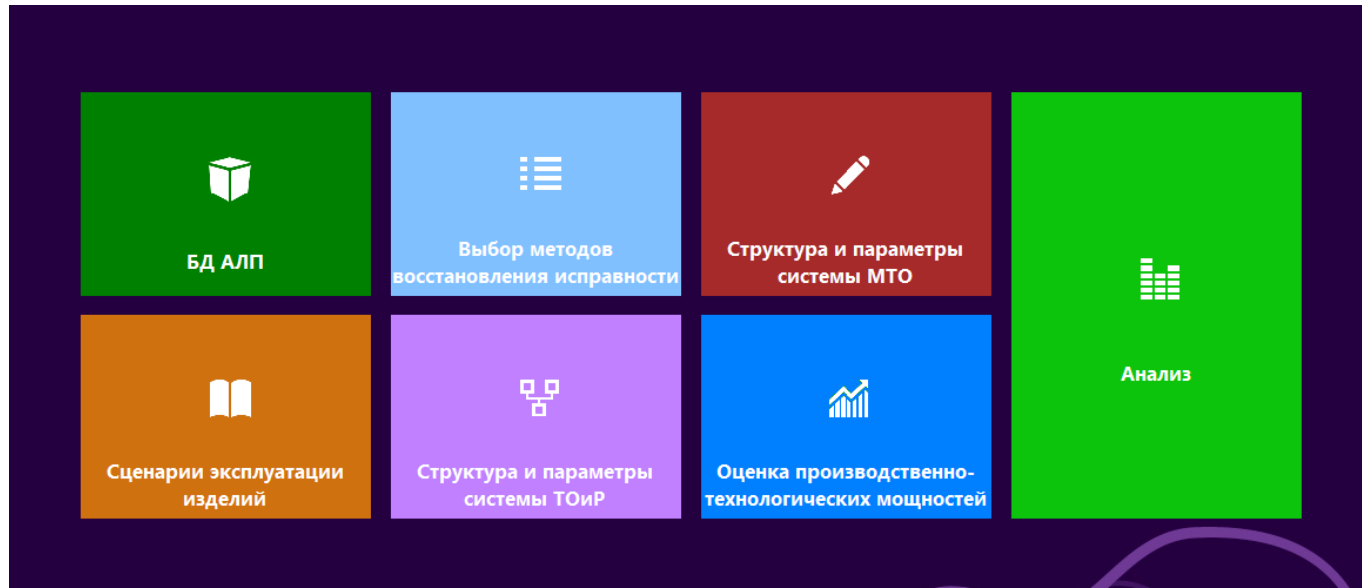


Рис. 3-19 – Варианты запуска Mercury

– «БД АЛП»  – запуск ILS Suite с последней пользовательской активной группой окон и набором колонок, которые были автоматически сохранены при закрытии ILS Suite.

– «Сценарии эксплуатации изделий»  – открытие группы окон для работы со сценариями эксплуатации и выполняемыми для них видами ТО: рабочее окно «Сценарии эксплуатации» (1 на рис. 3-20), окно связанных объектов «Виды ТО» (2) для выбранного сценария и панель свойств (3) для выбранного объекта БД.

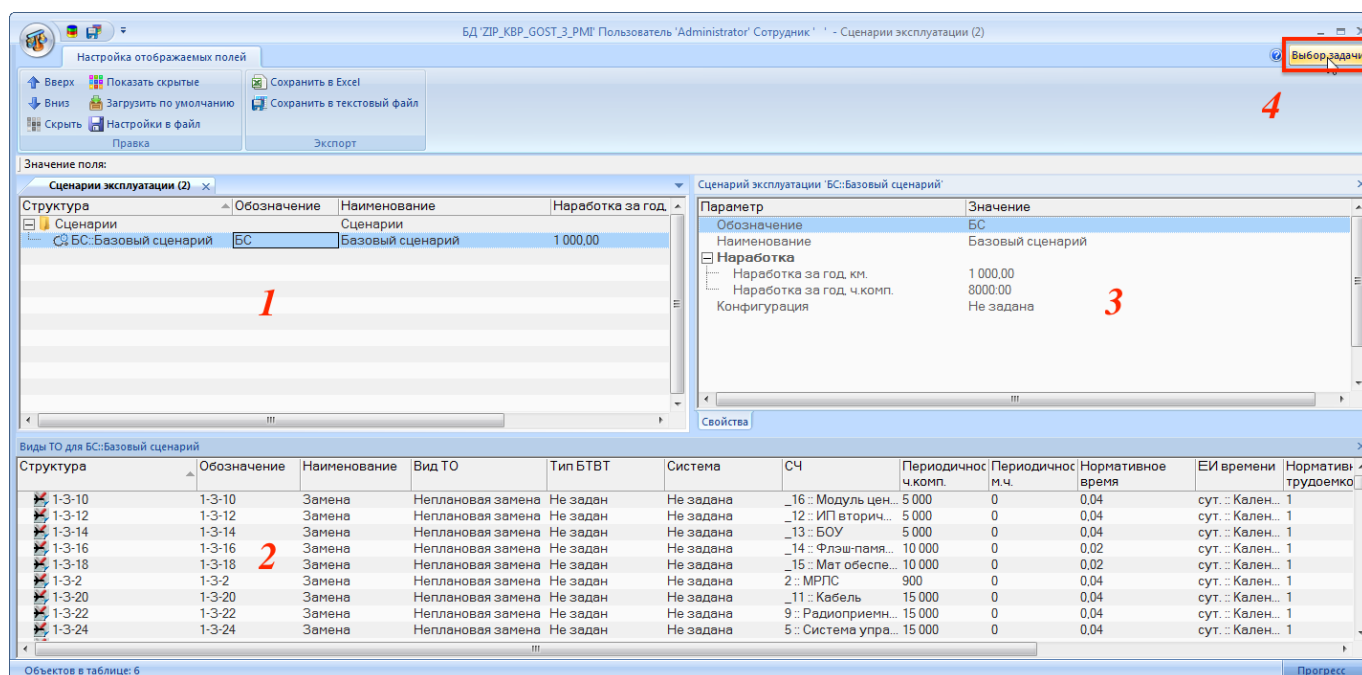


Рис. 3-20 – «Сценарии эксплуатации изделий»

Примечание. Кнопка «Выбор задачи» (4) вызывает окно для выбора вариантов запуска программы, приведенное на рис. 3-19. Текущая группа рабочих окон программы при этом закрывается.

– «Выбор методов восстановления исправности»  – открытие группы окон для изменения минимального уровня замены и минимального уровня ремонта для компонента: рабочее окно «Выбор методов восстановления исправности» («Логистическая структура») (1 на рис. 3-21) и связанное окно «Ограничения на выполнение работ по уровням ТОиР» (2).

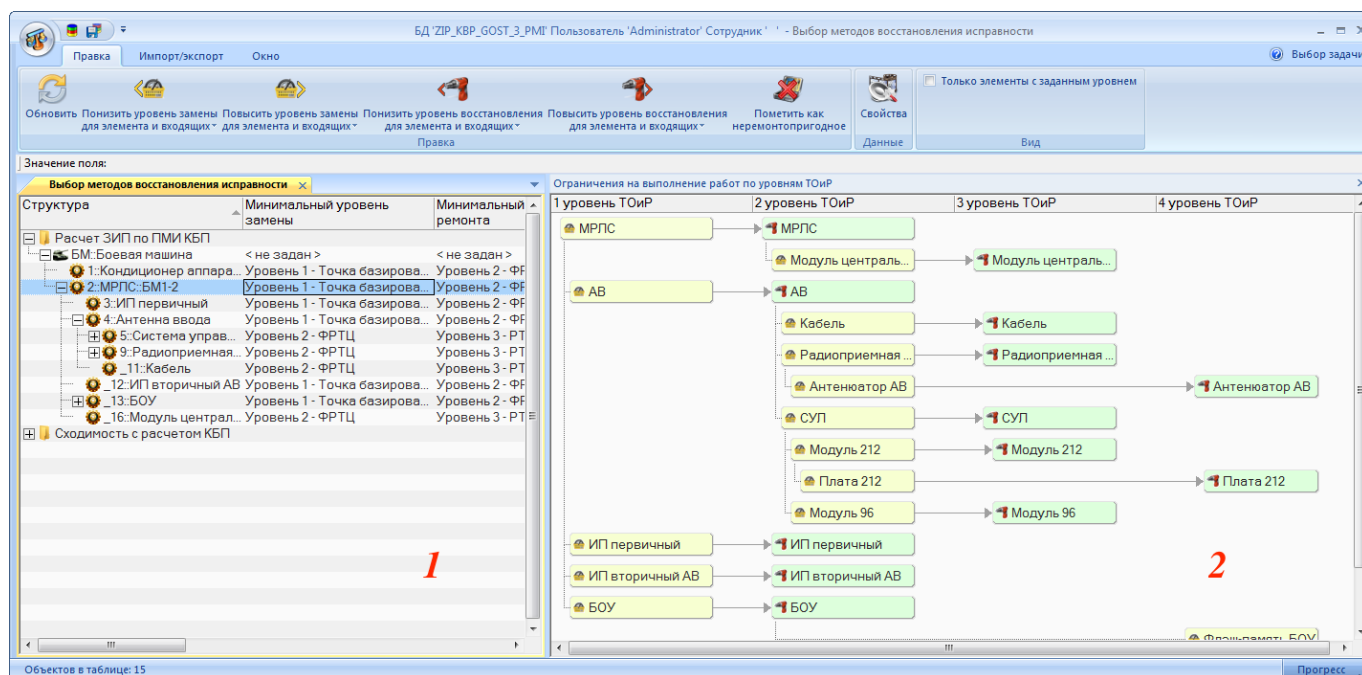


Рис. 3-21 – «Выбор методов восстановления исправности»

– «Структура и параметры системы ТООР»  – открытие группы окон для работы с проектом системы ТЭ: рабочее окно «Размещение объектов системы технической эксплуатации» (1 на рис. 3-22), связанные окна «Система технической эксплуатации» (2), «Базируемые изделия» (3) и «Выполняемые виды работ» (4).

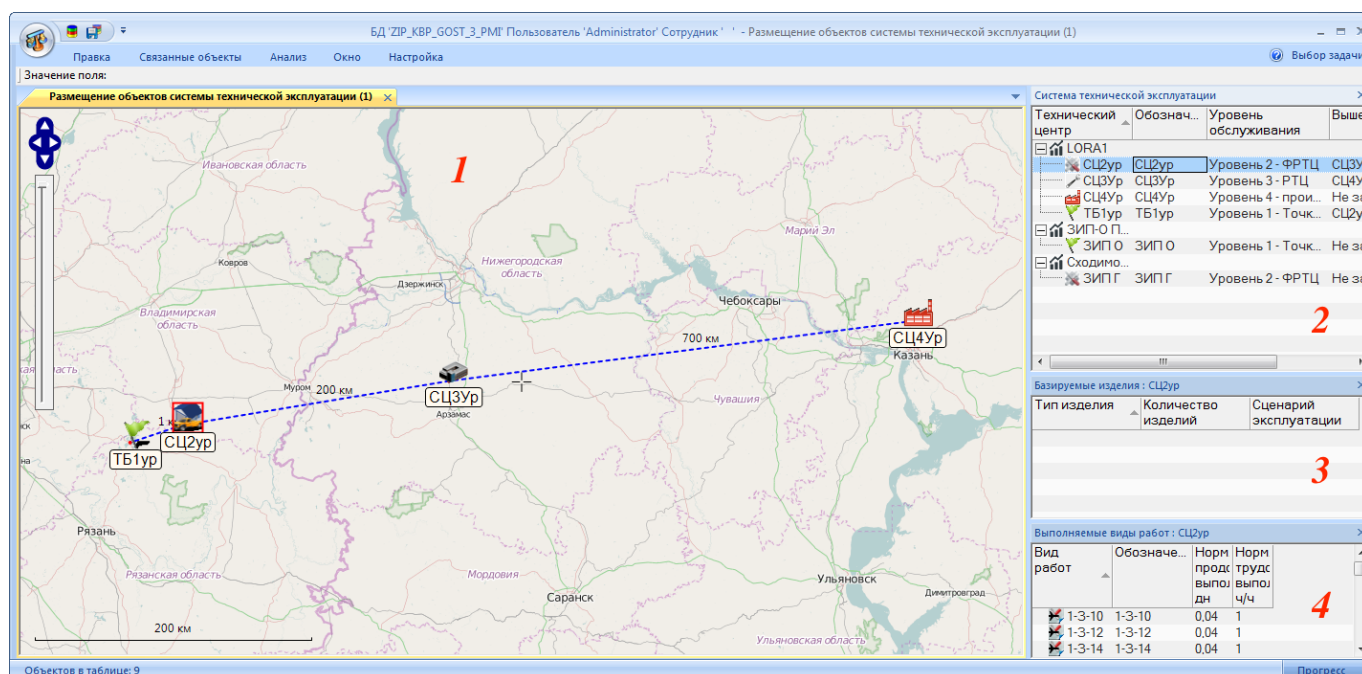


Рис. 3-22 – «Структура и параметры системы ТООР»

– «Структура и параметры системы МТО»  – открытие группы окон для работы с предметами поставки: рабочее окно «Предметы поставки» (это окно аналогично рабочему окну «Логистическая структура») с предустановленным набором колонок (1 на рис. 3-23) и панель свойств (2) для выбранного объекта БД.

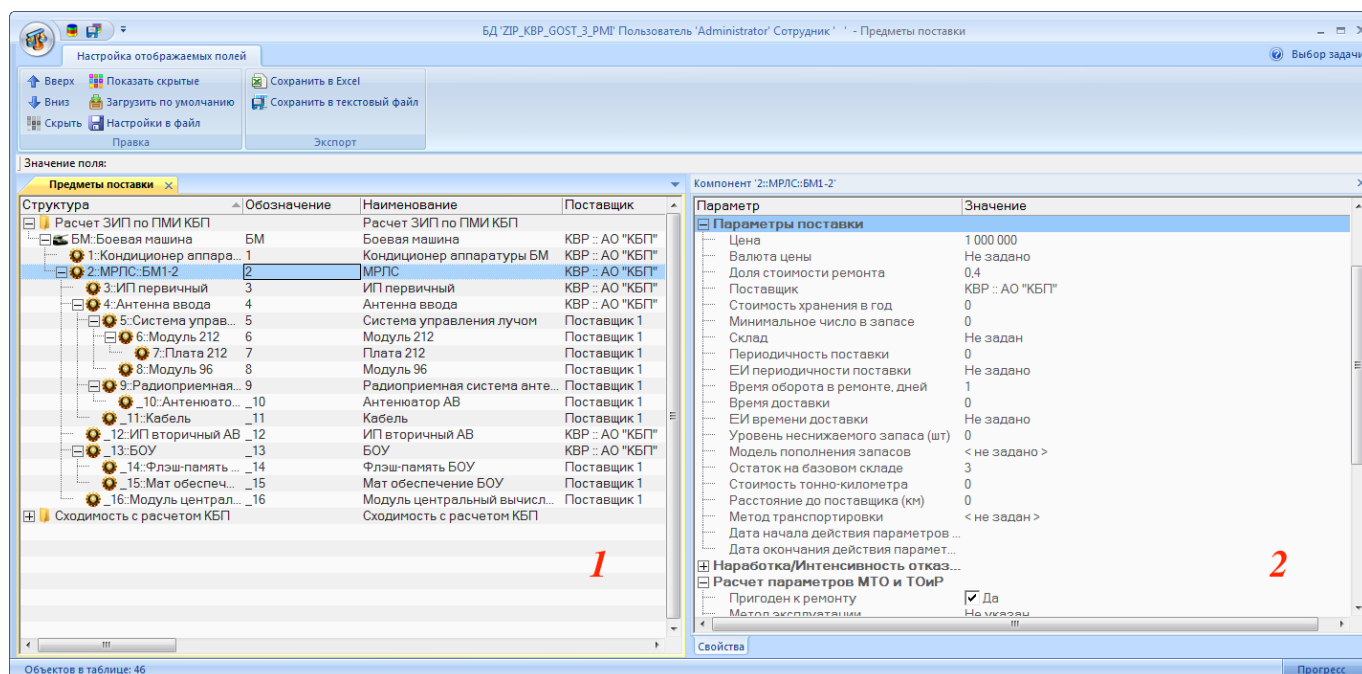


Рис. 3-23 – «Структура и параметры системы МТО»

– «Оценка производственно-технологических мощностей»  – открытие диалогового окна для выполнения расчета производственных мощностей (установлены флаги только для формирования отчетов «Суммарные затраты» и «Производств. мощности») (рис. 3-24).

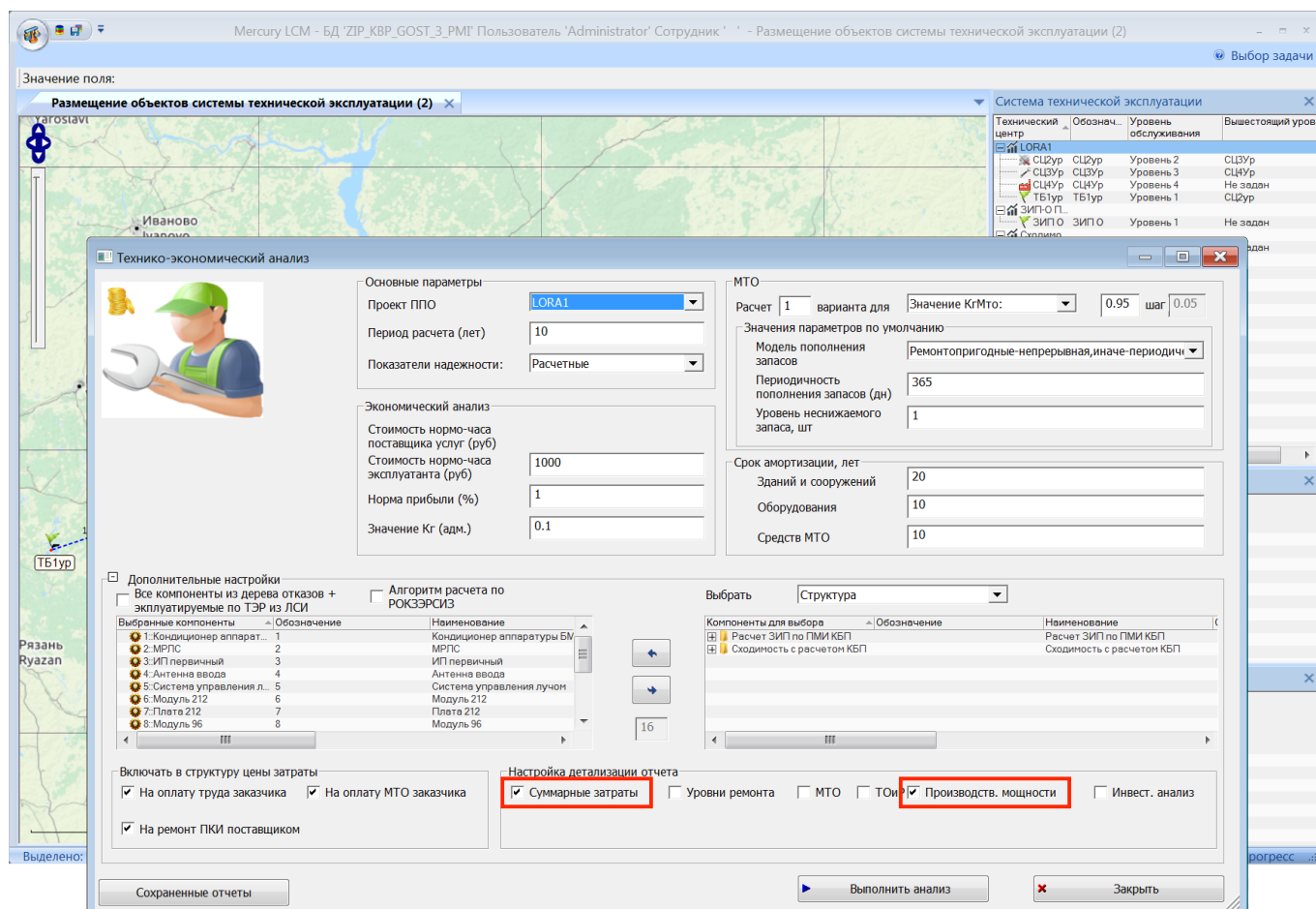


Рис. 3-24 – «Оценка производственно-технических мощностей»

– «Анализ»  – открытие диалогового окна для выполнения расчета по ТЭА. Отличие от действия кнопки «Оценка производственно-технических мощностей» заключается в том, что в данном случае восстанавливается последнее пользовательское состояние этого диалога из реестра, а не устанавливается неизменный набор флагов детализации отчета.

3.4. Входные и выходные данные

Исходными данными для выполнения расчета являются (рис. 3-25):

- 1) Данные по эксплуатируемым изделиям, введенные ранее в БД (подробнее см. раздел 7.1 «Исходные данные по изделиям», стр. 90):
 - логистическая структура, включая уровни замены и ремонта компонентов, входящих в ее состав, а также параметры их поставки;

– виды работ, выполняемые при плановом и внеплановом обслуживании (виды ТО);

– сценарии эксплуатации ФИ (наработка в год и связь с видами ТО).

2) Данные по системе технической эксплуатации (подробнее см. раздел 7.4 «Данные по системе », стр. 100):

- состав СТЭ и размещение ее объектов в конкретном регионе;
- уровни обслуживания каждого СЦ и выполняемые на нем виды ТО;
- параметры логистических потоков для каждого СЦ;
- принадлежность СЦ заказчику или поставщику услуг;
- затраты на владение СЦ;
- перечень изделий, обслуживаемых СЦ (базируемых в данном месте).

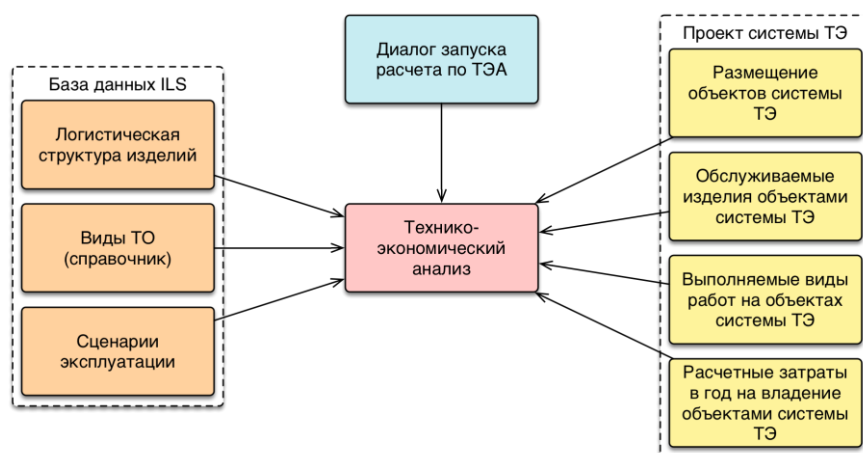


Рис. 3-25 – Группы исходных данных для выполнения технико-экономического анализа

При выполнении расчета задается ряд параметров (подробнее см. раздел 8 «Запуск расчета», стр. 133):

- период расчета;
- стоимость нормочаса при выполнении работ по ТОиР;
- требуемый коэффициент готовности системы МТО;
- модель пополнения запаса (периодическая, непрерывная, по уровню);
- сроки амортизации зданий и сооружений, оборудования, средств МТО;
- период пополнения запасов по умолчанию и др.

В результате расчета определяются:

- суммарные затраты на ТОиР для Заказчика (эксплуатанта ФИ) и Поставщика услуг;
- стоимость пакета услуг на обслуживание изделий (оферта);
- затраты на создание оборотного фонда запасных частей при заданном коэффициенте готовности системы МТО;
- стоимость ремонтов КИ;
- данные по величине денежного потока для каждого года эксплуатации (инвестиционный анализ);
- стоимость трудозатрат на выполнение каждого вида ТО;
- данные по требуемым производственным мощностям (числу рабочих мест для каждого СЦ и времени ожидания ТО).

Результаты расчета сохраняются в файле формата MS Excel. Данные в отчетах представлены в виде таблиц и диаграмм.

3.5. Порядок работы

Модуль «Анализ системы ТЭ» входит в состав программного комплекса ILS Suite, который включает несколько самостоятельных программ, выполняющих различные функции. Система построена на клиент-серверной архитектуре. Базы данных размещаются на сервере под управлением системы управления базами данных (СУБД).

Расчет затрат на техническую эксплуатацию в модуле «Анализ системы ТЭ» производится после создания проекта системы ТЭ и ввода данных по ее объектам, а также их связям с эксплуатируемыми изделиями.

Для ввода данных по системе ТЭ используется следующий набор рабочих окон (рис. 3-26):

- основное рабочее окно «Размещение объектов системы технической эксплуатации» – карта с размещенными на ней объектами инфраструктуры системы ТЭ;
- связанное с ним окно «Система технической эксплуатации» – для создания проекта системы ТЭ и объектов ее инфраструктуры;

- окно связанных объектов «Базируемые изделия» для объекта системы ТЭ – для создания перечня ФИ, обслуживаемых данным объектом системы ТЭ;
- окно связанных объектов «Выполняемые виды работ» для объекта системы ТЭ – для создания перечня видов ТО, выполняемых на данном объекте системы ТЭ;
- окно связанных объектов «Затраты на владение в год» для объекта системы ТЭ – для ввода расчетных значений затрат на владение в год для данного объекта системы ТЭ (различные виды затрат на подготовку и освоение производства, затрат на материалы, косвенных затрат);
- окно связанных объектов «Фактические затраты на владение»⁷⁾ для объекта системы ТЭ.

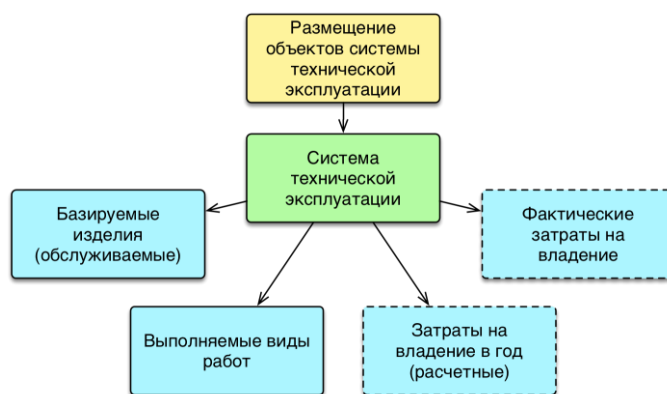


Рис. 3-26 – Набор рабочих окон модуля «Анализ системы ТЭ»

Запуск расчета выполняется в отдельном диалоговом окне, предназначенном для настройки параметров расчета.

Порядок действий при выполнении технико-экономического анализа состоит в следующем:

- 1) создать логистическую структуру изделия;
- 2) задать ресурсы, параметры надежности, параметры поставки компонентов;
- 3) задать уровни ТОиР компонентов (при необходимости выполнить анализ уровней ремонта);
- 4) составить перечень работ по ТОиР компонентов (для плановых работ это может быть результат АООН, а для неплановых – анализа деревьев отказов);

⁷⁾ Фактические затраты на владение в расчете не используются и служат только для справки.

- 5) создать сценарий эксплуатации Изделий;
- 6) создать проект системы технической эксплуатации, включая данные о сервисных центрах, обслуживаемых изделиях и выполняемых видах ТО;
- 7) запустить расчет по ТЭА, в результате которого формируется пакет отчетов.

4. ПРОГРАММНЫЙ ИНТЕРФЕЙС

В силу того, что модуль «Анализ системы ТЭА» является частью автоматизированной системы ILS Suite, в них используются общий пользовательский интерфейс. Основные его средства и методы описаны в «Руководстве пользователя ILS Suite» [1].

В данном разделе рассмотрены элементы программного интерфейса, специфические для Mercury.

4.1. Группа рабочих окон «Выбор методов восстановления исправности»

При значении «0» параметра «ILS\ТЭА\Расчет непланового МТО и ТОиР по дереву отказов» в утилите aplOptionsEditor (значение по умолчанию) данная группа состоит из следующих рабочих окон рис. 4-1:

- рабочего окна «Выбор методов восстановления исправности» (1);
- связанного окна «Ограничения на выполнение работ по уровням ТОиР» для выбранного компонента (2).

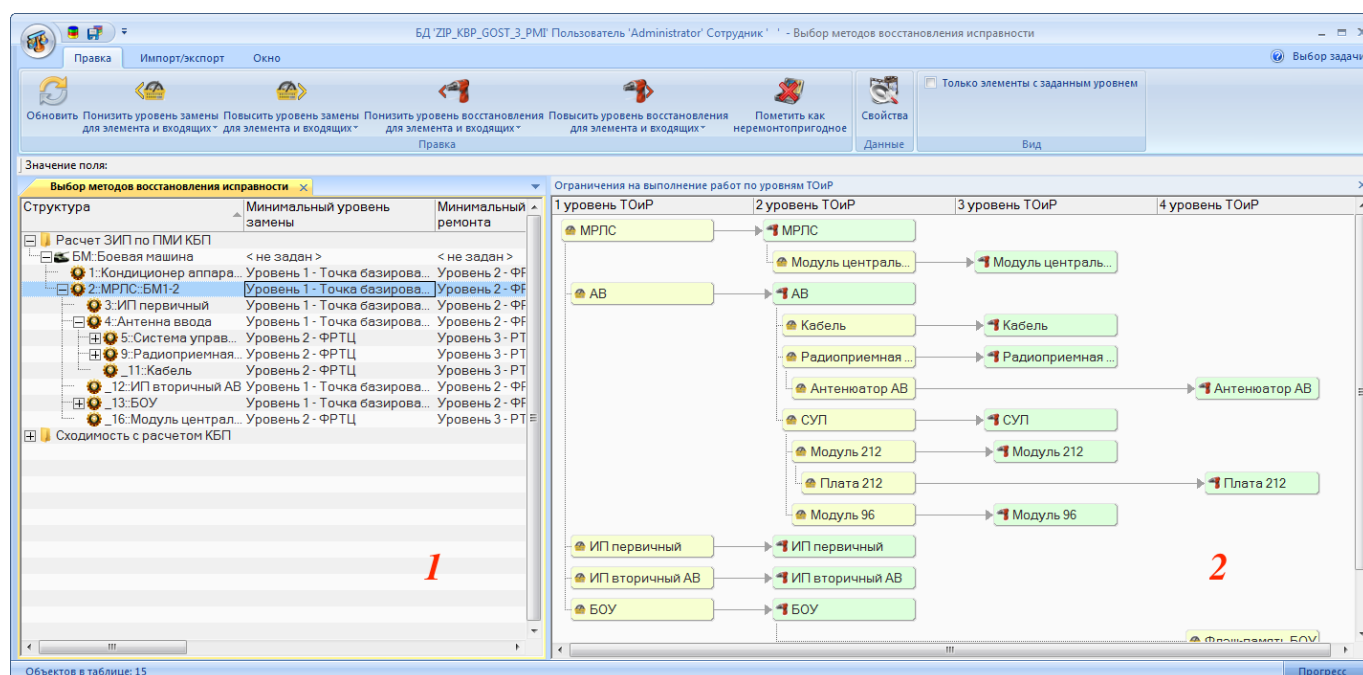


Рис. 4-1 – Группы рабочих окон «Выбор методов восстановления исправности»

Если значение параметра равно «1», то выбор методов восстановления исправности для компонентов недоступен, а работы, связанные с восстановлением компонентов, вы-

полняются на уровне ТОиР, указанном для работы при выполнении анализа деревьев отказов.

Рабочее окно «Выбор методов восстановления исправности» является копией рабочего окна «Логистическая структура»/«Предметы поставки», но имеет свой предопределенный набор колонок.

В связанном окне «Ограничения на выполнение работ по уровням ТОиР» отображаются в виде дерева минимальные уровни замены и ремонта выбранного компонента, включая все уровни его разукрупнения.

Уровни замены и ремонта выделены следующими значками и цветом:



– минимальный уровень замены (желтый фон);



– минимальный уровень ремонта (зеленый фон);



– минимальный уровень замены и/или ремонта для компонента не указан (серый фон);



– финальное изделие.

Для изменения уровней ТОиР в окне «Ограничения на выполнение работ по уровням ТОиР» предназначена панель инструментов «Правка» (рис. 4-2).

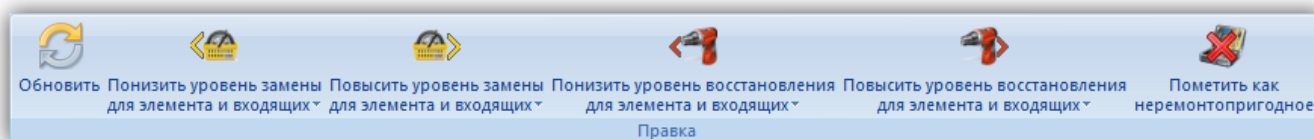
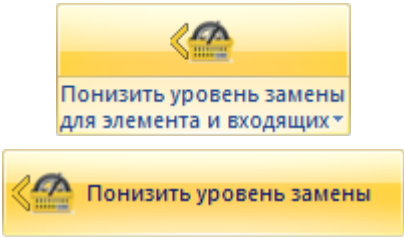
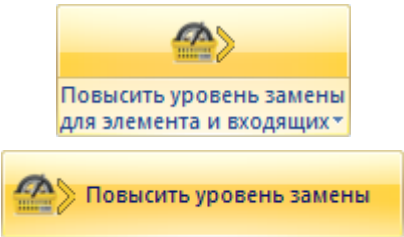
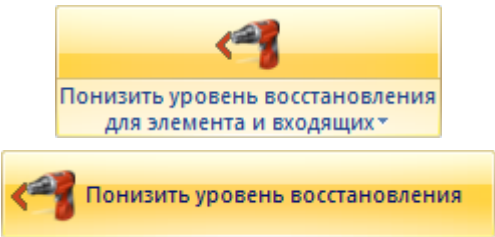
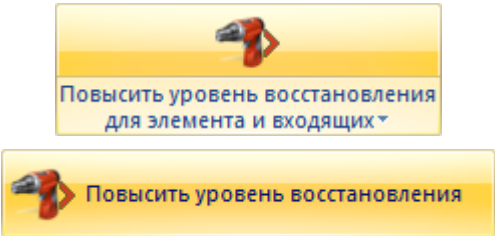


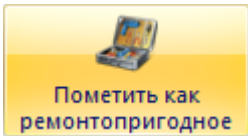
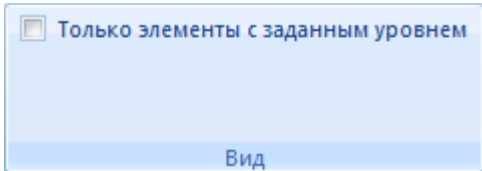
Рис. 4-2 – Панель «Правка»

Краткое описание инструментов приведено в таблице 4-1. Подробнее действие управляющих кнопок рассматривается в подразделе «Использование графического интерфейса для изменения уровней ТОиР компонентов», стр. 267.

Таблица 4-1. Инструменты для настройки уровней ТОиР

Кнопка	Описание
Панель «Правка»	
	Инструмент «Обновить» предназначен для отображения данных по уровням ТОиР после выбора элемента в дереве ЛСИ.

Кнопка	Описание
 Понижить уровень замены для элемента и входящих ▾ Понижить уровень замены	Инструмент «Понижить уровень замены для элемента и входящих» предназначен для понижения уровня замены выбранного компонента в дереве уровней ТОиР и всех входящих в него СЧ (рекурсивно). Инструмент «Понижить уровень замены» предназначен для понижения уровня замены только для выбранного компонента. Он становится доступным при нажатии на нижнюю часть кнопки «Понижить уровень замены для элемента и входящих».
 Повысить уровень замены для элемента и входящих ▾ Повысить уровень замены	Инструмент «Повысить уровень замены для элемента и входящих» предназначен для повышения уровня замены выбранного компонента в дереве уровней ТОиР и всех входящих в него СЧ (рекурсивно). Инструмент «Повысить уровень замены» предназначен для повышения уровня замены только для выбранного компонента. Он становится доступным при нажатии на нижнюю часть кнопки «Повысить уровень замены для элемента и входящих».
 Понижить уровень восстановления для элемента и входящих ▾ Понижить уровень восстановления	Инструмент «Понижить уровень восстановления для элемента и входящих» предназначен для понижения уровня ремонта выбранного компонента в дереве уровней ТОиР и всех входящих в него СЧ (рекурсивно). Инструмент «Понижить уровень восстановления» предназначен для понижения уровня восстановления только для выбранного компонента. Он становится доступным при нажатии на нижнюю часть кнопки «Понижить уровень восстановления для элемента и входящих».
 Повысить уровень восстановления для элемента и входящих ▾ Повысить уровень восстановления	Инструмент «Повысить уровень восстановления для элемента и входящих» предназначен для повышения уровня ремонта выбранного компонента в дереве уровней ТОиР и всех входящих в него СЧ (рекурсивно). Инструмент «Повысить уровень восстановления» предназначен для повышения уровня восстановления только для выбранного компонента. Он становится доступным при нажатии на нижнюю часть кнопки «Повысить уровень восстановления для элемента и входящих».

Кнопка	Описание
 	Инструменты «Пометить как неремонтопригодное» и «Пометить как ремонтпригодное» предназначены для изменения атрибута «Пригоден к ремонту» выбранного компонента в дереве уровней ТОиР.
Панель «Вид»	
	Инструмент «Только элементы с заданным уровнем» позволяет отображать либо все данные, либо только с заданными уровнями ТОиР. Следует уточнить, что если СЧ1 включает СЧ2, а СЧ2 включает СЧ3, причем для СЧ2 не заданы уровни ТОиР, а для СЧ3 заданы, то при установленном флаге «Только элементы с заданным уровнем» в дереве уровней ТОиР для СЧ1 все равно будет отображена СЧ2. <pre> graph TD СЧ1[СЧ1] --- СЧ2[СЧ2] СЧ2 --- СЧ3[СЧ3] </pre> Если для СЧ не указаны уровни ТОиР, то при выборе ее в дереве ЛСИ для нее отобразятся уровни ТОиР (по умолчанию) независимо от состояния флага «Только элементы с заданным уровнем».

В зависимости от имеющихся для компонента данных, они могут отображаться следующим образом:

1) Если для компонента задан минимальный уровень замена, а флаг «Пригоден к ремонту» не установлен, то для него в окне «Ограничения на выполнение работ по уровням ТОиР» отображается только объект с минимальным уровнем замены (рис. 4-3).

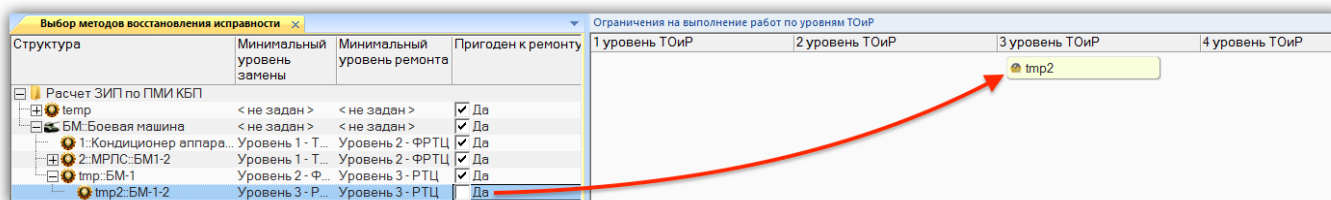


Рис. 4-3 – Флаг «Пригоден к ремонту» для компонента снят

2) Если для компонента заданы одинаковые минимальные уровни замены и ремонта, причем флаг «Пригоден к ремонту» для компонента установлен, то отображается только объект с минимальным уровнем ремонта (рис. 4-4).

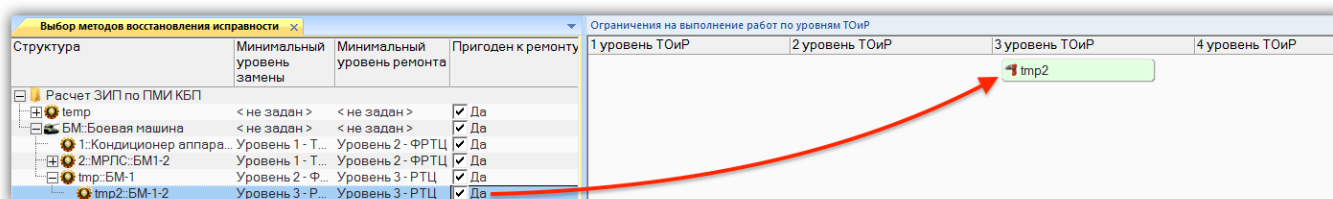


Рис. 4-4 – Флаг «Пригоден к ремонту» установлен, и минимальные уровни замены и ремонта совпадают

3) Если для компонента не был задан минимальный уровень замены и/или ремонта, то при отображении в окне «Ограничения на выполнение работ по уровням ТОиР» ему будут заданы уровни ТОиР по умолчанию⁸⁾. Вместо значка «замена» или «ремонт» в этом случае выводится значок СЧ  (рис. 4-5).

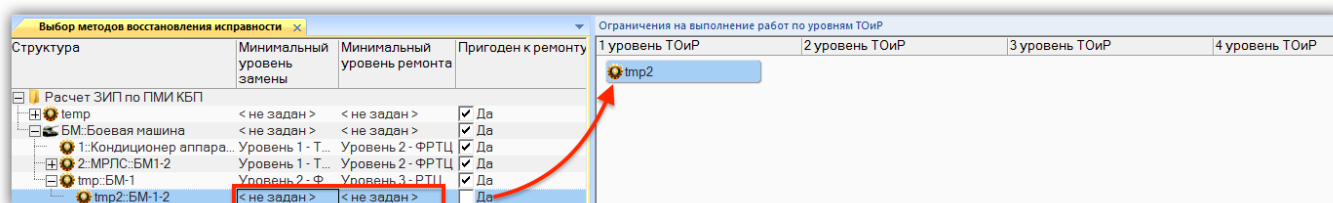


Рис. 4-5 – Отображение уровней ТОиР для компонента, у которого не заданы минимальные уровни замены/ремонта

⁸⁾ Уровни ТОиР по умолчанию задаются для компонентов по-разному. Если родительским элементом для него является ФИ, то компонент относят к минимально возможному уровню ТОиР (например, «1»). Если же компонент входит в состав другого компонента, то считается, что его замену/ремонт делают на уровне производства ФИ или поставщика КИ. Однако если этот компонент выбран непосредственно в дереве ЛСИ (без родительского элемента), то уровни ТОиР по умолчанию для него будут минимальными. Уровни по умолчанию не сохраняются в параметрах компонента, а используются только при выводе на экран и при выполнении расчетов.

5. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Техническое обслуживание и ремонт являются составной частью жизненного цикла изделия. Необходимым условием для выполнения ТОиР является наличие системы технической эксплуатации, которая включает:

- обслуживаемые Изделия и их составные части (объекты ТОиР)
- средства технического оснащения (оборудование, стенды, контрольно-проверочная и контрольно-измерительная аппаратура, приспособления);
- исполнителей (организации, специалисты);
- конструкторскую, эксплуатационную, ремонтную и другую документацию (рис. 5-1).

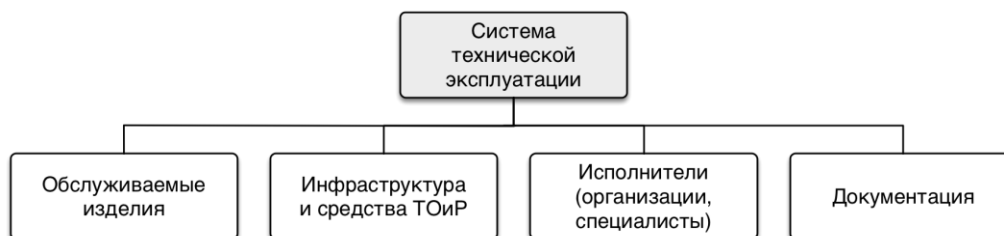


Рис. 5-1 – Система технической эксплуатации

Объектами ТОиР являются элементы логистической структуры изделия любого уровня разукрупнения (система, агрегат, модуль или иная составная часть), которые обладают потребностью в выполнении работ по ТОиР для предупреждения, выявления и/или устранения конкретных видов отказов и повреждений этих элементов, а также возможностью выполнения на них указанных работ.

Средствами ТОиР являются средства технологического оснащения и сооружения, предназначенные для выполнения ТОиР. Совокупность средств ТОиР образует инфраструктуру системы ТОиР. Инфраструктура системы ТОиР характеризуется (рис. 5-2):

- местами проведения работ по ТОиР;
- технологическим оснащением мест проведения работ по ТОиР;
- видами выполняемых работ по ТОиР изделий и их комплектующих;
- исполнителями работ по ТОиР.



Рис. 5-2 – Инфраструктура системы ТОиР

В логистической структуре обслуживаемого изделия предусматривают несколько уровней разукрупнения (рис. 5-3):

- финальное изделие;
- ЛСИ-система в составе ФИ – совокупность физических или программных элементов, реализующих одну или несколько функций ФИ, необходимых для его применения по назначению;
- компонент (СЧ) – физический объект (агрегат, блок, модуль) или программное средство (на одном из вычислителей в составе ФИ).

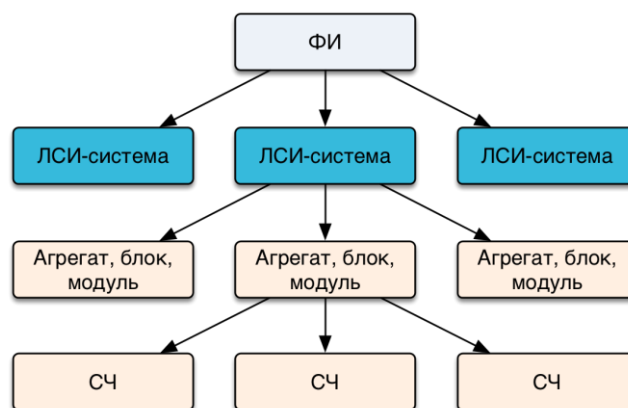


Рис. 5-3 – Уровни разукрупнения логистической структуры изделия

Третий уровень разукрупнения ФИ для целей планирования многоуровневого ТОиР может потребовать большей детализации. При этом многие стандартные или иные мелкие

СЧ (крепёж, уплотнения и т.п.) в составе ФС подробно не рассматриваются, но могут потребоваться при анализе уровней непланового ТОиР.

Самые простые работы по восстановлению работоспособности компонентов могут быть выполнены по месту эксплуатации изделия. Более сложные работы требуют специального оборудования, которое имеется в специализированных сервисных центрах (СЦ). Совокупность всех точек обслуживания изделия образует систему ТЭ (рис. 5-4).

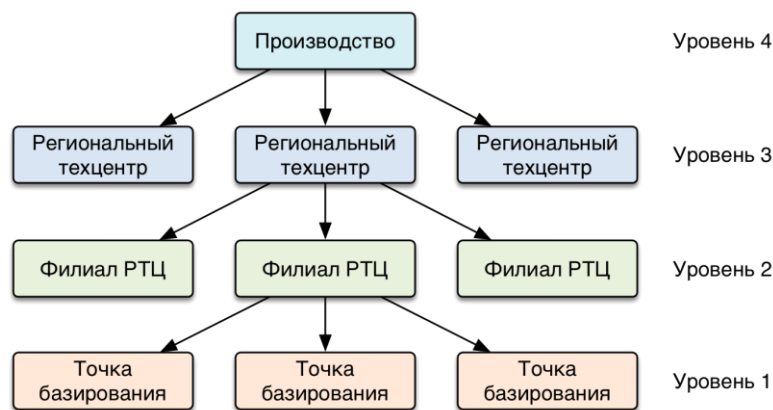


Рис. 5-4 – Структура системы технической эксплуатации

Система ТЭ представляет собой иерархическую систему СЦ различного уровня – т.н. эшелонированную структуру. Верхний уровень максимально оснащен оборудованием и на нем могут выполняться работы любой сложности. По экономическим соображениям более низкие уровни имеют более скромные возможности.

Технологические условия и возможности выполнения определенных видов работ по ТОиР определяются следующими факторами (рис. 5-5):

- инфраструктурой СЦ, которая включает здания и сооружения, линии связи, снабжение материальными ресурсами (энергией, водой, материалами и т.п.), а также другие объекты недвижимого имущества, необходимые для выполнения ТОиР;
- средствами ТОиР, т.е. элементами технологического оснащения, не относящимися к инфраструктуре ТОиР (машинами, инструментом, оснасткой и им подобными объектами движимого имущества);
- специальностями и квалификациями персонала;
- географическим расположением СЦ.

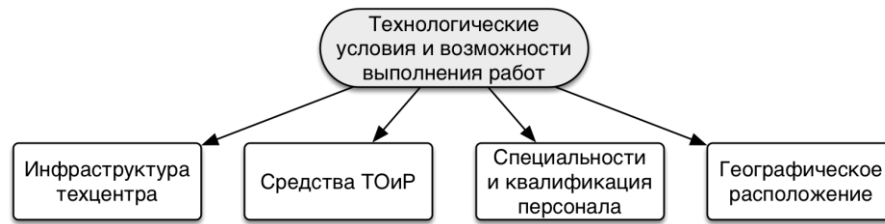


Рис. 5-5 – Технологические условия и возможности выполнения работа по ТОиР в СЦ

В соответствии с этими факторами технический центр относят к одному из четырех уровней, которые имеют следующие особенности:

1-й уровень: выполнение работ непосредственно на ФИ в месте его базирования;

2-й уровень: выполнение работ персоналом эксплуатанта ФИ на предварительно демонтированных с ФИ его СЧ после их перемещения в соответствующие производственные условия (например, контроль, профилактические работы или текущий ремонт);

3-й уровень: выполнение работ на демонтированных СЧ после их транспортировки в условия специально оснащенных центров ТОиР (сервисные центры или ремонтные заводы поставщика услуг по ТОиР), выполнение планового (среднего или капитального) ремонта ФИ;

4-й уровень: выполнение работ в условиях изготовителя (поставщика) ФИ или его СЧ.

Для каждого сервисного центра системы ТЭ составляют перечень работ, которые могут потребоваться при проведении ТОиР. Основой для него являются требованиями к техническому обслуживанию эксплуатируемых изделий, а именно, технология выполнения работ, как включенных в план ТОиР, так и unplanned работ при отказах и повреждениях элементов ЛСИ.

Порядок действий при составлении такого перечня работ следующий:

1) В соответствии с эксплуатационной документацией для каждой СЧ определяют требования к плановому ТОиР, который включает метод технической эксплуатации СЧ, состав и периодичность работ по ТОиР. Эти работы составляют план ТОиР, пример которого приведен на рис. 5-6.

Объект ТОиР (наименование или код)	Метод ТЭ	Периодичность	Описание работы (коды контролируемых/предупреждаемых и видов отказов)
Рулевой привод РП71-02	ТЭО	1500 ч 1500 ч	Пополнение и замена масла (1.1, 1.2) Контроль работоспособности каждого из двух каналов РП71-02 (1.1)
Подсистема каналов управления	ТЭО	1500 ч 1500 ч	Очистка (продувка, промывка) элементов электроцепей питания и управления от загрязнений (2.2) Контроль работоспособности электроцепей питания и управления по каждому из каналов управления (2.1, 2.2)
Тормоз трансмиссии	ТЭР	1500 ч 1500 ч 10000 ч	Очистка (продувка, промывка) внешних элементов тормоза от загрязнений (4.1, 4.2) Контроль работоспособности каждого из тормозов трансмиссии (4.1) Замена тормоза по выработке ресурса (4.2)
Центральный дифференциаль- ный редуктор (ДР)	ТЭР	1500 ч 1500 ч 10000 ч	Очистка (продувка, промывка) внешних элементов ДР от загрязнений (8.1) Смазка ДР (8.1) Замена ДР по выработке ресурса (8.1)
...	...	...	...

Рис. 5-6 – Пример плана ТОиР (плановое ТО)

2) Составляется перечень компонентов, которые являются объектами непланового ремонта. Для каждого из них указывают необходимые виды работ по замене или ремонту с указанием ожидаемой частоты выполнения и содержания работы. Пример перечня работ по неплановому ТОиР приведен на рис. 5-7.

Объект ремонта (наименование или код)	Метод ТЭ	Ожидаемая частота ремонта (средняя наработка на сьем)	Описание неплановой восстановительной работы (коды устраняемых видов отказов/повреждений)
Рулевой привод РП71-02	ТЭО	5000 ч	Замена при отказе (1.1, 1.2) Ремонт после отказа или повреждения согласно директивной технологии (1.1, 1.2)
Подсистема каналов управления	ТЭО	2000 ч 3000 ч	Настройка и регулировка подсистемы (2.2, 2.3) Замена отказавших элементов электроцепей питания и управления (2.1)
Тормоз трансмиссии	ТЭР	8000 ч 10000 ч 10000 ч	Замена при отказе, повреждении (4.1, 4.2) Ремонт по выработке ресурса, после отказа или повреждения согласно директивной технологии (4.1, 4.2)
...	...	...	...

Рис. 5-7 – Пример перечня работ по неплановому ТОиР

3) Для каждой плановой и неплановой работы по техническому обслуживанию определяют:

- требования к оборудованию, оснастке, инструменту инфраструктуре;
- требования к номенклатуре и объемам запасных частей и расходным материалам;
- требования к численности и квалификации персонала.

4) На основе данных об эксплуатируемых изделиях (численности рассматриваемых групп ФИ, их географическом расположении, типовых сценариев эксплуатации и сведениях о надежности элементов ЛСИ) определяют объемы выполняемых работ в разных регионах.

5) Проводят анализ целесообразности выполнения работ на имеющихся производственных мощностях, основываясь на следующих данных об объектах СТЭ:

- элементах инфраструктуры (зданиях, сооружениях);
- средствах ТОиР;
- трудовых ресурсах (специальностях и квалификации персонала, его количестве);
- географическом размещении, удаленности от мест эксплуатации изделий.

6) При отсутствии нужных производственных мощностей в систему ТЭ вносят необходимые изменения.

Определенные для проекта системы ТОиР характеристики используются при планировании материально-технического обеспечения (МТО) в многоуровневой системе ТОиР с целью определения объема обменного фонда запасных частей и затрат на его приобретение (см. 6.1.2 «Оборотный фонд запасных частей»). При этом используется многоуровневая система МТО и учитывается потребность в комплектующих изделиях (КИ) как для плановых, так и для внеплановых замен.

При выборе проекта системы ТЭ составляют несколько схем распределения работ, выполняют расчет затрат на ТОиР и отбирают оптимальный вариант.

5.1. Информационные модели системы ТОиР и МТО

Структура системы МТО неразрывно связана со структурой системы ТОиР, поскольку она должна обеспечивать запасными частями каждый уровень, в котором выполняется обслуживание Изделия. В частном случае уровни системы МТО и ТОиР совпадают, то есть с каждой точкой обслуживания, где происходит замена или ремонт КИ, связан склад запчастей.

Информационные модели, описывающие инфраструктуру систем ТОиР и МТО, приведены на рис. 5-8 и рис. 5-9.

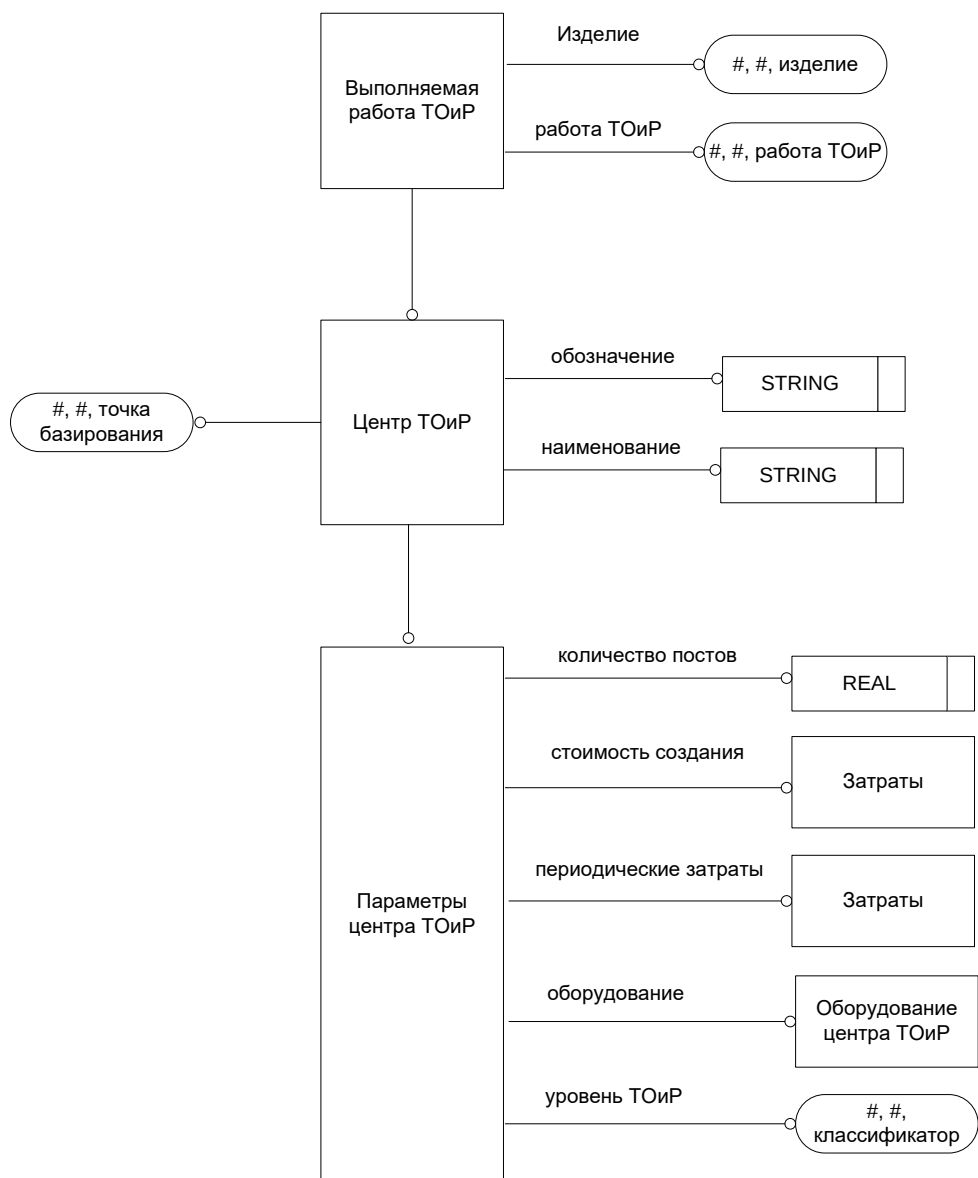


Рис. 5-8. Информационная модель, описывающая инфраструктуру системы ТОиР

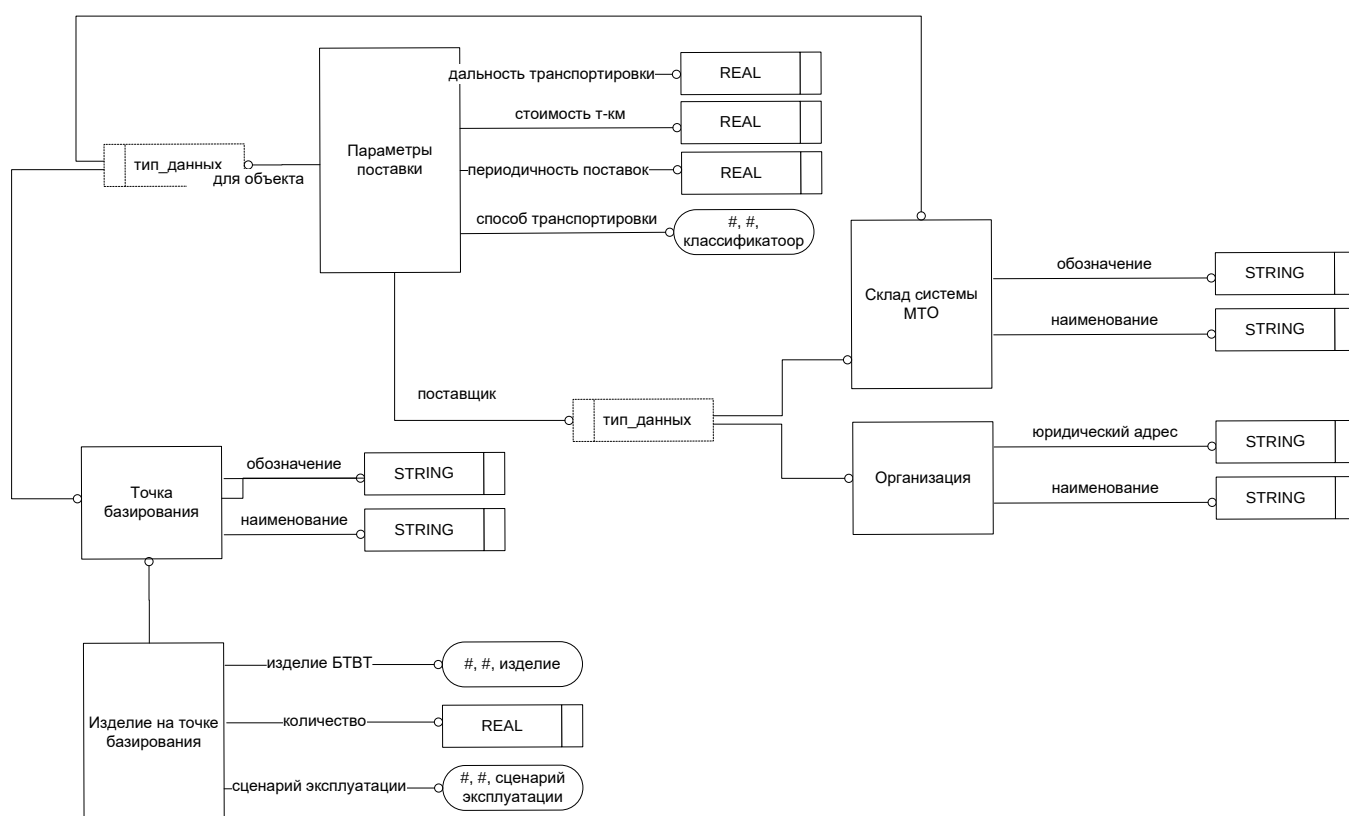


Рис. 5-9. Информационная модель, описывающая инфраструктуру системы МТО

Для описания центров ТОиР в модели выделен объект «Центр ТОиР». Информация об уровне ТОиР, количестве постов и оборудовании, стоимости создания и периодических затратах каждого центра ТОиР описывается объектом «Параметры центра ТОиР». Перечень работ ТОиР, выполняемых каждым из центров ТОиР, описывается объектом «Выполняемая работа ТОиР».

Для описания инфраструктуры системы МТО в информационной модели выделены объекты: «Склад системы МТО», описывающий склады Поставщика, и «Точка базирования», описывающий склады Заказчика.

Информацию о дальности транспортировки, способе и стоимости транспортировки, периодичности поставки содержит объект «Параметры поставки».

Для каждой точки базирования можно указать склад системы МТО, являющийся для нее источником предметов снабжения.

Перечень эксплуатируемых изделий описывается объектом «Изделие на точке базирования», при этом указывается сценарий эксплуатации изделий и количество изделий, эксплуатируемых по данному сценарию.

Для каждого склада системы МТО описываются:

- источник предметов снабжения, которым может быть как вышестоящий склад, так и организация-поставщик;
- точка базирования или нижестоящий склад, для которых данный склад является источником предметов снабжения.

5.2. Уровни и структура системы ТЭ и МТО

Структурирование системы ТЭ заключается в логическом выделении в составе системы ТЭ организационно-технических подсистем – «уровней ТОиР», характеризующихся способностью (наличием оборудования, материальных ресурсов, квалифицированного персонала и документации) выполнять работы ТОиР определенного вида и уровня, в т.ч. работы, связанные с восстановлением работоспособного (исправного) состояния Изделия после отказа, повреждения.

В современной литературе обычно выделяют:

- 1 – уровень эксплуатирующей организации: работы по ТОиР, выполняемые экипажем в точке базирования изделий при помощи средств эксплуатации, входящих в состав изделия;
- 2 – промежуточный уровень: пункт технического обслуживания и ремонта, расположенный в эксплуатирующей организации, укомплектованный специалистами и оснащенный оборудованием, необходимым для выполнения основного объема работ по ТОиР;
- 3 – уровень сервисного центра: специализированный сервисный центр поставщика финального изделия (или поставщика СЧ), способный выполнять полный объем работ по восстановлению изделия (СЧ).

Выбор рационального числа уровней и распределение работ ТОиР между ними осуществляется путем технико-экономического анализа. Анализ возможных вариантов и оценка их эффективности решается в ходе моделирования системы ТОиР в целом, при

этом базовые решения, принятые на начальной стадии анализа, могут быть скорректированы по результатам анализа.

В модуле «Анализ системы ТЭ» используется многоуровневая система ТЭ. Основой для определения структуры системы МТО являются две схемы:

- 1) структура технического обслуживания и ремонта (инфраструктура системы ТЭ);
- 2) логистическая структура Изделия, в которой для каждого компонента указан уровень обслуживания.

При выполнении работ по видам ТО и ремонту обычно выделяют несколько уровней обслуживания, в зависимости от их сложности, требований к оснащению и квалификации персонала (таблица 5-1).

Таблица 5-1 – Структура ТОиР

Уровень обслуживания	Исполнитель	Характер выполняемых работ
1	Инженерно-техническая служба точки базирования	Ремонт методом замены агрегатов и блоков
2	Филиал регионального технического центра (ФРТЦ)	Ремонт методом замены агрегатов и блоков
3	Региональный технический центр (РТЦ)	Замена или ремонт неисправных элементов
4	Логистический центр Поставщика (производство Изделий)	Восстановление методом ремонта неисправных компонентов или их замена

Например, на уровне 1 могут выполняться работы типа ежедневного технического обслуживания (ЕТО), контрольного осмотра (КО) и т.д., а также простейшие виды ремонта, выполняемые путем замены блоков с использованием комплектов ЗИП, на уровне 2 – работы планового ТО и текущего ремонта (ТР) в расположении техники, на уровне 3 – более сложные работы, в т.ч. требующие специального оборудования, на уровне 4 выполняется капитальный ремонт (КР) Изделий и ремонт СЧ силами специализированных организаций (таблица 5-2). Некоторые виды работ могут выполняться как силами эксплуатирующей организации, так и силами поставщика. Выбор оптимального решения также является задачей технико-экономического анализа.

Таблица 5-2 – Вариант распределения работ ТОиР между эксплуатирующей организацией и поставщиком

Вид работ	Эксплуатирующая организация	Поставщик	Уровень ТОиР
КО, ЕТО	+		1
ТО-1	+		1
ТО-2		+	2
ТР-простой	+		2
ТР-сложный		+	3
КР, ремонт СЧ		+	4

5.3. Методы восстановления работоспособности СЧ на различных уровнях системы ТЭ

Одной из основных задач планирования работ в многоуровневой СТЭ является выработка решений по методам восстановления исправности изделий. Основой для этого являются:

- 1) Общая структура системы ТОиР и схема распределения работ между эксплуатантом и поставщиком услуг (см. таблицы 5-1 и 5-2).
- 2) Логистическая структура эксплуатируемого изделия, которая формируется в процессе выполнения анализа логистической поддержки (АЛП).

При восстановлении работоспособности Изделия, как правило, используется агрегатный способ ремонта, предусматривающий замену неисправной СЧ (сборочной единицы). Восстановление неисправной СЧ осуществляется путем ремонта с заменой неисправного узла СЧ на исправный. Далее ремонт неисправного узла СЧ выполняется в условиях специализированного предприятия (на более высоком уровне системы ТОиР).

Анализируя структуру изделия и виды возможных отказов, выявленные в ходе АЛП, необходимо для каждой СЧ установить на каком уровне ТОиР выполняется ее восстановление путем замены неисправных узлов, и на каком выполняется ремонт неисправных узлов.

На рис. 5-10 приведен пример логистической структуры изделия, где для каждого компонента указано, на каком уровне ТОиР (обслуживания) и каким образом восстанавливается работоспособность данной СЧ (методом замены или ремонта)⁹⁾.

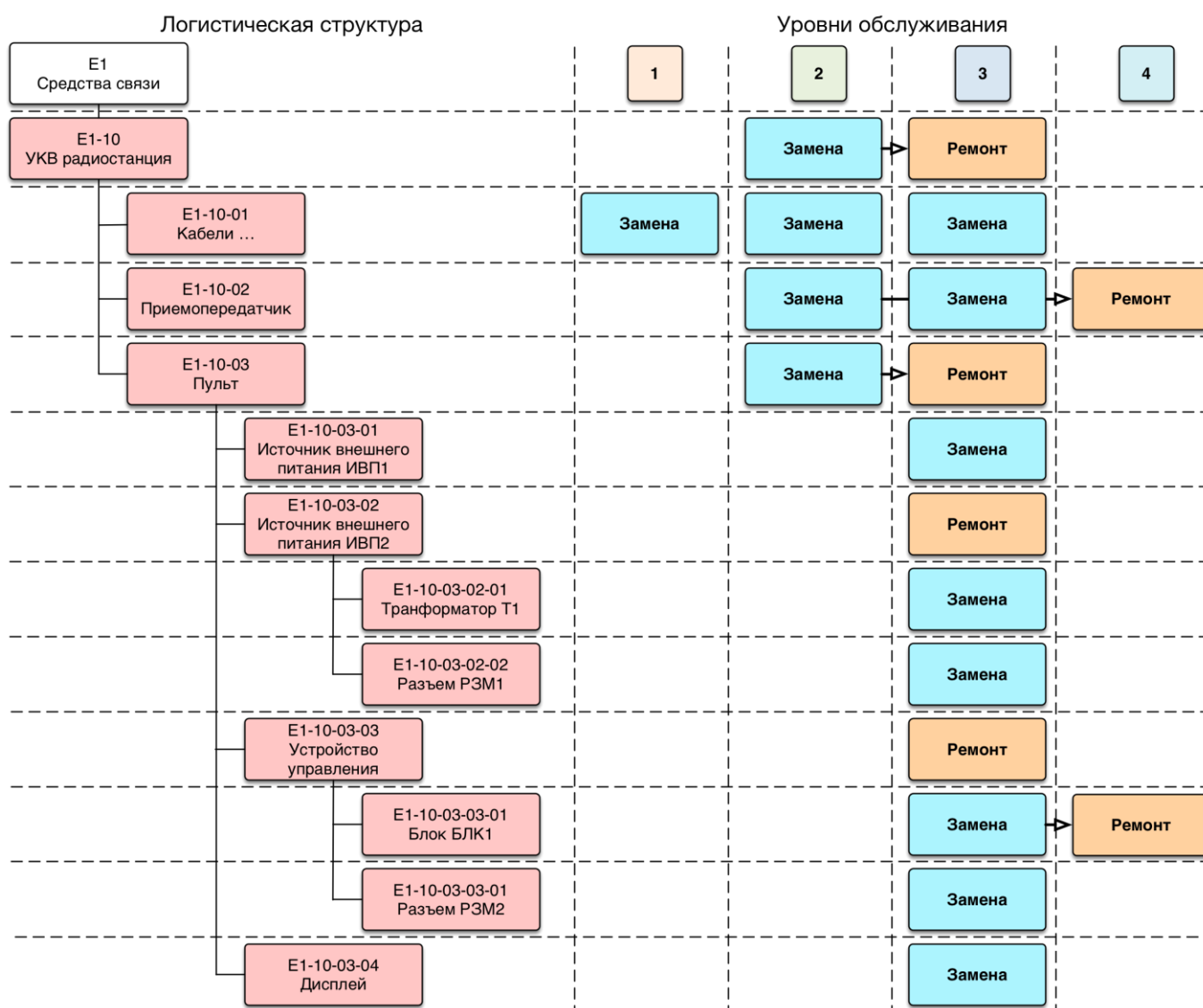


Рис. 5-10 – Пример структуры Изделия и распределения работ по ТОиР

Минимальный уровень замены и минимальный уровень ремонта для каждого компонента выбирают из соответствующего справочника. Если ремонт компонента выполняется поставщиком/производителем СЧ, то для него указывают уровень ремонта «поставщик».

⁹⁾ Задается атрибутами компонента «Минимальный уровень замены» и «Минимальный уровень ремонта», соответственно.

Для некоторых СЧ изделия может быть предусмотрено несколько вариантов: замена СЧ целиком на более низких уровнях обслуживания – например, «УКВ радиостанция» на рис. 5-11 приведена ее общая схема – замена на уровне 2, либо ремонт ее отдельных узлов (блоков) на более высоких уровнях (см. рис. 5-10).

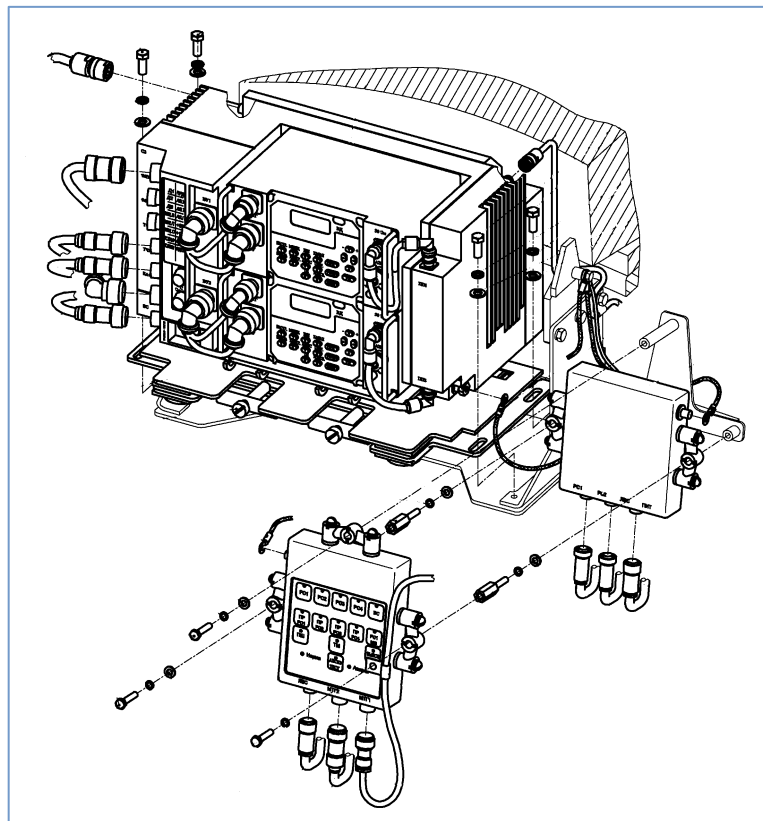


Рис. 5-11 – УКВ радиостанция и ее составные части, заменяемые на уровне 2

В таблице 5-3 приведены составные части «УКВ радиостанция», заменяемые на уровне 2.

Таблица 5-3 – Составные части радиостанции, заменяемые на уровне 2

Обозначение	Наименование
ИТНЯ.464511.197-01	Приемопередатчик
ИТНЯ.468351.122-02	Блок сопряжения МС1
ИТНЯ.468351.137	Блок сопряжения МСНЧ
ИТНЯ.468363.174	Блок коммутации БКБП
<i>ИТНЯ.468383.013-02</i>	<i>Пульт</i>
...	...

В свою очередь, неисправный приемопередатчик (ИТНЯ.464511.197-01) можно на уровне 2 или 3 заменить на исправный или передать его целиком в ремонт на уровень 4 – на завод-изготовитель изделия или на специализированное предприятие (см. рис. 5-10).

Также может быть предусмотрен ремонт отдельных блоков «УКВ радиостанции» на более высоких уровнях – например, ремонт СЧ «Пульт» на уровне 3, на рис. 5-12 приведена его схема.

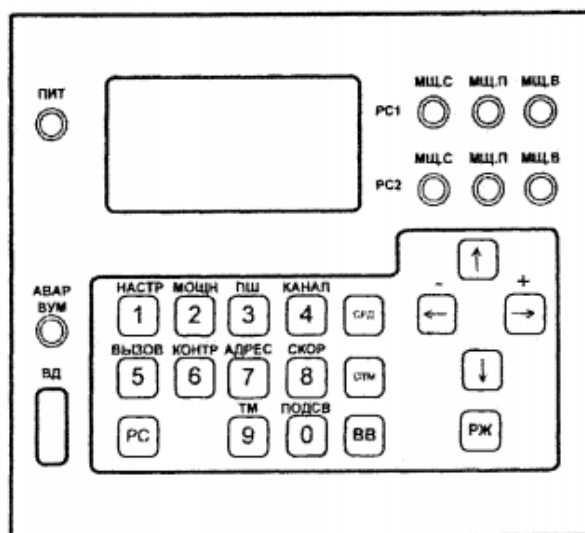


Рис. 5-12. Пульт, восстанавливаемый на 3 уровне

В таблице 4 приведены составные части «Пульт», заменяемые на уровне 3.

Таблица 4 – Составные части блока «Пульт», заменяемые на уровне 3

Обозначение	Наименование
ИВП1 5В	Источник внешнего питания, 5 В
ИВП2 3.3 В	Источник внешнего питания, 3.3 В
ИТНЯ.464511.245	Дисплей
УО	Устройство управления
КТТ	Клавиатура
БИ1	Блок индикаторов режимов
ОИ	Оптический интерфейс

Распределение работ по обслуживанию и выбранный метод восстановления определяют номенклатуру средств МТО на каждом уровне и соответствующее структурирование системы МТО. Так, в приведенном выше примере (см. рис. 5-10), неисправный приемопередатчик (ИТНЯ.464511.197-01) можно заменить на уровне 2 или 3. При формировании системы МТО соответствующие компоненты (СЧ) должны быть размещены на уровнях 2 и 3. Выделение подсистем системы МТО, т.е. уровней МТО, аналогично выделению уровней в системе ТОиР.

При определении необходимого объема запасов i -го типа на каждом уровне систему МТО необходимо рассматривать как многоуровневую систему ЗИП. Объекты 2 и 3 уровней многоуровневой системы МТО можно рассматривать как групповые комплекты ЗИП, а 4-й уровень МТО представляет – как неотказывающий источник пополнения запасов для 2 и 3 уровней.

Взаимосвязь всех перечисленных выше параметров системы ТОиР и системы МТО отражается в информационной модели процесса восстановления исправности изделия (см. рис. 5-13). Информационная модель содержит сведения о работах по устранению неисправности изделия и выбранный метод восстановления, которые определяют уровень системы ТОиР и необходимую номенклатуру средств МТО для восстановления изделия.



6. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАТРАТ

Себестоимость предоставляемых услуг по ТОиР включает начальные, прямые и косвенные затраты (рис. 6-1). Состав затрат и способ отнесения их на себестоимость конкретных услуг по ТЭ определяются требованиями законодательства РФ и учетной политикой предприятия.

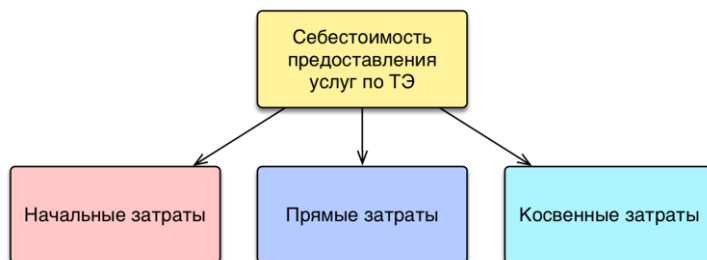


Рис. 6-1 – Основные виды затрат на систему ТЭ

Рассмотрим методы расчета начальных, прямых и косвенных затрат на ТОиР, используемых в модуле «Анализ системы ТЭ».

Примечание. Отнесение затрат на себестоимость означает, что при определении ежегодных платежей учитывается только та часть начальных затрат, которая амортизировалась за расчетный период. Например, если срок амортизации равен расчетному сроку, то все начальные затраты будут учитываться в ежегодных платежах. Если же срок амортизации составляет 30 лет, а расчетный срок 10 лет, то цена пакета услуг будет рассчитана исходя из 1/3 начальных затрат. Таким образом, если суммарные затраты за расчетный период составляют $A^{\text{периодич.}} + \sum_i A_i^{\text{начальные}}$, то затраты, отнесенные на себестоимость, составят $A^{\text{периодич.}} + \sum_i A_i^{\text{начальные}} \times \frac{T}{T_i}$, где $A_i^{\text{начальные}}$ – начальные затраты i -типа, T_i – срок амортизации затрат i -типа, T – период расчета (см. также подраздел 9.16.2 «Таблица «Структура цены услуг»», стр. 201).

6.1. Начальные затраты

В общем случае начальные затраты связаны с развертыванием системы ТЭ, приобретением средств технического обслуживания, формированием обменного фонда запасных частей и приобретением начального запаса расходных материалов (рис. 6-2). В модуле «Анализ системы ТЭ» учитываются затраты на приобретение начального запаса комплектующих изделий, а также суммарные затраты на создание инфраструктуры СТЭ и приобретение средств ТО.

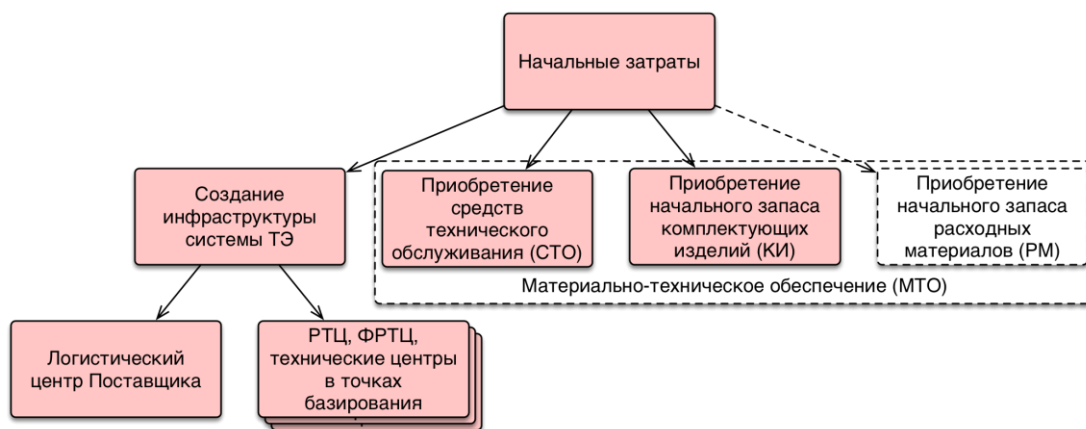


Рис. 6-2 – Состав начальных затрат (в расчете не учитываются затраты на расходные материалы)

6.1.1. Затраты на создание инфраструктуры и приобретение средств ТО

Затраты на создание инфраструктуры и приобретение средств технического обслуживания вводят в явном виде для каждого сервисного центра (рис. 6-3). Они складываются из двух составляющих:

- 1) «Затраты на подготовку и освоение новых производств, цехов и агрегатов (пусковые расходы);
- 2) «Затраты на подготовку и освоение новых видов продукции и новых технологических процессов».

Система технической эксплуатации					
Технический центр	Обозначение	Наименование	Уровень обслуживания	Вышестоящий уровень	Расстояние, вышестоящего уровня, км
Проект 1					
Производство 3	Производство 3		Уровень 4 - произв...	Не задан	0
ТБ-4	ТБ-4		Уровень 2 - ФРТЦ	Филиал 2	220
ТЦ	ТЦ		Уровень 2 - ФРТЦ	ТБ-4	0
Затраты на владение в год 'ТБ-4'					
Параметр					Значение
Затраты на подготовку и освоение производства					
Затраты на подготовку и освоение новых производств, цехов и агрегатов (пусковые расходы)					0
Затраты на подготовку и освоение новых видов продукции и новых технологических процессов					0
Затраты на материалы					
Косвенные затраты					

Рис. 6-3 – Составляющие затрат на создание инфраструктуры и приобретение средств ТО для каждого СЦ

6.1.2. Оборотный фонд запасных частей

6.1.2.1. Общие сведения об оборотном фонде

Одной из наиболее актуальных задач при организации материально-технического обеспечения является определение номенклатуры и количества запасных частей, которые необходимо иметь на складе эксплуатанта для бесперебойной работы системы технического обслуживания и ремонта ФИ при *неплановых* заменах. Эти запасные части образуют оборотный фонд (начальный запас КИ), который создается перед началом эксплуатации парка ФИ.

Объем оборотного фонда уменьшается по мере использования запасных частей и его необходимо пополнять до начального уровня. Расходование запасных частей из оборотного фонда зависит от состава и численности парка ФИ, интенсивности эксплуатации, показателей надежности и ресурса составных частей ФИ, и это учитывается при расчете объема оборотного фонда. При расчете используется условие оптимизации – минимальная стоимость оборотного фонда, то есть общая стоимость запасных частей.

Назначение оборотного фонда (запаса) компонентов можно проиллюстрировать схемой движения составных частей ФИ в эксплуатации, приведенной на рис. 6-4.

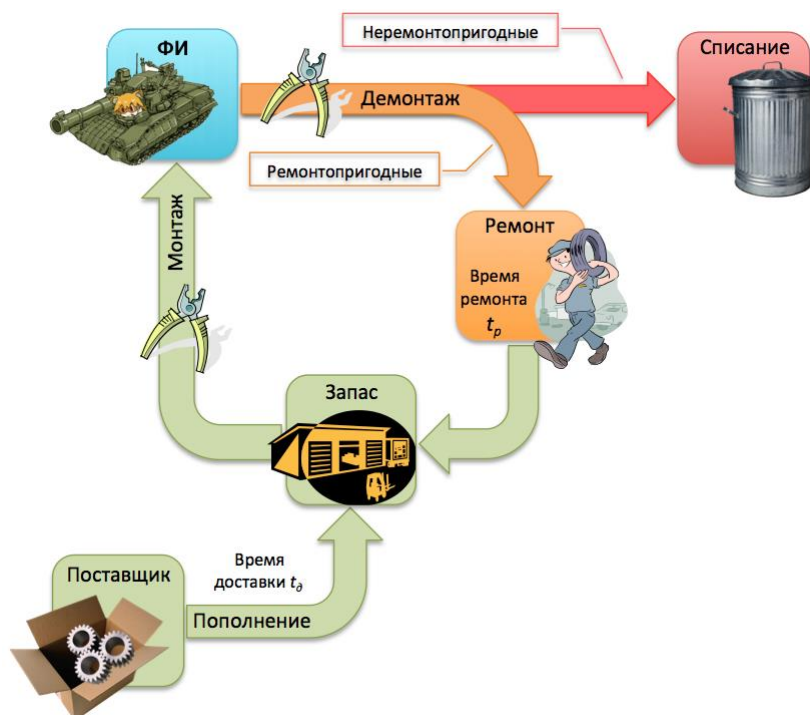


Рис. 6-4 – Движение составных частей ФИ в эксплуатации

При возникновении неисправности компонент снимают с ФИ и заменяют компонентом из оборотного фонда, новый или восстановленный после ремонта. Ремонтпригодные компоненты отправляют в ремонт и после восстановления их работоспособности помещают на склад. Неремонтпригодные компоненты утилизируют, а начальный объем оборотного фонда восстанавливают за счет поступления новых компонентов от поставщика. В результате расчета определяется начальный объем оборотного фонда (объект «Запас» на рис. 6-4) и объем поставок запчастей, необходимых для его восстановления.

Для своевременной замены неисправных компонентов необходимо, чтобы в любой момент времени на складе было требуемое количество запчастей каждого типа. Оборотный фонд запчастей формируется перед началом эксплуатации ФИ и его объем с течением времени постепенно уменьшается. Восстановление объема оборотного фонда происходит за счет поступления партий новых деталей от поставщика (стрелка «Пополнение»), а также в результате возвращения восстановленных компонентов из ремонта. Поставка новых запчастей может выполняться различными методами, например, по заранее составленному графику через фиксированные интервалы времени или непрерывно – по мере расходования запчастей со склада. Чем больше интервалы между поставками и время нахождения компонентов в ремонте, тем больше требуется объем оборотного фонда для сокращения времени простоя по отсутствию запчастей.

Задачей расчета является определение объема оборотного фонда, который обеспечил бы бесперебойную работу системы МТО до момента прихода очередной партии поставки новых компонентов или возвращения восстановленных компонентов из ремонта. Объем оборотного фонда определяется периодом поставки компонентов и не зависит от периода расчета.

Расчет выполняется при условии обеспечения заданного коэффициента готовности системы МТО $K_{гзип}$ при минимизации затрат на создание такого фонда. Коэффициент готовности системы МТО – это вероятность застать систему МТО в состоянии, когда отсутствуют неудовлетворенные заявки на запчасти (1):

$$K_{гзип} = \frac{T \cdot N - T_3}{T \cdot N}, \quad (1)$$

где: T – календарная продолжительность заданного периода (час), N – среднее количество машин в парке за период (шт.), T_3 – суммарная продолжительность простоев по ожиданию запчастей за период (час).

Номенклатура запасных частей, необходимых для включения в оборотный фонд, составляется на основе данных по технической эксплуатации и ремонту ФИ и включает все компоненты, которые могут быть заменены в процессе эксплуатации. Данные по компонентам в составе ФИ должны быть внесены в базу данных ILS Suite и включать необходимые характеристики, используемые в расчете: параметры надежности, параметры поставки (цена, время оборота в ремонте), сведения о ремонтпригодности и некоторые другие.

6.1.2.2. Структура затрат на приобретение начального запаса КИ

В общем случае суммарная величина затрат на формирование запасов КИ для внеплановых замен (стоимость оборотного фонда запасных частей) складывается из затрат на их закупку, хранение и транспортировку (рис. 6-5). В модуле «Анализ системы ТЭ» считается только стоимость закупки КИ, а стоимость хранения и доставки не учитывается¹⁰⁾.

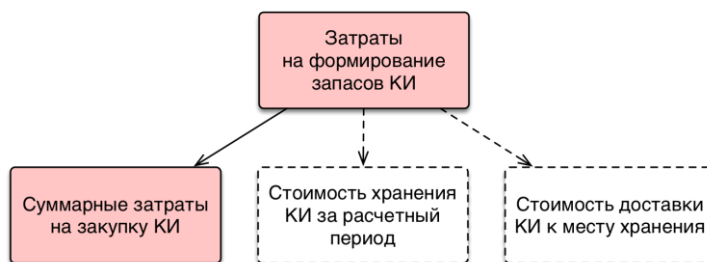


Рис. 6-5 – Составляющие затрат на формирование оборотного фонда запасных частей

¹⁰⁾ Затраты на хранение и транспортировку КИ в модуле «Анализ системы ТЭ» рассчитывают в рамках периодических затрат на хранение оборотного фонда КИ за расчетный период (см. раздел 6.2.2 «Затраты на хранение КИ», стр. 39) и затраты на транспортировку КИ в процессе плановых и внеплановых замен (см. раздел 6.2.3 «Затраты на транспортировку КИ», стр. 39), соответственно).

Примечание. В программном комплексе ILS Suite для расчета затрат на приобретение комплектующих изделий для внеплановых замен предназначен модуль – «Анализ запасов». Затраты на приобретение средств технического обслуживания (СТО) и расходных материалов (РМ) в нем не рассматриваются. Результатом расчета является объем и стоимость оборотного фонда запасных частей на неплановые замены при обеспечении заданного коэффициента готовности системы МТО¹¹⁾. Дополнительным условием оптимизации расчета является минимальная стоимость начального запаса. При выполнении расчета рассматривается одноуровневая система МТО со стратегией периодического и непрерывного пополнения запасов. Расчет выполняется по логистической структуре Изделия. Считается, что все замены компонентов производятся в соответствии с параметрами надежности MTBUR (средняя наработка на внеплановый сьем).

При расчете начального запаса запасных частей рассматривается частный случай, когда уровни системы МТО и ТОиР совпадают, то есть в каждой точке обслуживания имеется склад запчастей (об уровнях и структуре системы ТЭ и МТО см. 5.2 «Уровни и структура системы ТЭ и МТО»).

Число уровней управления запасами, учитываемое при расчете, зависит от схемы распределения работ ТОиР между заказчиком и поставщиком услуг. При определении цены пакета предоставляемых услуг уровни, за которые отвечает заказчик, не рассматриваются, а компоненты, заменяемые и восстанавливаемые на этих уровнях, исключаются из процесса моделирования.

Расчет может выполняться как по всем компонентам в структуре Изделия, так и только по выбранным в диалоге запуска расчета¹²⁾. В расчете учитываются ресурсы (назначенный и межремонтный, а также срок службы) и параметры надежности компонентов, параметры поставки, уровни замены каждого компонента, сценарий эксплуатации Изделия.

Решение задачи оптимизации запасов КИ для неплановых замен¹³⁾ может быть выполнено, например, для уровней со второго по четвертый (уровни Поставщика услуг). При этом четвертый уровень (производство Изделий) при моделировании принимается в качестве неотказывающего источника запасов, то есть для него уровень готовности $K_{2MTO} = 1$.

¹¹⁾ Коэффициент готовности системы МТО (K_{2MTO}) характеризует долю времени, в течение которого система МТО находится в работоспособном состоянии, то есть когда все заявки на запасные части удовлетворяются.

¹²⁾ Выбранные компоненты в диалоге запуска расчета используются во всех видах расчета, а не только при определении начального запаса КИ.

¹³⁾ Объем запасов КИ для плановых замен рассчитывается прямым методом и не требует оптимизации. В оборотный фонд он не включается.

Для остальных уровней $K_{гМТО}$ задается в диалоге запуска расчета. Методика пополнения запасов для всех уровней обслуживания одинаковая. Пример многоуровневой системы МТО приведен на рис. 6-6.

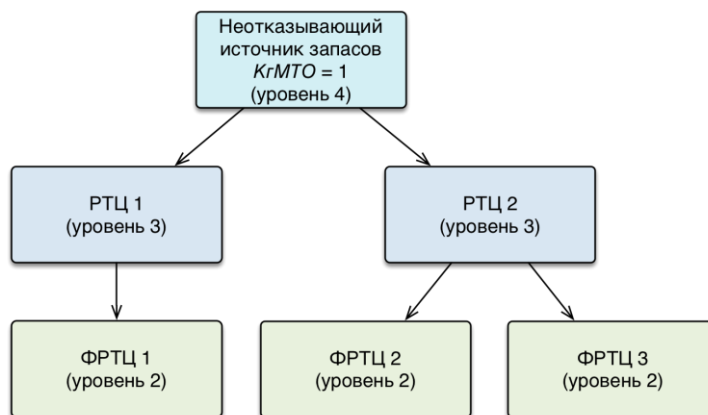


Рис. 6-6 – Пример многоуровневой системы МТО

Вначале для каждого сервисного центра распределяют номенклатуру КИ (тип и количество эксплуатируемых компонентов), для которых необходимо создать запас. Для этого из логистической структуры обслуживаемых (базируемых) в каждом сервисном центре Изделий выбирают те КИ, для которых минимальный уровень обслуживания (замены) не превышает уровень обслуживания СЦ. Те КИ, которые не удовлетворяют этому условию, относят к ближайшему вышестоящему СЦ, который обеспечивает для них минимальный уровень обслуживания.

В примере, приведенном на рис. 6-7, в логистической структуре ФИ, обслуживаемого сервисным центром ТБ, уровень замены компонентов К12 и К13 соответствует уровню обслуживания ТБ (УО-1). Поэтому запас компонентов К12 и К13 необходимо создать в этом СЦ. Однако компонент К1 имеет уровень замены 2 (УЗ-2), поэтому его запасы создают в ближайшем вышестоящем СЦ с уровнем обслуживания 2 (УО-2).

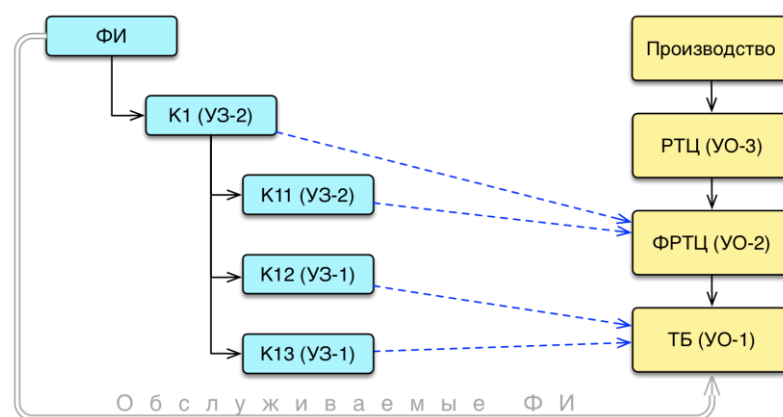


Рис. 6-7 – Распределение компонентов по сервисным центрам
(слева – логистическая структура ФИ, справа – многоуровневая система МТО)

Далее для каждого СЦ определяется начальный запас КИ в соответствии с одноуровневой моделью, аналогичной той, которая используется в модуле «Анализ запасов». При этом учитывается сценарий эксплуатации Изделий, в состав которых входят заменяемые компоненты. Среди этих Изделий есть как Изделия, приписанные к данному СЦ, так и Изделия, приписанные к нижестоящим уровням, которые не обеспечивают минимальный уровень обслуживания данных компонентов.

6.1.2.3. Модели пополнения запасов

Поставка новых запчастей для восстановления запасов может выполняться различными методами. В данном расчете используются следующие основные модели управления запасами¹⁴⁾:

- модель с периодическим пополнением запасов;
- модель с непрерывным пополнением запасов;
- модель с пополнением запасов по уровню.

¹⁴⁾ См., например, Черкесов Г.Н. «Оценка надежности систем с учетом ЗИП» [3].

Модель смешанного пополнения запасов представляет собой комбинацию модели периодического пополнения для неремонтопригодных компонентов и модели непрерывного пополнения для ремонтпригодных компонентов (рис. 6-8).

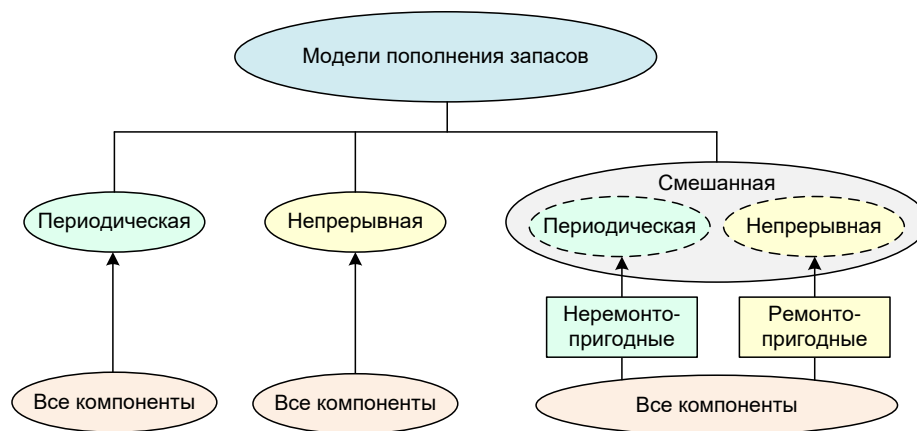


Рис. 6-8 – Модели пополнения запасов

Каждая модель характеризуется периодом пополнения запасов. Модель пополнения по уровню характеризуется также уровнем неснижаемого запаса.

В общем случае каждый запас в системе МТО может пополняться по своей отдельной стратегии. В данном расчете используется единая стратегия для всех запасов. Период пополнения для периодической модели может быть задан для каждого запаса независимо.

6.1.2.3.1. Модель с периодическим пополнением запасов

В модели периодического пополнения (рис. 6-9) запасы расходуются по мере возникновения отказов и восстанавливаются до начального уровня через фиксированный промежуток времени. Эта модель применяется в случае значительного удаления парка ФИ от поставщика и большом времени доставки. Полученный в результате расчета по модели периодического пополнения объем оборотного фонда должен обеспечить заданный уровень готовности системы МТО на весь период между партиями поставки. По истечении этого периода составляется заявка на новую партию деталей. Если интервал времени между партиями поставки большой (например, раз в полгода, год), то объем оборотного фонда будет значительным.

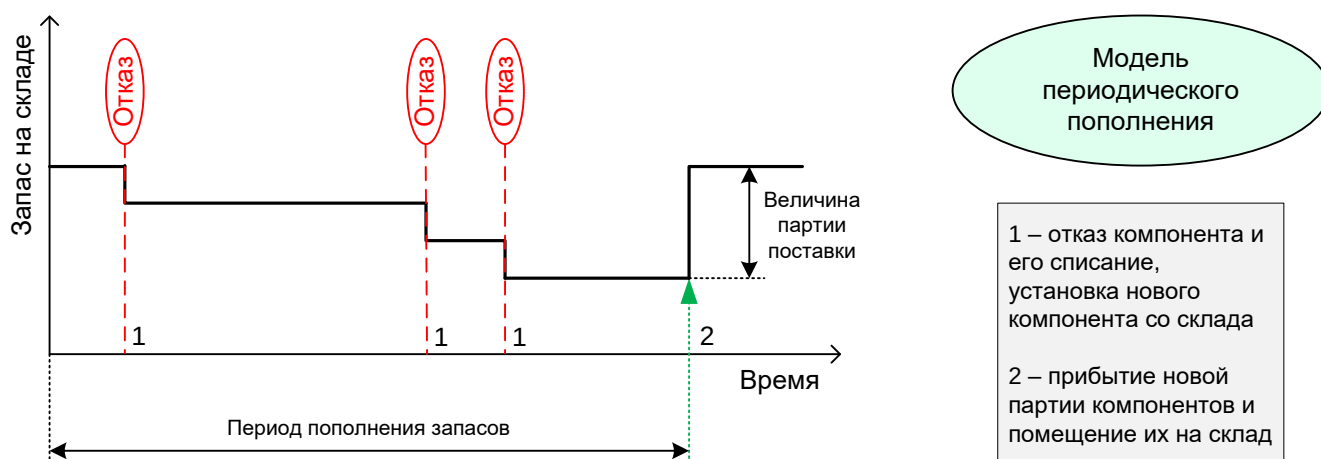


Рис. 6-9 – Модель периодического пополнения запасов

Ремонтопригодность компонентов в этой модели не учитывается. На практике неисправные ремонтпригодные компоненты могут отправляться в ремонт либо сразу после снятия с ФИ, либо партиями – с той же периодичностью, что и приход партий поставки новых компонентов. В первом случае при применении критерия оптимизации по стоимости оборотного фонда необходимо учесть, что затраты на восстановление компонентов после ремонта будут ниже, чем на новые компоненты. Если же ремонт выполняется оперативно и восстановленная деталь сразу помещается на склад, то общий объем оборотного фонда может превысить начальный уровень. Это следует учитывать при вычислении объема очередной партии поставки.

6.1.2.3.2. Модель с непрерывным пополнением запасов

В модели непрерывного пополнения после каждой замены отказавшего изделия, если оно является неремонтопригодным, сразу же формируется заявка на пополнение оборотного фонда, в которой указывают число израсходованных изделий. Для неремонтопригодных компонентов время пополнения запаса определяется временем его доставки от поставщика (рис. 6-10).

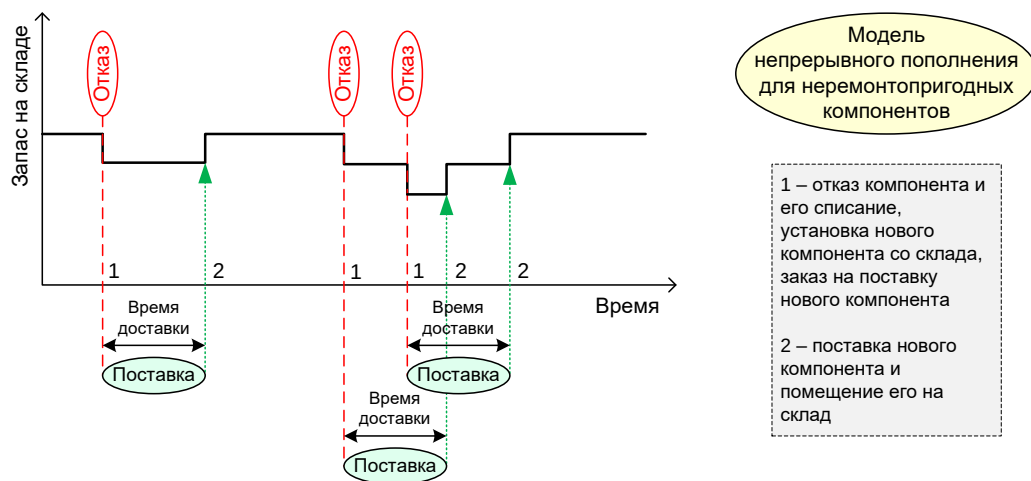


Рис. 6-10 – Модель непрерывного пополнения для *неремонтопригодных* изделий

Модель чаще всего применяется для *ремонтопригодных* изделий, когда у эксплуатирующей организации есть возможность сразу же отправлять неисправные компоненты в ремонт и получать их обратно (исправными) через известное среднее время ремонта (рис. 6-11). В этом случае время пополнения запаса определяется временем нахождения компонента в ремонте.

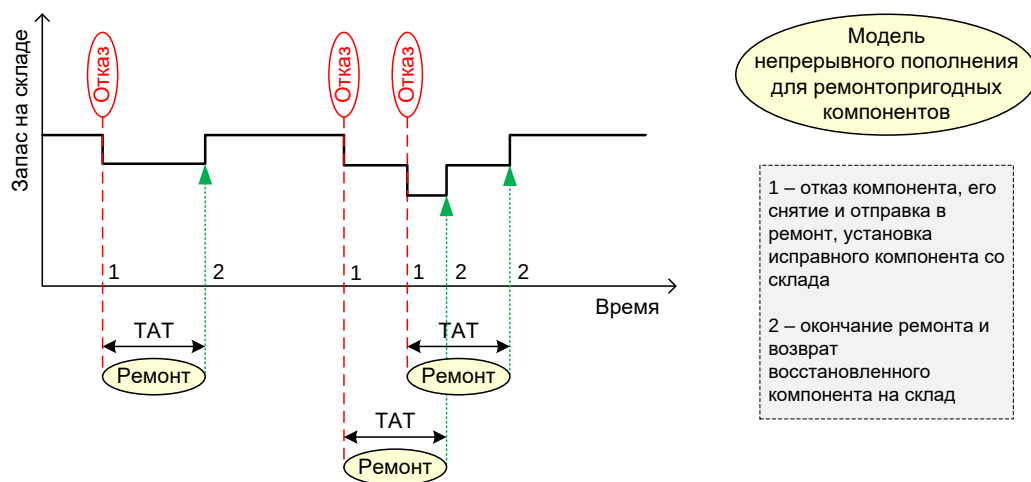


Рис. 6-11 – Модель непрерывного пополнения для *ремонтопригодных* изделий

Рассчитанный по модели непрерывного пополнения объем оборотного фонда должен обеспечить бесперебойную работу системы МТО на время доставки новой детали от поставщика или нахождения компонента в ремонте. Если доставка и ремонт делаются оперативно, то есть оборотный фонд пополняется быстро, то его объем может быть неболь-

шим. Поэтому объем финансовых средств, которые отвлекаются из денежного оборота для создания и поддержания оборотного фонда запчастей, в случае модели непрерывного пополнения будет меньше, чем в случае модели периодического пополнения. Следует отметить, что в расчет не входит задача определения общих затрат на приобретение новых компонентов и ремонт и они не зависят от выбранной модели пополнения запасов.

6.1.2.3.3. Модель с пополнением запасов по уровню

Стратегия пополнения по уровню неснижаемого запаса предусматривает, что начальный запас КИ i -го типа A_i расходуется для устранения отказов, пока уровень запасов не достигнет некоторого заданного порогового значения a_i , после чего формируется заявка на пополнение запасов данного типа объемом $(A_i - a_i)$.

Модель применяется, как правило, при высокой стоимости доставки запасных частей, когда целесообразно осуществлять пополнение запасов достаточно большими партиями.

6.1.2.4. Методика расчета

В соответствии с принятой методикой [2], общий коэффициент готовности системы МТО $Kz_{зип}$ вычисляется как произведение частных коэффициентов готовности для каждого типа КИ:

$$Kz_{зип} = \prod_{i=1}^M Kz_{зип_i}, \quad (1)$$

где M – число видов (номенклатура) запасных частей, $Kz_{зип_i}$ – коэффициент готовности системы МТО для изделий i -го типа ($i = 1, \dots, M$).

Расчетные формулы для оценки коэффициента готовности системы МТО для изделий i -го типа $Kz_{зип_i}$ зависят от принятой для данного типа изделий модели управления запасами. Параметром любой модели управления запасами является начальный объем запасов для внеплановых замен $A_{нач.-непл} = (A_1, \dots, A_M)$ (A_i – величина начального запаса изделий i -го типа, $i = 1, \dots, M$).

В модели с непрерывным пополнением запасов формула расчета коэффициента готовности системы МТО для изделий i -го типа $Kz_{зип_i}$ записывается в виде выражения¹⁵⁾:

$$Kz_{зип_i} = 1 - \frac{(m_i \lambda_i T_i)^{A_i+1}}{(A_i+1)! \sum_{j=1}^{A_i+1} \frac{(m_i \lambda_i T_i)^j}{j!}}, \quad (2)$$

где m_i – количество эксплуатируемых изделий i -го типа, λ_i – интенсивность отказов изделий i -го типа, выраженная в календарном времени, T_i – среднее время от момента формирования заявки на пополнение запасов до момента доставки, то есть среднее время ремонта (для ремонтируемых изделий) или среднее время поставки (для неремонтируемых изделий), A_i – начальный запас изделий i -го типа.

В модели с периодическим пополнением формула расчета $Kz_{зип_i}$ записывается в виде выражения:

$$Kz_{зип_i} = \frac{1}{m_i \lambda_i T_n} \sum_{j=0}^{A_i} \left[1 - \sum_{k=0}^j \frac{(m_i \lambda_i T_n)^k}{k!} e^{-m_i \lambda_i T_n} \right], \quad (3)$$

где T_n – периодичность пополнения запасов.

В модели с пополнением запасов по уровню при существенно меньшей величине порогового запаса a_i , чем A_i (при $2a_i + 2 \leq A_i$), формула расчета $Kz_{зип_i}$ записывается в виде выражения:

$$Kz_{зип_i} = 1 - \frac{(m_i \lambda_i T)^{a_i+2}}{(m_i \lambda_i T_i)^{a_i+2} + \frac{A_i - a_i}{(1 + m_i \lambda_i T_i)^{a_i+1}}}, \quad (4)$$

Целью расчета является определение объема начального запаса для каждого типа компонентов $A_{нач.-непл} = (A_1, ..., A_M)$, исходя из заданной величины готовности системы МТО $Kz_{зип}$.

Расчет объема оборотного фонда при заданных требованиях к готовности одноуровневой системы МТО $Kz_{зип}$ предусматривает оптимизацию по общей стоимости компонентов, то есть задачу определения объема начальных запасов можно представить как оптимизационную. Условие оптимизации по стоимости записывается в виде выражения (5):

¹⁵⁾ См., например, Черкесов Г.Н. «Оценка надежности систем с учетом ЗИП» [3].

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^M A_i \cdot C_i \rightarrow \min \\ Kz_{зип}(A_{нач.-непл}) \geq \gamma \end{cases} \quad (5)$$

где C_i – стоимость изделия i -го типа, γ – требуемое значение коэффициента готовности системы МТО. Эта задача решается с использованием метода градиентного спуска и состоит из следующей последовательности шагов.

На первом шаге устанавливается начальный вектор параметров $A_{нач.-непл}^{(0)}$, в котором запасы изделий всех типов равны нулю: $A_{нач.-непл}^{(0)} = (0, \dots, 0)$. Вычисляется значение $Kz_{зип}(A_{нач.-непл}^{(0)})$.

При последующих шагах рассматриваются вектора $A_{нач.-непл}^{(i)(+j)}$, полученные путем увеличения величины запасов j -го типа на единицу (здесь i – номер шага итерации). Количество таких векторов будет равно количеству типов изделий M .

Для каждого компонента j -го типа рассчитывается значение:

$$\Delta N_j = \frac{\ln Kz_{зип}(A_{нач.-непл}^{(i)(+j)}) - \ln Kz_{зип}(A_{нач.-непл}^{(i)})}{C_j}, \quad (6)$$

Значение вектора $A_{нач.-непл}^{(i+1)}$ устанавливается равным значению вектора $A_{нач.-непл}^{(i)(+j)}$ с таким индексом j , для которого величина ΔN_j максимальна. После этого выполняется проверка условия $Kz_{зип}(A_{нач.-непл}^{(i+1)}) \geq \gamma$. Если это условие выполняется, искомый вектор равен $A_{нач.-непл}^{(i+1)}$ и алгоритм прекращает работу. В противном случае осуществляется переход на шаг $i+2$.

Основные этапы расчета оборотного фонда с оптимизацией по его стоимости приведены ниже:

- 1) Формирование вектора A_i .
- 2) Вычисление частного коэффициента готовности для каждого компонента по формулам (2–4), в зависимости от стратегии пополнения:

$$Kz_{зип_i} = f(m_i, \lambda_i, T_i, A_i).$$

- 3) Нахождение общего $Kz_{зип}$ по формуле (1):

$$Kz_{зип} = \prod_{i=1}^M Kz_{зип_i}.$$

4) Проверка условий

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^M A_i \cdot C_i \rightarrow \min, \\ Kz_{ЗИП}(A_{нач.-непл}) \geq \gamma. \end{cases}$$

5) Если условие не выполнено, возвращение к п. 1.

Выполнение тех видов ТО, которые требуют более высокого уровня обслуживания, осуществляется в вышестоящих сервисных центрах. При их выполнении также могут производиться замены КИ, которые при выполнении более легких видов ТО делаются на минимальном уровне обслуживания. Поэтому после того, как определен объем запасов КИ в каждом СЦ, некоторое их количество перераспределяется на ближайший вышестоящий уровень. Это количество определяют как долю от рассчитанного для СЦ по одноуровневой модели объема запасных частей. Соответствующий коэффициент задается в модуле администратора ILS.

В модуле «Анализ системы ТЭ» при вычислении коэффициента готовности для i -го компонента $Kz_{ЗИП_i}$ для периодической и непрерывной модели пополнения запасов могут использоваться как формулы (2) и (3), так и формулы программы РОКЗЭРСИЗ. Выбор метода расчета осуществляется в диалоге запуска расчета.

В алгоритме РОКЗЭРСИЗ коэффициент готовности МТО для отдельного компонента $Kz_{ЗИП_i}$ вычисляется следующим образом:

1) Определяется норма расхода для каждого компонента, то есть число поступивших заявок, за время доставки или ремонта по формуле:

$$a_i = s \times m_i \times \lambda_i \times T_i(\tau), \quad (7)$$

где s – количество ФИ (в случае одиночного комплекта ЗИП-О число ФИ равно 1), m_i – число компонентов i -го типа в ФИ, λ_i – интенсивность отказов компонентов i -го типа, выраженная в часах работы ФИ, $T_i(\tau)$ – время доставки (ремонта) в часах работы ФИ.

Для пересчета времени доставки (ремонта) из календарных дней в рабочие часы используется выражение:

$$T_i(\tau) = T_i(\text{дн.}) \times \frac{T_n}{365}, \quad (8)$$

где $T_i(\text{дн.})$ – время доставки (ремонта) в календарных днях, T_n – наработка ФИ в часах по сценарию эксплуатации.

2) Вычисляется промежуточный расчетный коэффициент R_i для каждого компонента по формуле:

$$R_i = \frac{1}{a_i} \times \sum_{k=2}^{\infty} \sum_{l=2}^k (l-1) \times \exp \left\{ -a_i + (A_i + k) \times \ln(a_i) - \sum_{j=1}^{A_i+k} \ln(j) \right\} \quad (9)$$

для периодической модели пополнения и

$$R_i = \sum_{k=1}^{\infty} k \times \exp \left\{ -a_i + (A_i + k) \times \ln(a_i) - \sum_{j=1}^{A_i+k} \ln(j) \right\} \quad (10)$$

для непрерывной модели. Здесь A_i – искомая величина начального запаса i -го компонента. Суммирование по индексу k выполняется до некоторого максимального значения, например $k=30$.

3) Вычисляется коэффициент готовности для i -го компонента $Kz_{зип_i}$:

$$Kz_{зип_i} = \exp(-R_i). \quad (11)$$

Вычисление общего коэффициента готовности системы МТО $Kz_{зип}$ и решение задачи оптимизации при определении начального запаса каждого компонента выполняется в соответствии с формулами (1), (5) и (6).

Примечания:

1. Суммарное значение $Kz_{зип}$ может быть также вычислено по формуле:

$$Kz_{зип_i} = \exp \left\{ - \sum_{i=1}^M R_i \right\},$$

где M – число видов компонентов.

2. Время задержки в удовлетворении заявок на запасные части вычисляется по формуле:

$$\Delta t = \frac{\sum_{i=1}^M R_i}{s \times \sum_{i=1}^M m_i \times \lambda_i},$$

где s – число однотипных ФИ, $m_i \lambda_i$ – интенсивность спроса на компонент i -го типа для одного ФИ.

3. Для выполнения расчета по алгоритму РОКЗЭРСИЗ необходимо, чтобы для компонентов были заданы значения интенсивности отказов. Автоматический пересчет назначенных и расчетных значений наработки на отказ в интенсивность отказов не производится.

6.2. Прямые затраты

Прямые затраты непосредственно относятся к выполнению ТО и включают затраты на оплату труда, приобретение КИ и РМ, ремонт КИ, хранение КИ, транспортировку КИ и ФИ (рис. 6-12).

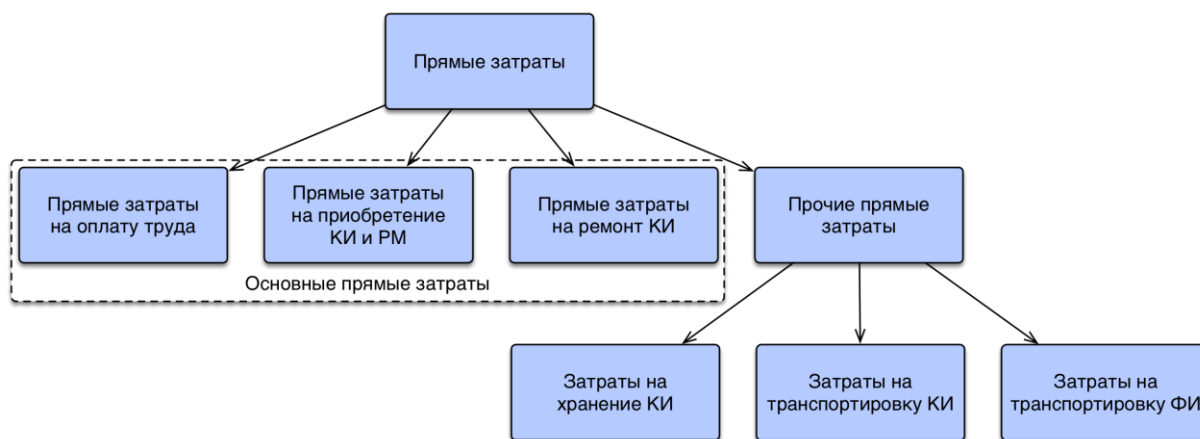


Рис. 6-12 – Состав прямых затрат

Величина этих затрат пропорциональна наработке ФИ. Она также зависит от заданного коэффициента готовности системы МТО, так как при коэффициенте готовности, отличном от 1, техническое обслуживание Изделия выполняется несвоевременно и увеличивается время простоя по ожиданию запчастей, в течение которого Изделие не эксплуатируется. Для учета влияния КгМТО на затраты при выполнении ТО, используется специальный параметр настройки «Уменьшать среднюю наработку в год в зависимости от КгМТО», который задается в модуле администратора `aplOptionsEditor`. При значении этого параметра 0 расчет выполняется без учета КгМТО, а при значении 1 в расчете периодических затрат вместо наработки в год, заданной в сценарии эксплуатации, берется произведение этой наработки и величины КгМТО (если он отличен от 0). Величина наработки за год выводится в отчете «Пакеты работ ТОиР» – с учетом коэффициента КгМТО, а значение КгМТО – в отчете «Суммарные затраты».

6.2.1. Основные прямые затраты

Основные прямые затраты, то есть затраты на труд, приобретение КИ и РМ, а также затраты на ремонт, складываются из затрат на плановое ТО, выполняемое с заранее уста-

новленной периодичностью, и затрат на неплановое ТО, связанное со случайно возникающими отказами.

Плановое ТО включает техническое обслуживание по регламенту (оперативное, периодическое) и плановые замены (рис. 6-13).

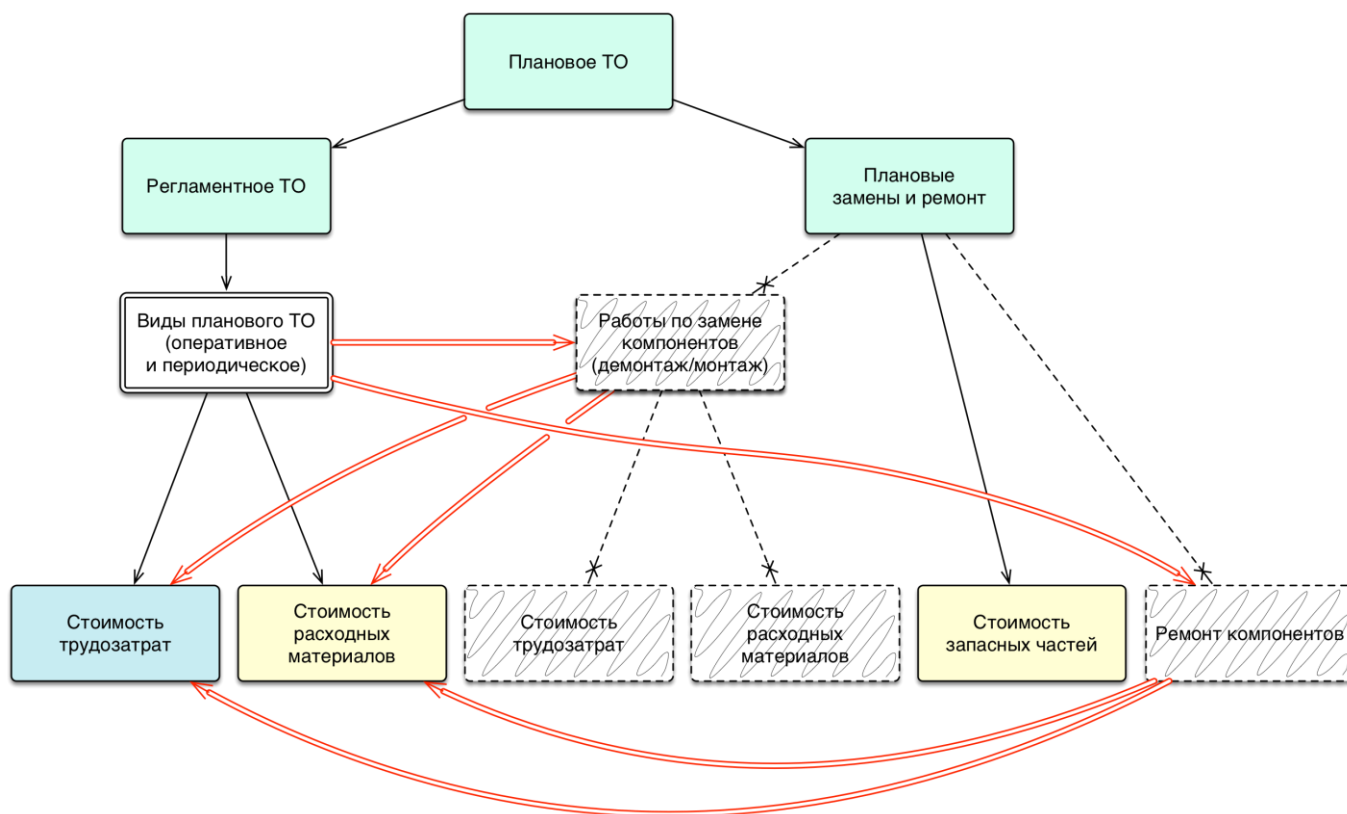


Рис. 6-13 – Структура затрат на плановое ТО – регламент и плановые замены

Затраты на *регламентное ТО* считают по видам¹⁶⁾ планового ТО (значение атрибута «Вид ТО» для вида ТО равно «Оперативное ТО» или «Периодическое ТО»)¹⁷⁾. Они складываются из стоимости затрат на труд и стоимости расходных материалов.

Затраты на работы по *плановым заменам* и *плановым ремонтам* не считают в явном виде, так как полагают, что они опосредованно включены в оперативное и периодическое ТО, то есть в работы по регламенту (на рис. 6-13 учет этих затрат показан красными стрелками).

¹⁶⁾ В справочнике «Виды ТО» могут быть созданы следующие виды ТО: оперативное, периодическое, неплановое, специальное и ТО при хранении. Оперативное и периодическое ТО считается плановым. Специальное ТО и ТО при хранении в модуле «Анализ системы ТЭ» не рассматривается.

¹⁷⁾ Для учета плановых видов ТО их необходимо связать со сценариями эксплуатации.

Количество *запасных частей* для плановых замен определяется их ресурсом¹⁸⁾, а при расчете затрат на их приобретение учитывается цена каждого компонента.

Структура затрат на *неплановое ТО* приведена на рис. 6-14. Неремонтопригодные компоненты подлежат замене, и затраты на них включают стоимость запасных частей. Затраты на ремонтпригодные компоненты – это затраты на их ремонт. В обоих случаях учитывается также стоимость работ на демонтаж/монтаж компонентов. На рис. 6-14 показаны два варианта учета стоимости ремонта (подробнее об учете стоимости ремонта см. комментарии к рис. 6-19, стр. 75).

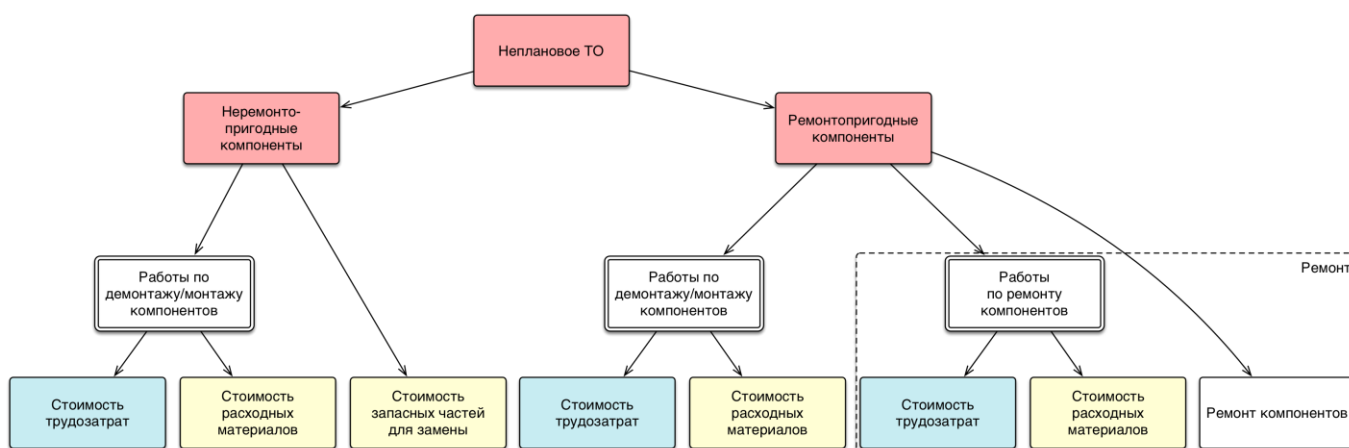


Рис. 6-14 – Структура затрат на неплановое ТО (замены и ремонт)

Таким образом, затраты на плановое и неплановое техническое обслуживание складываются из следующих статей расхода (рис. 6-15):

- трудозатраты;
- расходные материалы;
- запасные части;
- ремонт.

¹⁸⁾ В отличие от неплановых замен, где количество запасных частей связано с количеством выполнений работ по демонтажу/монтажу, в плановых заменах число работ по демонтажу/монтажу не учитывается (период выполнения регламентного ТО может не совпадать с периодичностью плановых замен, определяемой ресурсом компонента).

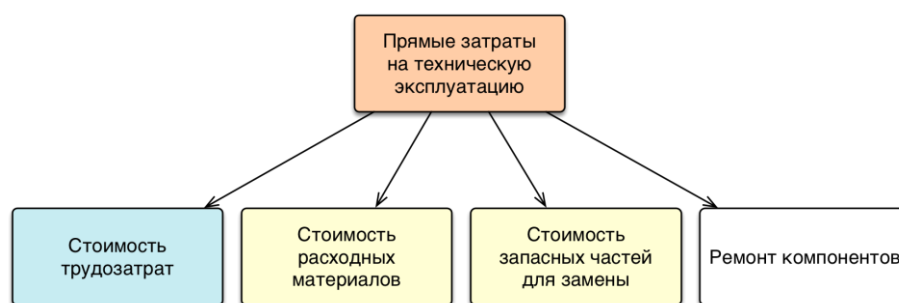


Рис. 6-15 – Статьи прямых затрат на техническое обслуживание

Примечание. В ILS Suite для расчета основных прямых затрат на эксплуатацию предназначен отдельный модуль – «Расчет ДМС» (см. документ «ILS Руководство по расчету ДМС»). Алгоритм расчета прямых затрат, используемый в модуле «Анализ системы ТЭ», немного отличается от алгоритма в модуле «Расчет ДМС».

В модуле «Расчет ДМС» затраты на ТОиР делятся на затраты на плановое ТО по регламенту, плановые и неплановые замены и ремонт (структура затрат, приведенная на рис. 6-13 и рис. 6-14, применима и к модулю «Расчет ДМС»). Выделяется стоимость трудозатрат на регламентное ТО и демонтаж/монтаж при заменах, стоимость расходных материалов, стоимость запасных частей и ремонта. В ремонте с помощью оценочных коэффициентов выделяют затраты на труд и стоимость материалов. Затраты на регламентированное ТО считают по техкартам планового ТО, а затраты на работы по замене – по техкартам типа замена для каждого компонента в логистической структуре Изделия (тип ТК определяется по ее атрибуту «Вид работы», к замене относят работы REP и DIS). Число выполнений работы планового ТО определяется периодичностью связанного с ней вида планового ТО, число плановых выполнений работы по замене – назначенным и межремонтными ресурсами компонента, число неплановых замен – наработкой на внеплановый съем (MTBUR) компонента, количество запасных частей для неплановых замен – наработкой на отказ. Затраты на труд при выполнении работ планового ТО и работ по замене считают по трудоемкости, указанной в атрибутах техкарты, а расходные материалы – по связанным с ТК расходным материалам. Стоимость заменяемых компонентов считают с учетом количества их замен: плановые – по ресурсу (как и в затратах на демонтаж/монтаж), а неплановых – по наработке на отказ (MTBF). Стоимость ремонта определяется как доля от цены компонента. Расчет ведется по всем компонентам в структуре Изделия. В расчете не учитываются затраты на хранение и транспортировку КИ.

В модуле «Анализ системы ТЭ» не используются техкарты по работам ТОиР. Вместо этого затраты на труд и на расходные материалы считают по видам ТО, которые выполняются для Изделия в соответствии с выбранным сценарием его эксплуатации¹⁹⁾. В ILS Suite вид ТО может быть создан для каждого компонента для описания связанных с ним работ по регламенту²⁰⁾, замене или ремонту. Связь вида ТО с компонентом отображается в

¹⁹⁾ Для учета работ по видам ТО необходимо установить связь этих видов ТО (как плановых и неплановых) со сценарием эксплуатации ФИ.

²⁰⁾ Связь работ по регламенту с компонентом при расчетах не учитывается и создается только в качестве справочных данных.

поле «СЧ» для вида ТО, а связанные с компонентом виды ТО – в окне связанных объектов «Виды ТО» для выбранного компонента. При этом вид ТО может быть связан не более чем с одним компонентом, а компонент – с несколькими видами ТО (рис. 6-16). Виды непланового ТО, связанные с заменой или ремонтом компонента, имеют в своем обозначении символы «-Р-» (ремонт) и «-З-» (замена), соответственно.

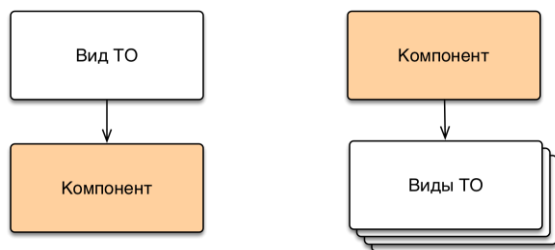


Рис. 6-16 – Связь вида ТО и компонента

Следует отметить, что периодичность выполнения вида ТО задается его атрибутами «Периодичность ...» в различных единицах измерения. Если для вида непланового ТО, связанного с компонентом, не указана периодичность, то она определяется на основе значений параметров надежности компонента. Для корректного выполнения расчета для видов непланового ТО, связанных с компонентом, следует указать нулевое значение периодичности вида ТО.

Стоимость трудозатрат на выполнение вида ТО берется из его атрибута «Стоимость работ (за 1 выполнение)» (рис. 6-17). Если этот параметр не задан, то стоимость трудозатрат определяется на основе трудоемкости вида ТО (атрибут «Нормативная трудоемкость, ч/ч») и стоимости нормочаса, которая задается в диалоге запуска расчета. Расчет по стоимости одного выполнения является более корректным, так как в эту стоимость можно включить накладные расходы. Например, если обслуживание выполняет выездная бригада, то кроме оплаты ТО сюда же входят командировочные расходы. Расчет по трудоемкости будет корректным в случае если ТО выполняется силами локального сервисного центра.

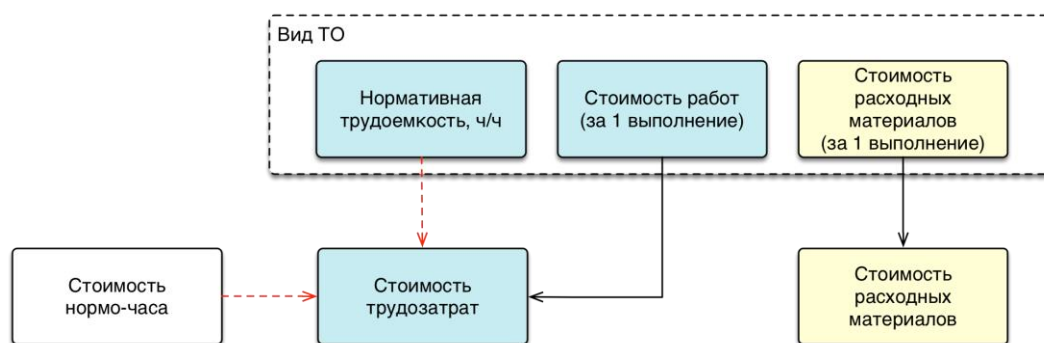


Рис. 6-17 – Расчет затрат на труд и расходные материалы для всех видов ТО

Затраты на расходные материалы считают на основе атрибута вида ТО «Стоимость расходных материалов (за 1 выполнение)».

Затраты на регламентное ТО считают по видам планового ТО (оперативному и периодическому), которые указаны в сценарии эксплуатации Изделия. Эти затраты включают затраты на труд и расходные материалы (рис. 6-13). Количество выполнений работ по регламенту определяется периодичностью, указанной в виде ТО.

Затраты на труд и расходные материалы на выполнение работ по демонтажу/монтажу при плановых заменах и при выполнении планового ремонта считаются уже учтенными в затратах по регламенту.

Затраты на выполнение работ по неплановому ТО считают по видам непланового ТО, связанным с компонентами. Они также, как и работы по регламенту, включают затраты на труд и расходные материалы. В структуре периодических затрат итогового отчета затраты по видам непланового ТО (по замене и по ремонту КИ) относят к общим затратам на труд и расходные материалы в группе затрат «Затраты на текущий ремонт». Затраты на приобретение запасных частей и «прочий ремонт» считают по компонентам. Количество запчастей и таких ремонтов определяется параметрами надежности компонента. Ремонты, которые считаются не по видам непланового ТО, а как доля от цены компонента относят к статье затрат «Прочие затраты на текущий ремонт»²¹⁾.

В модуле «Анализ системы ТЭ» учитываются все виды ТО, связанные со сценарием эксплуатации ФИ. Если вид непланового ТО связан также с компонентом, то количество

²¹⁾ Затраты по каждому виду ТО приведены в отчете «Виды ТОиР».

выполнений работы определяется параметрами надежности этого компонента (если периодичность выполнения вида ТО не задана, т.е. имеет нулевое значение).

Для определения стоимости выполнения работ по неплановой²²⁾ замене компонента (работы по демонтажу/монтажу) необходимо, чтобы с компонентом был связан вид непланового ТО по его замене.

Стоимость комплектующих для плановых и неплановых замен считают исходя из цены компонента, указанной в его атрибутах, и числа плановых и неплановых замен (рис. 6-18). Количество плановых замен для компонентов, эксплуатируемых по выработке ресурса (ТЭР), определяется назначенным ресурсом компонента, а количество неплановых замен (для неремонтопригодных компонентов) – параметрами надежности (MTBF и MBTUR). При этом для компонентов, эксплуатируемых по ресурсу, к количеству запчастей для плановых замен добавляют также число запчастей для неплановых замен.

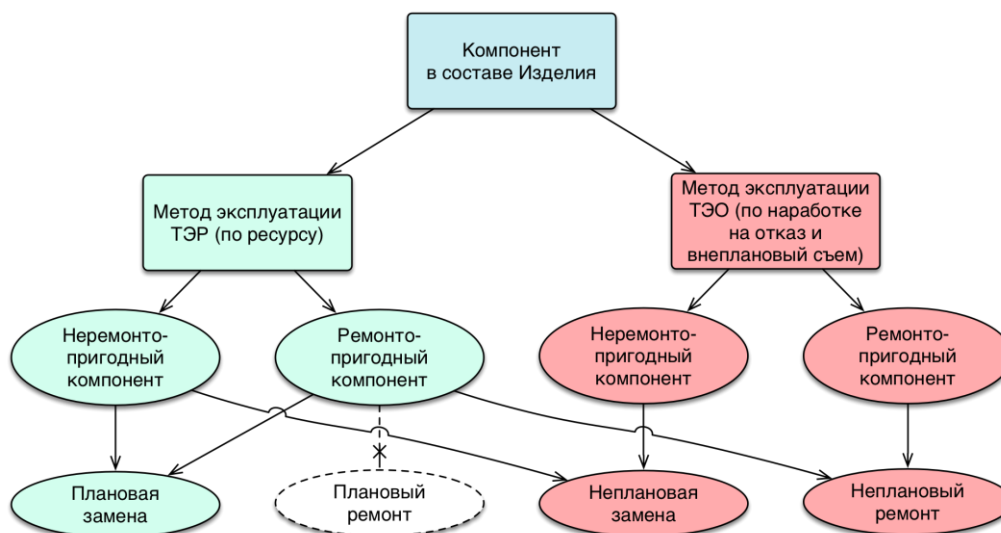


Рис. 6-18 – Замены и ремонт комплектующих в зависимости от метода их эксплуатации (количество плановых ремонтов в модуле «Анализ системы ТЭ» не считают, а затраты на плановый ремонт, как и затраты на демонтаж/монтаж при плановых заменах, опосредованно входят в стоимость работ по регламенту)

В общем случае при определении количества выполнений работы по замене следует учитывать наработку на внеплановый съем (MTBUR), а при расчете количества заменяемых компонентов – наработку на отказ (MTBF). Однако в модуле «Анализ системы ТЭ»

²²⁾ Как отмечалось ранее, стоимость выполнения плановых замен считается уже включенной в стоимость выполнения работ планового ТО по регламенту.

используется другой алгоритм. В зависимости от наличия данных для компонента, параметры надежности используются в следующей очередности: фактические значения MTBF, фактические значения MTBUR, назначенные значения MTBF, назначенные значения MTBUR, расчетные значения MTBF, расчетные значения MTBUR. При этом учитывается, какой тип значений (фактические, назначенные или расчетные) выбран в диалоге запуска расчета.

Примечание. *Назначенное* значение определяется нормативными требованиями, предъявляемыми к надежности компонента. *Расчетное* значение может быть результатом оценки с помощью инженерных систем, посчитано по параметрам надежности входящих в бок отдельных компонентов, содержаться в коммерческих предложениях поставщиков или получено кем-либо на основе эксплуатационных данных. Назначенные и расчетные значения вводят в БД вручную. *Фактические* значения являются результатом анализа данных по эксплуатации компонентов, имеющихся в БД ILS. Для расчета фактических значений надежности необходимо, чтобы с компонентом был связан хотя бы один отказ, и была задана ненулевая наработка. Подробнее см. в документе «ILS Руководство пользователя (наземная техника)».

Стоимость ремонта компонентов может быть учтена двумя способами. Если для компонента выполняется вид непланового ТО по ремонту, то затраты на ремонт определяют как стоимость трудозатрат и стоимость расходных материалов в этом виде ТО (рис. 6-19). В структуре периодических затрат эти расходы относят к общим затратам на труд и приобретение расходных материалов на неплановое ТО (см. пункт 9.2.2 «Таблица «Периодические затраты»»). В статью затрат «Ремонт компонентов» эти затраты не включают. Полагают, что данный вид ремонта выполняется силами сервисного центра в рамках системы ТЭ.

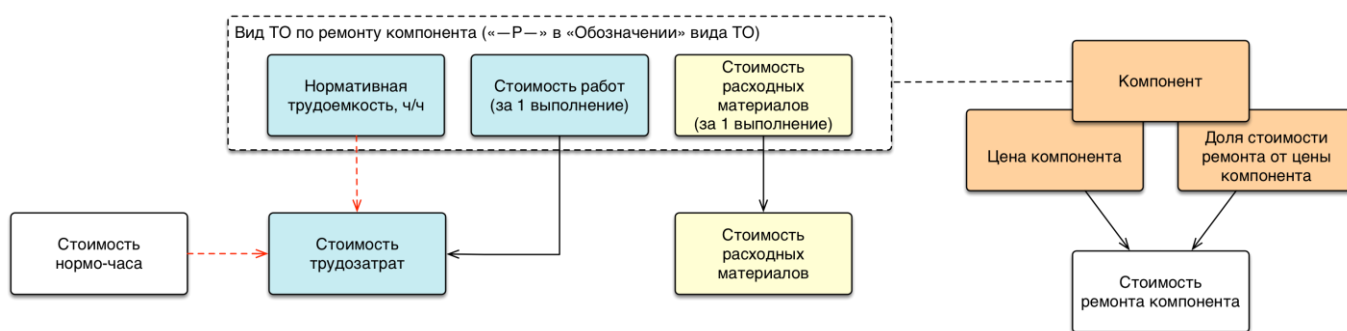


Рис. 6-19 – Определение затрат на ремонт компонента по виду ТО (слева) или как доли от цены компонента (справа)

Если же ремонт компонента выполняется силами Поставщика КИ (для таких компонентов указывают минимальный уровень ремонта «Поставщик»), то для него не создают вид непланового ТО по ремонту, и стоимость ремонта считают как долю от цены компонента (доля стоимости ремонта от цены компонента задается атрибутом «Доля стоимости ремонта» для компонента). В этом случае затраты на ремонт относят к специальной статье «Ремонт компонентов», а не к общим затратам на труд и расходные материалы, как в случае расчета затрат по виду ТО по ремонту. Для того, чтобы не было повторного учета затрат на ремонт как доли от цены компонента, следует указать для него долю стоимости ремонта равную нулю.

В тех случаях, когда ремонт выполняется в рамках системы ТЭ, но нет необходимых данных для создания соответствующего вида ТО, расчет затрат на ремонт выполняется также, как при выполнении ремонта силами Поставщика КИ, то есть как доля от цены компонента.

Расчет выполняется по каждому сервисному центру, а затем полученные затраты суммируют по каждому уровню обслуживания.

При выполнении расчета прямых затрат учитываются следующие факторы:

- перечень видов ТО, выполняемых для Изделия;
- перечень видов ТО, выполняемых в СЦ;
- уровень замены и ремонта каждого компонента;
- уровень обслуживания СЦ.

Затраты на выполнение работ по виду ТО относят к тому СЦ, где выполняется данный вид ТО (при этом выбирается СЦ с минимальным уровнем обслуживания). Затраты на приобретение новых компонентов и неплановый ремонт (при отсутствии вида ТО по ремонту) относят к СЦ с соответствующим уровнем обслуживания.

Примечание. Схема, приведенная на рис. 6-20, иллюстрирует, какие затраты к каким сервисным центрам будут отнесены при выполнении *плановой замены* для неремонтопригодного компонента. При расчете предполагается, что работы по плановым заменам выполняются в процессе выполнения планового ТО по регламенту и затраты на них уже включены в стоимость выполнения видов планового ТО (виды ТО для плановых замен не используются). Однако в процессе какого именно ТО будет произведена замена того или иного компонента, не учитывается. Поэтому затраты на выполнение работ по плановым заменам (затраты на труд и расходные материалы) будут произвольным образом распределены по сервисным центрам, в которых выполняются все ви-

ды ТО для Изделия. Стоимость же запасных частей будет отнесена к тому СЦ, который обеспечивает необходимый уровень замены компонента.

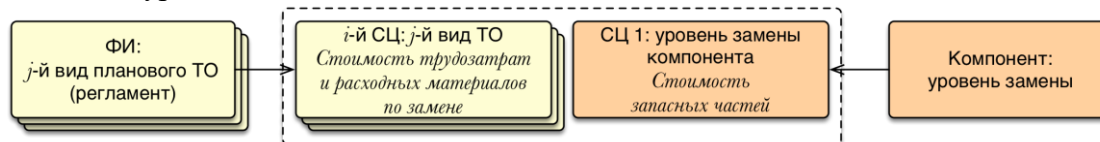


Рис. 6-20 – Затраты на плановые замены

Аналогичным образом распределяются затраты на *плановые ремонты* компонентов (рис. 6-21). Стоимость трудозатрат и расходных материалов по демонтажу/монтажу и ремонту компонентов опосредованно включена в стоимость ТО по регламенту и в результатах расчета будет распределена по всем СЦ, где выполняется регламентное ТО, хотя демонтаж/монтаж и ремонт компонентов выполняется во вполне конкретных сервисных центрах, определяемых минимальным уровнем замены и ремонта компонента.

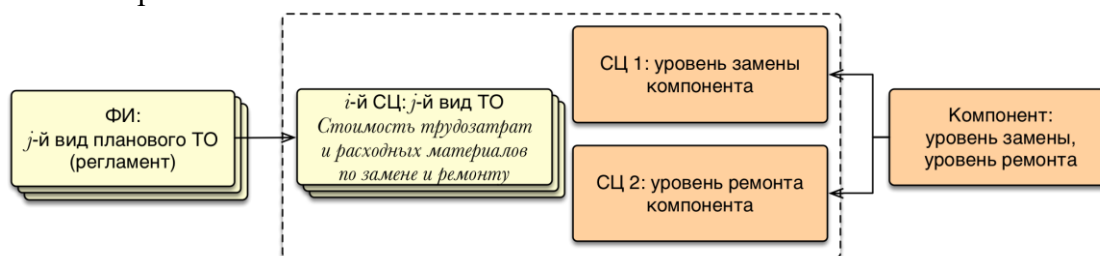


Рис. 6-21 – Затраты на плановый ремонт

В случае если для неремонтопригодного компонента имеется связанный с ним вид ТО по *неплановой замене*, то затраты на демонтаж/монтаж будут отнесены к СЦ, в котором выполняется данный вид ТО, а затраты на приобретение запасных частей – к СЦ, обеспечивающим минимальный уровень замены компонента (рис. 6-22). Таким образом может оказаться, что затраты на выполнение работы и затраты на запасные части будут отнесены к разным СЦ, если при создании проекта по системе ТЭ не было учтено, что вид ТО по замене и необходимый уровень обслуживания компонента должны быть обеспечены одним сервисным центром.

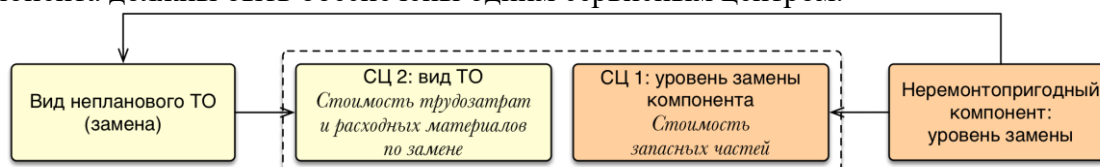


Рис. 6-22 – Затраты на неплановые замены

Аналогичная ситуация возникает для ремонтнопригодных компонентов. На рис. 6-23 показано, что затраты на демонтаж/монтаж могут быть отнесены к одному СЦ (СЦ-2), а реально работы могут выполняться в другом СЦ (СЦ-1).

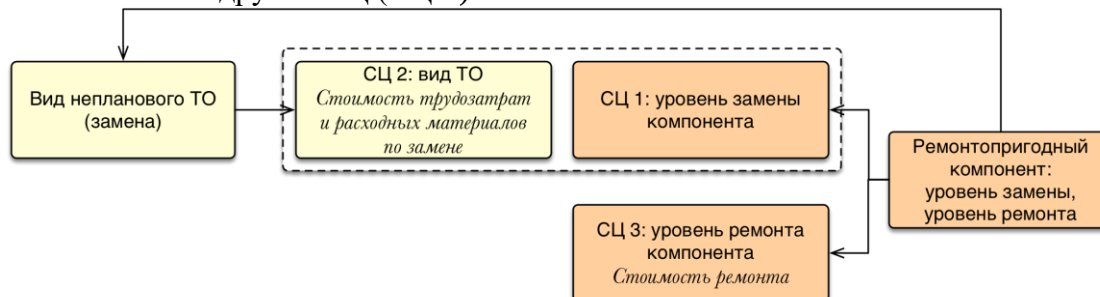


Рис. 6-23 – Затраты на демонтаж/монтаж компонента при неплановом ремонте при отсутствии вида ТО по ремонту

При наличии вида ТО по *неплановому ремонту* также возможна неоднозначность: затраты на демонтаж/монтаж могут быть отнесены к СЦ-2, хотя работы проводятся в СЦ-1, а затраты на выполнение ремонта – к СЦ-4, хотя минимальный уровень ремонта обеспечивает СЦ-3.



Рис. 6-24 – Затраты на неплановый ремонт, включая демонтаж/монтаж компонента, при наличии вида ТО по ремонту

Таким образом, при создании проекта по системе ТЭ необходимо учитывать, что виды непланового ТО по замене и ремонту компонентов должны выполняться в тех СЦ, которые обеспечивают минимальный уровень замены и ремонта этих компонентов.

6.2.2. Затраты на хранение КИ

При расчете затрат на хранение учитываются КИ, которые составляют оборотный фонд запасных частей для выполнения плановых и неплановых замен (см. раздел 6.1.2 «Оборотный фонд запасных частей», стр. 54). При допущении, что расход КИ в течение периода между поставками является равномерным, стоимость хранения запасов S_{xp} за расчетный период $T_{расч}$ оценивается по следующей формуле:

$$S_{xp} = T_{расч} \times \sum_{i=1}^M A_{cp}(i) \times C_{xp}(i), \quad (12)$$

где M – количество типов КИ, $C_{xp}(i)$ – средняя стоимость хранения в год КИ i -го типа, $A_{cp}(i)$ – средний уровень запасов КИ i -го типа за год, рассчитываемый по формуле:

$$A_{cp}(i) = \begin{cases} A_{нач}(i) - \frac{N_{ФИ} \times n_{КИ}(i) \times T_{П}}{2 \times \tau_{КИ}(i)}, & \text{если } A_{нач}(i) - \frac{N_{ФИ} \times n_{КИ}(i) \times T_{П}}{2 \times \tau_{КИ}(i)} \geq 0; \\ 0, & \text{если } A_{нач}(i) - \frac{N_{ФИ} \times n_{КИ}(i) \times T_{П}}{2 \times \tau_{КИ}(i)} < 0. \end{cases}, \quad (13)$$

Здесь $A_{нач}(i)$ – оборотный фонд КИ i -го типа, $N_{ФИ}$ – количество ФИ, $n_{КИ}(i)$ – количество КИ i -го типа в ФИ, T_n – период пополнения запасов, $\tau_{КИ}(i)$ – назначенный ресурс КИ i -го типа или наработка на отказ/неплановый съем.

6.2.3. Затраты на транспортировку КИ

Затраты на транспортировку КИ учитываются при замене и ремонте компонентов (минимальный уровень замены и ремонта компонента должен соответствовать уровню обслуживания СЦ), а при выполнении видов ТО не учитываются. Схема распределения затрат на транспортировку КИ (рис. 6-25) аналогична схеме распределения затрат на приобретение запасных частей для плановых и неплановых замен и ремонта, приведенной ранее на рис. 6-13 и рис. 6-14.

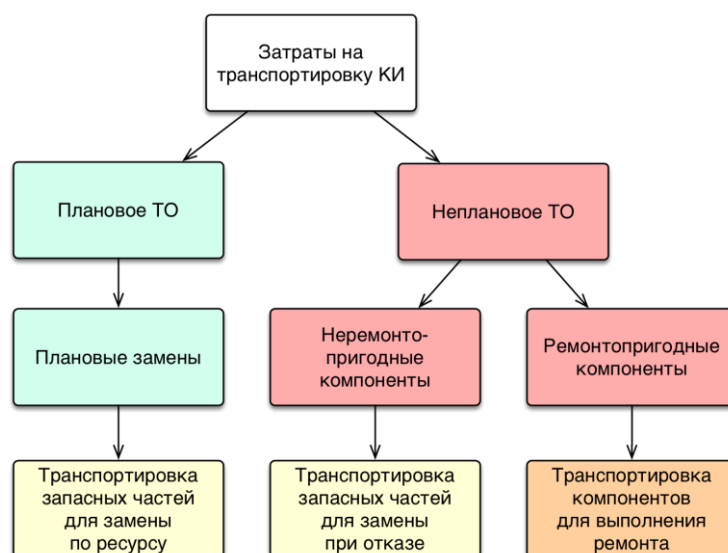


Рис. 6-25 – Структура затрат на транспортировку КИ

Затраты на транспортировку КИ включают:

- транспортировку новых КИ для плановых замен – от поставщика КИ до объекта системы ТЭ, где выполняется замена (в логистической структуре Изделия отбирают компоненты, эксплуатируемые по выработке ресурса; количество замен определяется величиной назначенного ресурса);
- транспортировку новых КИ для неплановых замен неремонтопригодных компонентов – от поставщика КИ до объекта системы ТЭ, где выполняется замена (в логистиче-

ской структуре Изделия отбирают неремонтопригодные компоненты; количество замен определяют на основе параметров надежности MTBF/MTBUR);

– транспортировку отказавших КИ для выполнения ремонта ремонтпригодных компонентов – от объекта системы ТЭ, где выполняется демонтаж/монтаж, до места ремонта и обратно (в логистической структуре Изделия отбирают ремонтпригодные компоненты, для которых отсутствует вид непланового ТО по их ремонту; количество замен определяют на основе параметров надежности MTBF/MTBUR).

Для компонентов, эксплуатируемых по методу ТЭР, затраты на транспортировку КИ для плановых и неплановых замен суммируются.

Место выполнения замены (демонтаж/монтаж) компонента определяется атрибутом компонента «Минимальный уровень замены».

При расчете затрат на транспортировку КИ для плановых и неплановых замен учитывается (рис. 6-26):

– транспортировка КИ от поставщика КИ до СЦ с уровнем «4 – производство»²³⁾;

– транспортировка КИ между СЦ разного уровня обслуживания внутри системы ТЭ.

При расчете затрат на транспортировку от поставщика КИ до системы ТЭ используются параметры поставки *компонента* «Расстояние до поставщика (км)» и «Стоимость тонно-километра», а при транспортировке между разными уровнями системы ТЭ – параметры поставки *объекта инфраструктуры* (СЦ) «Расстояние до вышестоящего уровня» и «Стоимость тонно-километра для КИ». Если уровень «4 – производство» не является вышестоящим уровнем для СЦ с минимальным уровнем замены КИ, то данные суммируются по цепочке СЦ.

²³⁾ Если в системе ТЭ отсутствует СЦ с уровнем обслуживания «Производство», то расчет выполняется до СЦ с максимальным уровнем обслуживания.

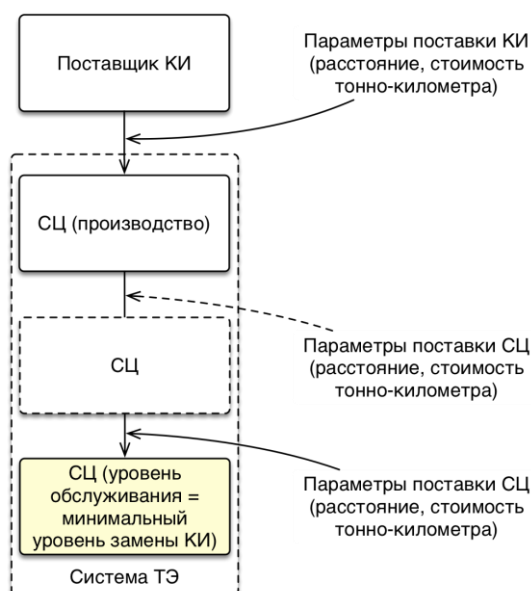


Рис. 6-26 – Учет затрат на транспортировку КИ для плановых и неплановых замен

Стоимость затрат на транспортировку компонентов j -го типа для плановых и неплановых замен $S_{mp}^3(j)$ рассчитывается по формуле:

$$S_{mp}^3(j) = \left[m_{KI}(j) \times S^n \times l_{mp}^n + \sum_{i=1}^{N-1} (m_{KI}(j) \times S(i) \times l_{mp}(i)) \right] \times k(j), \quad (14)$$

где $m_{KI}(j)$ – масса КИ j -го типа, S^n – стоимость тонно-километра при транспортировке от поставщика КИ на уровень «4 – производство», l_{mp}^n – расстояние до поставщика КИ (указано в параметрах поставки КИ), N – количество уровней системы ТЭ в цепочке, i – порядковый номер объекта в цепочке, $S(i)$ – стоимость тонно-километра при транспортировке КИ от i -го объекта на вышестоящий уровень на пути от уровня «4 – производство» на уровень, равный минимальному уровню замены КИ, $l_{mp}(i)$ – расстояние от i -го объекта до вышестоящего уровня (указано в параметрах поставки объекта системы ТЭ), $k(j)$ – количество плановых или неплановых замен компонента j -го типа:

$$k(j) = \left[\frac{\tau_{\Phi И} \times T_{расч}}{\tau_{KI}(j)} \right] \times N_{\Phi И} \times n_{KI}(j), \quad (15)$$

где $n_{KI}(j)$ – количество КИ j -го типа в 1 ФИ, $\tau_{KI}(j)$ – назначенный ресурс КИ j -го типа или наработка на отказ/неплановый сьем, $\tau_{\Phi И}$ – наработка 1 ФИ в год (в соответствии со сценарием эксплуатации), $T_{расч}$ – период расчета, $N_{\Phi И}$ – количество ФИ.

Место выполнения ремонта компонента определяется атрибутом компонента «Минимальный уровень ремонта». Рассчитывается стоимость транспортировки между уровнями обслуживания, равными минимальному уровню замены и минимальному уровню ремонта.

Если минимальный уровень ремонта соответствует объекту системы ТЭ, то суммируются затраты на транспортировку ремонтпригодного КИ по цепочке от СЦ с уровнем обслуживания, равным минимальному уровню замены, до СЦ с уровнем обслуживания, равным минимальному уровню ремонта (рис. 6-27 слева). Если ремонт выполняется поставщиком КИ, то суммируются затраты на транспортировку КИ внутри системы ТЭ (до уровня «4 – поставщик») и от системы ТЭ до поставщика КИ (рис. 6-27 справа).

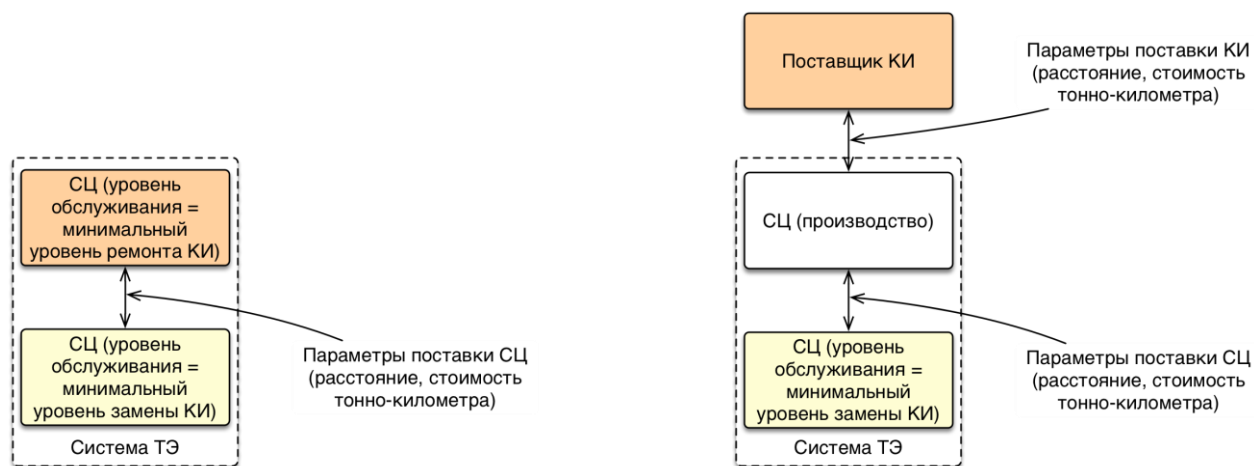


Рис. 6-27 – Учет затрат на транспортировку КИ для выполнения ремонта: слева – при ремонте, выполняемым в рамках системы ТЭ, справа – при ремонте, выполняемым поставщиком КИ

Стоимость затрат на транспортировку ремонтпригодных компонентов j -го типа $S_{mp}^p(j)$ при выполнении ремонта внутри системы ТЭ рассчитывается по формуле:

$$S_{mp}^p(j) = \left[\sum_{i=1}^{N-1} (m_{KI}(j) \times S(i) \times l_{mp}(i)) \right] \times 2 \times k(j), \quad (16)$$

где $m_{KI}(j)$ – масса КИ j -го типа, N – количество уровней системы ТЭ в цепочке, i – порядковый номер объекта в цепочке, $S(i)$ – стоимость тонно-километра при транспортировке КИ от i -го объекта на вышестоящий уровень на пути от уровня, равного минимальному уровню замены КИ, на уровень, равный минимальному уровню ремонта КИ, $l_{mp}(i)$ – рас-

стояние от i -го объекта до вышестоящего уровня (указано в параметрах поставки объекта системы ТЭ), $k(j)$ – количество плановых или неплановых замен компонента j -го типа:

$$k(j) = \left[\frac{\tau_{\Phi И} \times T_{расч}}{\tau_{КИ}(j)} \right] \times N_{\Phi И} \times n_{КИ}(j), \quad (17)$$

где $n_{КИ}(j)$ – количество КИ j -го типа в 1 ФИ, $\tau_{КИ}(j)$ – назначенный ресурс КИ j -го типа или наработка на отказ/неплановый съем, $\tau_{\Phi И}$ – наработка 1 ФИ в год (в соответствии со сценарием эксплуатации), $T_{расч}$ – период расчета, $N_{\Phi И}$ – количество ФИ.

Если ремонт выполняется поставщиком КИ, то расчет делается по формуле:

$$S_{mp}^p(j) = \left[\sum_{i=1}^{N-1} (m_{КИ}(j) \times S(i) \times l_{mp}(i)) + m_{КИ}(j) \times S^n \times l_{mp}^n \right] \times 2 \times k(j), \quad (18)$$

где N – количество уровней обслуживания в цепочке, $S(i)$ – стоимость тонно-километра при транспортировке от i -го объекта на вышестоящий уровень на пути от уровня, равного минимальному уровню замены КИ, на уровень «4 – производство», $l_{mp}(i)$ – расстояние от i -го объекта до вышестоящего уровня (указано в параметрах поставки объекта системы ТЭ), S^n – стоимость тонно-километра при транспортировке от уровня «4 – производство» до поставщика КИ, l_{mp}^n – расстояние до поставщика КИ (указано в параметрах поставки КИ).

Для получения полной стоимости затрат на транспортировку КИ необходимо просуммировать затраты, полученные для каждого типа КИ, по всем ФИ и сценариям эксплуатации.

6.2.4. Затраты на транспортировку ФИ

Затраты на транспортировку ФИ учитываются при выполнении видов ТО, а при выполнении замены или ремонта компонентов при отсутствии соответствующего вида ТО не учитываются. Это означает, что если замена компонента не может быть выполнена в точке базирования, то стоимость транспортировки ФИ до СЦ с соответствующим уровнем обслуживания учтена не будет.

Если для вида ТО, выполняемого на объекте системы ТЭ, установлен флаг «Требуется транспортировка ФИ в центр ТОиР», то при выполнении расчета учитывается стои-

мость транспортировки²⁴⁾ ФИ от объекта системы ТЭ, где они базируются, в СЦ, в котором выполняется данный вид ТО, и обратно (рис. 6-28). Если СЦ, где выполняется вид ТО, не является вышестоящим объектом для точки базирования ФИ, то расчет выполняется по цепочке объектов системы ТЭ.

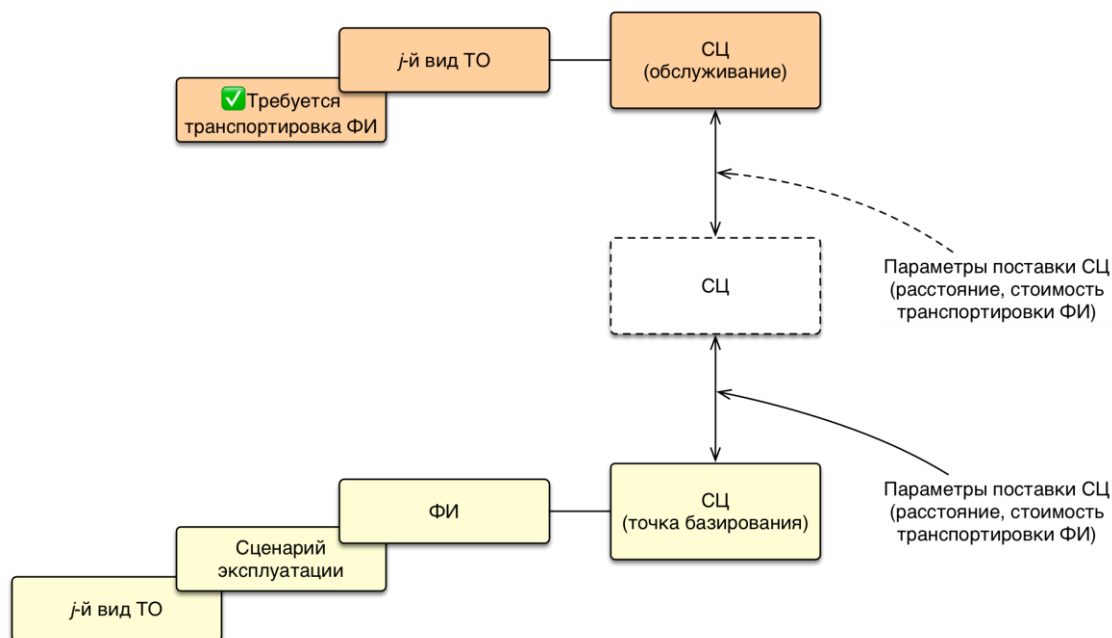


Рис. 6-28 – Расчет затрат на транспортировку ФИ для выполнения j -го вида ТО

Стоимость затрат на транспортировку ФИ для выполнения j -го вида ТО $S_{mp}^{ФИ}(j)$ рассчитывается по формуле:

$$S_{mp}^{ФИ}(j) = 2 \times k(j) \times \sum_{i=1}^{N-1} C_{mp.1км}^{ФИ}(i) \times l_{mp}(i), \quad (19)$$

где N – количество уровней обслуживания в цепочке, i – порядковый номер объекта в цепочке, $C_{mp.1км}^{ФИ}(i)$ – стоимость транспортировки ФИ на 1 км от i -го объекта на вышестоящий уровень на пути от точки базирования до места выполнения j -го вида ТО, $l_{mp}(i)$ – расстояние от i -го объекта до вышестоящего уровня (в параметрах поставки объекта системы ТЭ).

²⁴⁾ Под транспортировкой ФИ понимают любое перемещение ФИ в вышестоящий СЦ, в т.ч. своим ходом.

Для получения полной стоимости затрат на транспортировку ФИ необходимо просуммировать затраты, полученные для каждого вида ТО, по всем ФИ и объектам системы ТЭ.

Предполагается, что одновременно несколько видов ТО не выполняются, поэтому затраты на транспортировку ФИ учитываются для каждого вида ТО.

6.3. Косвенные затраты

Косвенные затраты связаны с организацией, обслуживанием и управлением деятельности по технической эксплуатации: затраты на обслуживание объектов инфраструктуры и затраты на поддержку средств технического обслуживания, используемых в процессе ТОиР (рис. 6-29).

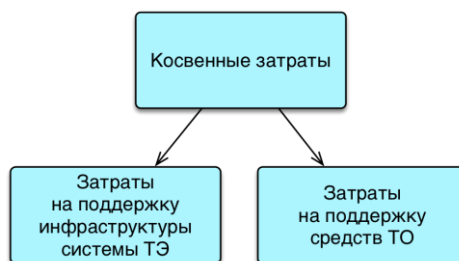


Рис. 6-29 – Состав косвенных затрат

Затраты на поддержку инфраструктуры и средств технического обслуживания вводят в явном виде для каждого сервисного центра (рис. 6-30). Они складываются из следующих составляющих:

- «Топливо на технологические цели»;
- «Энергия на технологические цели»;
- «Тара (невозвратная) и упаковка»;
- «Затраты на специальную технологическую оснастку»;
- «Общепроизводственные затраты»;
- «Общехозяйственные затраты»;
- «Прочие производственные затраты»;
- «Внепроизводственные затраты».

Система технической эксплуатации					
Технический центр	Обозначение	Наименование	Уровень обслуживания	Вышестоящий уровень	Расстояние, вышестоящего уровня, км
Проект 1	Проект 1	Проект 1			
Производство 3	Производство 3	Уровень 4 - произв...	Не задан	0	
ТБ-4	ТБ-4	Уровень 2 - ФРТЦ	Филиал 2	220	
ТЦ	ТЦ	Уровень 2 - ФРТЦ	ТБ-4	0	
Затраты на владение в год '5-4'					
Параметр					Значение
Затраты на подготовку и освоение производства					
Затраты на подготовку и освоение новых производств, цехов и агрегатов (пусковые расходы)					0
Затраты на подготовку и освоение новых видов продукции и новых технологических процессов					0
Затраты на материалы					
Топливо на технологические цели					0
Энергия на технологические цели					0
Тара (невозвратная) и упаковка					0
Косвенные затраты					
Затраты на специальную технологическую оснастку					0
Специальные затраты					0
Общепроизводственные затраты					0
Общехозяйственные затраты					0
Прочие производственные затраты					0
Внепроизводственные затраты					0

Рис. 6-30 – Составляющие затрат на поддержку инфраструктуры и средств ТО для каждого СЦ

6.4. Расчет количества выполнений видов ТО

Поскольку периодичность вида ТО и наработка за год по сценарию эксплуатации могут быть заданы в разных единицах измерения, то для выполнения расчетов нужно привести значения к одной единице измерения. Для видов планового ТО периодичность задается атрибутом «Периодичность» в соответствующих ЕИ, а для видов непланового ТО – атрибутом «Периодичность», а также параметрами надежности компонента, если с ним установлена связь вида ТО.

С этой целью условно выделены 3 группы:

- календарные единицы измерения – единицы измерения, унаследованные от календарной единицы измерения (возможные значения – день, месяц, год, неделя и т.д.);
- временные единицы измерения – единицы измерения, унаследованные от единицы измерения «час» («секунда» и т.д.);
- метрические – единицы измерения, унаследованные от метра (базовой единицы СИ – метр).

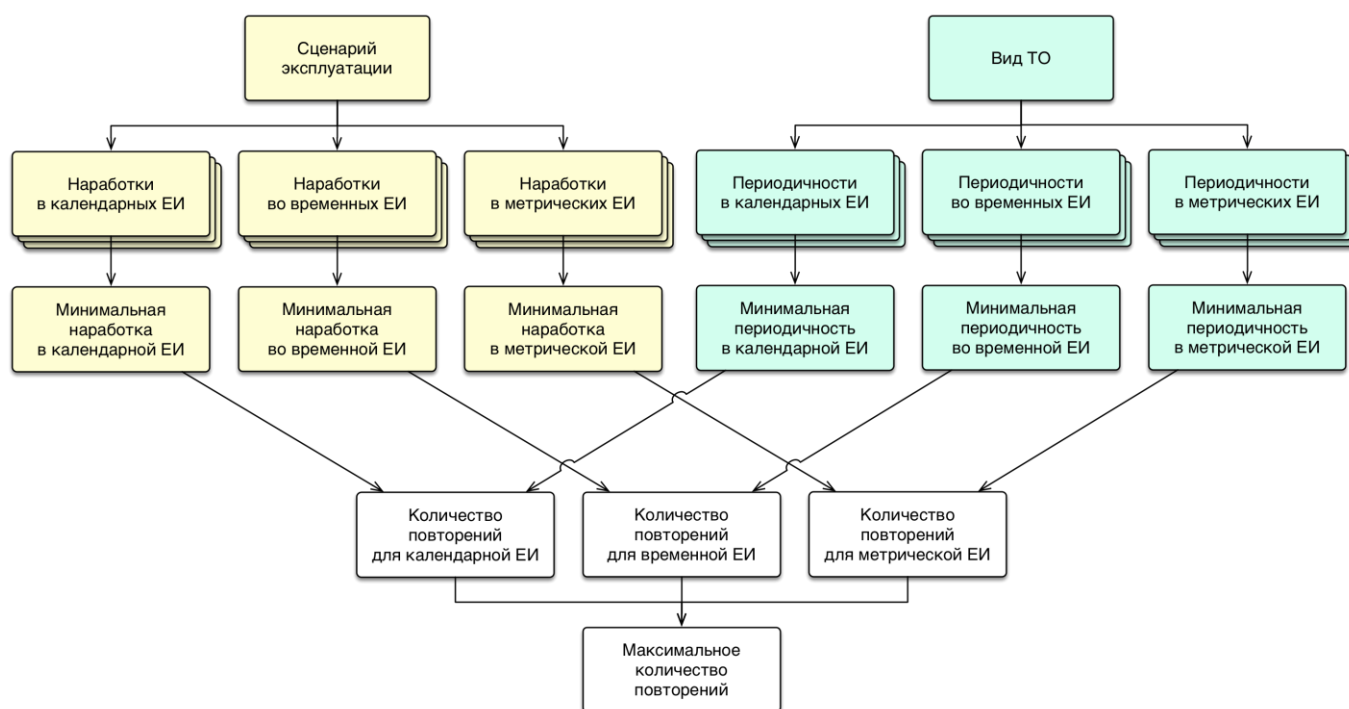


Рис. 6-31 – Алгоритм расчета количества выполнений вида ТО

Расчет выполняется по следующему алгоритму (рис. 6-31):

1) Периодичность вида ТО и наработка за год приводятся к одной единице измерения в рамках своей группы.

Если периодичность вида ТО или наработка за год для сценария эксплуатации заданы в разных единицах измерения, относящихся к одной группе (например, в днях, годах), то при выполнении расчетов берется наименьшее значение периодичности или наработки за год из значений в единицах измерения, относящихся к одной группе.

В расчете учитывают только те группы ЕИ, в которых одновременно задана наработка для сценария эксплуатации и периодичность вида ТО. Единицы измерения из разных групп не пересчитываются друг в друга (например, часы и километры).

2) Для ФИ рассчитывается количество выполнений вида ТО для каждой группы единиц измерения. Результатом являются три значения в единицах измерения трех групп (временных, календарных, метрических).

3) При расчете количество выполнений планового ТО округляется с меньшую сторону, а непланового – в большую. Это связано с тем, что плановое ТО выполняется строго по регламенту и если срок очередного ТО выходит за период расчета, то оно не должно

учитываться. Неисправности же распределены во времени случайным образом, поэтому необходимость в неплановом ТО может возникнуть в любой момент времени и его следует учесть.

Для i -го вида планового ТО для ФИ:

$$k_i = \left\lfloor \frac{\tau_{\text{ФИ}} \times T_{\text{расч.}}}{\tau_i} \right\rfloor, \quad (20)$$

где $\tau_{\text{ФИ}}$ – наработка 1 ФИ в год (в соответствии со сценарием эксплуатации), τ_i – периодичность выполнения вида ТО, $T_{\text{расч.}}$ – период расчета, $\lfloor \rfloor$ – функция округления до ближайшего меньшего целого (вниз).

Для i -го вида непланового ТО для ФИ:

$$k_i = \left\lceil \frac{\tau_{\text{ФИ}} \times T_{\text{расч.}}}{\tau_i} \right\rceil, \quad (21)$$

где $\lceil \rceil$ – функция округления до ближайшего большего целого (вверх).

4) Выбирается максимальное из трех полученных значений.

7. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ПО ТЭА

Структура исходных данных, используемых при выполнении расчета по технико-экономическому анализу, приведена на рис. 7-1.

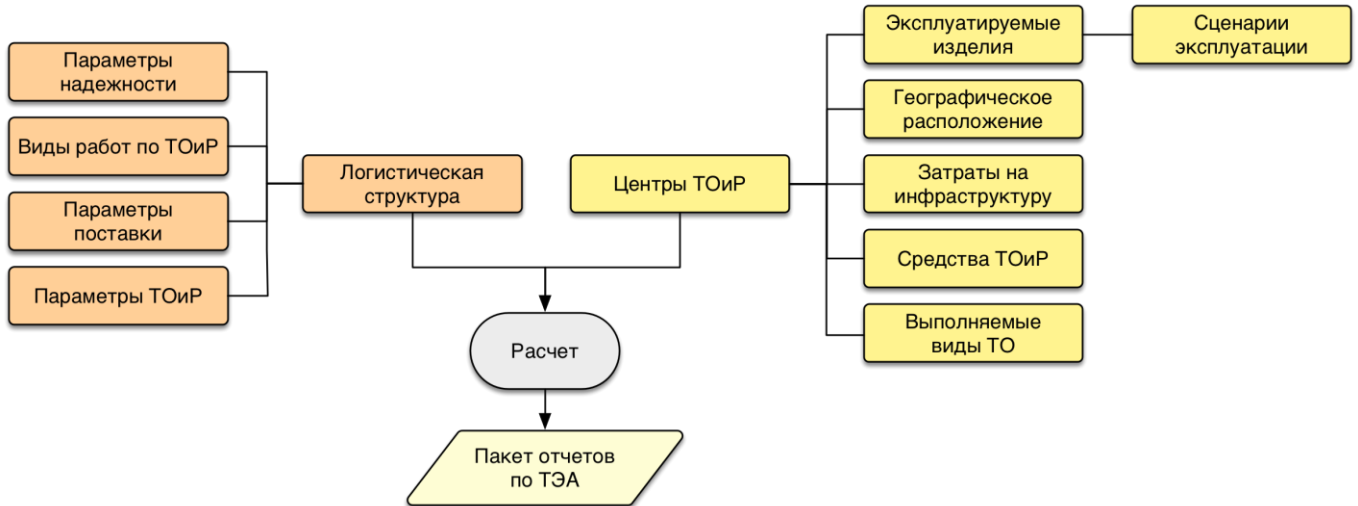


Рис. 7-1 – Структура исходных данных для расчета по ТЭА

Данных по обслуживаемым изделиям и системе технической эксплуатации включают:

- данные связанные с обслуживаемыми компонентами:
 - логистическая структура изделия – на ней основываются методы восстановления работоспособности изделия, то есть будет ли агрегат сниматься целиком и отправляться в ремонт, или восстанавливаться заменой его составных частей и т.п.;
 - параметры надежности компонентов – определяют периодичность выполнения работ по замене и ремонту;
 - параметры поставки компонентов – цена компонента, доля стоимости ремонта от его цены, модели пополнения запасов, время оборота в ремонте и др.
 - параметры ТОиР – сведения о ремонтпригодности, минимальные уровни замены и ремонта;
- работы по обслуживанию компонентов (виды ТО) – стоимость выполнения работы, трудоемкость, требуемые запчасти, расходные материалы, оборудование и инструменты, специальности и квалификации персонала, периодичность выполнения;

- данные по системе технической эксплуатации:
 - объекты системы ТЭ – технические центры системы ТЭ, их территориальное размещение, уровни обслуживания и др.;
 - виды работ, которые могут быть выполнены в каждом СЦ;
 - средства ТОиР – имеющиеся в каждом СЦ средства ТОиР, а если они не известны, то затраты на них;
 - затраты на инфраструктуру в каждом СЦ;
 - обслуживаемые изделия – количество изделий каждого типа, которые обслуживаются (базируются) в данном СЦ, а также сценарий их эксплуатации, который определяет наработку изделий за год.

По результатам расчета формируется отчет «Анализ уровней ремонта».

7.1. Исходные данные по изделиям

В данном разделе рассматриваются исходные данные по обслуживаемым изделиям, используемые при выполнении технико-экономического анализа:

- логистическая структура ФИ;
- параметры надежности компонентов;
- параметры поставки компонентов (цена, доля стоимости ремонта, модель пополнения запасов, время оборота в ремонте и др.);
- параметры ТОиР компонентов (сведения о ремонтпригодности, минимальные уровни обслуживания);
- работы по замене и ремонту компонентов (трудоемкость, требуемые запчасти, расходные материалы, оборудование и инструменты и др.),

При подготовке исходных данных используются различные рабочие окна.

7.1.1. Логистическая структура изделия

Для работы с ЛСИ необходимо запустить ILS Suite, нажав кнопку «БД АЛП» в окне выбора вариантов запуска программы (см. рис. 3-19 на стр. 22), и перейти в рабочее окно «Логистическая структура» (рис. 7-2)

Структура	Обозначение	Наименование	Минимальный уровень замены	Минимальный уровень ремонта	Рекомендуется в качестве запчасти	Расчетная интенсивность отказов
Расчет ЗИП по ПМИ КБП		Расчет ЗИП по ПМИ КБП	< не задан >	< не задан >	☐ Да	0
BM: Боевая машина	BM	Боевая машина	Уровень 1 - То...	Уровень 2 ...	☒ Да	0,001
BM1-1:1: Кондиционер аппаратуры БМ	1	Кондиционер аппаратуры БМ	Уровень 1 - То...	Уровень 2 ...	☒ Да	0,001111111
BM1-2:2: МРПС	2	МРПС	Уровень 1 - То...	Уровень 2 ...	☒ Да	0,0002
3: ИП первичный	3	ИП первичный	Уровень 1 - То...	Уровень 2 ...	☒ Да	0,0002
4: Антенна ввода	4	Антенна ввода	Уровень 1 - То...	Уровень 2 ...	☒ Да	0,0002
5: Система управления лучом	5	Система управления лучом	Уровень 2 - Ф...	Уровень 3 ...	☒ Да	0,000066667
6: Модуль 212	6	Модуль 212	Уровень 2 - Ф...	Уровень 3 ...	☒ Да	0,000033333
7: Плата 212	7	Плата 212	Уровень 2 - Ф...	Уровень 4 ...	☒ Да	0,000066667
8: Модуль 96	8	Модуль 96	Уровень 2 - Ф...	Уровень 3 ...	☒ Да	0,000033333
9: Радиоприемная система антенны ввода	9	Радиоприемная система антенны ввода	Уровень 2 - Ф...	Уровень 3 ...	☒ Да	0,000066667
10: Антеннатор АВ	10	Антеннатор АВ	Уровень 2 - Ф...	Поставщик	☒ Да	0,000066667
11: Кабель	11	Кабель	Уровень 2 - Ф...	Уровень 3 ...	☒ Да	0,000066667
12: ИП вторичный АВ	12	ИП вторичный АВ	Уровень 1 - То...	Уровень 2 ...	☒ Да	0,0002
13: БОУ	13	БОУ	Уровень 1 - То...	Уровень 2 ...	☒ Да	0,0002
13-1: 14: Флэш-память БОУ	14	Флэш-память БОУ	Уровень 4 - пр...	< не задан >	☒ Да	0,0001
15: Мат обеспечение БОУ	15	Мат обеспечение БОУ	Уровень 2 - Ф...	< не задан >	☒ Да	0,0001
16: Модуль центральный вычислительный	16	Модуль центральный вычислительный	Уровень 2 - Ф...	Уровень 3 ...	☒ Да	0,0002

Рис. 7-2 – Рабочее окно «Логистическая структура»

Для выполнения технико-экономического анализа необходимо в рабочем окне «Логистическая структура» создать:

- ФИ;
- логистическую структуру ФИ, включающую все компоненты, входящие в расчет.

Для ФИ необходимо указать:

- «ЕИ расчета надежности»

Для каждого компонента необходимо задать следующие характеристики:

- параметры идентификации:
 - «Обозначение», «Наименование»;
- «Количество в Изделии».

7.1.2. Параметры надежности компонентов

При расчете периодичности внепланового обслуживания используются параметры надежности следующих видов:

- назначенные;
- расчетные;
- фактические.

Назначенные и расчетные значения вводятся для каждого компонента вручную. Фактические значения являются результатом расчета, выполненного на основе эксплуатационных данных, имеющихся в БД.

Для компонента должна быть задана «ЕИ расчета надежности» и хотя бы один из нижеперечисленных параметров:

- «Назначенная наработка на отказ» и «Назначенная интенсивность отказов»;
- «Назначенная средняя наработка на внеплановый сьем»;
- «Расчетная наработка на отказ» и «Расчетная интенсивность отказов»;
- «Расчетная средняя наработка на внеплановый сьем»;
- фактические параметры надежности.

Для получения фактических значений необходимо выполнить анализ надежности. Исходными данными для расчета являются данные по наработке ФИ и обнаруженным отказам компонентов выбранного типа (рис. 7-3).

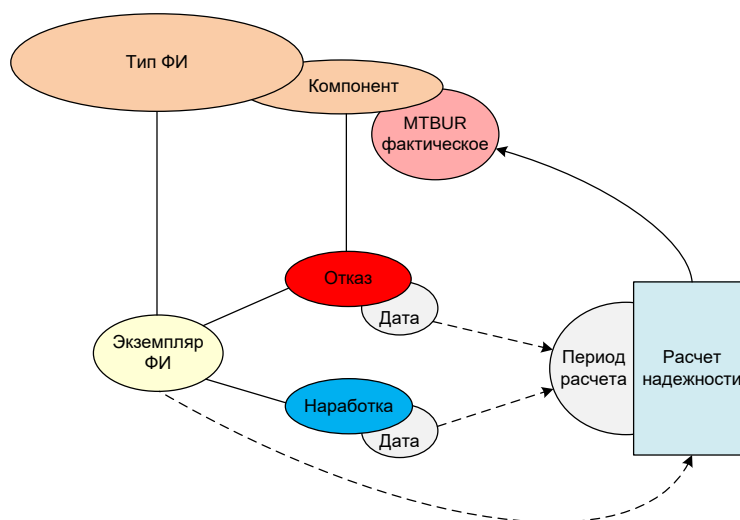


Рис. 7-3 – Схема расчета фактических значений параметров надежности

Для выполнения анализа надежности необходимы следующие условия:

- наличие хотя бы одного отказа, связанного с данным компонентом; отказ должен иметь статус «подтвержден» и для него должна быть указана дата обнаружения;
- отказ должен быть связан с экземпляром ФИ, на котором он был обнаружен;
- экземпляр ФИ, с которым связан отказ, должен иметь наработку (заданную в виде миссий или коррекций);
- за период расчета должна иметься ненулевая наработка ФИ и зарегистрирован хотя бы один отказ.

Для запуска расчета надежности следует выполнить следующие действия:

- 1) Запустить ILS Suite, нажав кнопку «БД АЛП» в окне выбора вариантов запуска программы (см. рис. 3-19 на стр. 22).
- 2) Открыть рабочее окно «Логистическая структура».
- 3) Перейти на вкладку «Анализ» и нажать кнопку «Анализ надежности» (1–3 на рис. 7-4).

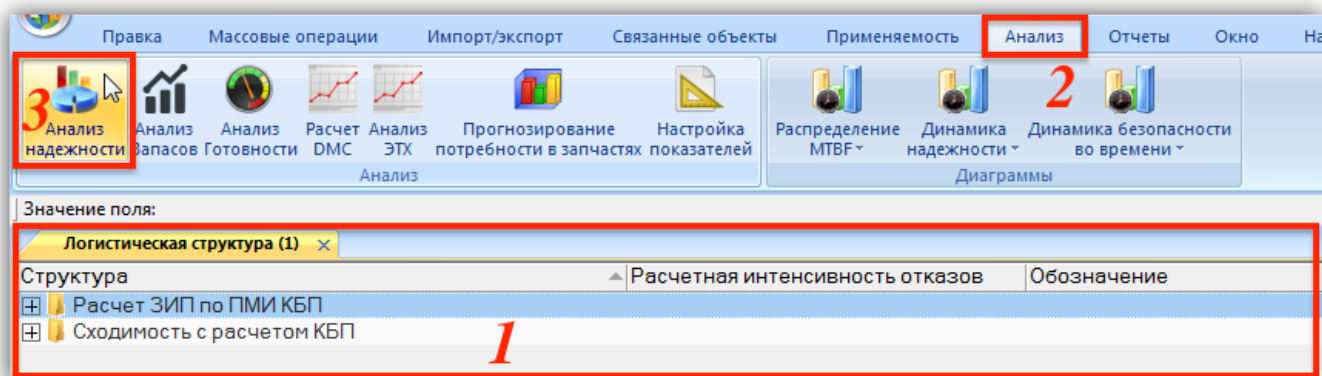


Рис. 7-4 – Запуск анализа надежности

- 4) В открывшемся окне запуска анализа надежности установить флаг «Средняя наработка на внеплановый съем» для расчета параметра MTBUR (рис. 7-5).

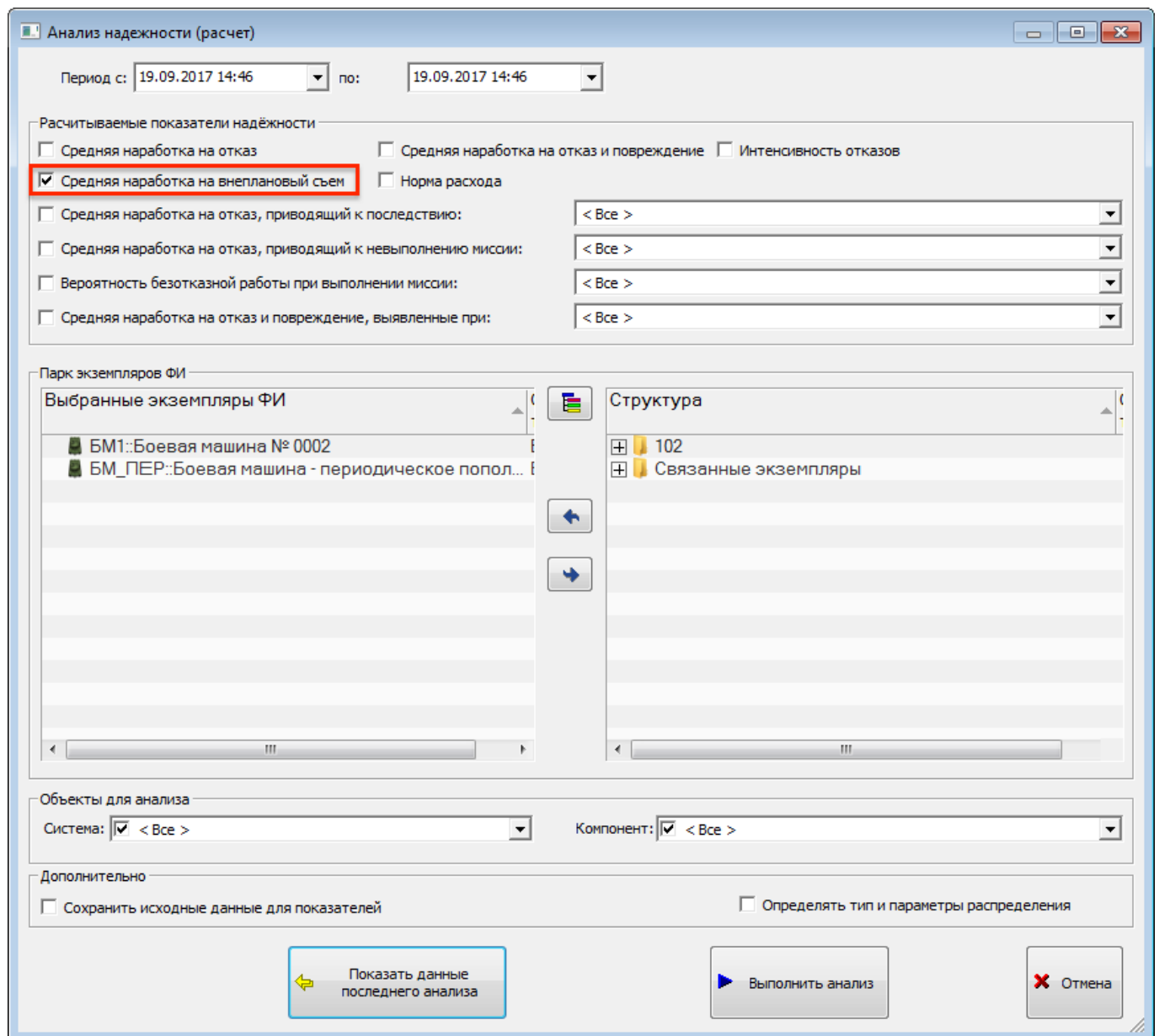


Рис. 7-5 – Окно запуска анализа надежности

- 5) Выполнить необходимые настройки в диалоговом окне.
- 6) Нажать кнопку «Выполнить анализ».

Подробнее о выполнении анализа надежности см. руководство пользователя ILS Suite [1].

7.1.3. Параметры поставки компонентов

Для ввода параметров поставки необходимо открыть группу рабочих окон для работы с предметами поставки, нажав кнопку «Структура и параметры системы МТО» в окне выбора вариантов запуска программы (см. рис. 3-19 на стр. 22).

В рабочем окне «Предметы поставки» следует ввести следующие параметры:

- «Модель пополнения запасов»;
- «Периодичность поставки», «ЕИ периодичности поставки»;
- «Уровень неснижаемого запаса (шт.)» – необходимое количество КИ данного типа, которое необходимо иметь на складе (если значение не задано, то в модели пополнения запасов по уровню неснижаемого запаса используется значение по умолчанию, задаваемое в диалоге запуска расчета).
- «Время оборота в ремонте, дней» – для расчета начального запаса ремонтпригодных компонентов по модели *непрерывного* или *смешанного* пополнения;
- «Цена» – цена компонента (руб.);
- «Доля стоимости ремонта» – доля стоимости ремонта от цены компонента используется для определения стоимости ремонта в случае отсутствия вида ТО по ремонту компонента (например, при выполнении ремонта Поставщиком КИ); если для компонента создан вид ТО по ремонту, то значение параметра «Доля стоимости ремонта» нужно указать 0, чтобы не было повторного учета стоимости его выполнения;
- «Поставщик»;
- «Расстояние до поставщика (км)» – расстояние от Поставщика КИ до СЦ с уровнем обслуживания «4 – производство»; используется для расчета затрат на транспортировку КИ от поставщика КИ до системы ТЭ;
- «Стоимость тонно-километра» – для расчета затрат на транспортировку КИ от поставщика КИ до системы ТЭ (до СЦ с уровнем обслуживания «4 – производство»);
- «Стоимость хранения в год» – используется при расчете стоимости хранения КИ, составляющих оборотный фонд запасных частей.
- «Масса (кг)» – используется при расчете затрат на транспортировку КИ.
- Ресурсы: назначенный ресурс – для расчета количества запасных частей, необходимых для плановых замен компонентов, эксплуатируемых по методу ТЭР.

7.1.4. Уровни ТОиР компонентов

При составлении отчетов по МТО и ТОиР необходимы сведения об уровнях выполнения работ по обслуживанию компонентов в системе ТЭ. Уровни ТОиР компонентов могут быть заданы двумя способами:

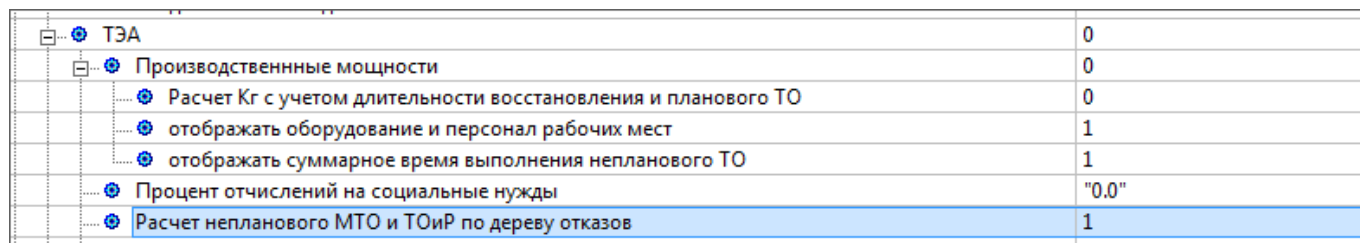
1) Непосредственно с помощью атрибутов «Минимальный уровень замены» и «Минимальный уровень ремонта» для компонента. Минимальные уровни обслуживания могут быть заданы для компонента вручную или в результате анализа методов восстановления исправности.

2) Заданием уровня ТОиР для метода восстановления исправности отказавшего компонента при проведении анализа деревьев отказов (см. подраздел 10.2 «Анализ деревьев отказов» в Приложении).

Выбор способа задания уровней ТОиР зависит от значения параметра «ILS\ТЭА\Расчет непланового МТО и ТОиР по дереву отказов» в утилите aplOptionsEditor (рис. 7-6):

0 – задание уровней замены и ремонта для компонентов – без выполнения анализа дерева отказов («по компонентам»);

1 – задание уровней ТОиР для методов восстановления исправности компонентов – как результат выполнения анализа дерева отказов («по дереву отказов»).



ТЭА	0
Производственные мощности	0
Расчет Кг с учетом длительности восстановления и планового ТО	0
отображать оборудование и персонал рабочих мест	1
отображать суммарное время выполнения непланового ТО	1
Процент отчислений на социальные нужды	"0.0"
Расчет непланового МТО и ТОиР по дереву отказов	1

Рис. 7-6 – Параметр для способа задания уровней ТОиР в AplOptionsEditor

Следует отметить, что уровни ТОиР при анализе деревьев отказов задаются только для неплановых замен. Для СЧ, эксплуатируемых по ресурсу (т.е. заменяемых при плановом ТО), в любом случае необходимо задать уровни замены компонентов.

На начальном этапе формирования исходных данных минимальные уровни замены и ремонта компонентов указывают исходя из требований технической документации. Затем эти уровни приводят в соответствие с требованием, чтобы уровни ТОиР каждой СЧ не

были ниже уровня замены вышестоящего компонента (см. подраздел 7.1.4 «Уровни ТОиР», стр. 96). Эти уровни не всегда являются оптимальными с точки зрения затрат на выполнение ТОиР. Работы по восстановлению не обязательно должны выполняться на минимальных уровнях замены и ремонта, заданных для компонентов. Эти уровни лишь ограничивают число возможных вариантов проведения работ.

При расчете затрат на ТОиР в модуле «Анализ системы ТЭ» не выполняется оптимизация по уровням обслуживания, а выбирается минимально допустимый уровень СТЭ из возможных. Для решения задачи оптимизации распределения компонентов по уровням ТОиР используется «анализ уровней ремонта» (см. Приложение, стр.). В результате этого анализа, выполненного с учетом существующей системы ТЭ, для компонентов определяются оптимальные значения уровней ТОиР и формируется отчет (9.19 «Отчет «Анализ уровней ремонта»»). Полученные данные могут быть использованы для корректировки исходных значений уровней ТОиР компонентов и выполнения нового расчета затрат по ТОиР с учетом оптимизированных данных. Расчет по анализу уровней ремонта выполняется параллельно расчету затрат на ТОиР.

7.2. Справочник видов ТО

Для учета работ по регламенту и неплановому ТО необходимо в справочнике «Виды ТО» создать соответствующие виды ТО (рис. 7-7). Подробнее о работе с видами ТО см. раздел 17.1 «Работа с видами ТО» в документе «ILS Руководство пользователя (наземная техника)». Для вида ТО должна быть задана периодичность и стоимость выполнения. Стоимость выполнения может быть задана параметром «Стоимость работ (за 1 выполнение)» или рассчитана на основе трудоемкости выполнения и стоимости нормо-часа по умолчанию.

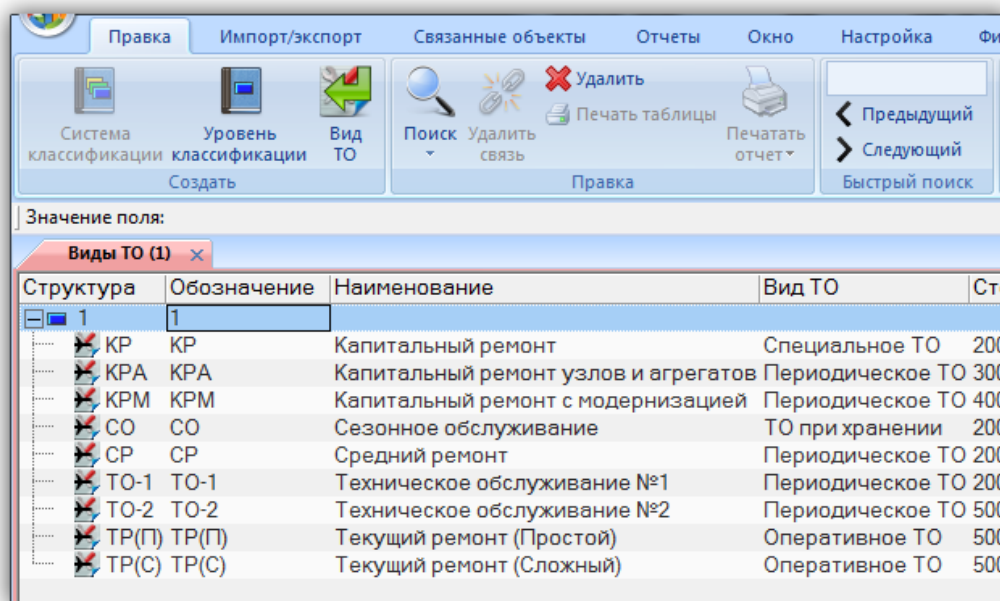


Рис. 7-7 – Справочник «Виды ТО»

Плановые работы в ILS могут быть созданы как вручную, так и в результате анализа обслуживания, обеспечивающего надежность (АООН), который выполняется после анализа видов и последствий отказов (АВПО). Результатом АООН является перечень работ по технологическим картам, периодичность которых определяется параметрами надежности обслуживаемых компонентов. Созданные техкарты группируются по периодичности выполнения и связываются с видами планового ТО, выполняемые с соответствующей периодичностью.

Неплановые работы в ILS также могут быть созданы вручную, но могут быть результатом анализа деревьев отказов (см. подраздел 10.2 «Анализ деревьев отказов» в Приложении, а также руководство пользователя по ILS).

Виды ТО, за исключением видов непланового ТО, созданных в результате анализа деревьев отказов, связывают со сценарием эксплуатации Изделий, включенных в расчет, и с сервисными центрами в системе ТЭ.

При выполнении расчета используются следующие атрибуты вида ТО:

- «Обозначение», «Наименование».
- «Вид ТО» – выбрать «Оперативное ТО» или «Периодическое ТО» для работ по регламенту и «Неплановое ТО» для работ по неплановым заменам и ремонту, выполняемо-

го в СЦ Заказчика или Поставщика услуг. Если ремонт выполняется Поставщиком КИ, то вид ТО по ремонту не создается. Для удобства в создании видов непланового ТО может быть использован генератор видов непланового ТО. При автоматическом создании вида непланового ТО в его обозначение включают символы «-З-» или «-Р-» для работ по замене и ремонту, соответственно.

- «Стоимость работ (за 1 выполнение)», руб. – стоимость трудозатрат на выполнение работ по виду ТО. Эта величина может также включать накладные расходы, например, оплату работы выездной бригады (транспортные и командировочные расходы). Стоимость расходных материалов в эту величину не входит и учитывается отдельно.

- «Нормативная трудоемкость, ч/ч» – используется для расчета стоимости трудозатрат на выполнение вида ТО, если не задано значение «Стоимость работ (за 1 выполнение)». Также из нормативной трудоемкости рассчитывается требуемый фонд времени для объекта системы ТЭ.

- «Нормативное время выполнения» или «Норм. продолжительность выполнения, дн.» – используется при расчете времени ожидания ТО (отчет «Производственные мощности»).

- «Стоимость расходных материалов (за 1 выполнение)», руб.

- «Периодичность ...» – задается только для видов планового ТО (оперативного и периодического). Для видов непланового ТО периодичность определяется параметрами надежности связанного с видом ТО компонента.

- «СЧ» – для видов непланового ТО необходимо указать компонент, для которого выполняются работы по замене или ремонту.

- «Требуется транспортировка ФИ в центр ТОиР» – установить флаг, если для данного вида ТО необходимо учитывать стоимость транспортировки ФИ в сервисный центр.

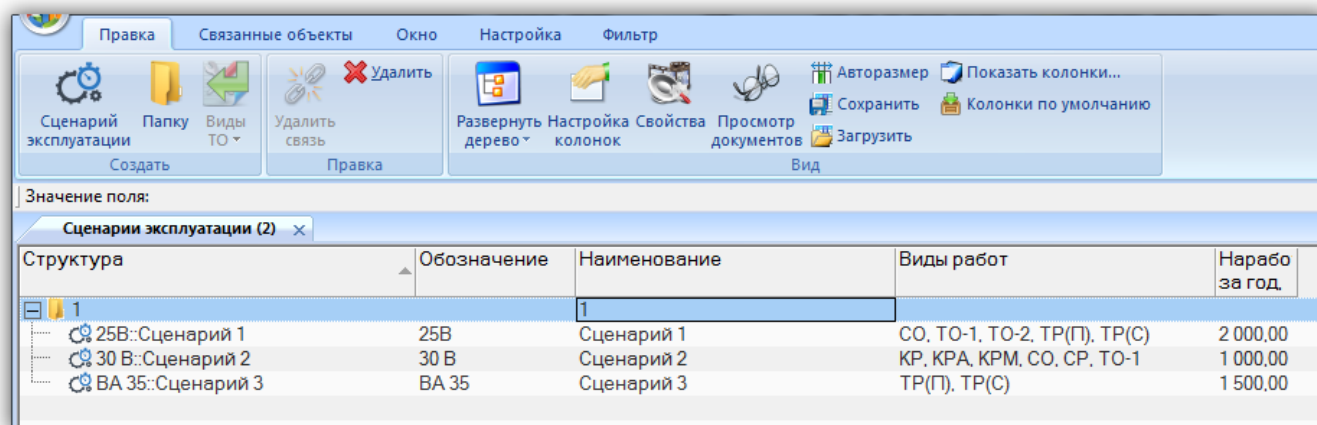
Примечания:

1. «Валюта» – в расчете не используется. Стоимость 1 выполнения и расходных материалов всегда считается в рублях, независимо от значения параметра «Валюта».

2. «ЕИ времени» – в расчете не используется. Нормативное время выполнения (продолжительность выполнения) задается в днях.

7.3. Сценарии эксплуатации

Для задания наработки в год и выполняемых для Изделия видов планового ТО необходимо создать соответствующий сценарий эксплуатации в справочнике «Сценарии эксплуатации» (рис. 7-8). Подробнее о работе со сценариями эксплуатации см. раздел 15 «Сценарии эксплуатации» в документе «ILS Руководство пользователя (наземная техника)».



Структура	Обозначение	Наименование	Виды работ	Наработка за год
1		1		
25В::Сценарий 1	25В	Сценарий 1	СО, ТО-1, ТО-2, ТР(П), ТР(С)	2 000,00
30 В::Сценарий 2	30 В	Сценарий 2	КР, КРА, КРМ, СО, СР, ТО-1	1 000,00
ВА 35::Сценарий 3	ВА 35	Сценарий 3	ТР(П), ТР(С)	1 500,00

Рис. 7-8 – Справочник «Сценарии эксплуатации»

Для выполнения расчета необходимо заполнить следующие атрибуты сценария эксплуатации:

- «Обозначение», «Наименование».
- «Виды работ» – в этом поле должны быть перечислены все виды планового и непланового ТО, выполняемые на ФИ, эксплуатируемых по данному сценарию. Если работы непланового ТО созданы в процессе выполнения анализа деревьев отказов, то их не связывают со сценарием эксплуатации и в этой колонке они отображаться не будут.
- «Наработка за год ...» – наработка ФИ в год по данному сценарию эксплуатации.

7.4. Данные по системе технической эксплуатации

Для описания системы технического обслуживания в модуле «Анализ системы ТЭ» необходимо ввести следующие данные (рис. 7-9):

- 1) создать проект системы ТЭ;

2) сформировать для него инфраструктуру, то есть перечень технических центров (включая их размещение и параметры логистических потоков);

3) создать перечень изделий, обслуживаемых каждым объектом ТЭ (в связанном окне «Базируемые изделия»), с указанием атрибутов «Тип изделия», «Количество изделий» и «Сценарий эксплуатации»;

4) создать перечень видов ТО, выполняемых на объекте ТЭ (в связанном окне «Выполняемые виды ТО»);

5) ввести для каждого объекта ТЭ данные о затратах на создание инфраструктуры и приобретение средств ТО, а также на их поддержку (в связанном окне «Затраты на владение»).

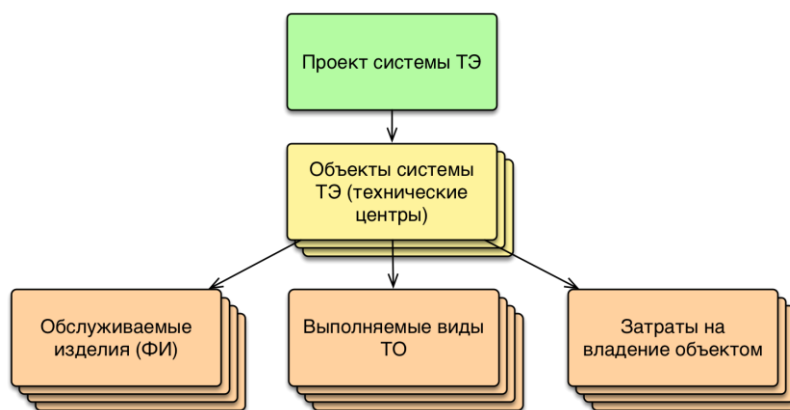


Рис. 7-9 – Структура данных в модуле «Анализ системы ТЭ»

Остановимся подробнее на действиях, которые необходимо выполнить для ввода данных по системе ТЭ.

7.4.1. Проект системы ТЭ

Проект системы ТЭ характеризуется следующими параметрами:

- «Наименование» – обязательный параметр, его значение должно быть уникальным;
- «Стоимость тонно-километра для КИ»;
- «Валюта» – не используется.

Для создания проекта системы ТЭ необходимо выполнить следующие действия:

1) Открыть predetermined набор рабочих окон «Анализ системы ТЭ» (рис. 7-10), выбрав соответствующий пункт в меню управляющей кнопки.

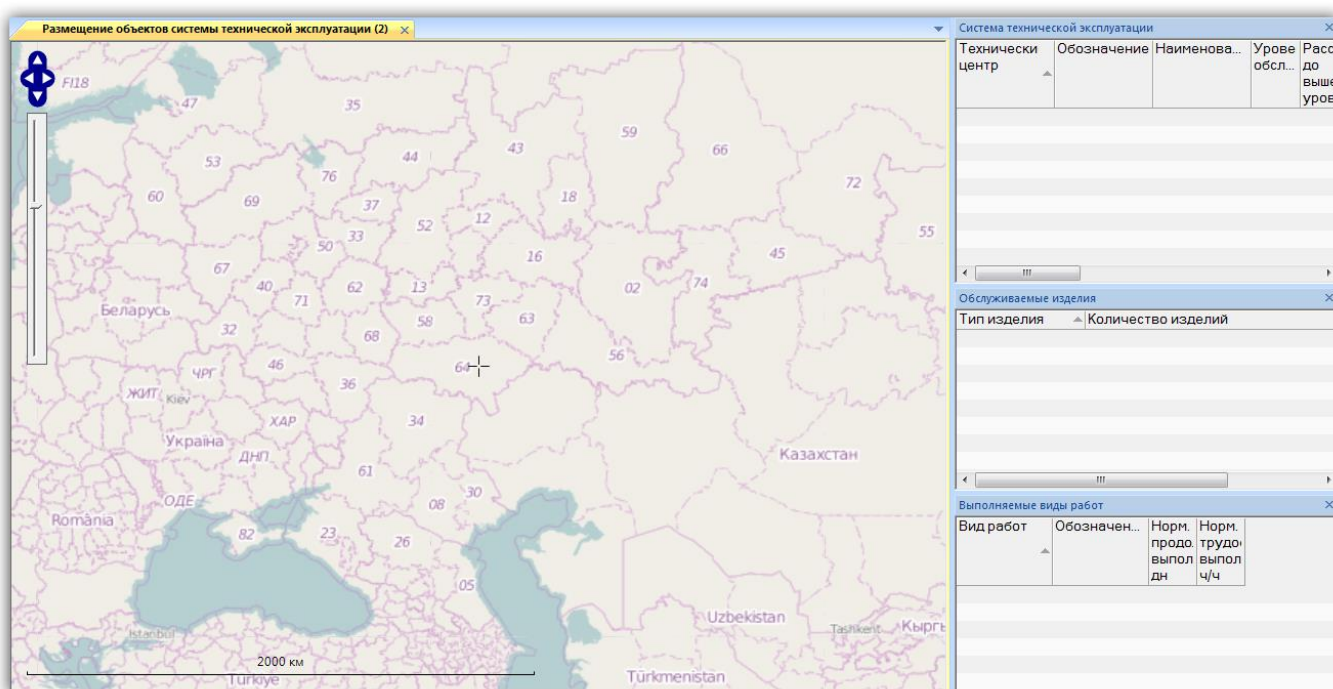


Рис. 7-10 – Набор рабочих окон «Анализ системы ТЭ»

2) Перейти в рабочее окно «Система технической эксплуатации» и нажать кнопку «Проект системы ТЭ» панели «Создать» (рис. 7-11).

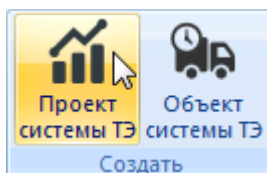


Рис. 7-11 – Кнопка «Проект системы ТЭ» панели «Создать»

3) Ввести «Наименование» проекта в поле, открывшееся на редактирование (рис. 7-12). Новый проект будет создан.

Система технической эксплуатации						
Технический центр	Обозначение	Наименование	Уровень обслуживания	Расстояние до вышестоящего уровня, км	Способ транспортировки	Время доставки
						

Рис. 7-12 – Создание проекта системы ТЭ

- 4) Ввести необходимые данные в поля, доступные для ввода.

Для редактирования проекта системы ТЭ необходимо перейти в рабочее окно «Система технической эксплуатации» и дважды щелкнуть левой клавишей мыши на нужной ячейке таблицы для редактируемого проекта. Выбранное поле открывается на редактирование – ввести нужное значение или скорректировать существующее. Для сохранения введенного значения нажать клавишу ENTER.

Для копирования проекта системы ТЭ необходимо выполнить следующие действия:

- 1) Выбрать проект в окне «Система технической эксплуатации» и переместить его мышью в свободную область этого окна (рис. 7-13).

Система технической эксплуатации					
Технический центр	Обозначение	Наименование	Уровень обслуживания	Вышестоящий уровень	Расстояние вышестоящего уровня, км
 Проект 1		Проект 1			
 Производство 3	Производство 3		Уровень 4 - произв...	Не задан	0
 ТБ-4	ТБ-4		Уровень 2 - ФРТЦ	Филиал 2	220
 Филиал 2	Филиал 2		Уровень 2 - ФРТЦ	ЦТО-1	689
 ЦТО-1	ЦТО-1	Ремонтный центр	Уровень 3 - РТЦ	Производство 3	511

Рис. 7-13 – Копирование проекта системы ТЭ

- 2) В открывшемся диалоговом окне нажать кнопку «Да» для создания копии проекта (рис. 7-14).

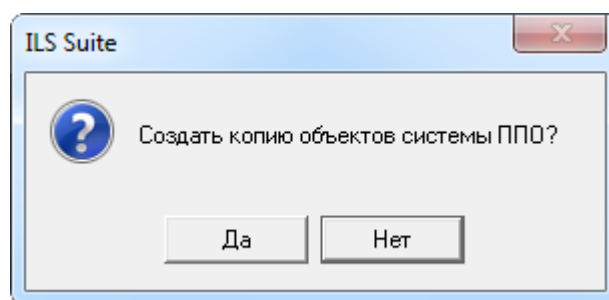


Рис. 7-14 – Диалоговое окно при копировании проекта системы ТЭ

3) В результате будет создан новый проект с обозначением, включающим обозначение исходного проекта и слово «Копия». Если проект с таким обозначением уже существует, то к слову «Копия» добавляется порядковый номер. Объекты системы ТЭ, которые входят в исходный проект, также будут связаны с новым проектом (рис. 7-15).

Примечание. В созданной копии проекта СТЭ сохраняются не только сами объекты СТЭ, которые входят в исходный проект, но и связанные с ними данные – базируемые изделия, выполняемые виды работ и расчетные затраты на владение. Следует учесть, что для того, чтобы в связанном окне «Базируемые изделия» для объекта СТЭ отобразились данные, необходимо свернуть и снова раскрыть проект СТЭ.

Система технической эксплуатации					
Технический центр	Обозначение	Наименование	Уровень обслуживания	Вышестоящий уровень	Расстояние до вышестоящего уровня, км
[-] Проект 1		Проект 1			
[-] Производство 3	Производство 3		Уровень 4 - произв...	Не задан	0
[-] ТБ-4	ТБ-4		Уровень 2 - ФРТЦ	Филиал 2	220
[-] Филиал 2	Филиал 2		Уровень 2 - ФРТЦ	ЦТО-1	689
[-] ЦТО-1	ЦТО-1	Ремонтный центр	Уровень 3 - РТЦ	Производство 3	511
[+] Проект 1_Копия		Проект 1_Копия			
[+] Производство 3	Производство 3		Уровень 4 - произв...	Не задан	0
[+] ТБ-4	ТБ-4		Уровень 2 - ФРТЦ	Филиал 2	220
[+] Филиал 2	Филиал 2		Уровень 2 - ФРТЦ	ЦТО-1	689
[+] ЦТО-1	ЦТО-1	Ремонтный центр	Уровень 3 - РТЦ	Производство 3	511

Рис. 7-15 – Копия исходного проекта системы ТЭ

Для удаления проекта системы ТЭ необходимо выполнить следующие действия:

- 1) Перейти в рабочее окно «Система технической эксплуатации».
- 2) Выбрать проект и нажать кнопку «Удалить» панели «Правка» (рис. 7-16).

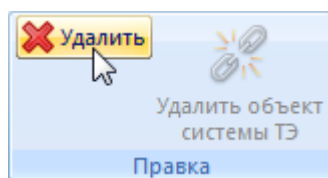


Рис. 7-16 – Кнопка «Удалить» панели «Правка»

3) В открывшемся диалоговом окне нажать «Да» для подтверждения действия (рис. 7-17).

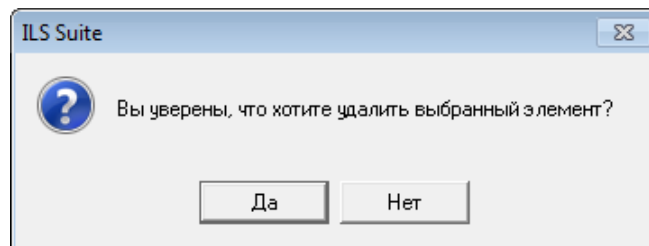


Рис. 7-17 – Диалоговое окно при удалении проекта системы ТЭ

4) Если объекты, входящие в удаляемый проект, входят в другие проекты, то из этих проектов они не удаляются. Если же объект входит только в удаляемый проект, он будет из этого проекта и из базы данных.

7.4.2. Объекты системы ТЭ

7.4.2.1. Общие сведения об объектах системы ТЭ

Объектами инфраструктуры системы ТЭ являются технические центры, в которых выполняется техническое обслуживание изделий (ФИ). Система ТЭ имеет многоуровневую структуру и число ее уровней зависит от схемы распределения работ между заказчиком и поставщиком услуг по ТОиР. В зависимости от сложности выполняемых работ, требований к оснащению и квалификации персонала выделяют следующие уровни обслуживания²⁵⁾ (рис. 7-18):

- «Уровень 4 – производство» – предприятие-изготовитель²⁶⁾ (восстановление методом ремонта неисправных компонентов или их замена);
- «Уровень 3 – РТЦ» – региональный технический центр (замена или ремонт неисправных компонентов);
- «Уровень 2 – ФРТЦ» – филиал регионального технического центра (ремонт методом замены агрегатов и блоков);
- «Уровень 1 – точка базирования» – центр ТОиР непосредственно в эксплуатирующей организации (месте базирования/хранения) (ремонт методом замены агрегатов и блоков).

²⁵⁾ Для каждого компонента в составе ФИ можно указать его уровень обслуживания, а также метод восстановления (ремонт или замена). Для некоторых компонентов может быть предусмотрено несколько вариантов восстановления – замена агрегата целиком на более низких уровнях обслуживания или замена/ремонт отдельных блоков на более высоких уровнях.

²⁶⁾ Имеется в виду завод-изготовитель/поставщик ФИ – обычно он предоставляет услуги по техническому обслуживанию и ремонту Изделий.

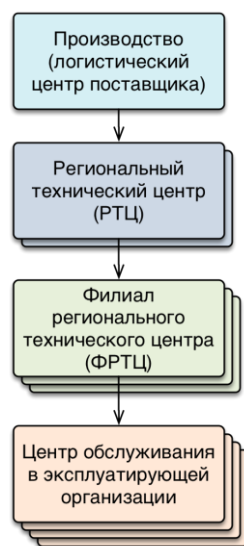


Рис. 7-18 – Уровни обслуживания объектов системы ТЭ

Наличие уровня обслуживания «Производство» не является обязательным в системе ТЭ. Доставка КИ от поставщика компонентов в этом случае будет выполняться на максимально высокий уровень из имеющихся. Объектов с уровнем Производство может быть несколько.

Атрибутами объекта системы ТЭ являются:

– Параметры идентификации:

– «Обозначение» – обязательный параметр, его значение должно быть уникальным по справочнику «Организации»²⁷⁾.

– «Наименование».

– «Уровень обслуживания» – замены и ремонты компонентов в СЦ выполняются только для компонентов с минимальным уровнем замены/ремонта не выше указанного уровня обслуживания (элемент встроенного классификатора).

– «Объект поставщика услуг» – установленный флаг в этом поле означает, что сервисный центр принадлежит Поставщику услуг. Отсутствие флага означает, что сервисный центр принадлежит Заказчику. Периодические затраты по СЦ Поставщика услуг учитываются в расчете цены пакета услуг.

– «Функции»: «Технический центр», «Место эксплуатации», «Склад».

²⁷⁾ Объектом инфраструктуры системы ТЭ в ILS Suite является объект справочника «Организации».

- Параметры поставки:
 - «Вышестоящий уровень» – вышестоящий объект для данного СЦ (в рамках СТЭ объект ее инфраструктуры может быть связан только с одним вышестоящим объектом).
 - «Периодичность пополнения запасов с вышестоящего уровня, дн.» – периодичность пополнения запасов в данном СЦ (если значение равно 0, то при расчете используется значение по умолчанию «Периодичность пополнения запасов (дней)», заданное в диалоге запуска расчета). Данный параметр используется при периодической модели пополнения, а для непрерывной берется параметр ТАТ – время нахождения в ремонте – для каждого компонента.
 - «Формировать оборотный фонд для пополнения нижестоящих уровней» – при установленном флаге оборотный фонд нижестоящих СЦ пополняется из оборотного фонда данного СЦ, что учитывается при определении его объема.
 - «Расстояние до вышестоящего уровня» – используется при расчете затрат на транспортировку КИ между данными объектам.
 - «Стоимость тонно-километра для КИ» – используется при расчете затрат на транспортировку КИ в вышестоящий объект системы ТЭ из данного объекта системы ТЭ и обратно.
 - «Стоимость транспортировки ФИ на 1 км» – используется при расчете затрат на транспортировку ФИ на вышестоящий объект, если это необходимо для выполнения ТО.
- Стоимостные параметры:
 - «Стоимость владения в год»;
 - «Стоимость возведения»;
 - «Эффективный плановый фонд времени, ч/ч в год» – выводится в отчете «Виды ТОиР» в столбце «Плановый фонд времени, ч/ч».
- Местоположение:
 - «Государство»;
 - «Населенный пункт»;
 - «Координаты».

7.4.2.2. Создание объекта системы ТЭ и действия с ним

Для создания объекта системы ТЭ необходимо выполнить следующие действия:

- 1) Открыть predetermined набор рабочих окон «Анализ системы ТЭ», выбрав соответствующий пункт в меню управляющей кнопки.
- 2) Перейти в рабочее окно «Система технической эксплуатации» и выбрать проект, щелкнув на его наименовании.
- 3) Нажать кнопку «Объект системы ТЭ» панели «Создать» (рис. 7-19).

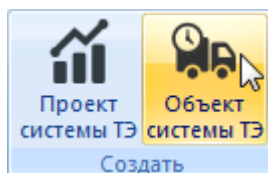


Рис. 7-19 – Панель «Создать»

- 4) Ввести «Обозначение» объекта в поле, открывшееся на редактирование (рис. 7-20).

Система технической эксплуатации						
Технический центр	Обозначение	Наименование	Уровень обслуживания	Вышестоящий уровень	Расстояние до вышестоящего уровня, км	Сп
Проект 1		Проект 1				
ЦТО-1	ЦТО-1	Ремонтный центр	Уровень 3 - РТЦ	Производст...	123	Же
Филиал 2	Филиал 2		Уровень 2 - ФРТЦ	ЦТО-1	0	< н
Производство 3	Производство 3		Уровень 4 - производство	Не задан	0	< н
			Уровень 2 - ФРТЦ	Не задан	0	< н

Рис. 7-20 – Создание объекта системы ТЭ

- 5) После этого на карте с размещением объектов ТЭ будет отображен созданный объект²⁸⁾. По умолчанию новый объект располагается в центре окна с картой. Объект, выбранный в окне «Система технической эксплуатации», на карте выделяется красным квадратом (1 на рис. 7-21).

²⁸⁾ При работе с портативной версией ILS Suite карта в окне «Размещение объектов системы технической эксплуатации» не отображается.

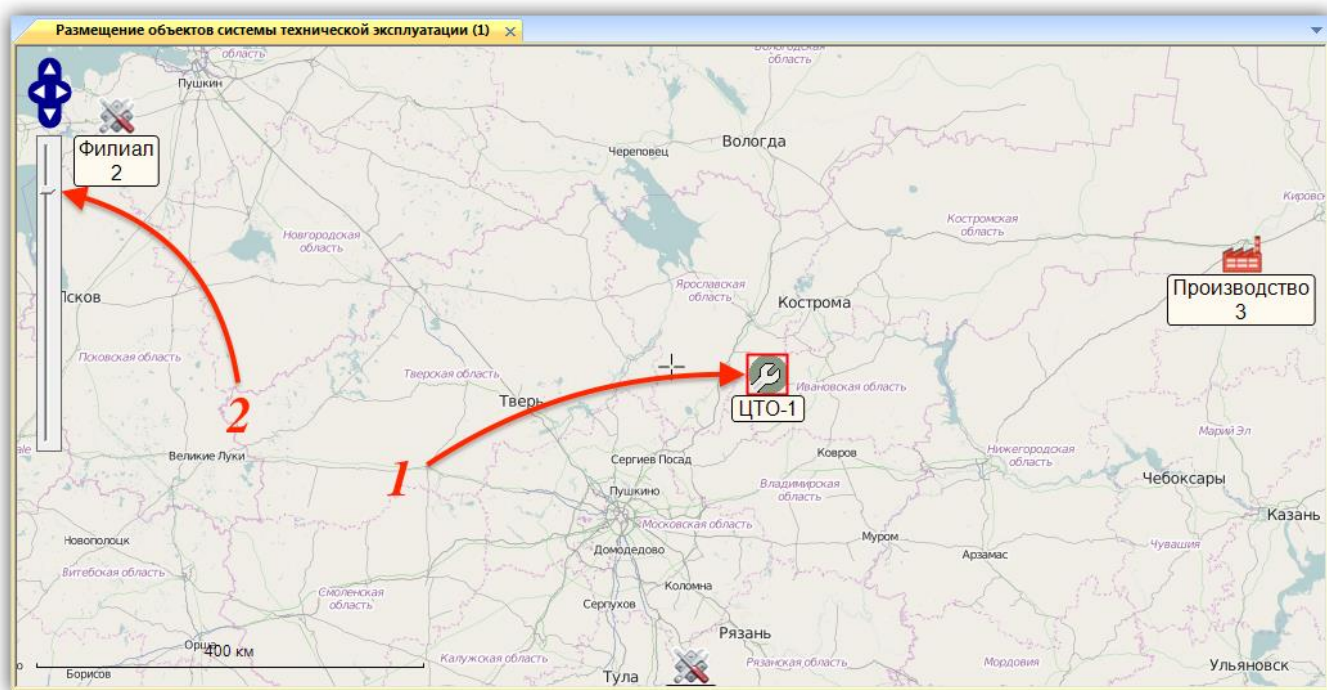


Рис. 7-21 – Рабочее окно «Размещение объектов системы технической эксплуатации»

В окне «Размещение объектов системы технической эксплуатации» можно выполнить следующие действия:

- переместить объект на карте – для этого выделить объект и, удерживая левую кнопку мыши, переместить его в новое место (при этом значения в поле «Координаты» будет автоматически изменено);
- изменить масштаб карты – для этого переместить ползунок на шкале масштаба (2 на рис. 7-21) или воспользоваться вертикальной прокруткой на мыши;
- переместить карту – для этого нажать правую кнопку мыши и, удерживая ее, переместить по экрану;

– также используется функция инструмента , для перемещения изображения, например, вправо, необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на соответствующей стрелке .

При выделении объекта на карте он выделяется в таблице и наоборот. При выделении проекта в таблице на карте отображаются все объекты, связанные с этим проектом. Мас-

штаб карты при этом автоматически устанавливается максимальным, но чтобы все объекты поместились в рабочем окне.

6) В поле «Наименование» ввести наименование созданного объекта системы ТЭ.

7) В поле «Уровень обслуживания» выбрать из выпадающего списка уровень обслуживания созданного центра (для выполнения расчета это необходимое условие).

8) В поля, доступные для ввода, ввести стоимостные параметры созданного объекта (техцентра) – стоимость владения в год, стоимость возведения, стоимость тонно-километра, эффективный плановый фонд времени и др.

9) Созданный объект также отображается в папке «Объекты ТЭ» в рабочем окне «Организации».

10) Созданный объект разместить в нужном месте на карте. Это можно сделать следующими способами:

– Ввести название города в строке поиска панели «Действия» и нажать кнопку «Искать» (рис. 7-22). После этого выбранный на карте объект переместится в нужный город и в полях «Населенный пункт» и «Координаты» отображаются соответствующие параметры. Если искомый населенный пункт не найден, выводится соответствующее сообщение.

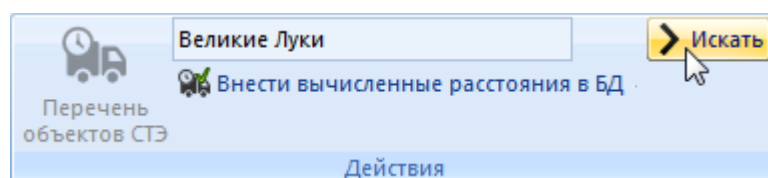


Рис. 7-22 – Размещение объекта системы ТЭ с помощью панели «Действия»

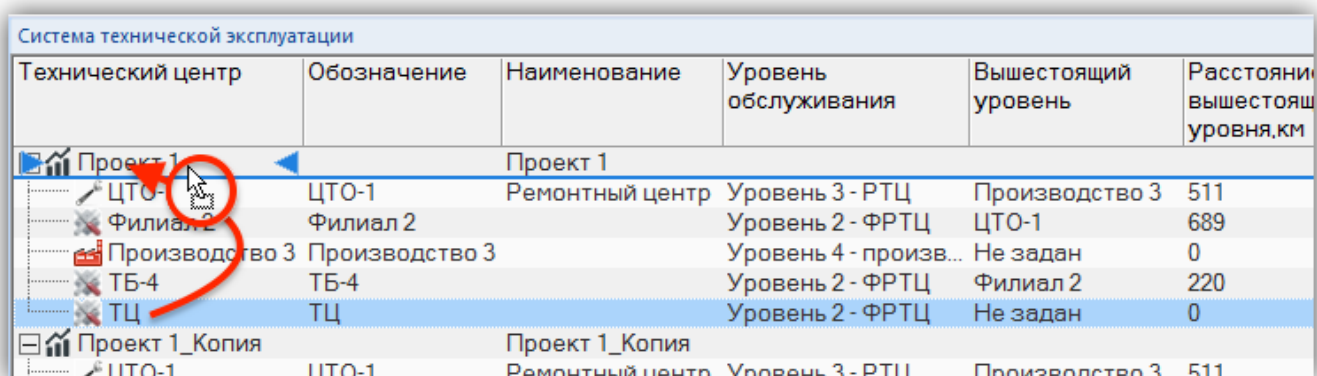
– На карте выбрать объект, щелкнуть левой клавишей мыши на значке и, не отпуская клавишу мыши, переместить значок объекта в нужное место. Значения в поле «Координаты» будут изменены в соответствии с новым местоположением объекта. Поля «Государство» и «Населенный пункт» могут остаться без изменений.

– В рабочем окне «Система технической эксплуатации» выбрать объект и ввести его широту и долготу в поле «Координаты». Положение объекта на карте изменится в соответствии с новыми координатами. Ввод данных в поля «Населенный пункт» и «Государство» не приводит к изменению положения объекта на карте.

Для редактирования объекта системы ТЭ перейти в рабочее окно «Система технической эксплуатации» и дважды щелкнуть левой клавишей мыши на нужной ячейке таблицы для редактируемого объекта. Выбранное поле открывается на редактирование – ввести нужное значение или скорректировать существующее. Для сохранения введенного значения нажать клавишу ENTER.

Для копирования объекта системы ТЭ необходимо выполнить следующие действия:

1) Выбрать объект в окне «Система технической эксплуатации» и переместить его на проект, в который входит данный объект, например, на данный проект (рис. 7-23).



Технический центр	Обозначение	Наименование	Уровень обслуживания	Вышестоящий уровень	Расстояние вышестоящего уровня, км
Проект 1		Проект 1			
ЦТО-1	ЦТО-1	Ремонтный центр	Уровень 3 - РТЦ	Производство 3	511
Филиал 2	Филиал 2		Уровень 2 - ФРТЦ	ЦТО-1	689
Производство 3	Производство 3		Уровень 4 - произв...	Не задан	0
ТБ-4	ТБ-4		Уровень 2 - ФРТЦ	Филиал 2	220
ТЦ	ТЦ		Уровень 2 - ФРТЦ	Не задан	0
Проект 1_Копия		Проект 1_Копия			
ЦТО-1	ЦТО-1	Ремонтный центр	Уровень 3 - РТЦ	Производство 3	511

Рис. 7-23 – Создание копии объекта системы ТЭ

2) В открывшемся диалоговом окне нажать кнопку «Да» для создания копии объекта системы ТЭ (рис. 7-24).

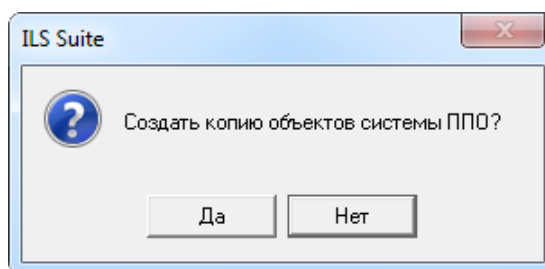


Рис. 7-24 – Диалоговое окно при создании копии объекта системы ТЭ

3) В результате будет создан новый объект с обозначением, включающим обозначение исходного объекта и слово «Копия» (рис. 7-25). Если объект с таким обозначением уже существует, то к слову «Копия» добавляется порядковый номер.

Система технической эксплуатации					
Технический центр	Обозначение	Наименование	Уровень обслуживания	Вышестоящий уровень	Расстояние вышестоящего уровня, км
[-] Проект 1		Проект 1			
[-] ЦТО-1	ЦТО-1	Ремонтный центр	Уровень 3 - РТЦ	Производство 3	511
[-] Филиал 2	Филиал 2		Уровень 2 - ФРТЦ	ЦТО-1	689
[-] Производство 3	Производство 3		Уровень 4 - произв...	Не задан	0
[-] ТБ-4	ТБ-4		Уровень 2 - ФРТЦ	Филиал 2	220
[-] ТЦ	ТЦ		Уровень 2 - ФРТЦ	Не задан	0
[-] ТЦ Копия	ТЦ Копия		Уровень 2 - ФРТЦ	Не задан	0
[-] Проект 1_Копия		Проект 1_Копия			
[-] ЦТО-1	ЦТО-1	Ремонтный центр	Уровень 3 - РТЦ	Производство 3	511

Рис. 7-25 – Копия объекта системы ТЭ

Объект системы ТЭ имеет связь со следующими объектами базы данных: обслуживаемые изделия, выполняемые виды работ, расчетные и фактические затраты на владение объектом. При копировании объекта системы ТЭ действуют следующие правила:

- значения атрибутов нового объекта копируются из исходного объекта;
- у нового объекта создаются связи с теми же обслуживаемыми изделиями, выполняемыми видами работ и расчетными затратами на владение объектом, что и у исходного объекта;
- связь с фактическими затратами на владение для нового объекта не устанавливается.

Для создания ссылки на объект системы ТЭ необходимо выполнить следующие действия:

- 1) Выбрать объект в окне «Система технической эксплуатации» и переместить его на другой проект, в который данный объект не входит (рис. 7-26).

Система технической эксплуатации					
Технический центр	Обозначение	Наименование	Уровень обслуживания	Вышестоящий уровень	Расстояние до вышестоящего уровня, км
[-] Проект 1		Проект 1			
[-] ЦТО-1	ЦТО-1	Ремонтный центр	Уровень 3 - РТЦ	Производство 3	511
[-] Филиал 2	Филиал 2		Уровень 2 - ФРТЦ	ЦТО-1	689
[-] Производство 3	Производство 3		Уровень 4 - произв...	Не задан	0
[-] ТБ-4	ТБ-4		Уровень 2 - ФРТЦ	Филиал 2	220
[-] ТЦ	ТЦ		Уровень 2 - ФРТЦ	Не задан	0
[+] Проект 1_Копия		Проект 1_Копия			
[-] ЦТО-1	ЦТО-1	Ремонтный центр	Уровень 3 - РТЦ	Производство 3	511
[-] ТБ-4	ТБ-4		Уровень 2 - ФРТЦ	Филиал 2	220
[-] Производство 3	Производство 3		Уровень 4 - произв...	Не задан	0
[-] Филиал 2	Филиал 2		Уровень 2 - ФРТЦ	ЦТО-1	689

Рис. 7-26 – Создание ссылки на объект системы ТЭ в другом проекте

2) В открывшемся диалоговом окне нажать кнопку «Да» для создания ссылки на объект системы ТЭ (рис. 7-24).

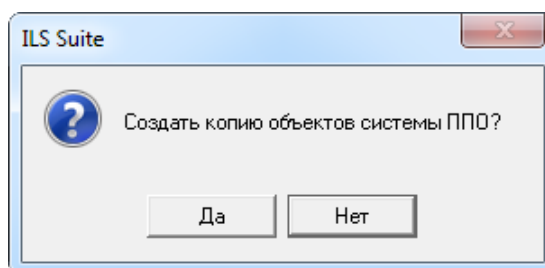


Рис. 7-27 – Диалоговое окно при создании ссылки на объект системы ТЭ

3) В результате будет создана ссылка на исходный объект (рис. 7-28).

Система технической эксплуатации					
Технический центр	Обозначение	Наименование	Уровень обслуживания	Вышестоящий уровень	Расстояние до вышестоящего уровня, км
[-] Проект 1	Проект 1				
[-] Производство 3	Производство 3		Уровень 4 - произв...	Не задан	0
[-] ТБ-4	ТБ-4		Уровень 2 - ФРТЦ	Филиал 2	220
[-] ТЦ	ТЦ		Уровень 2 - ФРТЦ	ТБ-4	0
[-] Филиал 2	Филиал 2		Уровень 2 - ФРТЦ	ЦТО-1	689
[-] ЦТО-1	ЦТО-1	Ремонтный центр	Уровень 3 - РТЦ	Производство 3	511
[-] Проект 1_Копия	Проект 1_Копия				
[-] Производство 3	Производство 3		Уровень 4 - произв...	Не задан	0
[-] ТБ-4	ТБ-4		Уровень 2 - ФРТЦ	Филиал 2	220
[-] ТЦ	ТЦ		Уровень 2 - ФРТЦ	ТБ-4	0
[-] Филиал 2	Филиал 2		Уровень 2 - ФРТЦ	ЦТО-1	689
[-] ЦТО-1	ЦТО-1	Ремонтный центр	Уровень 3 - РТЦ	Производство 3	511

Рис. 7-28 – Ссылка на объект системы ТЭ в другом проекте

При создании ссылки на объект системы ТЭ действуют следующие правила:

- у объекта системы ТЭ в новом проекте создаются связи с теми же обслуживаемыми изделиями, выполняемыми видами работ и расчетными затратами на владение объекта, что и в исходном проекте; эти связи могут быть изменены независимо в каждом из проектов (связь с обслуживаемыми изделиями, выполняемыми видами работ и расчетными затратами на владение для объекта системы ТЭ зависит от проекта);
- связь объекта системы ТЭ с фактическими затратами на владение в новом проекте не устанавливается.

Для удаления объекта системы ТЭ из проекта необходимо выполнить следующие действия:

- 1) Перейти в рабочее окно «Система технической эксплуатации».
- 2) Выбрать объект и нажать кнопку «Удалить объект системы ТЭ» панели «Правка» (рис. 7-29).

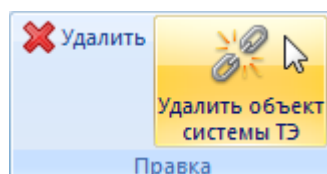


Рис. 7-29 – Диалоговое сообщение

3) Отображается диалоговое окно (рис. 7-30) для подтверждения удаления выбранного объекта.

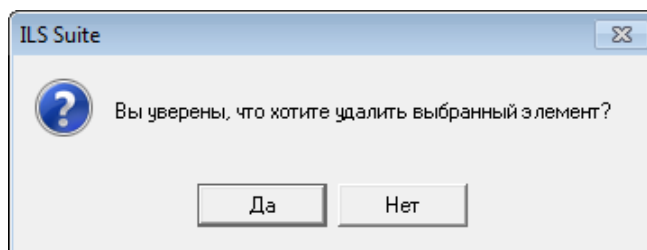


Рис. 7-30 – Диалоговое сообщение

4) Нажать «Да» для удаления или «Нет» для отмены действия.

5) Выбранный объект системы ТЭ будет удален из данного проекта (удалена связь с проектом). Если этот объект входит в состав только данного проекта, то он будет удален и из базы данных.

7.4.2.3. Ввод параметров логистических потоков для объекта ТЭ

Для ввода параметров логистических потоков²⁹⁾ необходимо выполнить следующие действия:

1) Открыть predetermined набор рабочих окон «Анализ системы ТЭ», выбрав соответствующий пункт в меню управляющей кнопки.

2) Перейти в рабочее окно «Система технической эксплуатации» и выбрать объект, для которого необходимо создать логистические потоки (рис. 7-31).

²⁹⁾ Логистический поток – направленное движение совокупности материально-вещественных, финансовых, информационных и др. видов ресурсов от поставщиков к потребителям. В рамках анализа системы ТЭ рассматривается материальный логистический поток, то есть перемещение товаров посредством какого-либо транспорта.

Система технической эксплуатации							
Технический центр	Обозначение	Наименование	Уровень обслуживания	Вышестоящий уровень	Расстояние до вышестоящего уровня,км	Способ транспортировки	Время доста...
Проект 1		Проект 1					
Производство 3	Производство 3		Уровень 4 - произв...	Не задан	0	< не задан >	0
ТБ-4	ТБ-4		Уровень 2 - ФРТЦ	Филиал 2	400	< не задан >	0
Филиал 2	Филиал 2		Уровень 2 - ФРТЦ	ЦТО-1	850	< не задан >	0
ЦТО-1	ЦТО-1	Ремонтный центр	Уровень 3 - РТЦ	Производство 3	600	Железнодорожный транспорт	45
						< не задан >	
						Автомобильный транспорт	
						Железнодорожный транспорт	
						Авиаперевозки	
						Водный транспорт	

Рис. 7-31 – Ввод параметров поставки

3) Указать параметры поставки для выбранного объекта системы ТЭ в следующих полях:

- «Вышестоящий уровень» – из раскрывающегося списка в этом поле выбрать СЦ, который является вышестоящим для данного СЦ³⁰⁾.
- «Расстояние до вышестоящего уровня, км» – используется при расчете затрат на транспортировку КИ между данными объектам.
- «Стоимость тонно-километра для КИ» – используется при расчете затрат на транспортировку КИ в вышестоящий объект системы ТЭ из данного объекта системы ТЭ и обратно.
- «Стоимость транспортировки ФИ на 1 км» – используется при расчете затрат на транспортировку ФИ на вышестоящий объект, если это необходимо для выполнения ТО;
- «Периодичность пополнения запасов с вышестоящего уровня, дн.» – периодичность пополнения запасов в данном СЦ (если значение равно 0, то при расчете используется значение по умолчанию «Периодичность пополнения запасов (дней)», заданное в диалоге запуска расчета – см. раздел 8 «Запуск расчета», стр. 133). Данный параметр используется при периодической модели пополнения, а для непрерывной берется параметр ТАТ – время нахождения в ремонте – для каждого компонента.

³⁰⁾ Уровень обслуживания вышестоящего СЦ должен быть выше, чем уровень обслуживания данного СЦ (такая проверка автоматически не выполняется).

– «Формировать оборотный фонд для пополнения нижестоящих уровней» – при установленном флаге оборотный фонд нижестоящих СЦ пополняется из оборотного фонда данного СЦ, что учитывается при определении его объема.

Примечание. Способ транспортировки в расчете не учитывается и используется только при отображении на карте.

4) После выбора наименования объекта в поле «Вышестоящий уровень» между объектами на карте устанавливаются связи и отображаются логистические потоки синими пунктирными линиями (рис. 7-32).

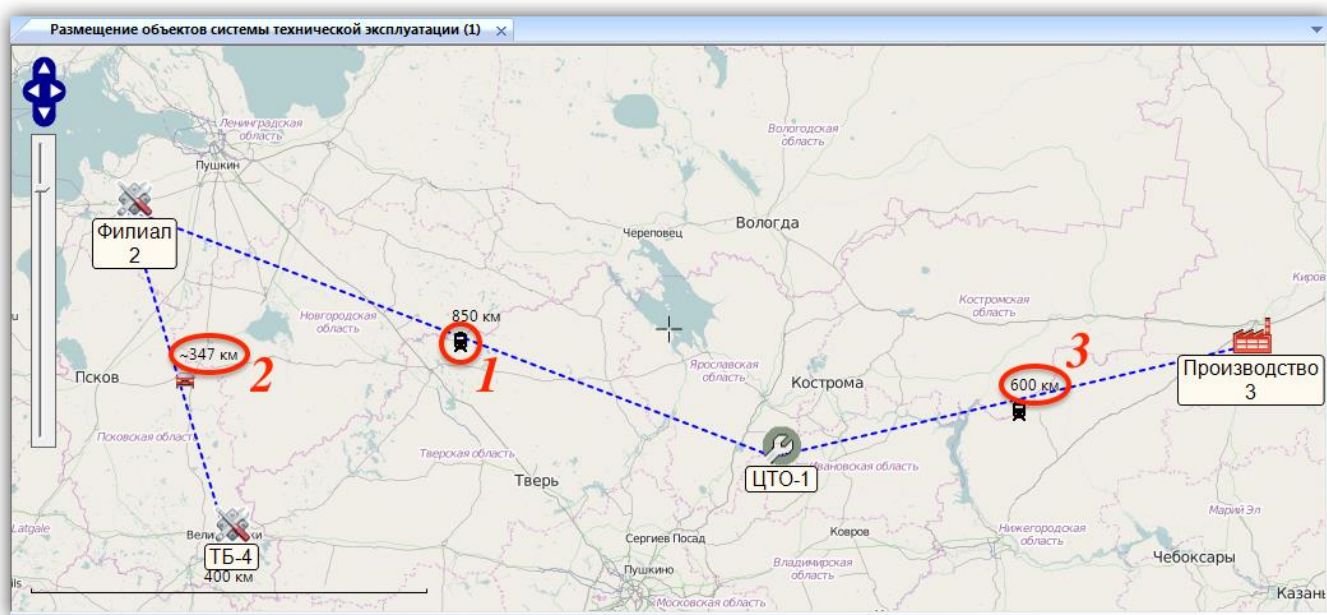


Рис. 7-32 – Отображение связи с вышестоящими объектами

5) После выбора значения в поле «Способ транспортировки» на карте отображается значок способа транспортировки для данного логистического потока (1 на рис. 7-32).

6) После ввода значения в поле «Расстояние до вышестоящего уровня, км» расстояние «по прямой» (со знаком «~») на карте заменяется введенным значением (2 и 3 на рис. 7-32).

7) Для внесения расстояний до вышестоящих объектов, вычисленных на основе координат, следует выбрать один из объектов и нажать кнопку «Внести вычисленные расстояния в БД» панели «Действия» (рис. 7-33). Все ранее введенные значения расстояний будут перезаписаны.

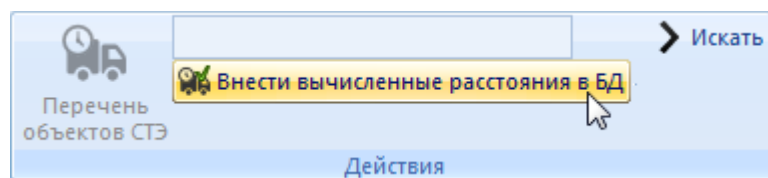


Рис. 7-33 – Панель «Действия»

Для редактирования параметров логистического потока перейти в рабочее окно «Система технической эксплуатации» и дважды щелкнуть левой клавишей мыши на нужной ячейке таблицы для редактируемого объекта. Выбранное поле открывается на редактирование – ввести нужное значение или скорректировать существующее. Для сохранения введенного значения нажать клавишу ENTER.

7.4.3. Изделия, обслуживаемые объектом системы ТЭ

Список обслуживаемых изделий³¹⁾ формируется для объекта системы ТЭ независимо в каждом из проектов, в которые он включен.

Обслуживаемые изделия характеризуются следующими полями:

- «Тип изделия» – тип финального изделия. Выбирается из общего списка ФИ в базе данных. Если изделия одного типа эксплуатируются по разным сценариям, то создают несколько записей с одним типом изделия и для каждой из них указывают нужный сценарий эксплуатации.
- «Количество изделий» – количество экземпляров изделий данного типа, эксплуатируемых по данному сценарию.
- «Сценарий эксплуатации» – сценарий эксплуатации для указанного количества изделий данного типа.
- «Виды работ» – виды работ, указанные для данного сценария эксплуатации в справочнике «Сценарии эксплуатации» (нередатируемое поле).

³¹⁾ Список изделий, эксплуатируемых объектом системы ТЭ, дублирует функции объекта БД «Парк изделий». Но он не попадает в справочник «Парк изделий» и локализован только в рамках отдельного проекта системы ТЭ.

Для формирования перечня изделий, обслуживаемых объектом системы ТЭ, необходимо выполнить следующие действия:

- 1) Открыть предопределенный набор рабочих окон «Анализ системы ТЭ», выбрав соответствующий пункт в меню управляющей кнопки.
- 2) Перейти в рабочее окно «Система технической эксплуатации» и выбрать объект, для которого необходимо создать перечень обслуживаемых изделий.
- 3) Перейти в рабочее окно «Базируемые изделия» для выбранного объекта.

Примечание. Для повторного открытия окна «Базируемые изделия» необходимо воспользоваться кнопкой «Обслуживаемые изделия» панели «Связанные объекты» или соответствующим пунктом контекстного меню для СЦ.

- 4) Нажать кнопку «Базируемые ФИ» панели «Добавить» (рис. 7-34).



Рис. 7-34 – Панель «Добавить»

- 5) В открывшемся окне выбрать необходимые изделия и нажать кнопку «Добавить» (рис. 7-35). В этом окне выводятся все типы ФИ, имеющиеся в БД.

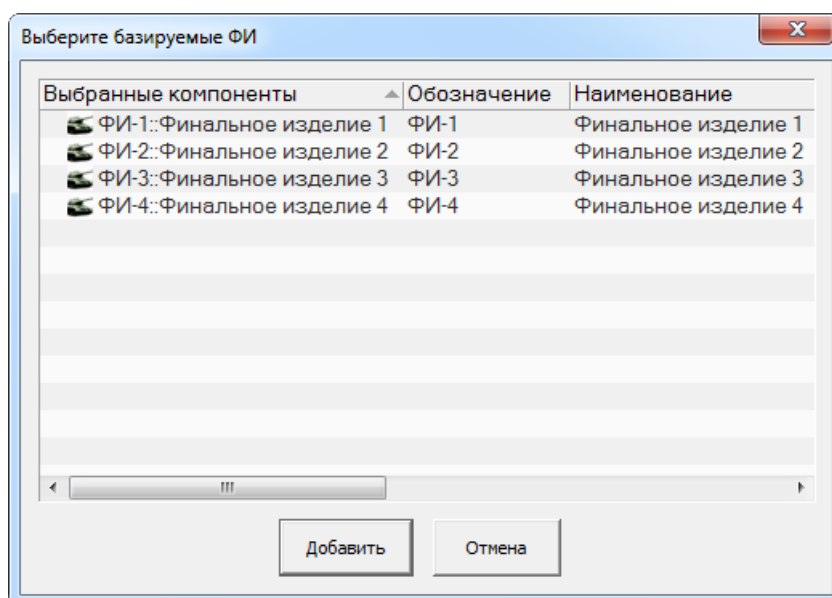
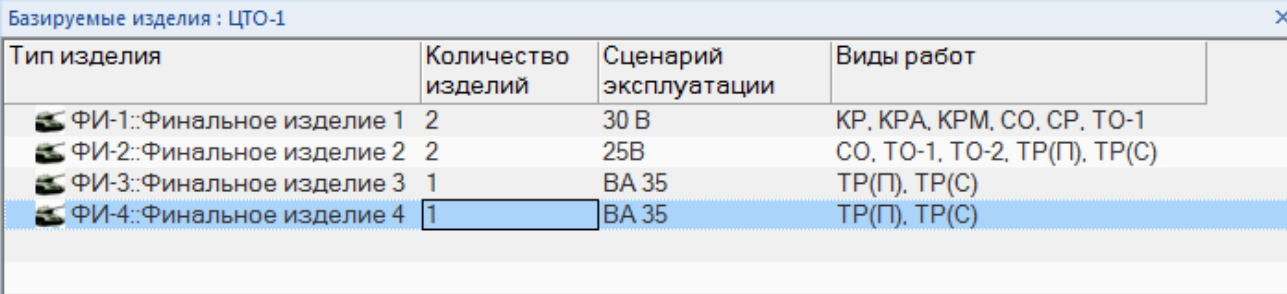


Рис. 7-35 – Окно «Выберите базируемые ФИ»

6) Выбранные изделия будут отображены в рабочем окне «Базируемые ФИ» для выбранного объекта системы ТЭ (рис. 7-36).



Тип изделия	Количество изделий	Сценарий эксплуатации	Виды работ
ФИ-1:Финальное изделие 1	2	30 В	КР, КРА, КРМ, СО, СР, ТО-1
ФИ-2:Финальное изделие 2	2	25В	СО, ТО-1, ТО-2, ТР(П), ТР(С)
ФИ-3:Финальное изделие 3	1	ВА 35	ТР(П), ТР(С)
ФИ-4:Финальное изделие 4	1	ВА 35	ТР(П), ТР(С)

Рис. 7-36 – Связанное окно «Базируемые ФИ» для объекта системы ТЭ

7) Для каждого типа ФИ в поле «Сценарий эксплуатации» выбрать сценарий эксплуатации, а в поле «Количество изделий» указать, какое количество ФИ данного типа эксплуатируется по данному сценарию. Если изделия одного типа эксплуатируются по разным сценариям, необходимо еще раз добавить этот тип ФИ в окно «Базируемые изделия» и указать для него новый сценарий.

Поле «Виды работ» заполняется автоматически видами ТО, которые связаны с выбранным сценарием эксплуатации.

Примечание. Создание сценария эксплуатации и установка связи сценария с видами ТО рассматривается в разделе – 15.3 «Связь сценария эксплуатации с видами ТО», стр. 573 в документе «ILS Руководство пользователя (наземная техника)».

Для редактирования параметров изделия, обслуживаемого объектом ТЭ, перейти в рабочее окно «Базируемые изделия» и дважды щелкнуть левой клавишей мыши на нужной ячейке таблицы для редактируемого параметра. Выбранное поле открывается на редактирование – ввести нужное значение или скорректировать существующее. Для сохранения введенного значения нажать клавишу ENTER.

Для удаления изделия из перечня необходимо выполнить следующие действия:

- 1) Открыть predetermined набор рабочих окон «Анализ системы ТЭ», выбрав соответствующий пункт в меню управляющей кнопки.
- 2) Перейти в рабочее окно «Базируемые изделия» и выбрать объект.

3) Перейти в рабочее окно «Базируемые ФИ» для выбранного объекта и выбрать наименование изделия.

4) Нажать кнопку «Удалить связь» панели «Правка» (рис. 7-37).

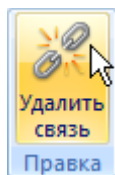


Рис. 7-37 – Панель «Правка»

5) В открывшемся диалоговом окне нажать «Да» для подтверждения действия (рис. 7-38).

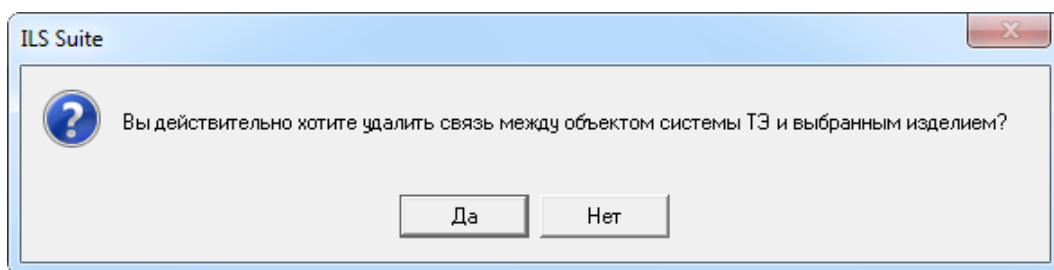


Рис. 7-38 – Диалоговое окно

7.4.4. Виды ТО, выполняемые на объекте системы ТЭ

При установлении связи между видами ТО и объектом системы ТЭ выбор видов ТО может быть сделан различными способами (рис. 7-39):

- выбор отдельного вида ТО из справочника «Виды ТО»;
- выбор всех видов ТО, связанных с определенной группой видов ТО – оперативным, плановым или неплановым ТО (под плановым ТО здесь подразумевается периодическое ТО)³²⁾;
- выбор всех видов ТО, связанных с определенным сценарием эксплуатации.

³²⁾ В справочнике «Виды ТО» для каждого вида ТО в поле «Вид ТО» может быть указана группа видов ТО – оперативное, периодическое, специальное, ТО при хранении и неплановое.

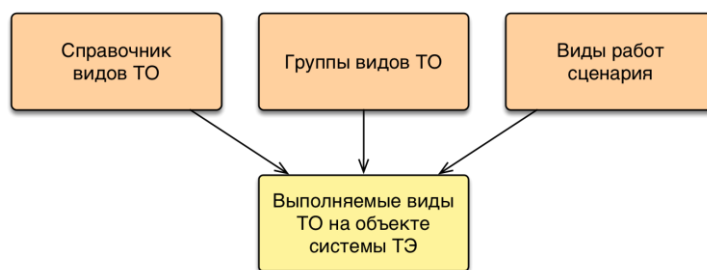


Рис. 7-39 – Формирование перечня выполняемых работ на объекте системы ТЭ

Для формирования перечня видов *ТО*, выполняемых на объекте системы ТЭ, необходимо выполнить следующие действия:

- 1) Открыть предопределенный набор рабочих окон «Анализ системы ТЭ», выбрав соответствующий пункт в меню управляющей кнопки.
- 2) Перейти в рабочее окно «Система технической эксплуатации» и выбрать объект, для которого необходимо создать перечень видов *ТО*.
- 3) Перейти в рабочее окно «Выполняемые виды работ» для выбранного объекта и щелкнуть левой клавишей мыши в пустом поле окна или щелкнуть левой клавишей мыши в пустом поле окна.

Примечание. Для повторного открытия окна «Выполняемые виды работ» необходимо воспользоваться кнопкой «Выполняемые виды работ» панели «Связанные объекты».

- 4) Для установления связи с видом *ТО* из справочника «Виды *ТО*» нажать кнопку «Вид *ТО*» панели «Создать». Выбрать вид *ТО* из выпадающего списка, открывающегося после нажатия на кнопку (рис. 7-40). В этом списке выводятся обозначения всех видов *ТО* из справочника «Виды *ТО*».

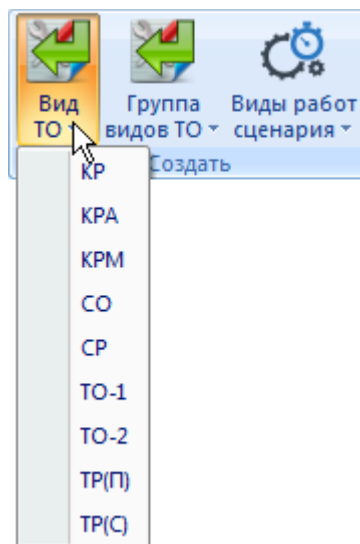


Рис. 7-40 – Выбор одиночного вида ТО

5) Для установления связи со всеми видами ТО, входящими в группу видов ТО «Оперативное ТО», «Периодическое ТО» или «Неплановое ТО», нажать кнопку «Группа видов ТО» панели «Создать». Выбрать группу видов ТО из выпадающего списка, открывающегося после нажатия на кнопку (рис. 7-41). В этом списке под плановым ТО подразумевается периодическое ТО.

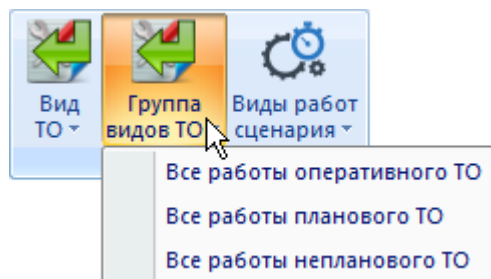


Рис. 7-41 – Выбор всех видов ТО, входящих в одну из групп видов ТО (оперативное, периодическое или неплановое)

6) Для установления связи со всеми видами ТО, связанными к каким-либо сценарием эксплуатации, нажать кнопку «Виды работ сценария» панели «Создать». Выбрать сценарий эксплуатации из выпадающего списка, открывающегося после нажатия на кнопку (рис. 7-42).

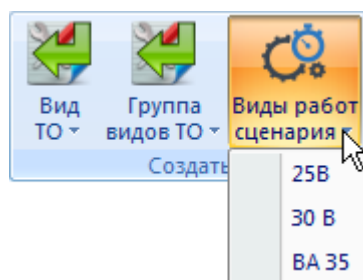


Рис. 7-42 – Выбор всех видов ТО, связанных с каким-либо сценарием эксплуатации

7) Выбранные виды ТО будут отображены в окне связанном окне «Выполняемые виды ТО» для объекта системы ТЭ (рис. 7-43).

Выполняемые виды работ : ЦТО-1					
Вид работ	Обозначен...	Норм. продолжительность выполнения, дн	Норм. трудоемкость выполнения, ч/ч	Вид ТО	
КР	КР	0	0	Не задано	
КРА	КРА	0	0	Не задано	
КРМ	КРМ	54	0	Не задано	
СО	СО	0	0	Не задано	
СР	СР	0	0	Не задано	
ТО-1	ТО-1	0	0	Не задано	
ТО-2	ТО-2	0	0	Не задано	
ТР(П)	ТР(П)	0	0	Не задано	
ТР(С)	ТР(С)	0	0	Не задано	

Рис. 7-43 – Связанное окно «Выполняемые виды ТО» для объекта системы ТЭ

Следует иметь в виду, что при редактировании параметров вида работ в окне «Выполняемые виды работ» они изменяются не только в этом окне, но и в справочнике «Виды ТО».

Для удаление вида ТО из перечня необходимо выполнить следующие действия:

- 1) Перейти в рабочее окно «Система технической эксплуатации» и выбрать объект.
- 2) Перейти в рабочее окно «Выполняемые виды работ» для выбранного объекта.
- 3) Выбрать вид ТО и нажать кнопку «Удалить связь» панели «Правка» (рис. 7-44).

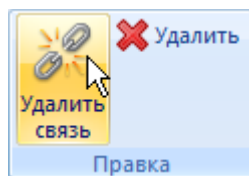


Рис. 7-44 – Панель «Правка»

4) В открывшемся диалоговом окне нажать «Да» для подтверждения действия (рис. 7-45).

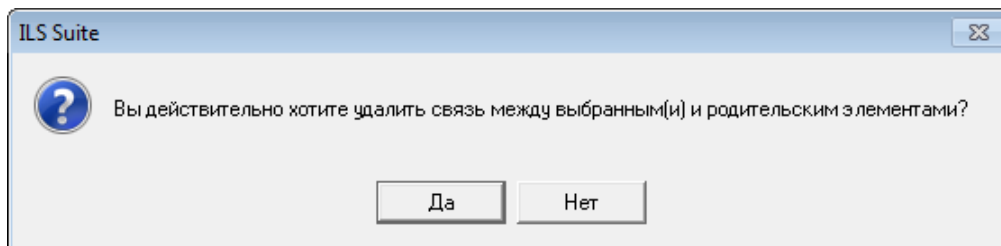


Рис. 7-45 – Диалоговое окно

Примечание. Если какие-либо виды ТО, связанные со сценарием эксплуатации Изделия, не указаны ни для одного СЦ, то считается, что они будут выполнены на том объекте СТЭ, где базируется данное Изделие.

7.4.5. Затраты на владение объектом системы ТЭ

Расчетные затраты на владение в год в ILS Suite характеризуются следующими параметрами:

- «Затраты на подготовку и освоение производства» (начальные затраты, руб.):
 - «Затраты на подготовку и освоение новых производств, цехов и агрегатов (пусковые расходы)» – затраты на здания и сооружения;
 - «Затраты на оборудование одного поста технического обслуживания» – этот параметр используется в случае, если суммарная стоимость оборудования и инструментов, связанных с видами ТО, выполняемыми в СЦ, равна нулю;
- «Затраты на материалы» (периодические затраты, руб./год):
 - «Топливо на технологические цели»;
 - «Энергия на технологические цели»;
 - «Тара (невозвратная) и упаковка»;

- «Косвенные затраты» (периодические затраты, руб./год):
 - «Затраты на специальную технологическую оснастку»;
 - «Специальные затраты»;
 - «Общепроизводственные затраты»;
 - «Общехозяйственные затраты»;
 - «Прочие производственные затраты»;
 - «Внепроизводственные затраты».

Первая группа параметров относится к начальным затратам и представляет собой суммарные затраты на создание инфраструктуры и приобретение средств ТО. Вторая и третья группа параметров – это периодические затраты на поддержку инфраструктуры и средств ТО.

Для ввода данных по расчетным затратам на владение объектом необходимо выполнить следующие действия:

1) Выбрать объект системы ТЭ в рабочем окне «Система технической эксплуатации» и нажать кнопку «Расчетные затраты на владение» панели «Связанные объекты» (рис. 7-46).

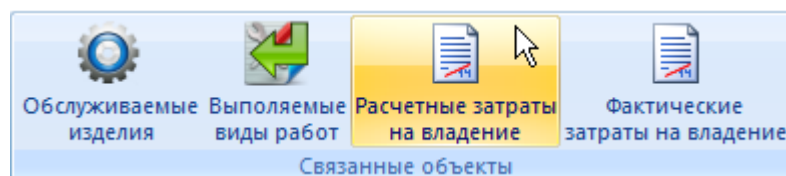


Рис. 7-46 – Панель «Связанные объекты»

2) В результате откроется связанное окно «Затраты на владение в год» для выбранного объекта (рис. 7-47).

Затраты на владение в год 'ТЦ'		
Параметр		Значение
☐ Затраты на подготовку и освоение производства		
Затраты на подготовку и освоение новых производств, цехов и агрегатов (пусковые расходы)		0
Затраты на подготовку и освоение новых видов продукции и новых технологических процессов		0
☐ Затраты на материалы		
Топливо на технологические цели		0
Энергия на технологические цели		0
Тара (невозвратная) и упаковка		0
☐ Косвенные затраты		
Затраты на специальную технологическую оснастку		0
Специальные затраты		0
Общепроизводственные затраты		0
Общехозяйственные затраты		0
Прочие производственные затраты		0
Внепроизводственные затраты		0

Рис. 7-47 – Связанное окно «Затраты на владение в год» для объекта системы ТЭ

- 3) Раскрыть списки полей и ввести значения параметров для выбранного объекта.

Для редактирования данных по расчетным затратам на владение объектом перейти в рабочее окно «Затраты на владение в год» для выбранного объекта системы ТЭ, выбрать строку затрат и дважды щелкнуть левой клавишей мыши на ячейке с данными по затратам. Выбранное поле открывается на редактирование – скорректировать существующее значение. Для сохранения введенного значения нажать клавишу ENTER.

Для удаления данных о затратах на владение объектом необходимо выполнить следующие действия:

- 1) Перейти в рабочее окно «Система технической эксплуатации» и выбрать объект, для которого необходимо удалить затраты.

- 2) Перейти в рабочее окно «Затраты на владение в год» для выбранного объекта и выбрать строку затрат.

- 3) Дважды щелкнуть левой клавишей мыши на ячейке с данными по затратам. Выбранное поле открывается на редактирование – ввести значение «0» или удалить текущее значение при помощи клавиш BACKSPACE или DEL. Для сохранения введенного значения нажать клавишу ENTER.

7.5. Порядок применения параметров при расчете

Параметры, используемые при расчете по ТЭА, могут быть заданы следующим образом:

- задание параметров для компонента;
- задание параметров для проекта СТЭ;
- задание параметров для сервисного центра;
- задание параметров в диалоге запуска расчета по ТЭА.

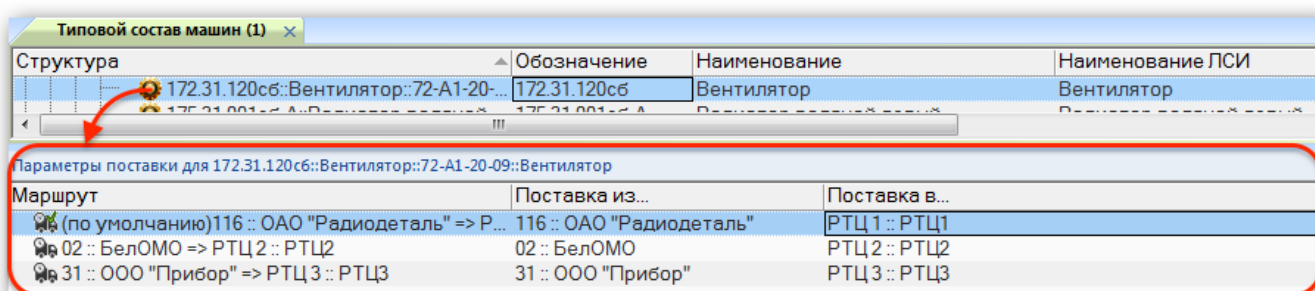
Набор этих параметров для компонента, проекта СТЭ, СЦ или в диалоге запуска расчета, различный (см. таблицу 7-1).

Т а б л и ц а 7-1 – Параметры, используемые при выполнении расчета по ТЭА

Для компонента	Для проекта СТЭ	Для сервисного центра	В диалоге запуска расчета	Примечание
Модель пополнения запасов	–	–	Модель пополнения запасов	
Периодичность поставки	–	Периодичность пополнения запасов с вышестоящего уровня, дн.	Периодичность пополнения запасов (дней)	Для периодической модели
ЕИ периодичности поставки	–	–	–	
Уровень неснижаемого запаса (шт.)	–	–	Уровень неснижаемого запаса, шт.	
Время оборота в ремонта	–	–	–	Для непрерывной модели
Цена	–			
Доля стоимости ремонта	–			
Расстояние до поставщика (км)		Расстояние до вышестоящего уровня		
Стоимость тонно-километра	Стоимость тонно-километра для КИ	Стоимость тонно-километра для КИ		
–	–	Стоимость транспортировки ФИ на 1 км		
Стоимость хранения в год	–			

Для компонента	Для проекта СТЭ	Для сервисного центра	В диалоге запуска расчета	Примечание
Минимальный уровень ремонта, Минимальный уровень замены	—			1, если не задано
Масса	—			
Назначенный ресурс	—			

Для компонента может быть задан один или несколько вариантов параметров поставки (рис. 7-48). Атрибут «Поставка в...» параметров поставки содержит обозначение и наименование организации (СЦ), обслуживающей компонент.



Структура	Обозначение	Наименование	Наименование ЛСИ
172.31.120сб::Вентилятор::72-A1-20-...	172.31.120сб	Вентилятор	Вентилятор
Параметры поставки для 172.31.120сб::Вентилятор::72-A1-20-09::Вентилятор			
Маршрут	Поставка из...	Поставка в...	
(по умолчанию) 116 :: ОАО "Радиодеталь" => Р...	116 :: ОАО "Радиодеталь"	РТЦ 1 :: РТЦ1	
02 :: БелОМО => РТЦ 2 :: РТЦ2	02 :: БелОМО	РТЦ 2 :: РТЦ2	
31 :: ООО "Прибор" => РТЦ 3 :: РТЦ3	31 :: ООО "Прибор"	РТЦ 3 :: РТЦ3	

Рис. 7-48 – Варианты параметров поставки для компонента

Если необходимо задать разные параметры поставки для компонента для разных обслуживающих его СЦ, то создают соответствующее число вариантов параметров поставки и в каждом из них атрибутом «Поставка в...» задают нужный СЦ.

Порядок применения параметров расчета, которые имеют одинаковый смысл, иллюстрируется схемой, приведенной на 7-49. Он соблюдается для каждого параметра независимо.

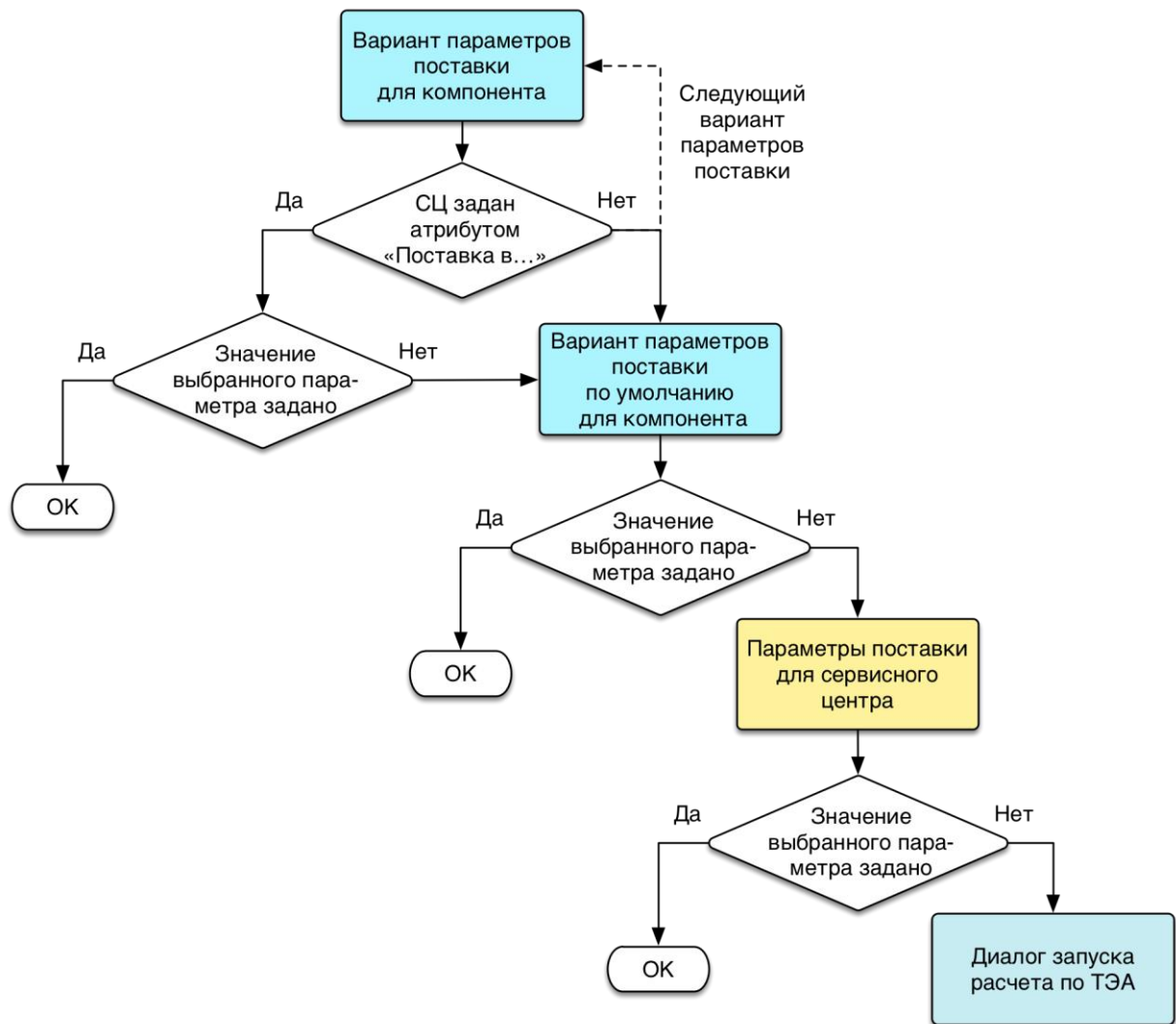


Рис. 7-49 – Порядок применения параметров поставки при выполнении расчета по ТЭА

Если для СЦ, обслуживающего компонент, созданы параметры поставки компонента (атрибут «Поставка в...» параметров поставки компонента указывает на этот СЦ), и значение нужного параметра задано, то оно используется при расчете.

Если значение нужного параметра не задано, то используется значение этого параметра из параметров поставки компонента по умолчанию.

Если значение рассматриваемого параметра не задано в параметрах поставки по умолчанию для компонента, или если для компонента вообще не заданы параметры поставки, то используется значение параметра, заданное для сервисного центра в проекте СТЭ.

Если значение параметра не задано и для СЦ, то используется значение параметра, заданное в диалоге запуска расчета.

Например, для компонента может быть не указана модель пополнения запасов. В этом случае она задается в диалоге запуска расчета. Если компонент ремонтпригодный, а в диалоге запуска расчета задана модель непрерывного пополнения, то для него необходимо знать время оборота в ремонте. Если время оборота в ремонте для данного компонента не задано, но для СЦ, где обслуживается компонент, задано значение параметра «Периодичность пополнения запасов с вышестоящего уровня, дн.», то оно используется в качестве времени оборота в ремонте компонента.

Предположим, что компонент может обслуживаться в СЦ-1, СЦ-2 и СЦ-3. Для этого компонента созданы параметры поставки в СЦ-1 и СЦ-2, причем для них могут быть указаны разные поставщики (смежники) и разные периодичности поставки. Для СЦ-3 в явном виде не указаны параметры поставки, и они будут взяты из параметров поставки по умолчанию для компонента. При этом параметрами поставки по умолчанию могут оказаться как параметры поставки для СЦ-1 или СЦ-2, так и другой вариант параметров поставки (в зависимости от того, какой вариант параметров поставки указан в качестве значения по умолчанию).

8. ЗАПУСК РАСЧЕТА ПО ТЭА

Для выполнения расчета по технико-экономическому анализу необходимо выполнить следующие действия:

- 1) В меню управляющей кнопки выбрать пункт «Анализ» (рис. 8-1).

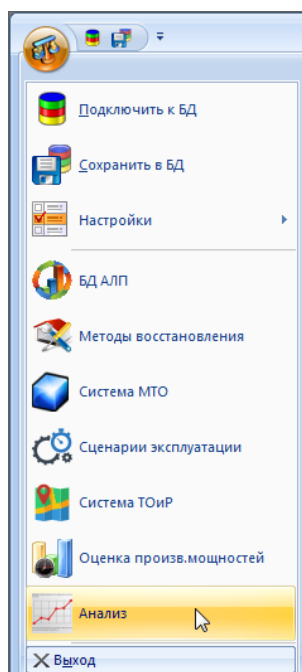


Рис. 8-1 – Меню управляющей кнопки

- 2) После этого откроется диалоговое окно запуска расчета «Технико-экономический анализ» (рис. 8-2).

A screenshot of a dialog box titled 'Технико-экономический анализ' (Techno-economic analysis). The dialog box has a blue header bar and a light gray background. On the left, there is an illustration of a worker in a green cap and vest holding a wrench. The main area is divided into several sections: 'Основные параметры' (Main parameters) with fields for 'Проект ППО' (Project PPO) set to 'Проект-1', 'Период расчета (лет)' (Calculation period in years) set to '10', and 'Показатели надежности' (Reliability indicators) set to 'Расчетные'; 'Экономический анализ' (Economic analysis) with fields for 'Стоимость нормо-часа поставщика услуг (руб)' (Service provider unit cost in rubles) set to '500', 'Стоимость нормо-часа эксплуатанта (руб)' (Operator unit cost in rubles) set to '500', 'Норма прибыли (%)' (Profit rate) set to '20', and 'Значение Кг (адм.)' (Kg value (adm.)) set to '0,95'; 'МТО' (MTO) section with 'Расчет' (Calculation) set to '1', 'варианта для' (variant for) set to 'Значение КгМто:', '0,8', and 'шаг' (step) set to '0.05'; 'Значения параметров по умолчанию' (Default parameter values) section with 'Модель пополнения запасов' (Inventory replenishment model) set to 'Периодическое пополнение' (Periodic replenishment), 'Периодичность пополнения запасов (дн)' (Inventory replenishment frequency in days) set to '30', and 'Уровень неснижаемого запаса, шт' (Minimum inventory level, units) set to '1'; and 'Срок амортизации, лет' (Depreciation period, years) section with 'Зданий и сооружений' (Buildings and structures) set to '20', 'Оборудования' (Equipment) set to '10', and 'Средств МТО' (MTO resources) set to '10'. At the bottom left, there is a checkbox for 'Дополнительные настройки' (Additional settings) and a button for 'Сохраненные отчеты' (Saved reports). At the bottom right, there are two buttons: 'Выполнить анализ' (Perform analysis) and 'Закрыть' (Close).

Рис. 8-2 – Диалоговое окно «Технико-экономический анализ»

3) Для выполнения анализа необходимо в разделе «Основные параметры» ввести следующие показатели:

- «Проект ППО» – выбрать проект послепродажного обслуживания (проект СТЭ);
- «Период расчета (лет)» – принимается равным сроку действия контракта на послепродажное обслуживание;
- «Показатели надежности» – фактические, расчетные или назначенные.

4) В разделе «Экономический анализ» ввести следующие данные:

- «Стоимость нормо-часа поставщика услуг (руб.)»;
- «Стоимость нормо-часа эксплуатанта (руб.)»;
- «Норма прибыли (%)» – рентабельность;
- «Значение Кг (адм.)» – коэффициент собственной готовности (на его основе вычисляются требуемые производственные мощности);

5) В разделе «МТО» ввести следующие данные:

– В группе полей «Расчет» указать тип показателя достаточности (коэффициент готовности системы МТО «Значение КгМто» или среднее время задержки в удовлетворении заявки на запчасти «Среднее время задержки(ч)») и значение показателя достаточности (в диапазоне 0–1). При выборе типа показателя достаточности КгМТО можно указать число вариантов расчета N , который будет выполнен для разных значений КгМТО. В этом случае задается шаг для приращения значений КгМТО. Результаты расчета выводятся в отчете «Готовность–затраты».

– «Модель пополнения запасов» – «Периодическое пополнение», «Непрерывное пополнение», «Ремонтопригодные – непрерывная, иначе – периодическая» (смешанная модель) или «Пополнение по уровню неснижаемого запаса».

– «Периодичность пополнения запасов (дн.)» – значение по умолчанию периодичности пополнения запасов, если для отдельного СЦ не указано значение «Периодичность пополнения запасов с вышестоящего уровня, дн.».

– «Уровень неснижаемого запаса, шт.» – используется в стратегии пополнения запасов по уровню неснижаемого запаса, если данный параметр не задан для компонента.

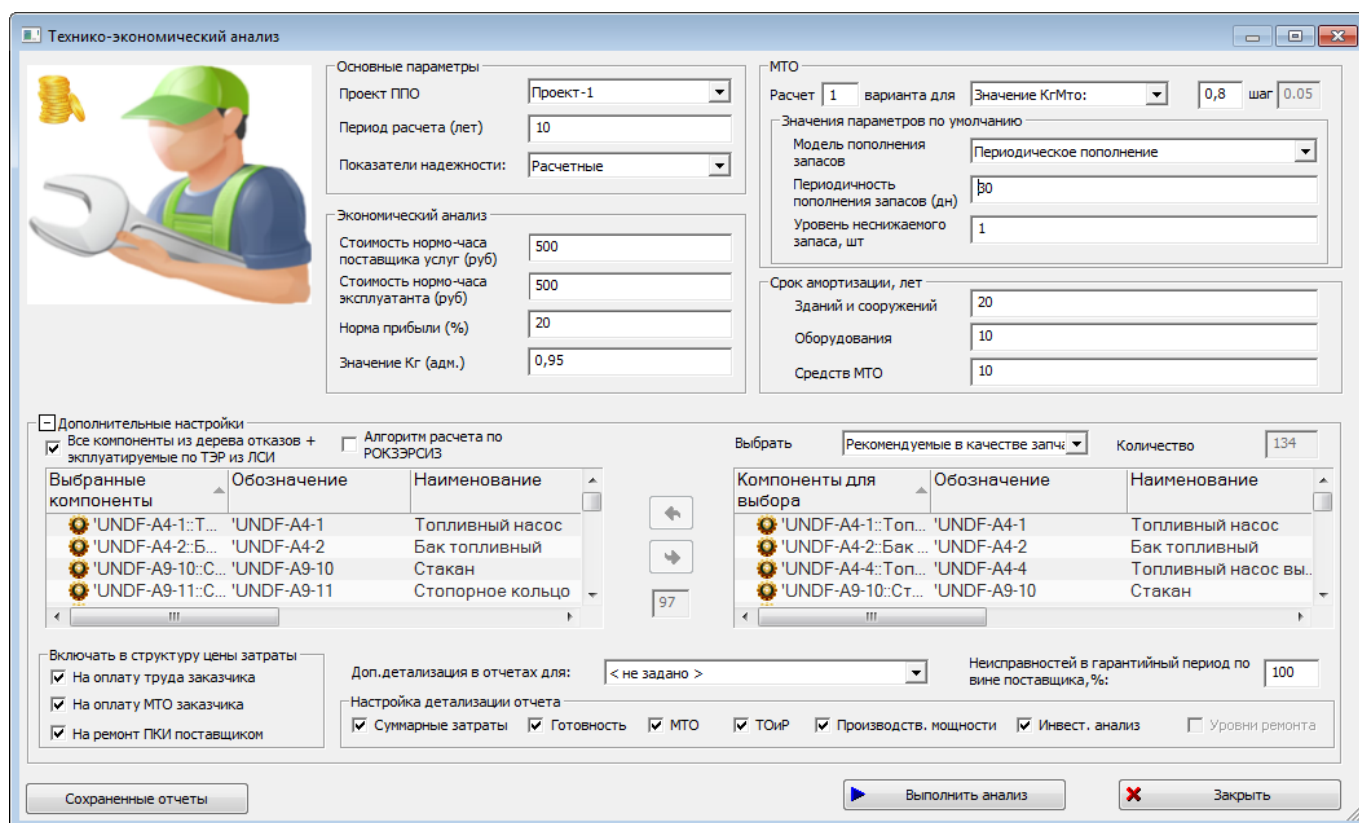
6) В разделе «Срок амортизации, лет» ввести следующие показатели:

– «Зданий и сооружений» – амортизация для начальных затрат на здания и сооружения, которые задаются параметром «Затраты на подготовку и освоение новых производств, цехов и агрегатов (пусковые расходы)» для каждого объекта системы ТЭ;

– «Оборудования» – амортизация для начальных затрат на оборудование, которые задаются параметром «Затраты на подготовку и освоение новых видов продукции и новых технологических процессов» для каждого объекта системы ТЭ;

– «Средств МТО» – амортизация для начальных затрат на МТО, которые представляют собой стоимость оборотного фонда запасных частей (см. подраздел 6.1.2 «Оборотный фонд запасных частей», стр. 54).

7) Раскрыть раздел «Дополнительные настройки», нажав кнопку  в ее заголовке. В результате диалоговое окно «Технико-экономический анализ» изменит свой вид (рис. 8-3).



Технико-экономический анализ

Основные параметры

Проект ППО: Проект-1

Период расчета (лет): 10

Показатели надежности: Расчетные

Экономический анализ

Стоимость нормо-часа поставщика услуг (руб): 500

Стоимость нормо-часа эксплуатанта (руб): 500

Норма прибыли (%): 20

Значение Кг (адм.): 0,95

МТО

Расчет: 1 варианта для Значение КгМто: 0,8 шаг 0,05

Значения параметров по умолчанию

Модель пополнения запасов: Периодическое пополнение

Периодичность пополнения запасов (дн): 30

Уровень неснижаемого запаса, шт: 1

Срок амортизации, лет

Зданий и сооружений: 20

Оборудования: 10

Средств МТО: 10

Дополнительные настройки

☒ Все компоненты из дерева отказов + эксплуатируемые по ТЭР из ЛСИ

☐ Алгоритм расчета по РОКЗЭРСИЗ

Выборить: Рекомендуемые в качестве запч. Количество: 134

Выбранные компоненты	Обозначение	Наименование
'UNDF-A4-1::Топ...	'UNDF-A4-1	Топливный насос
'UNDF-A4-2::Бак...	'UNDF-A4-2	Бак топливный
'UNDF-A9-10::С...	'UNDF-A9-10	Стакан
'UNDF-A9-11::С...	'UNDF-A9-11	Стопорное кольцо

97

Компоненты для выбора	Обозначение	Наименование
'UNDF-A4-1::Топ...	'UNDF-A4-1	Топливный насос
'UNDF-A4-2::Бак...	'UNDF-A4-2	Бак топливный
'UNDF-A4-4::Топ...	'UNDF-A4-4	Топливный насос вы...
'UNDF-A9-10::Ст...	'UNDF-A9-10	Стакан

Включать в структуру цены затраты

☒ На оплату труда заказчика

☒ На оплату МТО заказчика

☒ На ремонт ПКИ поставщиком

Доп. детализация в отчетах для: < не задано >

Настройка детализации отчета

☒ Суммарные затраты ☒ Готовность ☒ МТО ☒ ТОиР ☒ Производств. мощности ☒ Инвест. анализ ☐ Уровни ремонта

Неисправностей в гарантийный период по вине поставщика, %: 100

Сохраненные отчеты

Выполнить анализ

Закрыть

Рис. 8-3 – Диалоговое окно «Технико-экономический анализ» с раскрытым разделом «Дополнительные настройки»

8) В разделе «Дополнительные настройки»:

- установить флаг «Все компоненты из дерева отказов + эксплуатируемые по ТЭР из ЛСИ», если нужно включить их в отчет;
- установить флаг «Алгоритм расчета по РОКЗЭРСИЗ», если необходимо, чтобы расчет выполнялся по этому алгоритму (подробнее о расчете см. подраздел 6.1.2.4 «Методика расчета», стр. 63);
- в правой части раздела «Дополнительные настройки» выбрать из списка – «Все компоненты», «Рекомендуемые в качестве запчастей» или «Структура»;
- выделить компоненты в таблице справа и с помощью кнопки «Переместить в список выбранных»  перенести их в таблицу слева;

Примечание. При выполнении расчета стоимости выполнения работ учитываются все виды ТО, связанные со сценарием эксплуатации ФИ, а не только те, для которых установлена связь с компонентом. Выбор компонентов в диалоге запуска расчета влияет только на стоимость оборотного фонда и периодические затраты на приобретение запасных частей.

- в группе полей «Включать в структуру цены затраты» установить необходимые флаги:
 - «На оплату труда заказчика»;
 - «На оплату МТО заказчика»;
 - «На ремонт ПКИ поставщиком» (ранее назывался «Включать ремонт ПКИ поставщиком в структуру цены»), если договор на выполнение ремонта КИ у Поставщика КИ заключен между Поставщиком КИ и Поставщиком услуг ТОиР, а не между Поставщиком КИ и Заказчиком;
- в группе полей «Настройка детализации отчета» выбрать хотя бы один тип отчета (см. таблицу 2):
 - «Суммарные затраты»;
 - «Готовность»;
 - «Уровни ремонта»;
 - «МТО»³³⁾;
 - «ТОиР»;

³³⁾ Расчет начального запаса в LCM выполняется при условии оптимизации по его общей стоимости.

- «Производств. мощности»;
- «Инвест. анализ»;
- «Уровни ремонта»;

– В поле «Доп. детализация в отчетах для:» выбрать сервисный центр, если для него необходимо сформировать дополнительные отчеты (см. подраздел 9.18 «Детализация отчета по выбранному»);

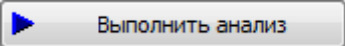
– В поле «Неисправностей в гарантийный период по вине поставщика, %» указать нужно значение.

Таблица 2 – Настройка детализации отчета

Отчет / Настройка	Суммарные затраты	Готовность	МТО	ТОиР	Производств. мощности	Инвест. анализ	Уровни ремонта
Анализ уровней ремонта							
Суммарные показатели	+	+					
Структура затрат	+						
Готовность-затраты (при числе вариантов расчета >1)	+						
Заменяемые СЧ			+				
Номенклатура МТО			+				
Начальный запас			+				
Ремонты КИ			+				
Неремонтопригодные КИ			+				
Замены по ресурсу			+				
Затраты по видам ТОиР				+			

Отчет / Настройка	Суммарные затраты	Готовность	МТО	ТОиР	Производств. мощности	Инвест. анализ	Уровни ремонта
Диаграмма затрат по видам ТОиР				+			
ЗЧ для выполнения работ				+			
Пакеты работ ТОиР				+			
ЗЧ для выполнения работ в ...				Доп. детализация			
СЧ заменяемые в ...			Доп. детализация (МТО и/или ТОиР)				
Отправленные в ремонт в ...			Доп. детализация (МТО и/или ТОиР)				
Производственные мощности					+		
Инвестиционный анализ						+	
Оферта						+	

Примечание. При снятых флагах «На оплату труда заказчика» и «На оплату МТО заказчика» затраты на оплату труда (плановое ТОиР и текущий ремонт) и затраты на МТО (запасные части и расходные материалы для планового ТОиР и текущего ремонта, а также прочие затраты на текущий ремонт) по СЦ, принадлежащим Заказчику, не учитываются при выполнении расчета по анализу СТЭ.

9) После ввода всех показателей в окне «Технико-экономический анализ» для выполнения анализа необходимо нажать кнопку .

10) Результаты анализа формируются в файле формата xls и открываются для просмотра в программе MS Excel³⁴⁾.

³⁴⁾ В БД ILS_Suite отчеты хранятся в файлах с расширением *.blob. Поэтому при удалении файла Excel с отчетом сам отчет из базы данных не удаляется.

11) Для просмотра результатов расчетов, выполненных ранее, необходимо нажать кнопку «Сохраненные отчеты» в нижней части диалогового окна запуска расчета и выбрать нужный отчет из раскрывшегося списка³⁵⁾ (рис. 8-4).

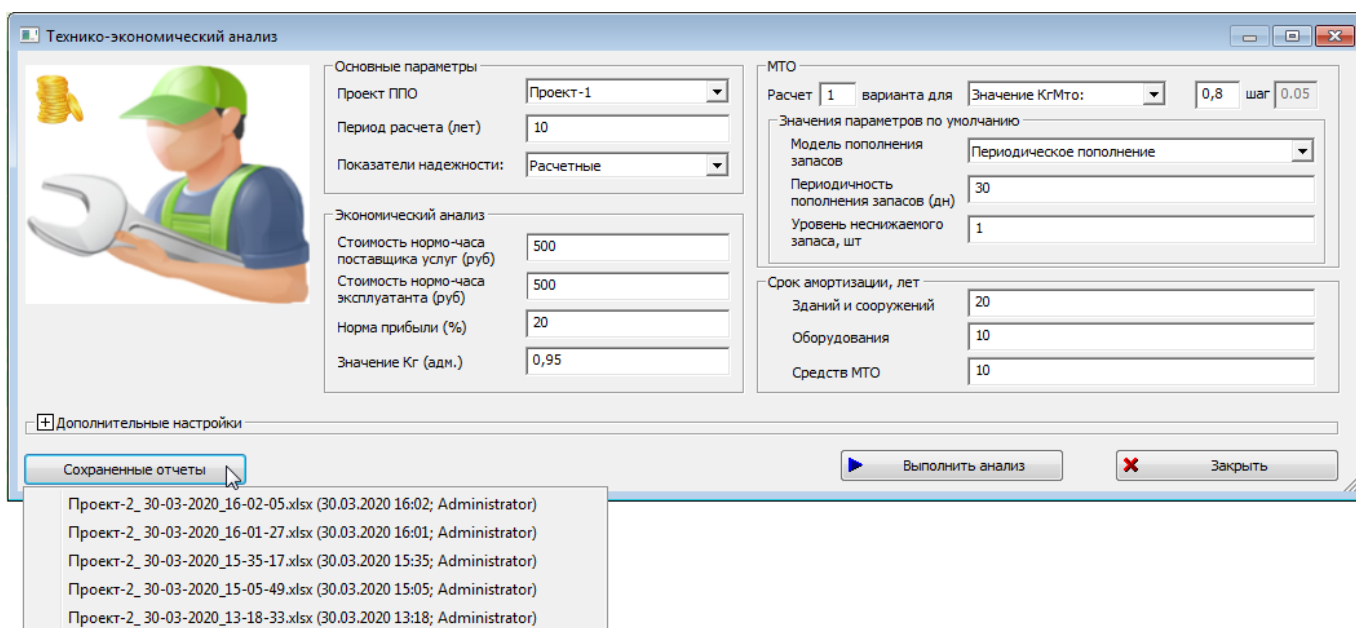


Рис. 8-4 – Просмотр результатов ранее выполненных расчетов

³⁵⁾ Количество сохраняемых отчетов задается опцией «Число хранимых отчетов расчета анализа» в утилите администратора aplOptionsEditor.

9. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ПО ТЭА

Результатом расчета является пакет отчетов, размещенных на отдельных листах файла Excel³⁶⁾:

- «Суммарные показатели» – суммарные затраты на Изделие за расчетный период (включая удельные затраты) и коэффициенты готовности;
- «Структура затрат» – суммарные затраты на Изделие, распределенные по плановому и внеплановому ТО (по статьям: оплата труда, приобретение комплектующих, расходных материалов, а также прочие затраты на текущий ремонт), на хранение, транспортировку и поддержку инфраструктуры и средств ТО;
- «Готовность–затраты» – зависимость затрат на ТЭ за счет увеличения объемов запасов (по статьям: создание инфраструктуры, закупка оборудования, оборотный фонд, плановое ТОиР, текущий ремонт, транспортировка и др.);
- «Заменяемые СЧ» – сводный перечень агрегатов и узлов, заменяемых в ходе эксплуатации (для плановых замен и внеплановых замен);
- «Номенклатура МТО» – перечень типов запчастей, составляющих оборотный фонд;
- «Начальный запас» – оборотный фонд по каждому типу запасных частей для каждого сервисного центра;
- «Ремонты КИ» – количество ремонтов компонентов (плановых и внеплановых) и их стоимость для каждого сервисного центра;
- «Неремонтопригодные КИ» – количество *внеплановых* замен компонентов и их стоимость для каждого сервисного центра;
- «Замены по ресурсу» – количество *плановых* замен и их стоимость для каждого сервисного центра;
- «Затраты по видам ТОиР» – затраты на выполнение каждого вида планового и непланового ТО в каждом сервисном центре;

³⁶⁾ Для иллюстраций использованы результаты нескольких различных расчетов.

- «Диаграмма затрат по видам ТОиР» – распределение затрат на выполнение каждого вида планового ТО и суммарных затрат на неплановые замены, неплановые ремонты и неплановые регулировки;
- «ЗЧ для выполнения работ» – сводный перечень агрегатов и узлов, заменяемых при выполнении работ (суммарно для планового ТО и текущего ремонта, т.е. непланового ТО);
- «Пакеты работ ТОиР» – данные по суммарным трудозатратам на плановое и неплановое обслуживание для каждого месяца эксплуатации (для каждого сценария);
- «Производственные мощности» – данные по требуемому фонду времени и времени ожидания ТО в зависимости от числа рабочих мест (постов) для каждого СЦ;
- «Оферта» – затраты, которые относятся сервисным центрам, принадлежащим Поставщику услуг. Исходя из этих затрат определяется цена пакета услуг;
- «Инвестиционный анализ» – данные по видам затрат и величине денежного потока для каждого года эксплуатации по СЦ Поставщика услуг;
- «ЗЧ для выполнения работ в ...» – перечень работ ТОиР, выполняемых в выбранном сервисном центре, с указанием требуемых запчастей для каждой работы;
- «СЧ заменяемые в ...»;
- «Отправленные в ремонт в ...»;
- «Анализ уровней ремонта».

Примечания:

1. Величина затрат в таблице выводится в тыс. руб., поэтому если затраты меньше 1000 руб., то в ячейке Excel ничего не выводится.
2. Прочерк в ячейке означает отсутствие данных.

9.1. Отчет «Суммарные показатели»

Отчет «Суммарные показатели» формируется при установленных флагах «Суммарные затраты» или «Готовность» при запуске расчета. В зависимости от флага содержимое и наименование отчета меняется («Суммарные затраты на ТЭ», «Суммарные показатели готовности изделий и системы ТЭ» или «Суммарные затраты на ТЭ и готовность изделий»).

В отчете «Суммарные показатели» приведены основные исходные данные для расчета, карта с расположением объектов системы ТЭ и суммарные затраты на ее содержание за расчетный период³⁷⁾. Данные представлены в виде следующих таблиц и карты:

- таблица «Исходные данные для расчета»;
- таблица «Суммарные затраты» (при установленном флаге «Суммарные показатели»);
- таблица «Готовность» (при установленном флаге «Готовность»);
- карта с расположением объектов системы ТЭ.

9.1.1. Таблица «Исходные данные для расчета»

Таблица «Исходные данные для расчета» (рис. 9-1) включает следующую информацию:

- «Проект ППО» – проект, выбранный в диалоговом окне запуска расчета;
- «Общее количество изделий» – общее количество обслуживаемых изделий, просуммированное по всем объектам системы ТЭ;
- информация по каждому сценарию:
 - Наименование сценария эксплуатации;
 - «Количество изделий» – количество Изделий, эксплуатируемых по данному сценарию;
 - «Наработка, км/год» – наработка Изделия по данному сценарию за год в километрах;
 - «Наработка, ч/год» – наработка Изделия по данному сценарию за год в часах;
 - «Стоимость нормочаса, руб.» – стоимость нормочаса, используемая при расчете затрат при выполнении видов ТО (задается в диалоговом окне запуска расчета);
 - «Рентабельность, %» – значение в поле «Норма прибыли (%)» в диалоговом окне запуска расчета;
 - «Период расчета, лет» – задается в диалоговом окне запуска расчета;

³⁷⁾ Отчет «Суммарные затраты» формируется при установленном флаге «Суммарные затраты» в диалоге запуска расчета.

– «Показатели надежности» – выбранный в диалоговом окне запуска расчета тип показателей надежности (фактические, назначенные или расчетные).

Исходные данные для расчета	
Проект ППО:	Проект ППО вар1
Общее количество изделий:	515
Сценарии эксплуатации:	
Долгосрочное хранение	
Количество изделий:	180
Наработка, км/год:	200
Наработка, ч/год:	2
Сценарий эксплуатации 1А	
Количество изделий:	5
Наработка, км/год:	3 500
Наработка, ч/год:	-
Учебно-боевой	
Количество изделий:	33
Наработка, км/год:	5 000
Наработка, ч/год:	200
Эксплуатация в боевой группе	
Количество изделий:	297
Наработка, км/год:	2 000
Наработка, ч/год:	30
Стоимость нормочаса, руб:	1 000
Рентабельность, %:	10
Период расчета, лет:	10
Показатели надежности:	Расчетные

Рис. 9-1 – Таблица «Исходные данные для расчета»

9.1.2. Таблица «Суммарные затраты»

Таблица «Суммарные затраты» (рис. 9-2) включает следующие суммарные затраты за весь период расчета:

- суммарные затраты за расчетный период, тыс. руб. (все начальные и периодические);
- удельные затраты (тыс. руб.) в расчете на одно изделие в год;
- удельные затраты (тыс. руб.) в расчете на один километр пробега;
- удельные затраты (тыс. руб.) в расчете на один час работы.

Суммарные затраты			
	Всего	Заказчика	Поставщика услуг
Суммарные затраты за 10 лет, тыс. руб:	5 849 505	4 269 358	1 580 147
Удельные затраты (тыс.руб.) в расчете на:			
одно изделие в год:	266	194	72
один километр пробега:	0,008	0,006	0,002
один час работы:			
Структура затрат в приложении			

Рис. 9-2 – Таблица «Суммарные затраты»

Примечание. Для вывода удельных затрат на единицу наработки необходимо, чтобы в сценарии эксплуатации была задана наработка в этих ЕИ.

Суммарные затраты включают начальные и периодические затраты по всем СЦ Заказчика и Поставщика услуг, а также затраты на выполнение ремонта компонентов Поставщиком КИ. Подробнее см. отчет «Структура затрат».

9.1.3. Таблица «Готовность»

Таблица «Готовность» (рис. 9-3) включает данные по технической готовности Изделия.

Готовность	
Коэффициент эксплуатационной готовности:	0,6292
Коэффициент планируемого применения:	0,9714
Коэффициент готовности:	0,9253
коэффициент внутренней готовности:	0,9260
коэффициент административной готовности:	0,9993
Коэффициент готовности системы МТО:	0,7000

Рис. 9-3 – Таблица «Готовность»

К причинам, связанным со свойствами Изделия и системой его технической эксплуатации, по которым Изделие может быть не готово к использованию по назначению, относятся:

- 1) выполнение планового ТОиР;
- 2) выполнение текущего ремонта, связанного с поиском и устранением неисправностей (внеплановое ТОиР;
- 3) отсутствие необходимых запасных частей (отказ системы МТО).

Каждую из этих причин характеризует соответствующий коэффициент:

1) «Коэффициент планируемого применения» ($K_{ПП}$) – доля периода эксплуатации, в течение которого Изделие не должно находиться на плановом ТО:

$$K_{ПП} = \frac{T_{нараб.}}{T_{нараб.} + T_{ПТО}}, \quad (1)$$

где: $T_{нараб.}$ – суммарная наработка парка изделий за период (час), $T_{ПТО}$ – суммарная продолжительность работ на периодическом ТО (час) для парка за период (без учета ожидания запчастей и других простоев).

2) Коэффициент готовности» K_G – вероятность того, что функционирующее в данный момент изделие окажется в работоспособном состоянии в данный момент времени, за исключением планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается (2):

$$\begin{aligned} K_G &= K_{G \text{ внутр.}} \times K_{G \text{ адм.}} = \\ &= \frac{T_{нараб.}}{T_{нараб.} + T_{НТО}} \times \frac{T_{нараб.}}{T_{нараб.} + T_{адм.}} = \frac{T_{нараб.}}{T_{нараб.} + T_{НТО} + T_{адм.} + \frac{T_{НТО} \cdot T_{адм.}}{T_{нараб.}}} \approx, \\ &\approx \frac{T_{нараб.}}{T_{нараб.} + T_{НТО} + T_{адм.}} = \frac{T_{нараб.}}{T_{нараб.} + T_{ВП}} \end{aligned} \quad (2)$$

где: $T_{нараб.}$ – суммарная наработка парка изделий за период (час), $T_{ВП}$ – суммарная продолжительность вынужденных простоев, равная сумме времени активной работы по неплановому ТО $T_{НТО}$ и времени ожидания в очереди на обслуживание $T_{адм.}$.

Примечание. Значение коэффициента собственной готовности K_G задается в диалоге запуска расчета.

3) Коэффициент внутренней готовности $K_{G \text{ внутр.}}$ – вероятность того, что функционирующее в данный момент изделие не окажется в состоянии простоя по причине выполнения непланового ТО (активная работа) (2):

$$K_{G \text{ внутр.}} = \frac{T_{нараб.}}{T_{нараб.} + T_{НТО}}, \quad (3)$$

где: $T_{нараб.}$ – суммарная наработка парка изделий за период (час), $T_{НТО}$ – суммарная продолжительность активной работы по неплановому ТО.

Коэффициент готовности является комплексным показателем надежности, количественно характеризующий такие свойства, составляющие надежность, как безотказность и ремонтпригодность. В общем случае он определяется как $K_G = T / (T + T_B)$, где T – средняя наработка на отказ, T_B – среднее время восстановления. Для изделий, состоящих более чем из одного компонента, вместо средней наработки на отказ удобнее использовать суммарную наработку.

4) Коэффициент административной готовности $K_{Г адм.}$ – вероятность того, что функционирующее в данный момент изделие не окажется в состоянии простоя по независимым от ТО причинам (ожидание в очереди на обслуживание). Этот показатель используется для расчета производственных мощностей в технико-экономическом анализе (2):

$$K_{Г адм.} = \frac{T_{нараб.}}{T_{нараб.} + T_{адм.}}, \quad (4)$$

где: $T_{нараб.}$ – суммарная наработка парка изделий за период (час), $T_{адм.}$ – суммарная продолжительность времени ожидания в очереди на обслуживание (при плановом и неплановом ТО).

5) «Коэффициент готовности системы МТО» ($K_{ГЗИП}$) – стационарная вероятность заставить систему «изделие-ЗИП» в состоянии, когда отсутствуют неудовлетворенные заявки от изделия на запчасти (1).

$$K_{ГЗИП} = \frac{T_{нараб.}}{T_{нараб.} + T_{ЗИП}}, \quad (5)$$

где: $T_{нараб.}$ – суммарная наработка парка изделий за период (час), $T_{ЗИП}$ – суммарная продолжительность времени простоя из-за отсутствия запасных частей (при плановом и неплановом ТО).

Примечание. Требуемое значение коэффициента готовности системы МТО $K_{ГЗИП}$ задается в диалоге запуска расчета.

6) Эксплуатационную готовность Изделия характеризует коэффициент эксплуатационной готовности $K_{ЭГ}$, который представляет собой вероятность того, что в произвольный момент времени в реальных условиях эксплуатации Изделие будет работоспособно:

$$K_{\text{ЭГ}} = \frac{T \cdot N - T_{\text{простоя}}}{T \cdot N}, \quad (6)$$

где: T – календарная продолжительность периода расчета (час), N – количество экземпляров Изделий, $T_{\text{простоя}}$ – суммарная продолжительность простоев при плановом и неплановом ТО (час) за период расчета с учетом ожидания запчастей и других причин.

Коэффициент эксплуатационной готовности приближенно может быть представлен как произведение трех показателей:

$$K_{\text{ЭГ}} \approx K_{\text{пл}} \times K_{\text{Г}} \times K_{\text{ГЗИП}}, \quad (7)$$

9.1.4. Карта «Размещение технической инфраструктуры системы ППО»

Карта, включенная в отчет (рис. 9-4), повторяет карту рабочего окна «Размещение объектов системы технической эксплуатации».

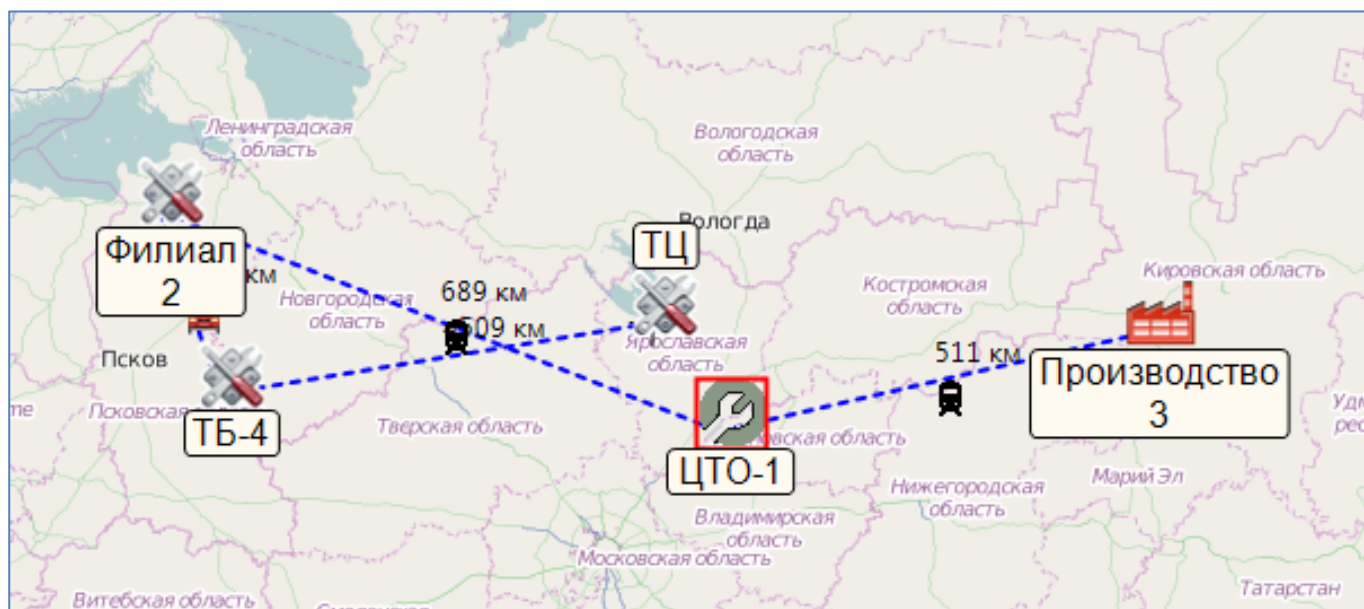


Рис. 9-4 – Карта с расположением объектов системы ТЭ

9.2. Отчет «Структура затрат»

В отчете «Структура затрат» («Структура затрат на ТЭ изделий») приведена структура затрат и их распределение по уровням обслуживания³⁸⁾. Различные виды затрат рас-

³⁸⁾ Отчет «Структура затрат» формируется при установленном флаге «Суммарные затраты» в диалоге запуска расчета.

пределены по группам в соответствии со схемой, приведенной на рис. 9-5 (см. также структуру начальных затрат – рис. 6-2 и рис. 6-5, прямых затрат – рис. 6-12–рис. 6-14 и косвенных затрат – рис. 6-29).

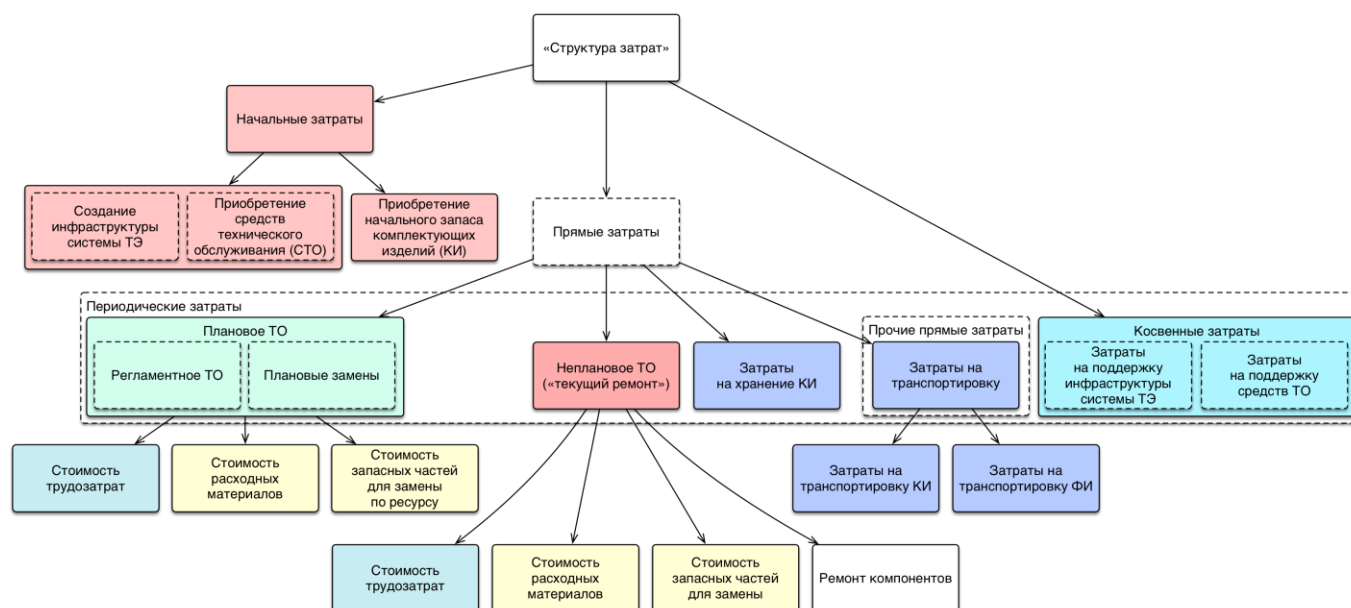


Рис. 9-5 – Статьи затрат на ТОиР (начальные, прямые и косвенные затраты)

Данные представлены в виде следующих таблиц и диаграмм:

- таблица «Начальные затраты»;
- таблица «Периодические затраты»;
- диаграмма «Распределение затрат».

9.2.1. Таблица «Начальные затраты»

Таблица «Начальные затраты» (рис. 9-6) включает следующую информацию:

- «Создание инфраструктуры СЦ» – начальные затраты на здания и сооружения.

Затраты по этой статье задаются вручную для каждого СЦ параметром «Затраты на подготовку и освоение новых производств, цехов и агрегатов (пусковые расходы)» (раздел 7.4.5 «Затраты на владение объектом системы ТЭ», стр. 126) с учетом требуемого количества рабочих мест (см. отчет «Производственные мощности).

- «Затраты на оборудование» – начальные затраты на оборудование. При расчете затрат по этой статье учитывается параметр «Затраты на оборудование одного поста технического обслуживания», задаваемый вручную для каждого СЦ (раздел 7.4.5 «Затраты на

владение объектом системы ТЭ», стр. 126), и полученное в результате расчета требуемое количество рабочих мест (см. отчет «Производственные мощности»). Если хотя бы для какого-то вида ТО, выполняемого в СЦ, указано оборудование и инструменты, причем для этого оборудования заданы ненулевая стоимость и требуемое количество, то затраты на оборудование для одного рабочего места этого СЦ будут вычисляться на основе оборудования, связанного с выполняемыми в СЦ видами ТО.

– «Приобретение комплектующих изделий (начальный запас)» – результат расчета затрат на создание оборотного фонда запасных частей (только стоимость приобретения запчастей, без учета стоимости хранения и транспортировки к месту хранения). Метод расчета оборотного фонда запасных частей рассмотрен в разделе 6.1.2 «Оборотный фонд запасных частей», стр. 54.

Начальные затраты, тыс.руб	1 уровень ТОиР	2 уровень ТОиР	3 уровень ТОиР	4 уровень ТОиР	Поставщик СЧ	ИТОГО
Создание инфраструктуры СЦ		4 500	5 000			9 500
Затраты на оборудование		4 000	4 000			8 000
Приобретение комплектующих изделий (начальный запас)	5 320	4 701				10 022

Рис. 9-6 – Таблица «Начальные затраты»

Данные в таблице «Начальные затраты» распределены по уровням обслуживания. Также приведены суммарные затраты по всем уровням.

Столбцы с уровнями обслуживания выделяются разным цветом, в зависимости от того, кому принадлежат сервисные центры, входящие в данный уровень обслуживания:

- все СЦ на данном уровне принадлежат Заказчику;
- все СЦ на данном уровне принадлежат Поставщику услуг;
- СЦ на данном уровне распределены между Заказчиком и Поставщиком услуг.

Столбец «Поставщик» выделяется тем же цветом, что и уровни обслуживания Поставщика услуг, если в диалоге запуска расчета установлен флаг «Включать ремонт ПКИ поставщиком в структуру цены».

В приведенном примере все СЦ уровня 1 принадлежат Заказчику, а СЦ на уровнях 2 и 3 – Поставщику услуг. Ремонт компонентов, выполняемый у Поставщика СЧ (столбец

«Поставщик СЧ»), оплачивается Поставщиком услуг, потому он окрашен в тот же цвет, что и уровни Поставщика услуг.

9.2.2. Таблица «Периодические затраты»

Данные в таблице «Периодические затраты» (рис. 9-7) распределены по столбцам в соответствии с уровнями обслуживания сервисных центров. В столбце «Поставщик»³⁹⁾ выводятся затраты на работы и услуги в сторонних организациях, которые не входят в состав системы ТЭ. В этом столбце заполняется только одна графа – «Прочие затраты на текущий ремонт», включающая стоимость ремонта компонентов с минимальным уровнем ремонта «Поставщик». Также приведены суммарные затраты по всем уровням обслуживания, включая столбец «Поставщик».

Периодические затраты, тыс.руб	1 уровень ТОиР	2 уровень ТОиР	3 уровень ТОиР	4 уровень ТОиР	Поставщик СЧ	ИТОГО
Затраты на плановое ТОиР, тыс.руб	3 782 464			36 300		3 818 764
Оплата труда	2 752 125					2 752 125
Приобретение комплектующих изделий (пополнение запаса)	271 839			36 300		308 139
Приобретение расходных материалов	758 500					758 500
Затраты на текущий ремонт на данном уровне, тыс.руб	1 040 763	404 933	454 706			1 900 401
Оплата труда	429 025	58 666	454 706			942 396
Приобретение неремонтопригодных комплектующих изделий (пополнение запаса)	607 298	346 267				953 565
Приобретение расходных материалов	4 440					4 440
Прочие затраты на текущий ремонт, тыс. руб (в % от цены) см.'Ремонты'						
Затраты на хранение запасов на данном уровне, тыс. руб	240	670				910
Суммарные затраты на транспортировку, тыс.руб						50 908
Затраты на транспортировку комплектующих изделий						50 908
Затраты на транспортировку Изделий (для выполнения работ ТОиР)						
Затраты на поддержку инфраструктуры СЦ и средств ТО, тыс. руб		21 000	30 000			51 000

Рис. 9-7 – Таблица «Периодические затраты»

Таблица «Периодические затраты» включает следующую информацию:

– «Затраты на плановое ТОиР, тыс. руб.» – результат расчета по видам планового ТО (включая плановые замены и плановый ремонт):

– «Оплата труда» – стоимость трудозатрат на выполнение работ планового ТО (виды оперативного и периодического ТО, выполняемых по регламенту) рассчитывается исходя из параметра «Стоимость работ (за 1 выполнение)» каждого вида планового ТО. Если этот параметр для вида ТО не задан, то учитывается трудоемкость

³⁹⁾ В данном случае под Поставщиком подразумевают поставщика КИ, а не поставщика услуг по ТОиР.

вида ТО и стоимость нормочаса, задаваемая в диалоге запуска расчета. Расходы на оплату труда рассчитываются с учетом отчислений на социальные нужды⁴⁰⁾.

– «Приобретение комплектующих изделий (пополнение запаса)» – стоимость запасных частей для выполнения плановых замен. Количество плановых замен рассчитывается исходя из назначенного ресурса компонентов (расчет по логистической структуре Изделия).

– «Приобретение расходных материалов» – стоимость расходных материалов для выполнения работ по регламенту. Рассчитывается исходя из параметра «Стоимость расходных материалов (за 1 выполнение)» каждого вида планового ТО.

– «Затраты на текущий ремонт на данном уровне, тыс. руб.» – результат расчета по видам непланового ТО, связанным с компонентами в логистической структуре Изделия:

– «Оплата труда» – стоимость трудозатрат на выполнение работ по видам непланового ТО, включая виды ТО по замене и ремонту компонентов. Рассчитывается исходя из параметра «Стоимость работ (за 1 выполнение)» каждого вида непланового ТО, а если он не задан, то учитывается трудоемкость вида ТО и стоимость нормочаса, задаваемая в диалоге запуска расчета.

– «Приобретение неремонтопригодных комплектующих изделий (пополнение запаса)» – стоимость запасных частей для выполнения неплановых замен; количество неплановых замен рассчитывается исходя из параметров надежности компонентов (расчет по логистической структуре Изделия).

– «Приобретение расходных материалов» – стоимость расходных материалов на выполнение работ по видам непланового ТО, включая виды непланового ТО по замене и ремонту компонентов. Рассчитывается исходя из параметра «Стоимость расходных материалов (за 1 выполнение)» каждого вида непланового ТО.

– «Прочие затраты на текущий ремонт, тыс. руб. (в % от цены)» – затраты на ремонт компонентов в случае когда отсутствует вид непланового ТО по ремонту компонента и затраты на него считают как долю от цены компонента (обычно такой ремонт выполняется Поставщиком КИ, а не в СЦ Заказчика или Поставщика услуг).

⁴⁰⁾ Величина отчислений на социальные нужды задается параметром «Процент отчислений на социальные нужды» в утилите администратора `aplOptionsEditor`.

Подробнее см. отчет «Ремонты» (подраздел 9.7 «Отчет «Ремонты КИ»», стр. 173) (расчет по логистической структуре Изделия).

- «Затраты на хранение запасов на данном уровне, тыс. руб.».
- «Суммарные затраты на транспортировку, тыс. руб.» – считаются только суммарные затраты на транспортировку КИ и ФИ по всем уровням обслуживания:
 - «Затраты на транспортировку комплектующих изделий».
 - «Затраты на транспортировку Изделий (для выполнения работ ТОиР)».
- «Затраты на поддержку инфраструктуры СЦ и средств ТО, тыс. руб.» – затраты по этой статье задаются вручную для каждого СЦ в группах параметров «Затраты на материалы» и «Косвенные затраты» (рис. 9-8, см. также раздел 7.4.5 «Затраты на владение объектом системы ТЭ», стр. 126).

Параметр	Значение
Затраты на подготовку и освоение производства	
Затраты на подготовку и освоение новых производств, цехов и агрегатов (пусковые расходы)	1 000 000 000
Затраты на оборудование одного поста технического обслуживания	1 000 000
Затраты на материалы	
Топливо на технологические цели	10 000
Энергия на технологические цели	7 000
Тара (невозвратная) и упаковка	4 000
Косвенные затраты	
Затраты на специальную технологическую оснастку	1 000
Специальные затраты	3 000
Общепроизводственные затраты	5 000
Общехозяйственные затраты	7 000
Прочие производственные затраты	11 000
Внепроизводственные затраты	13 000

Рис. 9-8 – Составляющие затрат на поддержку инфраструктуры СЦ и средств ТО (связанное окно «Расчетные затраты на владение» для объекта СТЭ)

9.2.3. Диаграмма «Распределение затрат»

Основные данные таблиц «Начальные затраты» и «Периодические затраты» (суммарные по всем уровням обслуживания) представлены также в виде диаграммы «Распределение затрат» (рис. 9-7). Диаграмма включают следующие параметры:

- «Создание инфраструктуры СЦ»
- «Затраты на оборудование»;
- «Приобретение комплектующих изделий (начальный запас)»;
- «Затраты на плановое ТОиР»;
- «Затраты на текущий ремонт на данном уровне»;

- «Затраты на хранение запасов на данном уровне»;
- «Суммарные затраты на транспортировку»;
- «Затраты на поддержку инфраструктуры СЦ и средств ТО».



Рис. 9-9 – Диаграмма «Распределение затрат»

9.3. Отчет «Готовность – затраты»

В отчете «Готовность – затраты» («Зависимость «готовность–затраты»») приведены данные по зависимости затрат от готовности системы ТЭ (без учета разделения затрат между Заказчиком и Поставщиком услуг). Он формируется, когда в диалоге запуска расчета по анализу СТЭ указано количество вариантов расчетов больше $N > 1$ для коэффициента достаточности «Значение КгМТО».

Данные представлены в виде следующих таблиц и диаграмм:

- таблица «Изменение суммарных затрат на ТЭ при росте Кэг за счет увеличения объемов запасов»;
- таблица «Изменение затрат на ТЭ (по статьям затрат) при росте Кэг за счет увеличения объемов запасов»;
- таблица «Изменение затрат на МТО при росте Кэг за счет увеличения объемов запасов»;

- таблица «Изменение затрат на инфраструктуру и ТОиР при росте Кэг за счет увеличения объемов запасов»;
- диаграмма «Суммарные затраты/Кэг при Кг=...»;
- диаграмма «Суммарные затраты/Кэг (по статьям затрат) при Кг=...»;
- диаграмма «Затраты на МТО/Кэг при Кг=...»;
- диаграмма «Затраты на инфраструктуру и оплату труда/Кэг при Кг=...».

9.3.1. Таблица «Изменение суммарных затрат на ТЭ при росте Кэг за счет увеличения объемов запасов»

Таблица «Изменение суммарных затрат на ТЭ при росте Кэг за счет увеличения объемов запасов» (рис. 9-10) включает следующие данные по каждому варианту расчета:

- «№ варианта расчета».
- «Кпп» – коэффициент планируемого применения (рассчитанный, см. пункт 9.1.3 «Таблица «Готовность»»).
- «Кг» – коэффициент готовности (рассчитанный, см. пункт 9.1.3 «Таблица «Готовность»»).
- «Кгмто» – коэффициент готовности системы МТО.
- «Значение Кэг» – значение коэффициента эксплуатационной готовности (см. стр. 147).
- «Суммарные затраты, тыс. руб.» – суммарные начальные и периодические за весь расчетный период.
- «Затраты на 1 изделие в год, руб.» – суммарные затраты на 1 Изделие в год.
- «Затраты на 1 км пробега, руб.» – суммарные затраты на 1 км пробега.

№ варианта расчета	Кпп	Кг	Кгмто	Значение Кэг	Суммарные затраты, тыс.руб.	Затраты на 1 изделие в год, руб.	Затраты на 1 км пробега, руб.
1	0,31	0,92	0,75	0,22	812 471	369 305	11
2	0,31	0,92	0,80	0,23	812 597	369 362	11

Рис. 9-10 – Таблица «Изменение суммарных затрат на ТЭ при росте Кэг за счет увеличения объемов запасов»

9.3.2. Таблица «Изменение затрат на ТЭ (по статьям затрат) при росте Кэг за счет увеличения объемов запасов»

Таблица «Изменение затрат на ТЭ (по статьям затрат) при росте Кэг за счет увеличения объемов запасов» (рис. 9-11) включает следующие данные по каждому варианту расчета:

- «№ варианта расчета».
- «Кпп» – коэффициент планируемого применения (рассчитанный, см. пункт 9.1.3 «Таблица «Готовность»»).
- «Кг» – коэффициент готовности (рассчитанный, см. пункт 9.1.3 «Таблица «Готовность»»).
- «Кгмто» – коэффициент готовности системы МТО.
- «Значение Кэг» – значение коэффициента эксплуатационной готовности (см. стр. 147).
- «Затраты на создание инфраструктуры, тыс. руб.» – начальные затраты на здания и сооружения. Затраты по этой статье задаются вручную для каждого СЦ параметром «Затраты на подготовку и освоение новых производств, цехов и агрегатов (пусковые расходы)» (раздел 7.4.5 «Затраты на владение объектом системы ТЭ», стр. 126) и соответствуют графе «Создание инфраструктуре СЦ» отчета «Структура затрат».
- «Затраты на закупку оборудования, тыс. руб.» – начальные затраты на оборудование. При расчете затрат по этой статье учитывается параметр «Затраты на оборудование одного поста технического обслуживания», задаваемый вручную для каждого СЦ (раздел 7.4.5 «Затраты на владение объектом системы ТЭ», стр. 126), и полученное в результате расчета требуемое количество рабочих мест (см. отчет «Производственные мощности»). Эти затраты соответствуют графе «Затраты на оборудование» отчета «Структура затрат».
- «Затраты на оборотный фонд (начальный запас), тыс. руб.» – затраты на создание оборотного фонда, полученные в результате выполнения расчета.
- «Затраты на плановое ТОиР, тыс. руб.» – суммарные периодические затраты на плановое ТОиР, включающие затраты на 1) оплату труда, 2) приобретение комплектующих изделий (запасные части) и 3) приобретение расходных материалов.

– «Затраты на текущий ремонт (МТО), тыс. руб.» (внеплановое ТО) — суммарные периодические затраты на текущий ремонт, включающие затраты на 1) приобретение неремонтопригодных комплектующих изделий, 2) приобретение расходных материалов, а также 3) прочие затраты на текущий ремонт.

– «Затраты на текущий ремонт (оплата труда), тыс. руб.» — суммарные периодические затраты на оплату труда на текущий ремонт. Эти затраты не зависят от Кэг.

– «Транспортировка и прочие затраты, тыс. руб.» — суммарные периодические затраты на 1) хранение запасов, 2) транспортировку, включая на транспортировку комплектующих изделий и транспортировку ФИ для выполнения работ по ТОиР, 3) затраты на поддержку инфраструктуры СЦ и средств ТО.

– «Суммарные затраты, тыс. руб.» – суммарные начальные и периодические за весь расчетный период.

– «Затраты на 1 изделие в год, руб.» – суммарные затраты на 1 Изделие в год.

№ варианта расчета	Кпп	Кг	Кгмто	Значение Кэг	Затраты на создание инфраструктуры, тыс.руб.	Затраты на закупку оборудования, тыс.руб.	Затраты на оборотный фонд (начальный запас), тыс.руб.	Затраты на плановое ТОиР, тыс.руб.	Затраты на текущий ремонт (МТО), тыс.руб.	Затраты на текущий ремонт (оплата труда), тыс.руб.	Транспортировка и прочие затраты, тыс.руб.
1	0,31	0,90	0,50	0,14	9 500	8 000	7 241	5 575 285	852 987	942 396	128 828
2	0,31	0,90	0,55	0,16	9 500	8 000	7 488	5 575 285	852 987	942 396	128 828
3	0,31	0,90	0,60	0,17	9 500	8 000	7 869	5 575 285	852 987	942 396	128 858
4	0,31	0,90	0,65	0,18	9 500	8 000	8 169	5 575 285	852 987	942 396	128 888
5	0,31	0,90	0,70	0,20	9 500	8 000	8 579	5 575 285	852 987	942 396	128 908
6	0,31	0,90	0,75	0,21	9 500	8 000	8 895	5 575 285	852 987	942 396	128 918
7	0,31	0,90	0,80	0,23	9 500	8 000	9 344	5 575 285	852 987	942 396	128 948
8	0,31	0,90	0,85	0,24	9 500	8 000	9 789	5 575 285	852 987	942 396	128 998
9	0,31	0,90	0,90	0,25	9 500	8 000	10 415	5 575 285	852 987	942 396	129 028
10	0,31	0,90	0,95	0,27	9 500	8 000	11 363	5 575 285	852 987	942 396	129 108

Рис. 9-11 – Таблица «Изменение затрат на ТЭ (по статьям затрат) при росте Кэг за счет увеличения объемов запасов»

Соответствие между таблицей отчета «Структура затрат» и таблицей «Изменение затрат на ТЭ (по статьям затрат) при росте Кэг за счет увеличения объемов запасов» отчета «Готовность – затраты» иллюстрирует рис. 9-12.

Начальные затраты, тыс.руб	1 уровень ТОиР	2 уровень ТОиР	3 уровень ТОиР	4 уровень ТОиР	Поставщик	ИТОГО
Создание инфраструктуры ЦЦ	-	500 000	4 000 000	-	-	4 500 000
Затраты на оборудование	-	11 000	8 000	1 000	-	20 000
Приобретение запасных частей (начальный запас)	-	762 911	20 484	-	-	783 395

Периодические затраты, тыс.руб	1 уровень ТОиР	2 уровень ТОиР	3 уровень ТОиР	4 уровень ТОиР	Поставщик	ИТОГО
Затраты на плановое ТОиР, тыс.руб	-	582 234	1 034 330	-	-	1 616 564
Оплата труда	-	573 073	1 033 691	-	-	1 606 764
Приобретение комплектующих изделий (запасные части)	-	-	-	-	-	-
Приобретение расходных материалов	-	9 161	639	-	-	9 799
Затраты на текущий ремонт на данном уровне, тыс.руб	-	10 068 105	251 798	-	-	10 319 903
Оплата труда	-	96 579	50 832	-	-	147 411
Приобретение неремонтопригодных комплектующих изделий	-	9 970 069	2	-	-	9 970 071
Приобретение расходных материалов	-	1 457	767	-	-	2 223
Прочие затраты на текущий ремонт, тыс. руб (в % от цены) см.'Ремонты'	-	-	200 198	-	-	200 198
Затраты на хранение запасов на данном уровне, тыс. руб	-	-	-	-	-	-
Суммарные затраты на транспортировку, тыс.руб	-	-	-	-	-	35 228
Затраты на транспортировку комплектующих изделий	-	-	-	-	-	35 228
Затраты на транспортировку Изделий для выполнения работ ТОиР	-	-	-	-	-	-
Затраты на поддержку инфраструктуры ЦЦ и средств ТО, тыс. руб	-	-	-	-	-	-

№ варианта расчета	Значение Кэг	Затраты на создание инфраструктуры, тыс.руб.	Затраты на закупку оборудования, тыс.руб.	Затраты на оборотный фонд (начальный запас), тыс.руб.	Затраты на плановое ТОиР, тыс.руб.	Затраты на текущий ремонт (МТО), тыс.руб.	Затраты на текущий ремонт (оплата труда), тыс.руб.	Прочие затраты, тыс.руб.	Суммарные затраты, тыс.руб.	Затраты на 1 изделие в год, руб.	Затраты на 1 км пробега, руб.
1	0,00	4 500 000	20 000	7 442	1 616 564	10 172 492	147 411	35 228	16 499 137	3 203 716	20 307
2	0,00	4 500 000	20 000	8 079	1 616 564	10 172 492	147 411	35 228	16 499 774	3 203 840	20 307
3	0,09	4 500 000	20 000	315 380	1 616 564	10 172 492	147 411	35 228	16 807 075	3 263 510	20 686
4	0,18	4 500 000	20 000	388 366	1 616 564	10 172 492	147 411	35 228	16 880 060	3 277 682	20 775
5	0,26	4 500 000	20 000	458 153	1 616 564	10 172 492	147 411	35 228	16 949 848	3 291 233	20 861
6	0,35	4 500 000	20 000	520 275	1 616 564	10 172 492	147 411	35 228	17 011 970	3 303 295	20 938
7	0,44	4 500 000	20 000	585 627	1 616 564	10 172 492	147 411	35 228	17 077 322	3 315 985	21 018
8	0,53	4 500 000	20 000	652 353	1 616 564	10 172 492	147 411	35 228	17 144 048	3 328 941	21 100
9	0,61	4 500 000	20 000	714 839	1 616 564	10 172 492	147 411	35 228	17 206 534	3 341 075	21 177
10	0,70	4 500 000	20 000	783 395	1 616 564	10 172 492	147 411	35 228	17 275 090	3 354 386	21 262

Рис. 9-12 – Соответствие между таблицей отчета «Структура затрат» и таблицей отчета «Готовность – затраты»

9.3.3. Таблица «Изменение затрат на МТО при росте Кэг за счет увеличения объемов запасов»

В таблице «Изменение затрат на МТО при росте Кэг за счет увеличения объемов запасов» (рис. 9-13) просуммированы следующие виды затрат: затраты на запасные части (начальные и периодические), затраты на расходные материалы, прочие затраты на текущий ремонт и затраты на хранение и транспортировку.

№ варианта расчета	Кпп	Кг	Кгмто	Значение Кэг	Суммарные затраты на МТО, тыс.руб.	Затраты на 1 изделие в год, руб.	Затраты на 1 км пробега, руб.
1	0,31	0,92	0,35	0,10	337 215	153 280	5
2	0,31	0,92	0,40	0,12	337 296	153 317	5
3	0,31	0,92	0,45	0,13	337 415	153 370	5
4	0,31	0,92	0,50	0,15	337 487	153 403	5
5	0,31	0,92	0,55	0,16	337 542	153 428	5
6	0,31	0,92	0,60	0,17	337 624	153 466	5
7	0,31	0,92	0,65	0,19	337 698	153 499	5
8	0,31	0,92	0,70	0,20	337 831	153 559	5
9	0,31	0,92	0,75	0,22	337 972	153 624	5
10	0,31	0,92	0,80	0,23	338 097	153 681	5

Рис. 9-13 –Таблица «Изменение затрат на МТО при росте Кэг за счет увеличения объемов запасов»

Таблица включает следующие данные по каждому варианту расчета:

- «№ варианта расчета».
- «Кпп» – коэффициент планируемого применения (рассчитанный, см. пункт 9.1.3 «Таблица «Готовность»»).
- «Кг» – коэффициент готовности (рассчитанный, см. пункт 9.1.3 «Таблица «Готовность»»).
- «Кгмто» – коэффициент готовности системы МТО.
- «Значение Кэг» – значение коэффициента эксплуатационной готовности (см. стр. 147).
- «Суммарные затраты на МТО, тыс. руб.» – суммарные затраты на 1) начальное МТО (оборотный фонд запасных частей), 2) запасные части и расходные материалы для планового ТОиР, 3) запасные части и расходные материалы для текущего ремонта, 4) прочие затраты на текущий ремонт и 5) суммарные затраты на хранение и транспортировку КИ и ФИ.

– «Затраты на 1 изделие в год, руб.» – суммарные затраты на МТО на 1 Изделие в год.

– «Затраты на 1 км пробега, руб.» суммарные затраты на МТО на 1 км пробега.

Соответствие между таблицей отчета «Структура затрат» и таблицей отчета «Готовность – затраты» иллюстрирует рис. 9-12.

Начальные затраты, тыс.руб	1 уровень ТОиР	2 уровень ТОиР	3 уровень ТОиР	4 уровень ТОиР	Поставщик	ИТОГО
Создание инфраструктуры СЦ	-	500 000	4 000 000	-	-	4 500 000
Затраты на оборудование	-	11 000	8 000	1 000	-	20 000
Приобретение запасных частей (начальный запас)	-	762 911	20 484	-	-	783 395

Периодические затраты, тыс.руб	1 уровень ТОиР	2 уровень ТОиР	3 уровень ТОиР	4 уровень ТОиР	Поставщик	ИТОГО
Затраты на плановое ТОиР, тыс.руб	-	582 234	1 034 330	-	-	1 616 564
Оплата труда	-	573 073	1 033 691	-	-	1 606 764
Приобретение комплектующих изделий (запасные части)	-	-	-	-	-	-
Приобретение расходных материалов	-	9 161	639	-	-	9 799
Затраты на текущий ремонт на данном уровне, тыс.руб	-	10 068 105	251 798	-	-	10 319 903
Оплата труда	-	96 579	50 832	-	-	147 411
Приобретение неремонтопригодных комплектующих изделий	-	9 970 069	2	-	-	9 970 071
Приобретение расходных материалов	-	1 457	767	-	-	2 223
Прочие затраты на текущий ремонт, тыс. руб (в % от цены) см.'Ремонты'	-	-	200 198	-	-	200 198
Затраты на хранение запасов на данном уровне, тыс. руб	-	-	-	-	-	-
Суммарные затраты на транспортировку, тыс.руб	-	-	-	-	-	35 228
Затраты на транспортировку комплектующих изделий	-	-	-	-	-	35 228
Затраты на транспортировку Изделий для выполнения работ ТОиР	-	-	-	-	-	-
Затраты на поддержку инфраструктуры СЦ и средств ТО, тыс. руб	-	-	-	-	-	-

№ варианта расчета	Значение Кзг	Суммарные затраты на МТО, тыс.руб.	Затраты на 1 изделие в год, руб.	Затраты на 1 км пробега, руб.
1	0,00	10 224 961	1 985 429	12 585
2	0,00	10 225 598	1 985 553	12 585
3	0,09	10 532 900	2 045 223	12 964
4	0,18	10 605 885	2 059 395	13 053
5	0,26	10 675 672	2 072 946	13 139
6	0,35	10 737 794	2 085 009	13 216
7	0,44	10 803 146	2 097 698	13 296
8	0,53	10 869 872	2 110 655	13 378
9	0,61	10 932 358	2 122 788	13 455
10	0,70	11 000 914	2 136 100	13 540

Рис. 9-14 – Структура суммарных затрат на МТО (вверху – таблица отчета «Структура затрат»)

9.3.4. Таблица «Изменение затрат на инфраструктуру и ТОиР при росте Кэг за счет увеличения объемов запасов»

В таблице «Изменение затрат на инфраструктуру и ТОиР при росте Кэг за счет увеличения объемов запасов» (рис. 9-13) просуммированы следующие виды затрат: затраты на инфраструктуру и оборудование (начальные и периодические), оплата труда при проведении планового ТОиР и текущего ремонта (внеплановое ТО).

№ варианта расчета	Значение Кэг	Суммарные затраты на инфраструктуру и ТОиР, тыс.руб.	Затраты на 1 изделие в год, руб.	Затраты на 1 км пробега, руб.
1	0,00	6 274 176	1 218 287	7 722
2	0,00	6 274 176	1 218 287	7 722
3	0,09	6 274 176	1 218 287	7 722
4	0,18	6 274 176	1 218 287	7 722
5	0,26	6 274 176	1 218 287	7 722
6	0,35	6 274 176	1 218 287	7 722
7	0,44	6 274 176	1 218 287	7 722
8	0,53	6 274 176	1 218 287	7 722
9	0,61	6 274 176	1 218 287	7 722
10	0,70	6 274 176	1 218 287	7 722

Рис. 9-15 – Таблица «Изменение затрат на инфраструктуру и ТОиР при росте Кэг за счет увеличения объемов запасов»

Таблица включает следующие данные по каждому варианту расчета:

- «№ варианта расчета».
- «Значение Кэг» – значение коэффициента эксплуатационной готовности.
- «Суммарные затраты на инфраструктуру и ТОиР, тыс. руб.».
- «Затраты на 1 изделие в год, руб.».
- «Затраты на 1 км пробега, руб.».

Соответствие между таблицей отчета «Структура затрат» и таблицей отчета «Готовность – затраты» иллюстрирует рис. 9-12.

Начальные затраты, тыс.руб	1 уровень ТОиР	2 уровень ТОиР	3 уровень ТОиР	4 уровень ТОиР	Поставщик	ИТОГО
Создание инфраструктуры СЦ	-	1 000 000	1 000 000	1 000 000	-	3 000 000
Затраты на оборудование	-	3 000	6 000	1 000	-	10 000
Приобретение запасных частей (начальный запас)	-	400 475	20 484	-	-	420 959
Периодические затраты, тыс.руб	1 уровень ТОиР	2 уровень ТОиР	3 уровень ТОиР	4 уровень ТОиР	Поставщик	ИТОГО
Затраты на плановое ТОиР, тыс.руб	-	95 936	581 450	-	-	677 386
Оплата труда	-	91 252	581 020	-	-	672 272
Приобретение комплектующих изделий (запасные части)	-	-	-	-	-	-
Приобретение расходных материалов	-	4 684	430	-	-	5 114
Затраты на текущий ремонт на данном уровне, тыс.руб	-	5 369 736	160 243	-	-	5 529 979
Оплата труда	-	28 244	52 211	-	-	80 455
Приобретение неремонтопригодных комплектующих изделий	-	5 341 066	-	-	-	5 341 066
Приобретение расходных материалов	-	426	788	-	-	1 214
Прочие затраты на текущий ремонт, тыс. руб (в % от цены) см.'Ремонты'	-	-	107 244	-	-	107 244
Затраты на хранение запасов на данном уровне, тыс. руб	-	-	-	-	-	-
Суммарные затраты на транспортировку, тыс.руб						17 118
Затраты на транспортировку комплектующих изделий						17 118
Затраты на транспортировку Изделий для выполнения работ ТОиР						-
Затраты на поддержку инфраструктуры СЦ и средств ТО, тыс. руб	-	610	540	-	-	1 150

№ варианта расчета	Значение Кэг	Суммарные затраты на инфраструктуру и ТОиР, тыс.руб.	Затраты на 1 изделие в год, руб.	Затраты на 1 км пробега, руб.
1	0,35	2 764 447	1 447 355	6 233
2	0,44	2 764 447	1 447 355	6 233
3	0,53	2 764 447	1 447 355	6 233
4	0,61	2 764 447	1 447 355	6 233
5	0,70	3 763 877	1 970 616	8 487

Рис. 9-16 – Структура суммарных затрат на инфраструктуру и ТОиР (вверху – таблица отчета «Структура затрат»)

9.3.5. Диаграмма «Суммарные затраты/Кэг»

На диаграмме «Суммарные затраты/Кэг» (рис. 9-57) представлена зависимость суммарных затрат на МТО, ТОиР и инфраструктуру (начальных и периодических) в зависимости от коэффициента эксплуатационной готовности Кэг. Эти же данные выводятся в таблице зависимости затрат от готовности в колонке «Суммарные затраты, тыс. руб.» (см. выше).

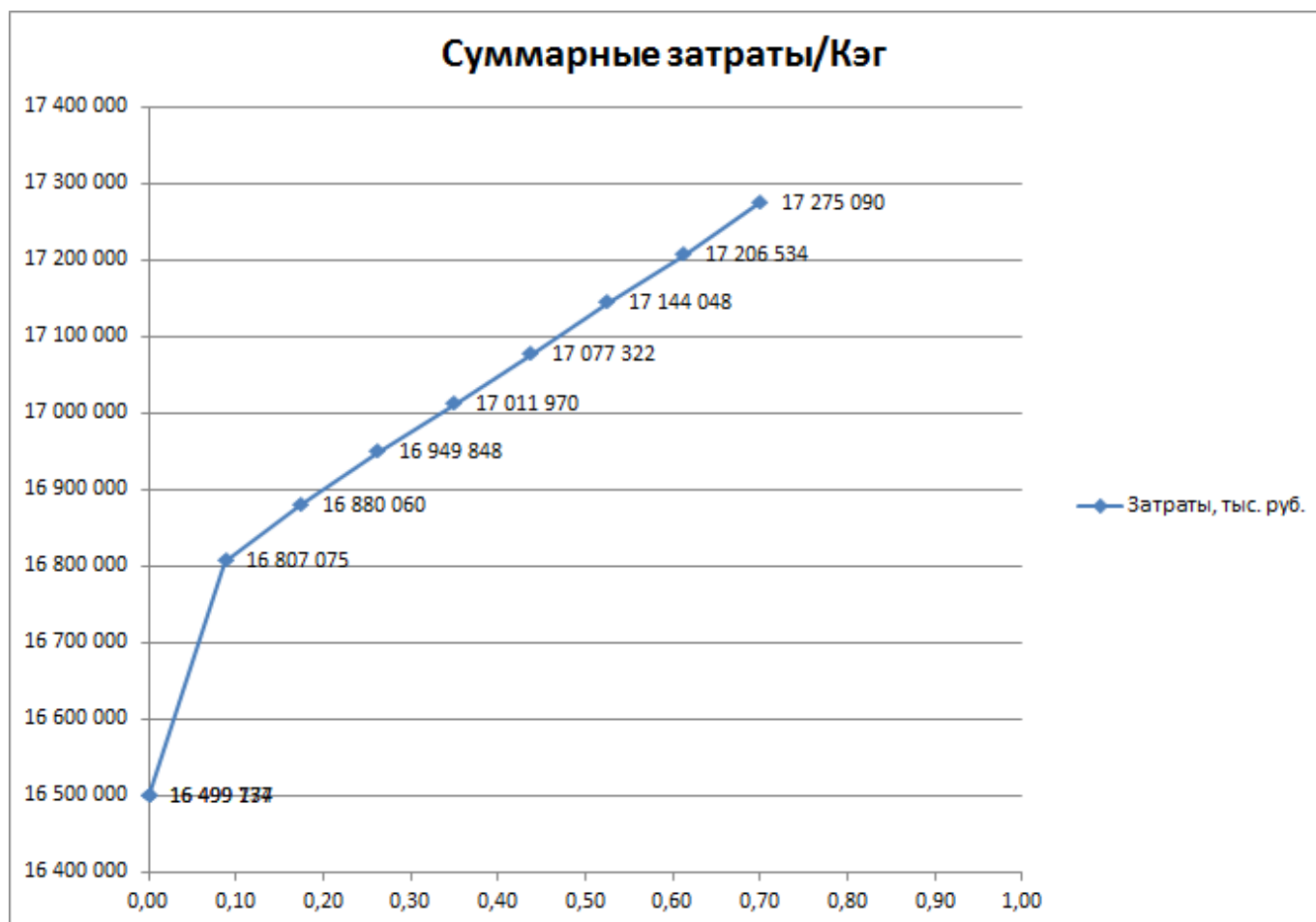


Рис. 9-17 – Диаграмма «Суммарные затраты/Кэг»

9.3.6. Диаграмма «Суммарные затраты/Кэг (по статьям затрат)»

На диаграмме «Суммарные затраты/Кэг (по статьям затрат)» (рис. 9-18) представлена зависимость от коэффициента эксплуатационной готовности Кэг суммарных затрат по следующим статьям:

- «Затраты на текущий ремонт (оплата труда), тыс. руб.»;
- «Затраты на текущий ремонт (МТО), тыс. руб.»;
- «Затраты на плановое ТОиР, тыс. руб.»;
- «Затраты на оборотный фонд (начальный запас), тыс. руб.»;
- «Затраты на закупку оборудования, тыс. руб.»;
- «Затраты на создание инфраструктуры, тыс. руб.».

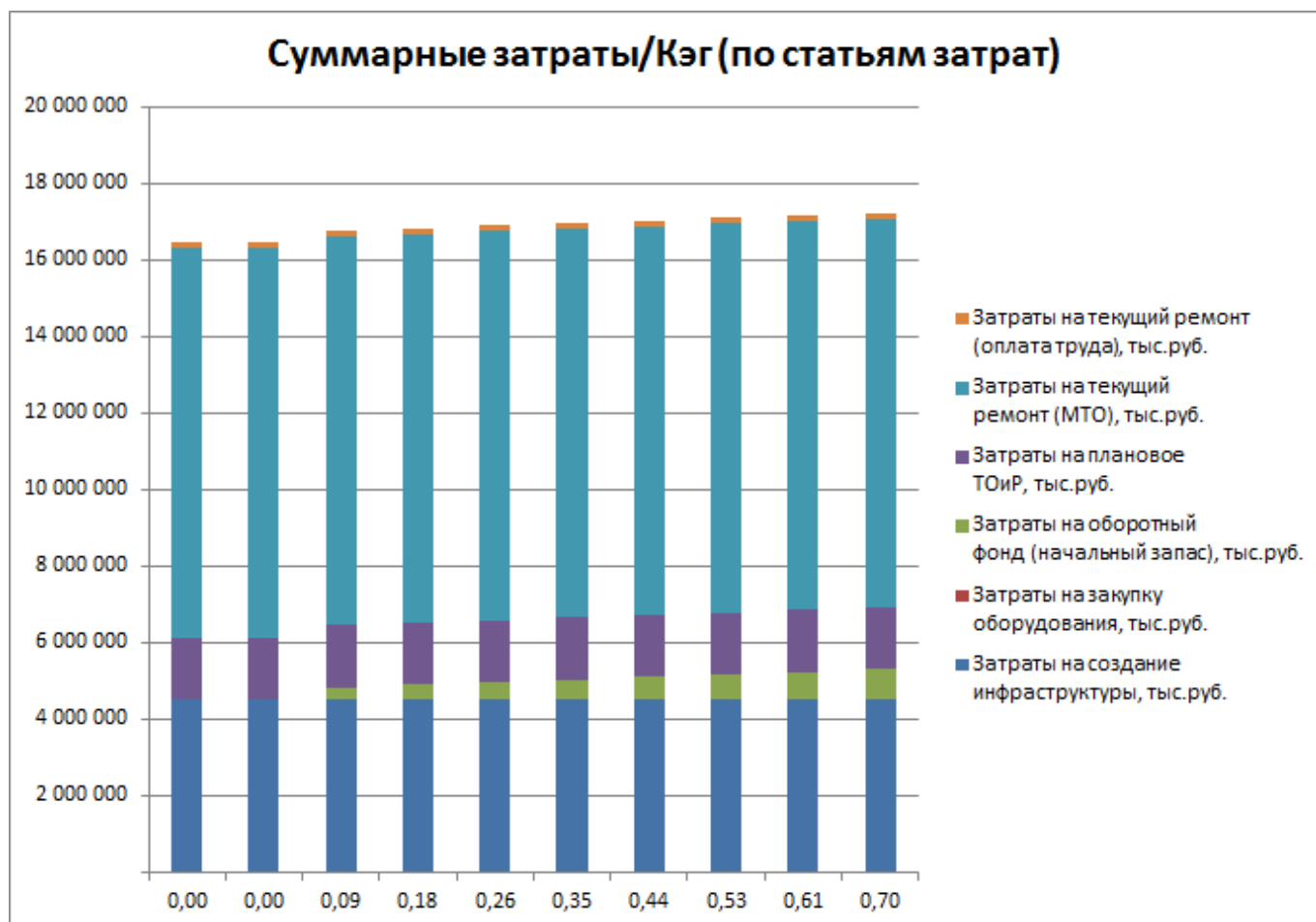


Рис. 9-18 – Диаграмма «Суммарные затраты/Кэг(по статьям затрат)»

Соответствие между диаграммой и таблицей суммарных затрат по статьям иллюстрирует рис. 9-19.

№ варианта расчета	Значение Кэг	Затраты на создание инфраструктуры, тыс.руб.	Затраты на закупку оборудования, тыс.руб.	Затраты на оборотный фонд (начальный запас), тыс.руб.	Затраты на плановое ТОиР, тыс.руб.	Затраты на текущий ремонт (МТО), тыс.руб.	Затраты на текущий ремонт (оплата труда), тыс.руб.	Прочие затраты, тыс.руб.	Суммарные затраты, тыс.руб.
1	0,35	2 000 500	10 000	280 162	677 386	5 449 524	80 455	18 338	8 516 365
2	0,44	2 000 500	10 000	313 847	677 386	5 449 524	80 455	18 338	8 620 455
3	0,53	2 000 500	10 000	349 191	677 386	5 449 524	80 455	18 338	8 585 395
4	0,61	2 000 500	10 000	384 351	677 386	5 449 524	80 455	18 338	8 620 455
5	0,70	3 000 000	10 000	420 959	677 386	5 449 524	80 455	18 268	9 656 592

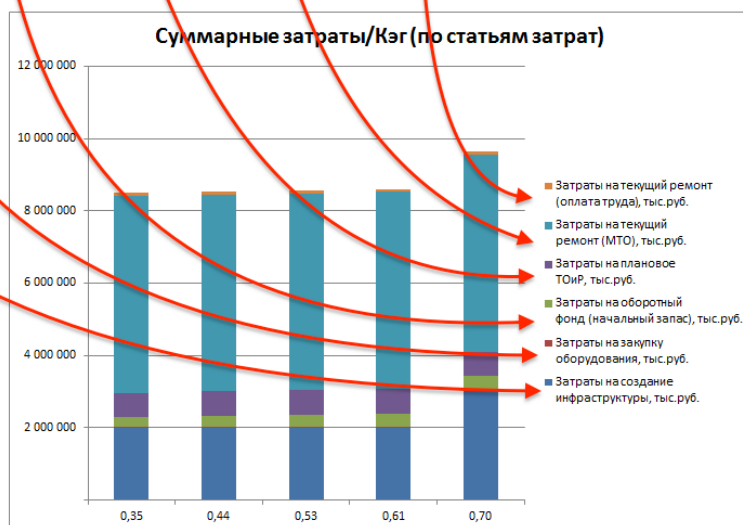


Рис. 9-19 – Соответствие между диаграммой и таблицей суммарных затрат по статьям

9.3.7. Диаграмма «Затраты на МТО/Кэг»

На диаграмме «Затраты на МТО/Кэг» (рис. 9-20) представлена зависимость суммарных затрат на МТО (начальный запас, запасные части и расходные материалы для планового ТОиР и текущего ремонта, прочие затраты на текущий ремонт, суммарные затраты на хранение и транспортировку) от коэффициента эксплуатационной готовности Кэг. Эти же данные выводятся в таблице зависимости суммарных затрат на МТО от готовности (см. выше).

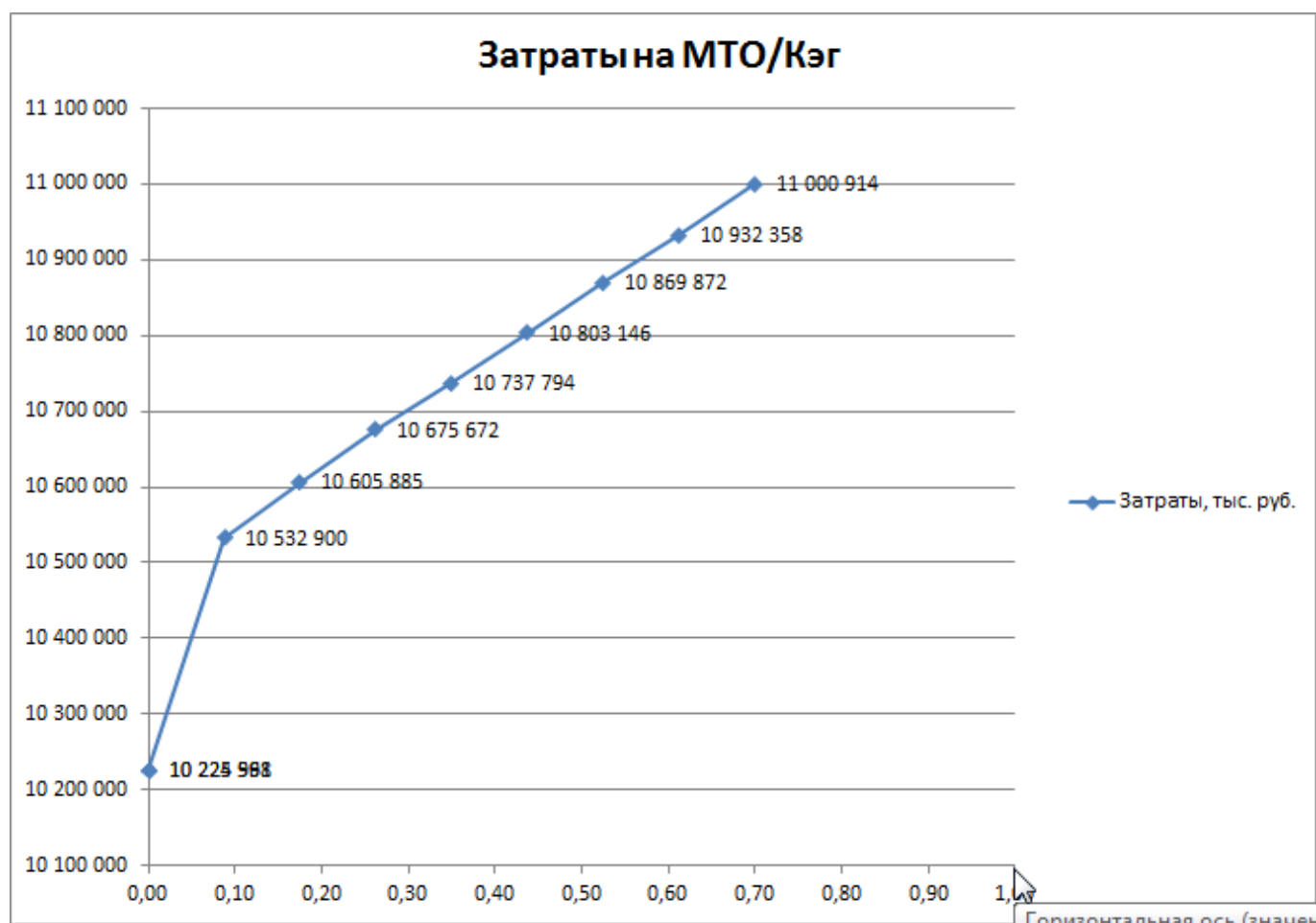


Рис. 9-20 – Диаграмма «Затраты на МТО/Кэг»

9.3.8. Диаграмма «Затраты на инфраструктуру и оплату труда/Кэг»

На диаграмме «Затраты на инфраструктуру и оплату труда/Кэг» (рис. 9-21) представлена зависимость от коэффициента эксплуатационной готовности Кэг суммы следующих статей затрат: затрат на инфраструктуру и оборудование (начальные и периодические), оплаты труда при проведении планового ТОиР и текущего ремонта (внеплановое ТО). Эти же данные выводятся в таблице зависимости суммарных затрат на инфраструктуру и ТОиР от готовности (см. выше).

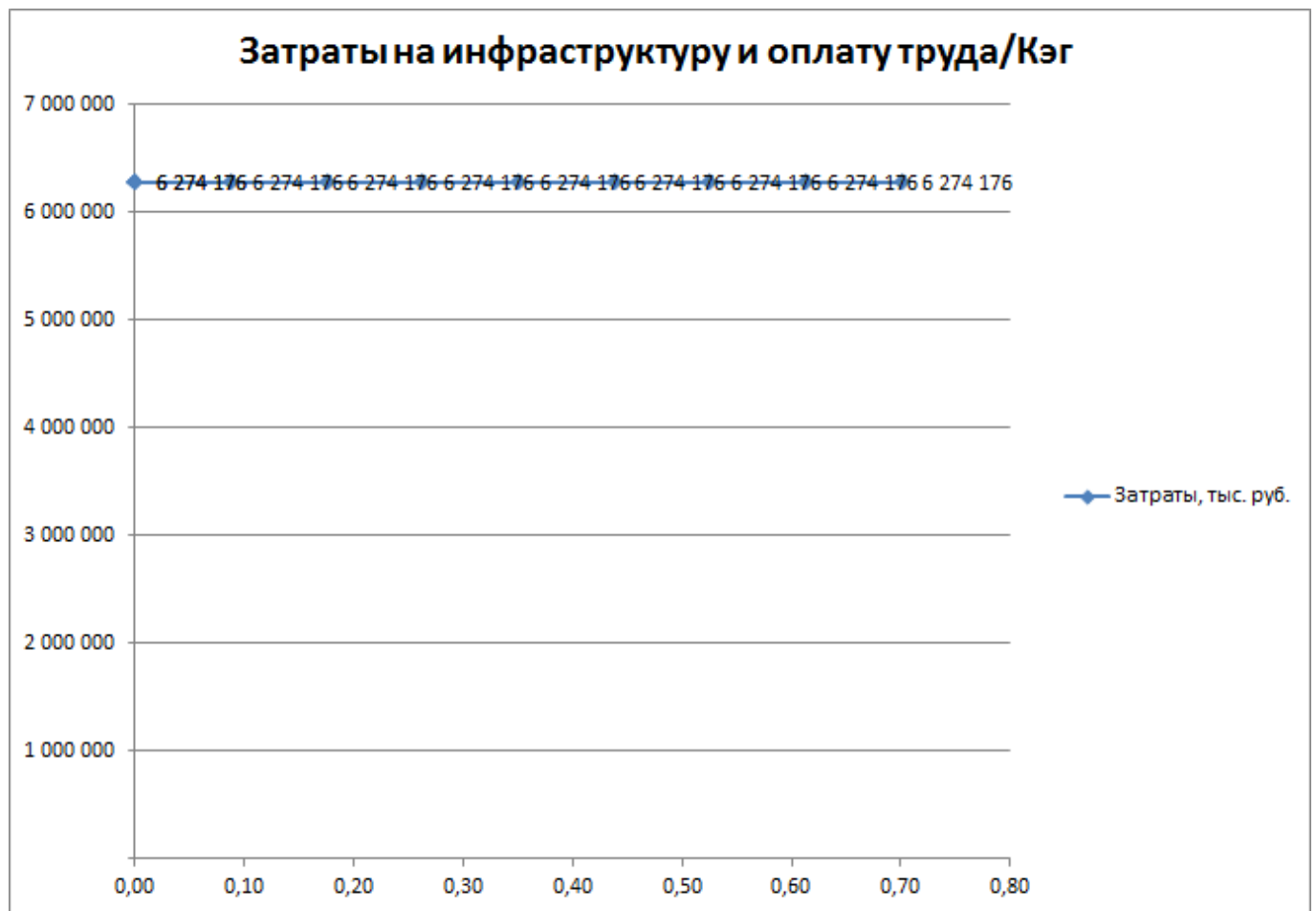


Рис. 9-21 – Диаграмма «Затраты на инфраструктуру и оплату труда/Кэг»

9.4. Отчет «Заменяемые СЧ»

Таблица отчета «Сводный перечень агрегатов и узлов, заменяемых в ходе эксплуатации» включает данные о количестве плановых и внеплановых замен для каждого типа компонентов (рис. 9-22).

Изделие	Кол-во в ФИ	Запас	Замены при ТР	Замены при плановом ТОиР	Использовано (всего)	Цена нового/ стоимость ремонта, тыс.руб.	Использовано за 10 лет, тыс.руб.	Осталось в запасе, тыс.руб.	Итого за 10 лет, тыс.руб.
'UNDF-A4-4 :: Топливный насос высокого давления	1	5	428		428	70,0	29 960,0	350,0	30 310,0
182.1601090 :: Диск нажимной	1	5	151		151	13,0	1 963,0	65,0	2 028,0
182.1601130 :: Диск ведомый	1	5	151		151	9,0	1 359,0	45,0	1 404,0
353.3772 :: Предохранитель запасной	1	16	331		331	0,025	8,3	0,400	8,7
354.3722 :: Предохранитель, 20А	1	10	84		84	0,020	1,7	0,200	1,9
4320П2-1803020-10 :: Вилка переключения передач	1	8	174		174	2,1	363,7	16,7	380,4
4320Х-2402017 :: Шестерня ведущая коническая	1	5	167		167	6,4	1 060,5	31,8	1 092,2
4320Х-2402061 :: Шестерня ведомая коническая	1	4	167		167	9,1	1 524,7	36,5	1 561,2
4320Х-2402110 :: Шестерня ведущая цилиндрическая	1	5	222		222	8,2	1 820,4	41,0	1 861,4
4320ЯМ-1802025 :: Вал первичный	1	5	90		90	9,9	886,5	49,3	935,8
4320ЯМ-1802039 :: Муфта переключения передач	1	8	347		347	3,5	1 221,4	28,2	1 249,6
49013-3506020-02 :: Шланг тормозов	1	8	111		111	0,410	45,5	3,3	48,8
5323Ф-3402035 :: Шарнир вала рулевого управления	2	8	248		248	2,0	496,0	16,0	512,0
5340.1105010 :: Фильтр грубой очистки топлива Preline 270	1	5	185	2370	2555	11,5	29 305,9	57,4	29 363,2
55571Х-2912122 :: Рессора задняя	1	10	495	4810	5305	18,4	97 665,1	184,1	97 849,2
55571Х-3501105 :: Накладка колодки	24	21	962		962	0,315	303,0	6,6	309,6
6-7610-A :: Подшипник роликовый	1	66	5550		5550	0,720	3 996,0	47,5	4 043,5
6361-2902012 :: Рессора передняя	1	8	495	4810	5305	10,0	53 050,0	80,0	53 130,0
650.3763010 :: Электронный блок управления EDC-7	1	5	444		444	37,5	16 650,0	187,5	16 837,5
7312А :: Подшипник роликовый	1	66	5550		5550	0,920	5 106,0	60,7	5 166,7
7685955379 :: Насос гидроусилителя	1	4	167		167	13,0	2 171,0	52,0	2 223,0
ЯМЗ-240Н :: Фильтр топливный тонкой очистки	1			2420	2420	1,5	3 630,0		3 630,0

Рис. 9-22 – Таблица «Сводный перечень агрегатов и узлов, заменяемых в ходе эксплуатации»

Таблица содержит следующие данные по каждому обслуживаемому компоненту:

- «Изделие» – обозначение и наименование СЧ;
- «Количество в ФИ»;
- «Запас» – начальный запас СЧ данного типа;
- «Замены при ТР» – количество замен при внеплановом обслуживании (текущем ремонте);
- «Замены при плановом ТОиР» – количество замен при плановом обслуживании;
- «Использовано (всего)» – суммарное количество замен при плановом и внеплановом обслуживании;
- «Цена нового / стоимость ремонта, тыс. руб.»;
- «Использовано за ... лет, тыс. руб.» – суммарная стоимость СЧ, замененных при плановом и внеплановом обслуживании за расчетный период;
- «Осталось в запасе, тыс. руб.» – стоимость начального запаса (считается, что он должен быть неизменным после окончания расчетного периода);
- «Итого за ... лет, тыс. руб.» – общая стоимость замененных СЧ и начального запаса.

9.5. Отчет «Номенклатура МТО»

Отчет «Номенклатура средств материально-технического обеспечения» содержит перечень запасных частей, которые включены в оборотный фонд (начальный запас). Для каждого компонента приведены количество в изделии, интенсивность замен, параметры стратегии пополнения.

В отчете представлены следующие данные:

- таблица «Исходные данные»;
- таблица «Результаты расчета»;
- таблица с перечнем запасных частей.

9.5.1. Таблица «Исходные данные»

Таблица с основными исходными данными включает следующую информацию (рис. 9-23):

- «Прямой расчет оборотных фондов для проекта ППО» – проект СТЭ, выбранный в диалоговом окне запуска расчета;
- «Общее количество изделий» – общее количество обслуживаемых изделий, просуммированное по всем объектам системы ТЭ;
- для каждого сценария эксплуатации и типа Изделия:
 - «Количество изделий» – количество изделий данного типа, эксплуатируемых по данному сценарию;
 - «Наработка, км/год»;
 - «Наработка, ч/год».
- «Количество типов элементов» – количество типов запчастей в оборотном фонде.

Исходные данные	
Прямой расчет оборотных фондов для проекта ППО:	Проект ППО вар1
Общее количество изделий:	515
Долгосрочное хранение, изделия типа 2	
Количество изделий:	180
Наработка, км/год:	200
Наработка, ч/год:	2
Сценарий эксплуатации 1А, изделия типа 2	
Количество изделий:	5
Наработка, км/год:	3 500
Наработка, ч/год:	-
Учебно-боевой, изделия типа 2	
Количество изделий:	33
Наработка, км/год:	5 000
Наработка, ч/год:	200
Эксплуатация в боевой группе, изделия типа 2	
Количество изделий:	297
Наработка, км/год:	2 000
Наработка, ч/год:	30
Количество типов элементов:	289

Рис. 9-23 – Таблица «Исходные данные»

9.5.2. Таблица «Результаты расчета»

Таблица с основными результатами расчета включает следующую информацию (рис. 9-24):

- «Тип показателя достаточности»⁴¹⁾ – «Коэффициент готовности» или «Среднее время задержки» (в зависимости от того, что было выбрано при запуске расчета);
- «Заданное значение показателя» – значение показателя достаточности системы МТО, заданное в диалоговом окне запуска расчета;
- «Полученное значение показателя» – значение показателя достаточности системы МТО, соответствующее расчетному объему оборотного фонда запчастей;
- «Затраты на комплект, руб.» – общая стоимость оборотного фонда;
- «Общее количество элементов в комплекте» – общее количество запасных частей в оборотном фонде.

⁴¹⁾ В соответствии с ГОСТ РВ 27.3.03–2005 [4], показатель достаточности – это количественная характеристика, определяющая влияние начального уровня запаса на уровень надежности обслуживаемых изделий. В качестве показателя достаточности используются следующие показатели: 1) среднее время задержки в удовлетворении заявок на ЗЧ или 2) коэффициент готовности системы МТО.

Результаты расчета	
Тип показателя достаточности:	Коэффициент готовности
Заданное значение показателя:	0,8
Полученное значение показателя:	0,821537
Затраты на комплект, руб:	783 395 394р
Общее количество элементов в комплекте:	82 243

Рис. 9-24 – Таблица «Результаты расчета»

9.5.3. Номенклатура запасных частей

Таблица с перечнем запасных частей включает следующие столбцы (рис. 9-25):

- «Обозначение запаса» – обозначение компонента.
- «Наименование запаса» – наименование компонента.
- «Количество в изделии» – количество компонентов данного типа, установленных в ФИ.
- «Интенсивность замен, 1/час» – среднее число замен составных частей данного типа в обслуживаемом изделии в единицу времени.
- «Поставщик» – поставщик компонента (указывается в параметрах поставки компонента). Данные в этом и последующих столбцах приведены для каждого сервисного центра.
- «Тип стратегии» – стратегия пополнения запаса данного типа компонента (1 – периодическое, 2 – непрерывное, 4 – по уровню неснижаемого запаса).
- «Параметр 1 стратегии пополнения, календ. дней/часов работы изделия» – периодичность пополнения в днях и в часах работы Изделия.
- «Параметр 2 стратегии пополнения» – уровень неснижаемого запаса (при пополнении по уровню неснижаемого запаса).

Примечание. В таблице приведены тип стратегии пополнения и значения ее параметров, которые были использованы при выполнении расчета для данного компонента. Подробнее см. подраздел 7.5 «Порядок применения параметров при расчете».

- «Норма расхода» – среднее ожидаемое число замен компонентов данного типа в одном изделии за период пополнения запаса данного. Норма расхода компонента вычисляется как произведение интенсивности замен компонента, его наработки за период пополнения запаса, количества в изделии и количества эксплуатируемых ФИ.
- «Цена, руб.» – цена компонента.

Обозначение запаса	Наименование запаса	Количество в изделии	Интенсивность замен, 1/час	Поставщик	Тип стратегии	Параметр 1 стратегии пополнения, календ. дней/часов работы изделия	Параметр 2 стратегии пополнения	Норма расхода	Цена, руб
'UNDF-A4-4	Топливный насос высокого давления	1	5,76471E-06		1 - период.	30 дн/0 ч		1,516197	70 000
					1 - период.	30 дн/0 ч		1,326672	70 000
					1 - период.	30 дн/0 ч		0,663336	70 000
182.1601090	Диск нажимной	1	0,000002	Ярославский моторный завод	1 - период.	60 дн/0 ч		0,920548	13 000
				Ярославский моторный завод	1 - период.	60 дн/0 ч		1,052055	13 000
				Ярославский моторный завод	1 - период.	60 дн/0 ч		0,460274	13 000
182.1601130	Диск ведомый	1	0,000002	Ярославский моторный завод	1 - период.	60 дн/0 ч		0,920548	9 000
				Ярославский моторный завод	1 - период.	60 дн/0 ч		1,052055	9 000
				Ярославский моторный завод	1 - период.	60 дн/0 ч		0,460274	9 000

Рис. 9-25 – Номенклатура запасных частей

9.6. Отчет «Начальный запас»

Отчет «Начальный запас» содержит таблицу с данными о начальном запасе запасных частей (оборотный фонд), полученном в результате расчета. Расчет выполняется при условии оптимизации по общей стоимости оборотного фонда. Поэтому для каждого компонента необходимо задать его цену – иначе расчет начального запаса для компонента выполнен не будет.

Таблица с перечнем компонентов включает следующие столбцы (рис. 9-26 и рис. 9-27):

- «Обозначение запаса» – обозначение компонента.
- «Наименование запаса» – наименование компонента.
- «Количество в изделии» – количество компонентов данного типа, установленных в ФИ.

– «Норма расхода» – среднее ожидаемое число замен компонентов данного типа в одном изделии за период пополнения запаса данного. Норма расхода компонента вычисляется как произведение интенсивности замен компонента, его наработки за период пополнения запаса, количества в изделии и количества эксплуатируемых ФИ.

- «Цена, руб.» – цена компонента.
- Для каждого уровня СТЭ и сервисного центра:
 - объем начального запаса (шт.);
 - стоимость начального запаса (руб.).
- Суммарная стоимость запасов компонента по всем сервисным центрам (руб.).

В таблице также выводится требуемое значение коэффициента готовности КгМТО. Сервисные центры группируются по уровням обслуживания и выделяются разным цветом в зависимости от принадлежности Заказчику или Поставщику услуг.

Обозначение запаса	Наименование запаса	Количество в изделии	Норма расхода	Цена, руб	1 уровень			
					1		2	
					Э1	Э2	Э3	Э4
354.3722	Предохранитель, 20А	1	0,292237	20р			4	80р
			0,255708		3	60р		
			0,127854					
4320П2-1803020-10	Вилка переключения передач	1	0,613699	2 090р			3	6 270р
			0,536986		3	6 270р		
			0,268493					
4320Х-2402017	Шестерня ведущая коническая	1	0,517808	6 350р				
			0,591781					
			0,258904					
4320Х-2402061	Шестерня ведомая коническая	1	0,517808	9 130р				
			0,591781					
			0,258904					
4320Х-2402110	Шестерня ведущая цилиндрическая	1	0,690411	8 200р				
			0,789041					
			0,345205					

Рис. 9-26 – Объем и стоимость оборотного фонда для каждого типа запчастей (фрагмент, начало)

- «Доля стоимости ремонта от цены изделия»;
- для каждого уровня ТОиР и каждого сервисного центра в нем:
 - число ремонтов составных частей данного типа;
 - стоимость ремонтов составных частей данного типа;
- «Суммарное количество выполнений» – общее число ремонтов во всем СЦ;
- «Количество выполнений оплачиваемых по гарантии» – общее число гарантийных ремонтов;
- «Суммарные затраты, руб.» – суммарная стоимость ремонтов составных частей данного типа по всем сервисным центрам;
- «Затраты заказчика, руб.» – суммарные затраты заказчика на выполнение ремонтов;
- «Затраты поставщика услуг, руб.» – суммарные затраты поставщика услуг на выполнение ремонтов.

Для каждого сервисного центра в таблице также приведены суммарные затраты по всем типам комплектующих изделий и затраты на 1 км пробега и на 1 ч работы Изделия.

9.8. Отчет «Неремонтопригодные КИ»

Отчет «Неремонтопригодные КИ» состоит из таблицы «Неремонтопригодные комплектующие изделия для внеплановых замен» (рис. 9-29 – рис. 9-31).

Обозначение	Наименование	Поставщик СЧ	Цена, руб
07-2	Уплотнители	<не задан>	
182.1601090	Диск нажимной	Ярославский моторный завод	13 000р
182.1601130	Диск ведомый	Ярославский моторный завод	9 000р
353.3772	Предохранитель запасной	<не задан>	25р
354.3722	Предохранитель, 20А	<не задан>	20р
4320П2-1803020-10	Вилка переключения передач	<не задан>	2 090р
4320Х-2402017	Шестерня ведущая коническая	<не задан>	6 350р
4320Х-2402061	Шестерня ведомая коническая	<не задан>	9 130р
4320Х-2402110	Шестерня ведущая цилиндрическая	<не задан>	8 200р
4320ЯМ-1802025	Вал первичный	АО "Автомобильный завод "Урал"	9 850р
4320ЯМ-1802039	Муфта переключения передач	<не задан>	3 520р
49013-3506020-02	Шланг тормозов	<не задан>	410р
50.5.2905006-03	Сальник	<не задан>	
500/70-508 модель ИД-П284	Шина	АО "Автомобильный завод "Урал"	
Суммарные затраты, руб			
Затраты на 1 км пробега, руб			
Затраты на 1 час работы, руб			

Рис. 9-29– Таблица «Неремонтопригодные комплектующие изделия для внеплановых замен»
(фрагмент, начало)

Количество и стоимость неремонтопригодных комплектующих изделий											
1 уровень						2 уровень					
Э-1	Э-2	Э-3	ФРТЦ-1	ФРТЦ-2	ФРТЦ-3	РТЦ					
			281	321	141						
			57	741 000р	65	845 000р	29	377 000р			
			57	513 000р	65	585 000р	29	261 000р			
125	3 125р	143	3 575р	63	1 575р						
32	640р	36	720р	16	320р						
66	137 940р	75	156 750р	33	68 970р						
			63	400 050р	72	457 200р	32	203 200р			
			63	575 190р	72	657 360р	32	292 160р			
			84	688 800р	96	787 200р	42	344 400р			
34	334 900р	39	384 150р	17	167 450р						
131	461 120р	150	528 000р	66	232 320р						
42	17 220р	48	19 680р	21	8 610р						
6720		7680	3360							5921	
	11 689 845		13 360 475		5 846 695		9 164 370		10 478 540		4 621 630

Рис. 9-30 – Таблица «Неремонтопригодные комплектующие изделия для внеплановых замен»
(фрагмент, продолжение)

ИТОГО				
Суммарное количество замен	Количество замен оплачиваемых по гарантии	Суммарные затраты, руб	Затраты заказчика, руб	Затраты поставщика услуг, руб
743	743			
151	151	1 963 000р		1 963 000р
151	151	1 359 000р		1 359 000р
331	331	8 275р		8 275р
84	84	1 680р		1 680р
174	174	363 660р		363 660р
167	167	1 060 450р		1 060 450р
167	167	1 524 710р		1 524 710р
222	222	1 820 400р		1 820 400р
90	90	886 500р		886 500р
347	347	1 221 440р		1 221 440р
111	111	45 510р		45 510р
5921	5921			
17760	17760			
		55 161 555		55 161 555
		1		1

Рис. 9-31 – Таблица «Неремонтопригодные комплектующие изделия для внеплановых замен»
(фрагмент, окончание)

Таблица содержит следующие данные по каждому заменяемому компоненту:

- «Обозначение»;
- «Наименование»;
- «Поставщик СЧ»;
- «Цена, руб.» – цена компонента;
- для каждого уровня ТОиР и сервисного центра:
 - количество неремонтопригодных комплектующих изделий данного типа;
 - стоимость неремонтопригодных комплектующих изделий данного типа;
- «Суммарное количество замен»;
- «Количество замен, оплачиваемых по гарантии»;
- «Суммарные затраты, руб.» – суммарная стоимость комплектующих изделий данного типа по всем сервисным центрам;
- «Затраты поставщика услуг, руб.» – суммарные затраты на замены СЧ для поставщика услуг.

Для каждого сервисного центра в таблице также приведены суммарные затраты по всем типам комплектующих изделий и затраты на 1 км пробега и на 1 ч работы Изделия.

9.9. Отчет «Замены по ресурсу»

Отчет «Замены по ресурсу» состоит из таблицы «Плановые замены» (рис. 9-32 – рис. 9-34).

Обозначение	Наименование	Поставщик
Суммарные затраты на комплектующие для плановых замен, руб		
1 уровень ТОиР		
5340.1105010	Фильтр грубой очистки топлива Preline 270	<не задан>
2 уровень ТОиР		
55571X-2912122	Рессора задняя	АО "Автомобильный завод "Урал"
6361-2902012	Рессора передняя	АО "Автомобильный завод "Урал"
4 уровень ТОиР		
ЯМЗ-240Н	Фильтр топливный тонкой очистки	<не задан>

Рис. 9-32– Таблица «Плановые замены» (фрагмент, начало)

Количество и общая стоимость замен																	
1 уровень ТОиР						2 уровень ТОиР						3 уровень ТОиР		4 уровень ТОиР		ВСЕГО	
Э-1		Э-2		Э-3		ФРТЦ-1		ФРТЦ-2		ФРТЦ-3		РТЦ		ЗИ			
910	10 437 700	1 040	11 928 800	420	4 817 400	3 640	51 706 200	4 160	59 092 800	1 820	25 853 100			2 420	3 630 000	14 410	167 466 000
910	10 437 700	1 040	11 928 800	420	4 817 400											2 370	27 183 900
910	10 437 700	1 040	11 928 800	420	4 817 400											2 370	27 183 900
						3 640	51 706 200	4 160	59 092 800	1 820	25 853 100					9 620	136 652 100
						1 820	33 506 200	2 080	38 292 800	910	16 753 100					4 810	88 552 100
						1 820	18 200 000	2 080	20 800 000	910	9 100 000					4 810	48 100 000
														2 420	3 630 000	2 420	3 630 000
														2 420	3 630 000	2 420	3 630 000

Рис. 9-33 – Таблица «Плановые замены» (фрагмент, продолжение)

Цена, руб	Ресурс, км	Удельные затраты на 1 км пробега по сценарию, руб	
		Сценарий 1 (меньше)	Сценарий 2 (больше)
		12	2,8
		1,9	0,453
11 470	30 000	1,9	0,453
		9,8	2,3
18 410		6,3	1,5
10 000		3,4	0,802
		0,259	0,061
1 500	30 000	0,259	0,061

Рис. 9-34 – Таблица «Плановые замены» (фрагмент, окончание)

Таблица содержит следующие данные по каждому заменяемому компоненту:

- «Обозначение»;
- «Наименование»;
- «Поставщик» – поставщик СЧ;
- для каждого уровня ТОиР и сервисного центра:
 - количество заменяемых комплектующих изделий данного типа;
 - стоимость заменяемых комплектующих изделий данного типа;
- общее количество заменяемых СЧ данного типа по всем сервисным центрам;
- общая стоимость заменяемых СЧ данного типа по всем сервисным центрам;
- «Цена» – цена компонента;
- «Ресурс» – ресурс компонента;
- «Удельные затраты на 1 км пробега по сценарию, руб.» для каждого сценария эксплуатации Изделия, указанного в проекте СТЭ.

Компоненты в таблице сгруппированы по уровням ТОиР, которые указаны для них в параметре «Минимальный уровень замены».

9.10. Отчет «Затраты по видам ТОиР»

Таблица отчета «Затраты по видам ТОиР» содержит данные по распределению видов работ ТОиР по сервисным центрам и состоит из двух частей – «Плановое ТО» и «Неплановое ТО» (рис. 9-35 – рис. 9-37).

Виды работ ТОиР	Трудоемкость 1 выполнения, ч/ч	Затраты на оплату труда на 1 выполнение, руб	Затраты на расходные материалы на 1 выполнение, руб	Суммарные затраты на 1 выполнение, руб	1 уровень ТОиР					
					Э-1		Э-2		Э-3	
					Количество выполнений	Затраты за 10 лет, руб	Количество выполнений	Затраты за 10 лет, руб	Количество выполнений	Затраты за 10 лет, руб
Суммарные затраты на оплату труда по работам ТО, руб						155 360 404		177 554 692		100 521 704
Плановое ТО						138 950 000		158 800 000		92 312 500
Замена зад. рессоры		5 000		5 000	1 820	9 100 000	2 080	10 400 000		
Замена пер. рессоры		5 000		5 000	1 820	9 100 000	2 080	10 400 000		
КО	0,5	250		250	255 500	63 875 000	292 000	73 000 000	255 500	63 875 000
ТО-1	20	10 000	10 000	20 000	1 820	36 400 000	2 080	41 600 000	910	18 200 000
ТО-2	28,5	14 250	15 000	29 250	700	20 475 000	800	23 400 000	350	10 237 500
Неплановое ТО						16 410 404		18 754 692		8 209 204
1 уровень ТОиР						16 410 404		18 754 692		8 209 204
Замены (1 уровень ТОиР)						11 102 350		12 686 900		5 551 450
УРАЛ - замена электронного блока управления	0,4	500		500	168	84 000	192	96 000	84	42 000
УРАЛ - замена топливного насоса	0,4	500		500	392	196 000	448	224 000	196	98 000
Замена фильтрующего элемента воздушного фильтра (гофрокартон)	0,4	300		300	560	168 000	640	192 000	280	84 000
Замена ТНВД	0,4	1 000		1 000	162	162 000	185	185 000	81	81 000

Рис. 9-35 – Таблица затрат по видам ТО (фрагмент, начало)

2 уровень ТОиР						3 уровень ТОиР		4 уровень ТОиР	
ФРТЦ-1		ФРТЦ-2		ФРТЦ-3		РТЦ		ЗИ	
Количество выполнений	Затраты за 10 лет, руб	Количество выполнений	Затраты за 10 лет, руб	Количество выполнений	Затраты за 10 лет, руб	Количество выполнений	Затраты за 10 лет, руб	Количество выполнений	Затраты за 10 лет, руб
	2 221 032		2 538 108		1 111 866		45 485 500		
	2 221 032		2 538 108		1 111 866		45 485 500		

Рис. 9-36 – Таблица затрат по видам ТО (фрагмент, продолжение)

ИТОГО					
Количество выполнений	Количество выполнений оплачиваемых по гарантии	Суммарные затраты за 10 лет, руб	Затраты заказчика за 10 лет, руб	Затраты поставщика услуг за 10 лет, руб	Стоимость услуг за 10 лет, руб
		484 793 306	433 436 800	51 356 506	61 627 807
		390 062 500	390 062 500		
3 900		19 500 000	19 500 000		
3 900		19 500 000	19 500 000		
803 000		200 750 000	200 750 000		
4 810		96 200 000	96 200 000		
1 850		54 112 500	54 112 500		
		94 730 806	43 374 300	51 356 506	61 627 807
		43 374 300	43 374 300		
		29 340 700	29 340 700		
444		222 000	222 000		
1 036		518 000	518 000		
1 480		444 000	444 000		
428		428 000	428 000		

Рис. 9-37 – Таблица затрат по видам ТО (фрагмент, окончание)

Таблица включает следующие данные:

- «Виды работ ТОиР» – вид ТО.
- «Трудоемкость 1 выполнения, ч/ч» – значение атрибута вида ТО «Нормативная трудоемкость, ч/ч».
- «Затраты на оплату труда на 1 выполнение, руб.» – значение параметра вида ТО «Стоимость работ (за 1 выполнение)». Если стоимость работ за 1 выполнение не задана, то выводится произведение параметра «Нормативная трудоемкость, ч/ч» вида ТО и стоимости нормочаса, которая задается в диалоге запуска расчета. Связанные с видом ТО специальности при расчете затрат на труд не учитываются.
- «Затраты на расходные материалы на 1 выполнение, руб.» – значение атрибута вида ТО «Стоимость расходных материалов (за 1 выполнение)».
- «Суммарные затраты на 1 выполнение, руб.» – цена одного выполнения складывается из затрат на труд на одно выполнение и рентабельности, которая задается в диалоге запуска расчета с помощью параметра «Норма прибыли (%)». Например, при затратах 1000 руб. и рентабельности 30%, цена будет 1300 руб.
- Для каждого уровня СТЭ и сервисного центра:
 - «Количество выполнений» – количество выполнений данного вида ТО за расчетный период. Учитывается периодичность ТО, наработка ФИ (из сценария эксплуатации) и количество обслуживаемых ФИ.
 - «Затраты за N лет, руб.» – суммарные затраты на труд и расходные материалы на выполнение данного вида ТО за расчетный период, равное произведению количества выполнений вида ТО и суммы затрат, приведенных в столбцах «Затраты на оплату труда на 1 выполнение, руб.» и «Затраты на расходные материалы на 1 выполнение, руб.».
- Суммарные результаты по всем сервисным центрам:
 - «Количество выполнений» – количество выполнений данного вида ТО, просуммированное по всем СЦ.
 - «Затраты за N лет, руб.» – затраты на выполнение данного вида ТО, просуммированные по всем СЦ.

Примечания:

1. Данные по СЦ в таблице окрашены в зависимости от принадлежности Поставщику услуг или Заказчику *уровня* ТОиР, в который входит СЦ, а не от принадлежности им отдельного СЦ.

2. Если выполняемый по сценарию вид ТО не указан ни для одного СЦ в проекте СТЭ, то считается, что этот вид ТО выполняется в том СЦ, к которому приписан ФИ (точке базирования).

– Итоговые данные:

– «Количество выполнений» – общее число выполнений работы за расчетный период.

– «Количество выполнений, оплачиваемых по гарантии» – число выполнений работ по гарантии за расчетный период.

– «Суммарные затраты за N лет, руб.» – суммарные затраты на выполнение работы за расчетный период.

– «Затраты заказчика за N лет, руб.» – затраты заказчика на выполнение работы за расчетный период.

– «Затраты поставщика услуг за N лет, руб.» – затраты поставщика услуг на выполнение работы за расчетный период.

– «Стоимость услуг за N лет, руб.» – суммарные затраты на выполнение работы за расчетный период, с учетом нормы прибыли.

Данные в таблице сгруппированы по плановому и неплановому ТО, а также по уровням замены, ремонта и регулировки (настройки).

9.11. Отчет «Виды ТОиР»

В отчете «Виды ТОиР» приведено распределение затрат на труд и расходные материалы по видам ТО для каждого сервисного центра за весь расчетный период⁴²⁾. Отчет включает две таблицы:

– таблицу фонда времени, необходимого для проведения ТО, по сервисным центрам;

– таблицу распределения затрат на труд и расходным материалам по видам работ ТОиР по сервисным центрам;

⁴²⁾ Отчет «Виды ТОиР» формируется при установленном флаге «ТОиР» в диалоге запуска расчета.

- диаграмму «Затраты по видам ТО».

9.12. Отчет «Диаграмма затрат по видам ТОиР»

На круговой диаграмме отчета представлены данные по затратам на различные виды ТО для плановых работ, а также суммарные затраты на неплановые замены, неплановые ремонты и неплановые регулировки (рис. 9-38).

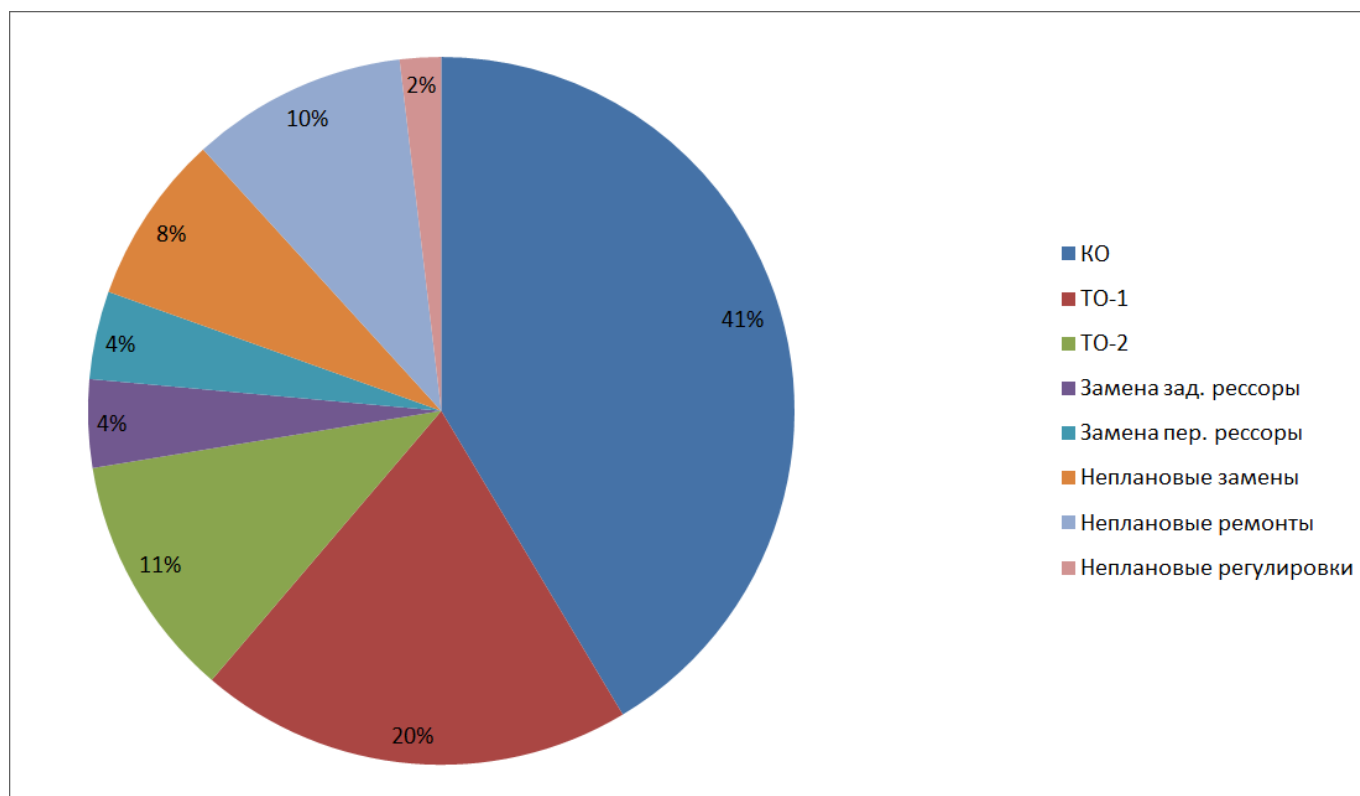


Рис. 9-38 – Диаграмма «Затраты по видам ТО»

9.13. Отчет «ЗЧ для выполнения работ»

Отчет «ЗЧ для выполнения работ» содержит сводный перечень агрегатов и узлов, заменяемых при выполнении работ. Для каждого типа запчастей указывается количество замен при текущем ремонте и при плановом ТОиР (рис. 9-39 и рис. 9-40).

Виды работ ТОиР	Число выполнений	Изделие	Количество в ФИ	Запас	Замены при ТР
Неплановое ТО					
УРАЛ - замена топливного насоса	1 036	ТНС :: Топливный насос			1036
УРАЛ - замена электронного блока управления	444	650.3763010 :: Электронный блок управления EDC-7	1	5	444
Замена предохранителя 1	331	353.3772 :: Предохранитель запасной	1	16	331
Замена предохранителя 2	84	354.3722 :: Предохранитель, 20А	1	10	84
Замена диска нажимного	148	182.1601090 :: Диск нажимной	1	5	151
Замена диска ведомого	148	182.1601130 :: Диск ведомый	1	5	151
Замена подшипника	2 220	7312А :: Подшипник роликовый	1	66	5550
Замена муфты	348	4320ЯМ-1802039 :: Муфта переключения передач	1	8	347
Замена вала	90	4320ЯМ-1802025 :: Вал первичный	1	5	90
Регулировка подшипника	3 330	7312А :: Подшипник роликовый	1	66	5550
Замена вилки	174	4320П2-1803020-10 :: Вилка переключения передач	1	8	174
Замена подшипника	2 220	6-7610-А :: Подшипник роликовый	1	66	5550
Регулировка подшипника	3 330	6-7610-А :: Подшипник роликовый	1	66	5550
Замена амортизатора	14 800	50.5.2905006 :: Амортизатор	2		44400
Замена шины	8 880	500/70-508 модель ИД-П284 :: Шина	6		17760
Замена колеса	496	514-400 :: Колесо	6		740
Замена изношенных деталей	248	5323Ф-3402035 :: Шарнир вала рулевого управления	2	8	248
Замена фрикционных накладок	962	55571Х-3501105 :: Накладка колодки	24	21	962
Замена насоса	167	7685955379 :: Насос гидроусилителя	1	4	167
Замена уплотнений	740	07-2 :: Уплотнители			743
Замена фильтра очистки топлива	185	5340.1105010 :: Фильтр грубой очистки топлива Preline 270	1	5	185
Замена ТНВД	428	'UNDF-A4-4 :: Топливный насос высокого давления	1	5	428
Замена сальника	5 920	50.5.2905006-03 :: Сальник	2		5921
Замена передней рессоры	1 332	6361-2902012 :: Рессора передняя	1	8	495
Замена задней рессоры	1 332	55571Х-2912122 :: Рессора задняя	1	10	495
Замена хомута крепления рессоры	1 776	6361Х-2301025-01 :: Хомут крепления передней рессоры левый	1		495
		6361Х-2301042-02 :: Хомут крепления передней рессоры правый	1		495

Рис. 9-39 – Таблица «ЗЧ для выполнения работ» (фрагмент, начало)

Замены при плановом ТОиР	Использовано (всего)	Цена нового/ Стоимость ремонта, тыс.руб.	Использовано, тыс.руб.	Осталось в запасе, тыс.руб.	Итого, тыс.руб.
	1036				
	444	37,5	16 650,0	187,5	16 837,5
	331	0,025	8,3	0,400	8,7
	84	0,020	1,7	0,200	1,9
	151	13,0	1 963,0	65,0	2 028,0
	151	9,0	1 359,0	45,0	1 404,0
	5550	0,920	5 106,0	60,7	5 166,7
	347	3,5	1 221,4	28,2	1 249,6
	90	9,9	886,5	49,3	935,8
	5550	0,920	5 106,0	60,7	5 166,7
	174	2,1	363,7	16,7	380,4
	5550	0,720	3 996,0	47,5	4 043,5
	5550	0,720	3 996,0	47,5	4 043,5
	44400				
	17760				
	740	0,500	370,0		370,0
	248	2,0	496,0	16,0	512,0
	962	0,315	303,0	6,6	309,6
	167	13,0	2 171,0	52,0	2 223,0
	743				
2370	2555	11,5	29 305,9	57,4	29 363,2
	428	70,0	29 960,0	350,0	30 310,0
	5921				
4810	5305	10,0	53 050,0	80,0	53 130,0
4810	5305	18,4	97 665,1	184,1	97 849,2
	495				
	495				

Рис. 9-40 – Таблица «ЗЧ для выполнения работ» (фрагмент, окончание)

Таблица включает следующие данные:

- «Виды работ ТОиР» – вид непланового ТО;
- «Число выполнений» – количество выполнений вида ТОиР за расчетный период;
- «Изделие» – обозначение и наименование компонента;
- «Количество в ФИ» – количество компонентов данного типа в ФИ;

- «Замены при ТР» – количество замен компонентов данного типа при выполнении вида ТО, указанного в графе «Виды работ ТОиР» (в рамках одного вида ТОиР может быть несколько видов заменяемых компонентов);
- «Замены при плановом ТОиР» – количество плановых замен компонента, выполненных независимо от вида ТО, указанного в графе «Виды работ ТОиР»;
- «Использовано (всего)» – суммарное число плановых и неплановых замен компонента;
- «Цена нового / «Стоимость ремонта, тыс. руб.» – цена нового компонента;
- «Использовано, тыс. руб.» – стоимость общего количества замененных компонентов;
- «Осталось в запасе, тыс. руб.» – стоимость начального запаса компонентов;
- «Итого, тыс. руб.» – суммарная стоимость замененных компонентов и начального запаса.

9.14. Отчет «Пакеты работ ТОиР»

В отчете «Пакеты работ ТОиР» представлены данные по суммарным трудозатратам на плановое и неплановое обслуживание для каждого месяца эксплуатации. Данные просуммированы по всем СЦ и приведены для каждого сценария эксплуатации в отдельности.

Таблица с данными включает следующие столбцы (рис. 9-41):

- «Год эксплуатации».
- «Месяц».
- Для каждого сценария эксплуатации (заголовок группы столбцов включает обозначение сценария эксплуатации):
 - «Пробег за год, км» – наработка Изделия по сценарию эксплуатации.

Примечание. Если значение параметра «Уменьшать среднюю наработку в год в зависимости от КгМТО» в модуле `aplOptionsEditor` равно 1, то в поле «Наработка в год» выводится не значение наработки, указанной в сценарии эксплуатации, а произведение этой наработки и значения требуемого КгМТО (если он отличен от 0).

- «Суммарный пробег, км» – суммарная наработка каждого Изделия на данный месяц от начала эксплуатации.

– «Вид работ» – перечисляются виды планового ТО, которые выполнялись в течение данного месяца эксплуатации, во всех СЦ для данного сценария эксплуатации. Неплановые виды ТО не детализируются (выводится текст «Неплановое ТО»).

– «Трудозатраты, ч/ч» – рассчитываются по выполненным видам планового и непланового ТО с учетом количества их выполнений (для каждого сценария эксплуатации по всем СЦ). Величина трудозатрат определяется на основе значения «Нормативная трудоемкость, ч/ч» для вида ТО.

Примечание. Величина стоимости трудозатрат, приводимая в этом отчете, может отличаться от затрат на оплату труда, приводимых в отчетах «Структура затрат» и «Виды ТОиР». В отчете «Пакеты работ ТОиР» учитывается только трудоемкость вида ТО и стоимость нормочаса, даже если для вида ТО указана стоимость 1 выполнения. В отчетах «Структура затрат» и «Виды ТОиР» используются данные о стоимости 1 выполнения, а при их отсутствии – трудоемкость вида ТО и стоимость нормочаса.

Год эксплуатации	Месяц	Сценарий 1				Сценарий 2			
		Пробег за год, км	Суммарный пробег, км	Вид работ	Трудозатраты, ч/ч	Пробег за год, км	Суммарный пробег, км	Вид работ	Трудозатраты, ч/ч
9	7	20 000,0	171 666,7	КО, Неплановое ТО	1 289,8	40 000,0	343 333,3	КО, Неплановое ТО	3 162,7
	8	20 000,0	173 333,3	КО, Неплановое ТО	1 276,8	40 000,0	346 666,7	КО, ТО-1, Неплановое ТО, Замена пер. рессоры, Замена зад. рессоры	6 172,3
	9	20 000,0	175 000,0	КО, Неплановое ТО	1 239,1	40 000,0	350 000,0	КО, Неплановое ТО	3 075,5
	10	20 000,0	176 666,7	КО, Неплановое ТО	1 286,1	40 000,0	353 333,3	КО, Неплановое ТО	3 167,9
	11	20 000,0	178 333,3	КО, Неплановое ТО	1 240,6	40 000,0	356 666,7	КО, Неплановое ТО	3 074,9
	12	20 000,0	180 000,0	КО, ТО-1, Неплановое ТО	2 681,8	40 000,0	360 000,0	КО, ТО-2, ТО-1, Неплановое ТО, Замена пер. рессоры, Замена зад. рессоры	10 449,0
10	1	20 000,0	181 666,7	КО, Неплановое ТО	1 280,0	40 000,0	363 333,3	КО, Неплановое ТО	3 172,0
	2	20 000,0	183 333,3	КО, Неплановое ТО	1 164,0	40 000,0	366 666,7	КО, Неплановое ТО	2 861,2
	3	20 000,0	185 000,0	КО, Неплановое ТО	1 284,1	40 000,0	370 000,0	КО, Неплановое ТО	3 170,9
	4	20 000,0	186 666,7	КО, Неплановое ТО	1 237,7	40 000,0	373 333,3	КО, Неплановое ТО	3 070,5
	5	20 000,0	188 333,3	КО, Неплановое ТО	1 286,2	40 000,0	376 666,7	КО, ТО-1, Неплановое ТО, Замена пер. рессоры, Замена зад. рессоры	6 175,5
	6	20 000,0	190 000,0	КО, Неплановое ТО	1 236,6	40 000,0	380 000,0	КО, Неплановое ТО	3 071,4
	7	20 000,0	191 666,7	КО, Неплановое ТО	1 284,6	40 000,0	383 333,3	КО, Неплановое ТО	3 163,5
	8	20 000,0	193 333,3	КО, Неплановое ТО	1 280,1	40 000,0	386 666,7	КО, Неплановое ТО	3 171,5
	9	20 000,0	195 000,0	КО, ТО-1, Неплановое ТО	2 641,8	40 000,0	390 000,0	КО, ТО-1, Неплановое ТО, Замена пер. рессоры, Замена зад. рессоры	6 075,1
	10	20 000,0	196 666,7	КО, Неплановое ТО	1 283,4	40 000,0	393 333,3	КО, Неплановое ТО	3 167,1
	11	20 000,0	198 333,3	КО, Неплановое ТО	1 241,8	40 000,0	396 666,7	КО, Неплановое ТО	3 076,5
	12	20 000,0	200 000,0	КО, ТО-2, Неплановое ТО	3 297,3	40 000,0	400 000,0	КО, ТО-2, Неплановое ТО	7 466,6
Итого трудозатраты, ч/ч					179 200,8				494 238,7
Стоимость, руб.					89 600 400,0				247 119 350,0

Рис. 9-41 – Распределение суммарных трудозатрат по каждому месяцу эксплуатации для каждого сценария эксплуатации (в данном примере – сценарий «12») по всем сервисным центрам (фрагмент)

Кроме этих данных в таблице приведены суммарные трудозатраты и стоимость выполнения работ за весь расчетный период. Суммарная стоимость выполнения рассчитывается как произведение суммы трудозатрат на выполнение каждого вида ТО (атрибут «Нормативная трудоемкость, ч/ч») и стоимости нормочаса, которая задается в диалоговом окне запуска расчета ТЭА.

Метод распределения числа выполнений видов ТО в таблице по месяцам зависит от вида ТО – планового или непланового. Для планового ТО выполнение работ происходит строго с заданной для вида ТО периодичностью. Так, если N Изделий эксплуатируется по одному сценарию, то считается, что все они обслуживаются одновременно и затраты на какой-либо вид планового ТО для всех Изделий будут отнесены к одной и той же дате. Неплановое же ТО распределено во времени случайным образом. Поэтому общее количество выполнений вида непланового ТО, суммированное по всем Изделиям за расчетный период, распределяется по времени равномерно, независимо от общего числа Изделий. При этом расчет времени делается по дням, а распределение по месяцам происходит с учетом продолжительности каждого месяца (28, 30 и 31 день).

9.15. Отчет «Производственные мощности»

В отчете «Производственные мощности» приведены данные по требуемому фонду времени и времени ожидания ТО в зависимости от числа рабочих мест (постов) для каждого СЦ. Отчет включает следующие таблицы и диаграмму:

- таблицу требуемого фонда времени для каждого СЦ (рис. 9-42);
- таблицу и диаграмму времени ожидания ТО в зависимости от количества рабочих мест в СЦ;
- таблицу суммарного времени ожидания в очереди непланового ТО (в днях) за период расчета в зависимости от количества рабочих мест при заданном значении коэффициента административной готовности K_{Γ}^{43} ;

⁴³⁾ Таблица с данными по суммарному ожиданию непланового ТО формируются в отчете «Производственные мощности», если значение параметра «ILS\ТЭА\Производственные мощности\Отображать суммарное время выполнения непланового ТО», который задается в утилите администратора `aplOptionsEditor`, равно 1 (значение по умолчанию).

- таблицу с данными по оборудованию рабочих мест⁴⁴⁾;
- таблицу с данными по персоналу рабочих мест.

9.15.1. Требуемый фонд времени

Таблица требуемого фонда времени аналогична таблице из отчета «Виды ТОиР», но включает дополнительную колонку «Уровень ТОиР» (рис. 9-42).

№	Уровень ТОиР	Центр ТОиР	Количество обслуживаемых изделий	Плановый фонд времени, ч/ч	Требуемый фонд времени (ч/ч в год)
1	1 уровень ТОиР	Э-1	70		18 410
2		Э-2	80		21 040
3		Э-3	70		15 593
4	2 уровень ТОиР	ФРТЦ-1	70		279
5		ФРТЦ-2	80		319
6		ФРТЦ-3	70		139
7	3 уровень ТОиР	РТЦ	220		8 880
8	4 уровень ТОиР	ЗИ			

Рис. 9-42 – Требуемый фонд времени для каждого СЦ

Таблица содержит следующие столбцы:

- номер СЦ по порядку;
- «Уровень ТОиР» – уровень СТЭ, к которому относится сервисный центр;
- «Центр ТОиР» – наименование сервисного центра;
- «Количество обслуживаемых изделий» – количество обслуживаемых Изделий в СЦ;
- «Плановый фонд времени, ч/ч» – задается атрибутом «Эффективный плановый фонд времени, ч/ч в год» для объекта системы ТЭ;

⁴⁴⁾ Таблицы с данными по оборудованию и персоналу рабочих мест формируются в отчете «Производственные мощности», если значение параметра «ILS\ТЭА\Производственные мощности\Отображать оборудование и персонал рабочих мест», которые задается в утилите администратора aplOptionsEditor, равно 1 (значение по умолчанию).

– «Требуемый фонд времени (ч/ч в год)» – сумма произведений нормативной трудоемкости выполнения каждого вида ТО и количества выполнений этого вида ТО за весь расчетный период, деленная на величину расчетного периода.

Примечания:

1. При расчете требуемого фонда времени принимаются во внимание те виды ТО, которые должны выполняться в соответствии со сценарием эксплуатации ФИ. Если вид ТО, выполняемый по сценарию, указан в связанных видах ТО для СЦ, то работы по этому виду ТО относят к этому СЦ. Если вид ТО не указан для данного СЦ, но указан для вышестоящих СЦ, то работы по этому виду ТО относят к ближайшему из них (по уровню). Если вид ТО не указан ни в одном из вышестоящих СЦ, то его относят к тому СЦ, к которому приписан ФИ.

2. Если для вида ТО задан параметр «Стоимость работ (за 1 выполнение)», то трудоемкость вида ТО не учитывается и этот вид ТО не даст вклад в требуемый фонд времени.

Если требуемый фонд времени превышает плановый, то соответствующие ячейки таблицы выделяются красным цветом (рис. 9-43).

	Плановый фонд времени, ч/ч	Требуемый фонд времени, ч/ч
	8 000	60 138
	3 000	20 051
	10 000	84 335
	3 000	20 051
	350 000	319 925
	15 000	216 000
	7 000	72 000
	30 000	472 844
	6 000	72 000
	-	-

Рис. 9-43 – Плановый фонд времени превышает требуемый

9.15.2. Суммарное время ожидания планового и непланового ТО

Таблица времени ожидания содержит данные по суммарному времени ожидания планового и непланового ТО (выраженному в часах) в зависимости от количества рабочих мест для каждого сервисного центра (рис. 9-44).

№	Уровень ТОиР	Центр ТОиР	Время ожидания ТО в зависимости от количества рабочих мест (РМ), ч											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1 уровень ТОиР	Э-1												
2		Э-2												
3		Э-3												
4	2 уровень ТОиР	ФРТЦ-1	5											
5		ФРТЦ-2	6											
6		ФРТЦ-3	2											
7	3 уровень ТОиР	РТЦ												
8	4 уровень ТОиР	ЗИ												

Рис. 9-44 – Зависимость суммарного времени ожидания планового и непланового ТО от количества рабочих мест для каждого СЦ

Таблица содержит следующие столбцы:

- «№» – номер СЦ по порядку;
- «Уровень ТОиР» – уровень СТЭ, к которому относится сервисный центр;
- «Центр ТОиР» – наименование сервисного центра;
- «Время ожидания ТО в зависимости от количества рабочих мест (РМ), ч».

Те же данные отображены в виде диаграммы, приведенной на рис. 9-45. По вертикальной оси отложено время ожидания в часах, а по горизонтальной – количество рабочих мест в СЦ.



Рис. 9-45 – Диаграмма зависимости суммарного времени ожидания планового и непланового ТО от количества рабочих мест для каждого СЦ

Расчет времени ожидания ТО в сервисном центре выполняется по модели массового обслуживания – исходя из потока заявок на обслуживание, длительности каждого вида ТО и количества обслуживающих рабочих мест в СЦ. В расчете используются методы теории вероятностей и математической статистики. Предполагается, что плановое ТО, как и неплановое, распределено во времени случайным образом, а обслуживание выполняется круглосуточно.

Исходной информацией при расчете является (рис. 9-46):

- виды ТО (периодичность и продолжительность) – из сценария эксплуатации (определяют длительность обслуживания);
- наработка Изделия – из сценария эксплуатации (определяет интенсивность потока заявок);
- количество базируемых Изделий (определяет интенсивность потока заявок).

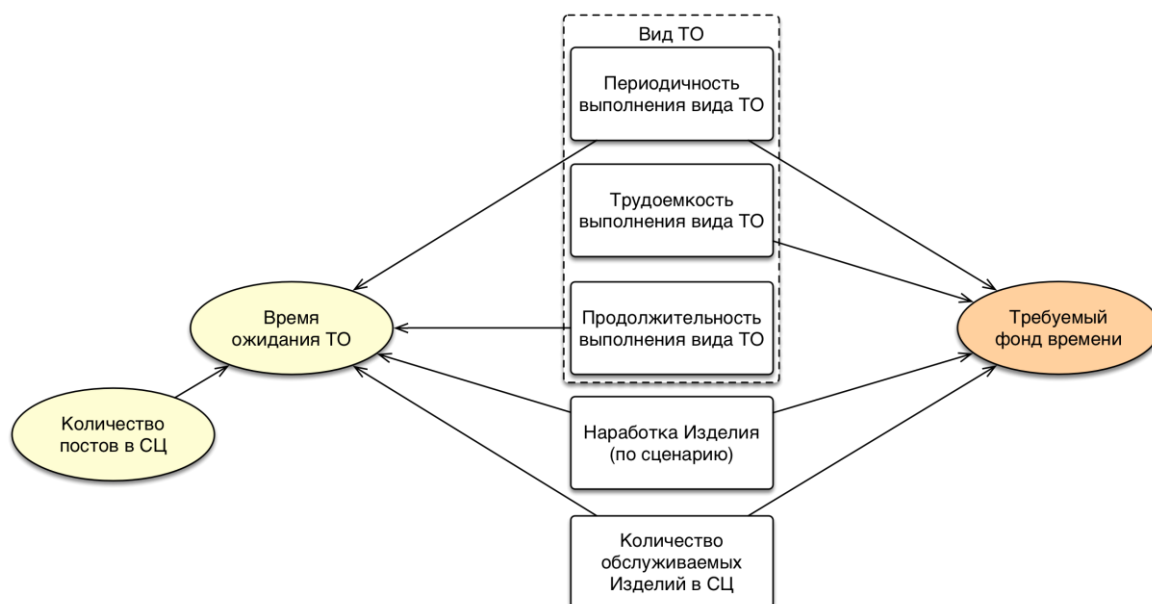


Рис. 9-46 – Исходные данные для расчета времени ожидания ТО и требуемого фонда времени

Результатом расчета по модели массового обслуживания является время ожидания, в зависимости от количества рабочих мест в СЦ. Оптимальной величиной времени ожидания обычно считается 10–15 ч. Если время ожидания не слишком критично, то в целях снижения затрат на владение СЦ число рабочих мест может быть сокращено. При выборе числа рабочих мест следует также принимать во внимание требуемый фонд времени и количество сотрудников, обслуживающих каждый пост.

9.15.3. Время ожидания в очереди непланового ТО

В отдельной таблице приведено суммарное время ожидания в очереди непланового ТО (в днях) за весь период расчет в зависимости от числа рабочих мест в каждом сервисном центре (рис. 9-47).

№	Уровень ТОиР	Центр ТОиР	Стоимость 1 РМ тыс.руб.	Суммарное время ожидания в очереди (ч) всех изделий за период расчета при заданном Кг адм.= 0.95												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	1 уровень ТОиР	Э-1														
2		Э-2														
3		Э-3														
4	2 уровень ТОиР	ФРТЦ-1	500	15 151	870	56	3									
5		ФРТЦ-2	500	21 440	1 324	96	6									
6		ФРТЦ-3	500	3 075	108	4										
7	3 уровень ТОиР	РТЦ	4 000	189	2											
8	4 уровень ТОиР	ЗИ														
Всего эксплуатируемых изделий				220												
Суммарная наработка парка,ч				19 272 000												
Расчетное значение Кг адм.				0,9979												
Затраты на создание требуемого кол-ва РМ,тыс.руб.				5 500												

Рис. 9-47 – Суммарное время выполнения непланового ТО для каждого СЦ в зависимости от числа рабочих мест

Таблица содержит следующие столбцы:

- «№» – Номер СЦ по порядку.
- «Уровень ТОиР» – уровень СТЭ, к которому относится сервисный центр.
- «Центр ТОиР» – наименование сервисного центра.
- «Стоимость 1 РМ, тыс. руб.» – суммарная стоимость оборудования и инструментов, связанных с видами ТО, выполняемыми в СЦ. Это оборудование указывают в окне связанных объектов «Оборудование и инструменты» для вида ТО. Если эта величина равна нулю, то выводится значение параметра «Затраты на оборудование одного поста технического обслуживания», задаваемого в связанном окне «Расчетные затраты на владение» для объекта системы ТЭ.

– «Суммарное время ожидания в очереди (ч) всех изделий за период расчета при заданном $K_{г адм.}$ » – суммарное время ожидания для непланового ТО в зависимости от количества рабочих мест при заданном коэффициенте административной готовности.

Ниже таблицы выводятся следующие данные:

- «Всего эксплуатируемых изделий» – общее число ФИ по всем СЦ;
- «Суммарная наработка парка, ч» – произведение общего числа ФИ, наработки ФИ в год и продолжительности расчетного периода;
- «Расчетное значение $K_{г адм.}$ » – значение коэффициента административной готовности, полученное для рассчитанного числа рабочих мест;
- «Затраты на создание требуемого кол-ва РМ, тыс. руб.» – суммарные затраты на создание рассчитанного числа рабочих мест.

Поиск требуемого числа рабочих мест в каждом СЦ является оптимизационной задачей, которая решается аналогично определению объема оборотного фонда запасных частей (методом градиентного спуска). Необходимо выбрать такое количество рабочих мест в каждом СЦ, которое обеспечивает заданное значение коэффициента административной готовности $K_{г}$ при минимальных затратах на их содержание. Затраты на содержание одного рабочего места задаются параметром «Затраты на оборудование одного поста технического обслуживания» в связанном окне «Расчетные затраты на владение» для каждого СЦ.

Ячейка с оптимальным количеством рабочих мест для каждого СЦ выделяется в таблице зеленым цветом. Также приводится расчетное значение $K_{г}$, которое обеспечивается вычисленным числом рабочих мест, и общая стоимость содержания этих рабочих мест.

С увеличением требуемого коэффициента административной готовности уменьшается суммарное время выполнения непланового ТО (за счет сокращения времени ожидания непланового ТО), но увеличивается число рабочих мест и, следовательно, суммарная стоимость их содержания.

9.15.4. Оборудование рабочих мест

Таблица с данными по оборудованию рабочих мест включает перечень оборудования и инструментов, связанных с видами ТО, выполняемыми в СЦ (рис. 9-48).

№	Уровень ТОиР	Центр ТОиР	Суммарная стоимость оборудования, тыс.руб.	Оборудование рабочих мест			
				Обозначение	Наименование	Цена,тыс.руб.	Требуемое количество
1	2 уровень ТОиР	ФРТЦ В	12,0	BO1	Светильник переносной	,2	1
				BO27	Наконечник для слива (175.91.138сб)	,3	1
				BO29	Подставка (175.95.068сб)	1,5	3
				BO3	Ключи АЛ6.395.037	,5	4
				BO66	Внешний источник тока	5,0	1
2		ФРТЦ Ч	12,0	BO1	Светильник переносной	,2	1
				BO27	Наконечник для слива (175.91.138сб)	,3	1
				BO29	Подставка (175.95.068сб)	1,5	3
				BO3	Ключи АЛ6.395.037	,5	4
				BO66	Внешний источник тока	5,0	1
3		ФРТЦ А	,7	BO1	Светильник переносной	,2	1
BO3				Ключи АЛ6.395.037	,5	1	
4		ФРТЦ С	12,0	BO1	Светильник переносной	,2	1
				BO27	Наконечник для слива (175.91.138сб)	,3	1
				BO29	Подставка (175.95.068сб)	1,5	3
				BO3	Ключи АЛ6.395.037	,5	4
				BO66	Внешний источник тока	5,0	1
5		ЦБРТ ВП	12,0	BO1	Светильник переносной	,2	1
				BO27	Наконечник для слива (175.91.138сб)	,3	1
				BO29	Подставка (175.95.068сб)	1,5	3
				BO3	Ключи АЛ6.395.037	,5	4
				BO66	Внешний источник тока	5,0	1
6	3 уровень ТОиР	РТЦ К	1 000,0				
7		РТЦ У	1 000,0				
8		РТЦ Б	12,0	BO1	Светильник переносной	,2	1
				BO27	Наконечник для слива (175.91.138сб)	,3	1
				BO29	Подставка (175.95.068сб)	1,5	3
				BO3	Ключи АЛ6.395.037	,5	4
				BO66	Внешний источник тока	5,0	1
9		РТЦ 6	1 000,0				
10	4 уровень ТОиР	ПР	1 000,0				

Рис. 9-48 – Перечень оборудования рабочих мест для каждого СЦ

Таблица содержит следующие столбцы:

- «№» – номер СЦ по порядку.
- «Уровень ТОиР» – уровень СТЭ, к которому относится сервисный центр.
- «Центр ТОиР» – наименование сервисного центра.
- «Суммарная стоимость оборудования, тыс. руб.» – суммарная стоимость оборудования, используемого при выполнении видов ТО в сервисном центре, которая вычисляется как сумма произведений параметров «Цена, тыс. руб.» и «Требуемое количество», приведенных в таблице. Если эта сумма равна нулю, то выводится значение параметра «Затраты на оборудование одного поста технического обслуживания», задаваемого в связанном окне «Расчетные затраты на владение» для объекта системы ТЭ.

– Для оборудования, указанного в связанном окне «Оборудование и инструменты» для вида ТО:

- «Обозначение».
- «Наименование».
- «Цена, тыс. руб.» – значение атрибута «Цена» для элемента справочника «Оборудование и инструменты».
- «Требуемое количество» – максимальное значение параметра «Количество» для данного вида оборудования, указанное для всех видов ТО, которые выполняются в данном СЦ.

9.15.5. Персонал рабочих мест

Таблица с данными по персоналу рабочих мест включает перечень специальностей, связанных с видами ТО, выполняемыми в СЦ (рис. 9-49).

№	Уровень ТОиР	Центр ТОиР	Суммарная загрузка		Персонал рабочих мест			
			в год, ч/ч	в день, ч/ч	Наименование специальности	Загрузка		Кол-во при 8 ч. раб. дне
						в год, ч/ч	день, ч	
1	2 уровень ТОиР	ФРТЦ В	3 744,0	10,26	Маляр	1 260,0	3,45	1
					Механик	414,0	1,13	1
					Слесарь	1 656,0	4,54	1
					Специалист по двигателям	-	-	-
					Техник	414,0	1,13	1
2		ФРТЦ Ч	1 248,0	3,42	Маляр	420,0	1,15	1
					Механик	138,0	0,38	1
					Слесарь	552,0	1,51	1
					Специалист по двигателям	-	-	-
					Техник	138,0	0,38	1
3		ФРТЦ А	5 004,0	13,71	Маляр	2 520,0	6,90	1
					Слесарь	2 484,0	6,81	1
					Специалист по двигателям	-	-	-
4		ФРТЦ С	1 248,0	3,42	Маляр	420,0	1,15	1
					Механик	138,0	0,38	1
					Слесарь	552,0	1,51	1
					Специалист по двигателям	-	-	-
					Техник	138,0	0,38	1
5		ЦБРТ ВП	432,0	1,18	Механик	72,0	0,20	1
					Слесарь	288,0	0,79	1
					Техник	72,0	0,20	1
6	3 уровень ТОиР	РТЦ К	-	-	Маляр	-	-	-
Техник					-	-	-	
7		РТЦ У	-	-	Маляр	-	-	-
					Техник	-	-	-
8		РТЦ Б	2 764,3	7,57	Маляр	70,0	0,19	1
					Механик	863,1	2,36	1
					Слесарь	968,1	2,65	1
					Специалист по двигателям	-	-	-
					Техник	863,1	2,36	1
9		РТЦ 6	-	-	Маляр	-	-	-
					Техник	-	-	-
10	4 уровень ТОиР	ПР	-	-				

Рис. 9-49 – Перечень специальностей, необходимых для рабочих мест для каждого СЦ

Таблица содержит следующие столбцы:

- «№» – номер СЦ по порядку.
- «Уровень ТОиР» – уровень СТЭ, к которому относится сервисный центр.
- «Центр ТОиР» – наименование сервисного центра.
- Суммарная загрузка по всем требуемым специальностям:
 - «в год, ч/ч»;
 - «в день, ч/ч»;

- Для специальностей, указанных в связанном окне «Специальности и квалификации» для вида ТО:
 - «Наименование специальности» – перечисляются все специальности, связанные с видами ТО, выполняемыми в СЦ (даже если для них не указана трудоемкость).
 - Загрузка для каждой специальности:
 - «в год, ч/ч»;
 - «в день, ч/ч»;
 - «Кол-во при 8 ч раб. дне» – количество специалистов рассчитывается исходя из суммарной загрузки в день для данной специальности и продолжительности рабочего дня (8 ч).

9.16. Отчет «Оферта»

В отчете «Оферта» (набор сервисных услуг по ТОиР) приведена структура затрат Поставщика услуг, то есть затраты, которые относятся сервисным центрам, принадлежащим Поставщику услуг. Исходя из этих затрат определяется цена пакета услуг, предоставляемых Поставщиком услуг по ТОиР.

В отчете представлены следующие данные:

- таблица «Исходные данные для расчета»;
- таблица «Структура цены услуг» включает амортизационные отчисления по СЦ Поставщика услуг, периодические затраты по СЦ Поставщика услуг, а также суммарную себестоимость услуг и суммарные платежи, которые рассчитываются исходя амортизационных отчислений и периодических затрат по СЦ Поставщика услуг.

9.16.1. Таблица «Исходные данные для расчета»

Таблица «Исходные данные для расчета» (рис. 9-50) аналогична одноименной таблице из отчета «Суммарные затраты», но общее количество Изделий суммируется не по всем по объектам системы ТЭ, а только по СЦ Поставщика услуг.

Исходные данные для расчета	
Проект ППО:	Проект ППО вар1
Общее количество изделий:	515
Сценарии эксплуатации:	
Долгосрочное хранение	
Количество изделий:	180
Наработка, км/год:	200
Наработка, ч/год:	2
Сценарий эксплуатации 1А	
Количество изделий:	5
Наработка, км/год:	3 500
Наработка, ч/год:	-
Учебно-боевой	
Количество изделий:	33
Наработка, км/год:	5 000
Наработка, ч/год:	200
Эксплуатация в боевой группе	
Количество изделий:	297
Наработка, км/год:	2 000
Наработка, ч/год:	30
Требуемый КгМТО	0,8
Стоимость нормочаса, руб:	1 000
Рентабельность, %:	10
Период расчета, лет:	10
Показатели надежности:	Расчетные
Срок амортизации зданий и сооружений, лет:	20
Срок амортизации оборудования, лет:	10

Рис. 9-50 – Таблица «Исходные данные для расчета»

Таблица включает следующие данные:

- «Проект ППО» – проект, выбранный в диалоговом окне запуска расчета;
- «Общее количество изделий» – общее количество обслуживаемых изделий, просуммированное по всем объектам системы ТЭ;
- информация по каждому сценарию:
 - Наименование сценария эксплуатации;
 - «Количество изделий» – количество Изделий, эксплуатируемых по данному сценарию;
 - «Наработка, км/год» – наработка Изделия по данному сценарию за год в километрах;
 - «Наработка, ч/год» – наработка Изделия по данному сценарию за год в часах;
- «Требуемый КгМТО» – задается в диалоговом окне запуска расчета;
- «Стоимость нормочаса, руб.» – стоимость нормочаса, используемая при расчете затрат при выполнении видов ТО (задается в диалоговом окне запуска расчета);

- «Рентабельность, %» – значение в поле «Норма прибыли (%)» в диалоговом окне запуска расчета;
- «Период расчета, лет» – задается в диалоговом окне запуска расчета;
- «Показатели надежности» – выбранный в диалоговом окне запуска расчета тип показателей надежности (фактические, назначенные или расчетные);
- «Срок амортизации зданий и сооружений, лет» – задается в диалоговом окне запуска расчета;
- «Срок амортизации оборудования, лет» – задается в диалоговом окне запуска расчета.

9.16.2. Таблица «Структура цены услуг»

Таблица «Структура цены услуг» включает данные по составляющим цены пакета услуг. Она складывается из себестоимости услуг, рассчитываемой исходя из начальных и периодических затрат Поставщика услуг, и нормы рентабельности. В начальных затратах учитывается только та их часть, которая амортизировалась за расчетный период (то есть производится отнесение затрат на себестоимость).

Амортизационные отчисления (рис. 9-51) включают следующие статьи:

- «Создание инфраструктуры СЦ, приобретение средств ТО» – суммарные амортизационные отчисления на здания, сооружения и оборудование СЦ.
- «Приобретение запасных частей (начальный запас)» – амортизационные отчисления на оборотный фонд запасных частей. Понятие амортизации для средств МТО является условным и введено здесь для того, чтобы обеспечить независимость ежегодных платежей от продолжительности периода расчета.

Амортизационные отчисления, тыс.руб	2 уровень ТОиР	3 уровень ТОиР	4 уровень ТОиР	Поставщик	ИТОГО
Создание инфраструктуры СЦ, приобретение средств ТО	-	51 333	-	-	51 333
Приобретение запасных частей (начальный запас)	540	48 478	38 680	-	87 698

Рис. 9-51 – Амортизационные отчисления

Начальные затраты на здания и сооружения, средства ТО и приобретение начального запаса запасных частей распределяются не на период расчета, а на сроки амортизации, которые задаются для разных статей затрат в диалоге запуска расчета. Суммарные амортизационные отчисления за весь период расчета вычисляются по следующей формуле:

$$S_{аморт} = T_{расч} \times \left(\frac{S_{нач.}^{здания}}{T_{аморт}^{здания}} + \frac{S_{нач.}^{оборуд.}}{T_{аморт}^{оборуд.}} + \frac{S_{нач.}^{МТО}}{T_{аморт}^{МТО}} \right), \quad (22)$$

где $S_{нач.}^{здания}$ – начальные затраты на создание структуры СЦ (задается для каждого объекта системы ТЭ параметром «Затраты на подготовку и освоение новых производств, цехов и агрегатов (пусковые расходы)»), $S_{нач.}^{оборуд.}$ – начальные затраты на создание структуры СЦ (задается для каждого объекта системы ТЭ параметром «Затраты на подготовку и освоение новых видов продукции и новых технологических процессов»), $S_{нач.}^{МТО}$ – результат расчета стоимости оборотного фонда запасных частей, $T_{аморт}^{здания}$, $T_{аморт}^{оборуд.}$ и $T_{аморт}^{МТО}$ – сроки амортизации, заданные в диалоге запуска расчета, $T_{расч}$ – период расчета. Если период расчета превышает какой-либо срок амортизации, то соответствующие начальные затраты нормируют на период расчета, а не на срок амортизации. Например, если суммарные начальные затраты составляют 2 000 000 тыс. руб., период расчета 10 лет, а период амортизации 20 лет, то суммарные амортизационные отчисления составят 1 000 000 тыс. руб.

Периодические затраты (рис. 9-52) включают:

- затраты на плановое ТО, которое выполняется СЦ Поставщика услуг;
- затраты на текущий ремонт комплектующих изделий, выполняемый СЦ Поставщика услуг; при этом ремонт комплектующих, выполняемый Поставщиком КИ, включается в том случае, если его оплату делает Поставщик услуг;
- затраты на хранение запчастей в СЦ Поставщика услуг;
- затраты на транспортировку КИ из СЦ Поставщика услуг в вышестоящий СЦ, а транспортировка КИ из СЦ Заказчика в вышестоящий СЦ не включается;
- затраты на транспортировку ФИ между всеми СЦ, независимо от их принадлежности Поставщику услуг или Заказчику.

Периодические затраты, тыс.руб	2 уровень ТОиР	3 уровень ТОиР	4 уровень ТОиР	Поставщик	ИТОГО
Затраты на плановое ТОиР, тыс.руб	-	-	-	-	-
Оплата труда	-	-	-	-	-
Приобретение комплектующих изделий (запасные части)	-	-	-	-	-
Приобретение расходных материалов	-	-	-	-	-
Затраты на текущий ремонт на данном уровне, тыс.руб	480	8 876	5 561	218 160	233 077
Оплата труда	480	8 740	2 250	-	11 470
Приобретение неремонтопригодных комплектующих изделий	-	136	-	-	136
Приобретение расходных материалов	-	-	-	-	-
Прочие затраты на текущий ремонт, тыс. руб (в % от цены) см.'Ремонты'	-	-	3 311	218 160	221 471
Затраты на хранение запасов на данном уровне, тыс. руб	-	-	-	-	-
Суммарные затраты на транспортировку, тыс.руб					696
Затраты на транспортировку комплектующих изделий					696
Затраты на транспортировку Изделий для выполнения работ ТОиР					-
Затраты на поддержку инфраструктуры СЦ и средств ТО, тыс. руб	-	50 000	-	-	50 000

Рис. 9-52 – Периодические затраты Поставщика

Таким образом, полная себестоимость услуг за расчетный период (1 на рис. 9-53) складывается из суммарных амортизационных отчислений (2) и суммарных периодических затрат Поставщика услуг (3).

Амортизационные отчисления, тыс.руб	2 уровень ТОиР	3 уровень ТОиР	4 уровень ТОиР	Поставщик	ИТОГО
Создание инфраструктуры СЦ, приобретение средств ТО	-	51 333	-	-	51 333
Приобретение запасных частей (начальный запас)	540	48 478	38 680	-	87 698

Периодические затраты, тыс.руб	2 уровень ТОиР	3 уровень ТОиР	4 уровень ТОиР	Поставщик	ИТОГО
Затраты на плановое ТОиР, тыс.руб	-	-	-	-	-
Оплата труда	-	-	-	-	-
Приобретение комплектующих изделий (запасные части)	-	-	-	-	-
Приобретение расходных материалов	-	-	-	-	-
Затраты на текущий ремонт на данном уровне, тыс.руб	480	8 876	5 561	218 160	233 077
Оплата труда	480	8 740	2 250	-	11 470
Приобретение неремонтопригодных комплектующих изделий	-	136	-	-	136
Приобретение расходных материалов	-	-	-	-	-
Прочие затраты на текущий ремонт, тыс. руб (в % от цены) см.'Ремонты'	-	-	3 311	218 160	221 471
Затраты на хранение запасов на данном уровне, тыс. руб	-	-	-	-	-
Суммарные затраты на транспортировку, тыс.руб					696
Затраты на транспортировку комплектующих изделий					696
Затраты на транспортировку Изделий для выполнения работ ТОиР					-
Затраты на поддержку инфраструктуры СЦ и средств ТО, тыс. руб	-	50 000	-	-	50 000

Себестоимость за 10 лет, тыс.руб:	422 804
Платежи за 10 лет, тыс.руб:	486 225

Рис. 9-53 – Себестоимость услуг и платежи за расчетный период

При расчете величины платежей к себестоимости услуг добавляется норма прибыли (рентабельность):

$$S_{\text{платежи}} = (S_{\text{аморт.}} + S_{\text{Поставщик периодич.}}) \times \left(1 + \frac{k_{\text{рентаб.}}}{100} \right), \quad (23)$$

где $S_{аморт.}$ – амортизационные отчисления, $S_{Поставщик\ периодич.}$ – периодические затраты Поставщика услуг, $k_{рентаб.}$ – величина нормы прибыли.

Расчетная цена пакета услуг равна отношению суммарных платежей к величине расчетного периода (рис. 9-54). Распределение видов ТОиР между Поставщиком услуг и Заказчиком приведено в отчете «Виды ТОиР»).

Стоимость услуг	
Расчетная цена пакета услуг, тыс.руб./год:	48 622
Распределение видов ТОиР между Поставщиком услуг и Заказчиком см. 'Виды ТОиР'	

Рис. 9-54 – Расчетная цена пакета услуг в год

Расчетная цена пакета услуг может быть уменьшена, например, за счет стоимости начального МТО, если уменьшить период пополнения запасов или использовать модель непрерывного пополнения.

9.17. Отчет «Инвестиционный анализ»

В отчете «Инвестиционный анализ» приведены данные по видам затрат и величине денежного потока для каждого года эксплуатации по СЦ Поставщика услуг. Отчет включает:

- расчетную цену пакета услуг в год;
- суммарную прибыль за расчетный период;
- таблицу с данными по видам затрат для каждого года эксплуатации;
- диаграмму зависимости денежного потока от года эксплуатации.

9.17.1. Таблица затрат по годам эксплуатации

Таблица с данными по затратам для каждого года эксплуатации (рис. 9-55) включает следующие виды затрат, отнесенных на себестоимость (то есть амортизационные отчисления – см. отчет «Оферта»):

- Начальные затраты (выводятся в графе на нулевой год эксплуатации):
 - «Инфраструктура» – начальные затраты на здания и сооружения, заданные вручную для каждого СЦ параметром «Затраты на подготовку и освоение новых

производств, цехов и агрегатов (пусковые расходы)» (раздел 7.4.5 «Затраты на владение объектом системы ТЭ», стр. 126).

– «Оборудование» – начальные затраты на оборудование, заданные вручную для каждого СЦ параметром «Затраты на подготовку и освоение новых видов продукции и новых технологических процессов» (раздел 7.4.5 «Затраты на владение объектом системы ТЭ», стр. 126), выводятся в графе на нулевой год эксплуатации.

– «Начальное МТО» – затраты на создание оборотного фонда запасных частей (только стоимость приобретения запчастей для внеплановых замен, без учета стоимости хранения и транспортировки к месту хранения). Метод расчета оборотного фонда запасных частей рассматривается в разделе 6.1.2 «Оборотный фонд запасных частей», стр. 54.

– Составляющие денежного потока от деятельности по обеспечению ТЭ (периодические затраты) – рассчитываются на каждый год эксплуатации в течение периода расчета:

– «Оплата труда» – суммарная стоимость трудозатрат на выполнение работ планового и непланового ТО. Стоимость трудозатрат рассчитывается исходя из параметра «Стоимость работ (за 1 выполнение)» каждого вида планового или непланового ТО. Если этот параметр для вида ТО не задан, то учитывается трудоемкость вида ТО и стоимость нормочаса, задаваемая в диалоге запуска расчета.

Примечание. Суммарные затраты на труд за весь период эксплуатации равны сумме затрат на оплату труда планового ТОиР и текущий ремонт из отчета «Оферта» (рис. 142).

– «Запасные части» – суммарная стоимость запасных частей для выполнения плановых и неплановых замен. Стоимость запасных частей для плановых замен рассчитывается исходя из цены компонентов и количества их плановых замен, определяемых на основе назначенного ресурса компонентов. Стоимость запасных частей для неплановых замен рассчитывается исходя из цены компонентов и количество неплановых замен, определяемых на основе параметров надежности компонентов.

– «Ремонт КИ (в центрах ТОиР)» – суммарные затраты на ремонт компонентов в рамках системы ТЭ (исключается ремонт компонентов с минимальным уровнем ремонта «Поставщик»). Эти затраты складываются из затрат на ремонт, рассчитываемый как доля от цены компонента, а ремонт, выполняемый в рамках вида неплано-

вого ТО (вид ТО «ремонт»), исключается. Подробнее см. отчет «Ремонты» (подраздел 9.7 «Отчет «Ремонты КИ»», стр. 173).

– «Ремонт КИ (внешние РО)»⁴⁵⁾ – суммарные затраты на ремонт компонентов Поставщиком КИ (учитывается только ремонт компонентов с минимальным уровнем ремонта «Поставщик»). Эти затраты складываются из затрат на ремонт, рассчитываемый как доля от цены компонента. Подробнее см. отчет «Ремонты» (подраздел 9.7 «Отчет «Ремонты КИ»», стр. 173).

Примечание. Суммарные затраты по ремонту КИ равны сумме прочих затрат на текущий ремонт из отчета «Оферта» (рис. 142).

- «Хранение КИ» – стоимость хранения запасных частей.
- «Транспортировка» – стоимость транспортировки Изделий для выполнения ТО и их комплектующих.
- «Поддержка инфраструктуры и СТО» – суммарные затраты, заданные вручную для каждого СЦ в группах параметров «Затраты на материалы» и «Косвенные затраты» (раздел 7.4.5 «Затраты на владение объектом системы ТЭ», стр. 126).
- «Материалы для ТОиР» – суммарная стоимость расходных материалов для выполнения плановых и неплановых видов ТО, рассчитанная исходя из параметра «Стоимость расходных материалов (за 1 выполнение)» для каждого вида ТО.

Примечание. Суммарные затраты на материалы для ТОиР равны сумме затрат на приобретение расходных материалов для планового ТОиР и текущего ремонта из отчета «Оферта» (рис. 142).

⁴⁵⁾ РО – ремонтные организации.

Расчетная цена пакета услуг, тыс. руб./г. год	1 640 740										
Суммарная прибыль за 10 лет, тыс. руб.:	227 009										
	Года эксплуатации										
Вид затрат	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Инфраструктура:	3 500 000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Оборудование:	19 000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Начальное МТО:	783 395	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Оплата труда:	-	27 793	87 593	27 878	597 557	74 992	40 554	74 979	598 065	28 765	86 770
Запасные части:	-	997 007	997 007	997 007	997 007	997 007	997 007	997 007	997 007	997 007	997 007
Ремонт КИ (в центрах ТОиР):	-	20 020	20 020	20 020	20 020	20 020	20 020	20 020	20 020	20 020	20 020
Ремонт КИ (внешние РО):	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Хранение КИ:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Транспортировка:	-	3 523	3 523	3 523	3 523	3 523	3 523	3 523	3 523	3 523	3 523
Поддержка инфраструктуры и СТО:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Материалы для ТОиР:	-	907	1 262	908	1 686	1 164	1 010	1 163	1 709	934	1 237
Суммарные затраты, тыс. руб.:	4 302 395	1 049 249	1 109 405	1 049 335	1 619 792	1 096 705	1 062 114	1 096 692	1 620 324	1 050 249	1 108 556
Затраты, отнесенные на себестоимость, тыс. руб.:	-	1 354 589	1 414 744	1 354 675	1 925 132	1 402 045	1 367 453	1 402 032	1 925 664	1 355 589	1 413 896
Платежи, тыс. руб.:	-	1 640 740	1 640 740	1 640 740	1 640 740	1 640 740	1 640 740	1 640 740	1 640 740	1 640 740	1 640 740
Денежный поток, тыс. руб.:	-4 302 395	-3 710 905	-3 179 569	-2 588 164	-2 567 217	-2 023 182	-1 444 556	-900 508	-880 093	-289 602	242 582

Рис. 9-55 – Данные по видам затрат и годам эксплуатации (инвестиционный анализ)

Соответствие между данными отчета «Инвестиционный анализ» и отчета «Оферта» приведено на рис. 9-56.

Инвестиционный анализ											
Расчетная цена пакета услуг, тыс. руб./г. год	867 558										
Суммарная прибыль за 10 лет, тыс. руб.:	909 113										
	Года эксплуатации										
Вид затрат	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Инфраструктура:	1 100 000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Оборудование:	10 000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Начальное МТО:	557 710	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Оплата труда:	-	18 490	46 830	18 510	259 894	46 336	19 765	46 339	260 161	19 008	46 358
Запасные части:	-	519 044	519 044	519 044	519 044	519 044	519 044	519 044	519 044	519 044	519 044
Ремонт КИ (в центрах ТОиР):	-	20 851	20 851	20 851	20 851	20 851	20 851	20 851	20 851	20 851	20 851
Ремонт КИ (внешние РО):	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Хранение КИ:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Транспортировка:	-	2 049	2 049	2 049	2 049	2 049	2 049	2 049	2 049	2 049	2 049
Поддержка инфраструктуры и СТО:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Материалы для ТОиР:	-	666	822	667	1 032	807	716	807	1 045	681	808
Суммарные затраты, тыс. руб.:	1 667 710	561 101	589 596	561 121	802 871	589 087	562 425	589 090	803 150	561 633	589 110
Затраты, отнесенные на себестоимость, тыс. руб.:	-	728 872	757 367	728 892	970 642	756 858	730 196	756 861	970 921	729 404	756 881
Платежи, тыс. руб.:	-	867 558	867 558	867 558	867 558	867 558	867 558	867 558	867 558	867 558	867 558
Денежный поток, тыс. руб.:	-1 667 710	-1 361 252	-1 083 290	-776 852	-712 165	-433 693	-128 560	149 908	214 316	520 241	798 689

Структура цены услуг					
Амортизационные отчисления, тыс. руб.	2 уровень ТОиР	3 уровень ТОиР	4 уровень ТОиР	Поставщик	ИТОГО
Создание инфраструктуры ЦЦ, приобретение средств ТО	106 000	1 013 000	1 000	-	1 120 000
Приобретение запасных частей (начальный запас)	389 257	168 453	-	-	557 710
Периодические затраты, тыс. руб.	2 уровень ТОиР	3 уровень ТОиР	4 уровень ТОиР	Поставщик	ИТОГО
Затраты на плановое ТОиР, тыс. руб.	93 180	598 567	-	-	691 747
Оплата труда	88 635	596 673	-	-	685 307
Приобретение комплектующих изделий (запасные части)	-	-	-	-	-
Приобретение расходных материалов	4 545	1 894	-	-	6 439
Затраты на текущий ремонт на данном уровне, тыс. руб.	5 230 844	276 566	-	-	5 507 410
Оплата труда	39 800	67 049	-	-	106 849
Приобретение неремонтопригодных комплектующих изделий	5 190 444	1	-	-	5 190 444
Приобретение расходных материалов	600	1 011	-	-	1 612
Прочие затраты на текущий ремонт, тыс. руб. (в % от цены) см. 'Ремонты'	-	208 505	-	-	208 505
Затраты на хранение запасов на данном уровне, тыс. руб.	-	-	-	-	-
Суммарные затраты на транспортировку, тыс. руб.	-	-	-	-	-
Затраты на транспортировку комплектующих изделий	-	-	-	-	20 494
Затраты на транспортировку Изделий для выполнения работ ТОиР	-	-	-	-	-
Затраты на поддержку инфраструктуры ЦЦ и средств ТО, тыс. руб.	-	-	-	-	-

Рис. 9-56 – Соответствие между данными отчетов «Инвестиционный анализ» и «Оферта»

В таблице также приведены следующие данные:

- «Суммарные затраты, тыс. руб.» – суммарные начальные затраты и периодические затраты за каждый год эксплуатации расчетного периода (произведено суммирование по всем приведенным в этой таблице затратам на данный год эксплуатации).
- «Затраты, отнесенные на себестоимость, тыс. руб.» – суммарные затраты по СЦ Поставщика услуг с учетом амортизации за расчетный период, отнесенные к длительности расчетного периода. Эти затраты вычисляются следующим образом: к величине суммарных затрат на каждый год эксплуатации (исключая нулевой год) добавляется отношение суммарных затрат на нулевой год эксплуатации (то есть амортизационные расходы) и длительности расчетного периода.
- «Платежи, тыс. руб.» – цена пакета услуг, которая рассчитывается исходя из затрат, отнесенных на себестоимость, и рентабельности (для расчета цены пакета услуг см. отчет «Оферта»).
- «Денежный поток, тыс. руб.» – сумма ежегодных платежей от начала эксплуатации за вычетом начальных затрат на инфраструктуру, оборудование и оборотный фонд. Эта величина характеризует окупаемость начальных капиталовложений.

9.17.2. Диаграмма «Денежный поток»

На диаграмме рис. 9-57 представлена зависимость денежного потока от времени, то есть суммы начальных затрат и поступлений от ежегодных платежей.



Рис. 9-57 – Зависимость денежного потока по годам эксплуатации

9.18. Детализация отчета по выбранному сервисному центру

9.18.1. Отчет «ЗЧ для выполнения работ в ...»

Отчет «ЗЧ для выполнения работ в ...» включает перечень работ ТОиР, выполняемых в выбранном сервисном центре, с указанием требуемых запчастей для каждой работы (рис. 9-58). Отчет аналогичен отчету «ЗЧ для выполнения работ», но составлен не для всех СЦ, а лишь для выбранного в диалоге запуска расчета. Для формирования отчета необходимо установить флаг «ТОиР» и выбрать сервисный центр в диалоге запуска расчета.

Виды работ ТОиР	Число выполнений	Изделие	Количество в ФИ	Запас	Замены при ТР	Замены при плановом ТОиР	Использовано (всего)	Цена нового/Стоимость ремонта, тыс.руб.	Использовано, тыс.руб.	Осталось в запасе, тыс.руб.	Итого, тыс.руб.
Плановое ТО											
Замена зад. рессоры	1 820										
Замена пер. рессоры	1 820										
КО	255 500										
ТО-1	1 820										
ТО-2	700										
Неплановое ТО											
Проверка исправности двигателя	14										
УРАЛ - замена электронного блока управления	168	650.3763010 :: Электронный блок управления EDC-7	1	2	168		168	37,5	6 300,0	75,0	6 375,0
УРАЛ - замена топливного насоса	392	THC :: Топливный насос			392		392				
УРАЛ - восстановление топливной магистрали	168	ТоплМГ :: Топливная магистраль			383		383				
Замена фильтрующего элемента воздушного фильтра (гофрокартон)	560										
Замена ТНВД	162	'UNDF-A4-4 :: Топливный насос высокого давления	1	2	162		162	70,0	11 340,0	140,0	11 480,0
Замена фильтра очистки топлива	70	5340.1105010 :: Фильтр грубой очистки топлива Preline 270	1	2	70		70	11,5	802,9	22,9	825,8

Рис. 9-58 – Таблица «ЗЧ для выполнения работ в ...» (фрагмент)

Таблица включает следующие данные:

- «Виды работ ТОиР» – вид ТО;
- «Число выполнений» – количество выполнений вида ТОиР за расчетный период;
- «Изделие» – обозначение и наименование компонента, заменяемого в процессе выполнения работы;

- «Количество в ФИ» – количество компонентов данного типа в ФИ;
- «Запас» – начальный запас компонентов данного типа (шт.);
- «Замены при ТР» – количество замен компонентов данного типа при выполнении вида ТО, указанного в графе «Виды работ ТОиР» (в рамках одного вида ТОиР может быть несколько видов заменяемых компонентов);
- «Замены при плановом ТОиР» – количество плановых замен компонента, выполненных независимо от вида ТО, указанного в графе «Виды работ ТОиР»;
- «Использовано (всего)» – суммарное число плановых и неплановых замен компонента;
- «Цена нового / «Стоимость ремонта, тыс. руб.» – цена нового компонента;
- «Использовано, тыс. руб.» – стоимость общего количества замененных компонентов;
- «Осталось в запасе, тыс. руб.» – стоимость начального запаса компонентов;
- «Итого, тыс. руб.» – суммарная стоимость замененных компонентов и начального запаса.

9.18.2. Отчет «СЧ заменяемые в ...»

Отчет «СЧ заменяемые в ...» включает перечень агрегатов и узлов, заменяемых в выбранном сервисном центре (рис. 9-59). Отчет включает те же данные по запчастям, что и отчет «ЗЧ для выполнения работ», но СЧ не связывается с работой по ее замене. Для формирования отчета необходимо установить флаг «МТО» и/или «ТОиР» и выбрать сервисный центр в диалоге запуска расчета.

Изделие	Кол-во в ФИ	Запас	Замены при ТР	Замены при плановом ТОиР	Использовано (всего)	Цена нового/ стоимость ремонта, тыс.руб.	Использовано за 10 лет, тыс.руб.	Осталось в запасе, тыс.руб.	Итого за 10 лет, тыс.руб.
5340.1105010 :: Фильтр грубой очистки топлива Preline 270	1	2	70	910	980	11,5	11 240,6	22,9	11 263,5
514-400 :: Колесо	6		280		280	0,500	140,0		140,0
5323Ф-3402035 :: Шарнир вала рулевого управления	2	3	94		94	2,0	188,0	6,0	194,0
'UNDF-A4-4 :: Топливный насос высокого давления	1	2	162		162	70,0	11 340,0	140,0	11 480,0
4320ЯМ-1802025 :: Вал первичный	1	2	34		34	9,9	334,9	19,7	354,6
49013-3506020-02 :: Шланг тормозов	1	3	42		42	0,410	17,2	1,2	18,5
4320П2-1803020-10 :: Вилка переключения передач	1	3	66		66	2,1	137,9	6,3	144,2
353.3772 :: Предохранитель запасной	1	6	125		125	0,025	3,1	0,150	3,3
6-7610-A :: Подшипник роликовый	1	25	2100		2100	0,720	1 512,0	18,0	1 530,0
7312A :: Подшипник роликовый	1	25	2100		2100	0,920	1 932,0	23,0	1 955,0
650.3763010 :: Электронный блок управления EDC-7	1	2	168		168	37,5	6 300,0	75,0	6 375,0
354.3722 :: Предохранитель, 20А	1	3	32		32	0,020	0,640	0,060	0,700
4320ЯМ-1802039 :: Муфта переключения передач	1	3	131		131	3,5	461,1	10,6	471,7

Рис. 9-59 – Таблица «СЧ заменяемые в ...»

Таблица включает следующие данные:

- «Изделие» – обозначение и наименование компонента, заменяемого в процессе выполнения работы;
- «Количество в ФИ» – количество компонентов данного типа в ФИ;
- «Запас» – начальный запас компонентов данного типа (шт.);
- «Замены при ТР» – количество замен компонентов данного типа при выполнении текущего ремонта (непланового ТОиР);
- «Замены при плановом ТОиР» – количество плановых замен компонента;
- «Использовано (всего)» – суммарное число плановых и неплановых замен компонента;
- «Цена нового / «Стоимость ремонта, тыс. руб.» – цена нового компонента;
- «Использовано за N лет, тыс. руб.» – стоимость общего количества замененных компонентов за расчетный период;
- «Осталось в запасе, тыс. руб.» – стоимость начального запаса компонентов;
- «Итого за N лет, тыс. руб.» – суммарная стоимость замененных компонентов за период расчета и начального запаса.

9.18.3. Отчет «Отправляемые в ремонт из ...»

Отчет «Отправляемые в ремонт из ...» включает перечень агрегатов и узлов, которые заменяются в выбранном сервисном центре, но отправляются в ремонт в СЦ, находящийся на более высоком уровне СТЭ (рис. 9-60). Для формирования отчета необходимо установить флаг «МТО» и/или «ТОиР» и выбрать сервисный центр в диалоге запуска расчета.

Агрегаты и узлы	Начальный запас	Кол-во	Стоимость ремонта единицы, тыс.руб.	Общая стоимость, тыс.руб.
514-400 :: Колесо	5	373	0,550	205,2
50.5.2905006 :: Амортизатор	128	16800	2,0	33 600,0

Рис. 9-60 – Таблица «Отправляемые в ремонт из ...»

Таблица включает следующие данные:

- «Агрегаты и узлы» – обозначение и наименование компонента, отправляемого в ремонт на вышестоящие уровни СТЭ.
- «Начальный запас» – оборотный фонд компонентов данного типа. Для расчета начального запаса у компонента должна быть задана цена, так как расчет выполняется в режиме оптимизации общей стоимости оборотного фонда.
- «Кол-во» – количество выполненных замен.
- «Стоимость ремонта единицы, тыс. руб.» – общая стоимость работ по ремонту компонента. Стоимость выполнения каждой отдельной работы задается параметром «Стоимость работы (за 1 выполнение)», а при его отсутствии – нормативной трудоемкостью работы и стоимостью нормо-часа, которое задается в диалоге запуска расчета. Если у компонента есть несколько конструктивных отказов (рис. 9-61), приводящих к вышестоящему функциональному отказу, то доля каждого из них задается параметром «Вероятность отказа по данной причине». Этот параметр учитывается при расчете стоимости единицы ремонта. Например, если стоимость выполнения работ по устранению конструктивного отказа амортизатора составляет 200 руб. (ремонт резервуара), 150 руб. (замена сальника) и 100 руб. (восстановление поверхности штока), а доля каждого отказа составляет 0.2, 0.4 и 0.4,

то суммарная стоимость этих трех работ будет равна $200 \cdot 0.2 + 150 \cdot 0.4 + 100 \cdot 0.4 = 140$ руб. Она должна быть добавлена к стоимости работы, связанной непосредственно с амортизатором.

– «Общая стоимость, тыс. руб.» – произведение количества замен и стоимости единицы ремонта.

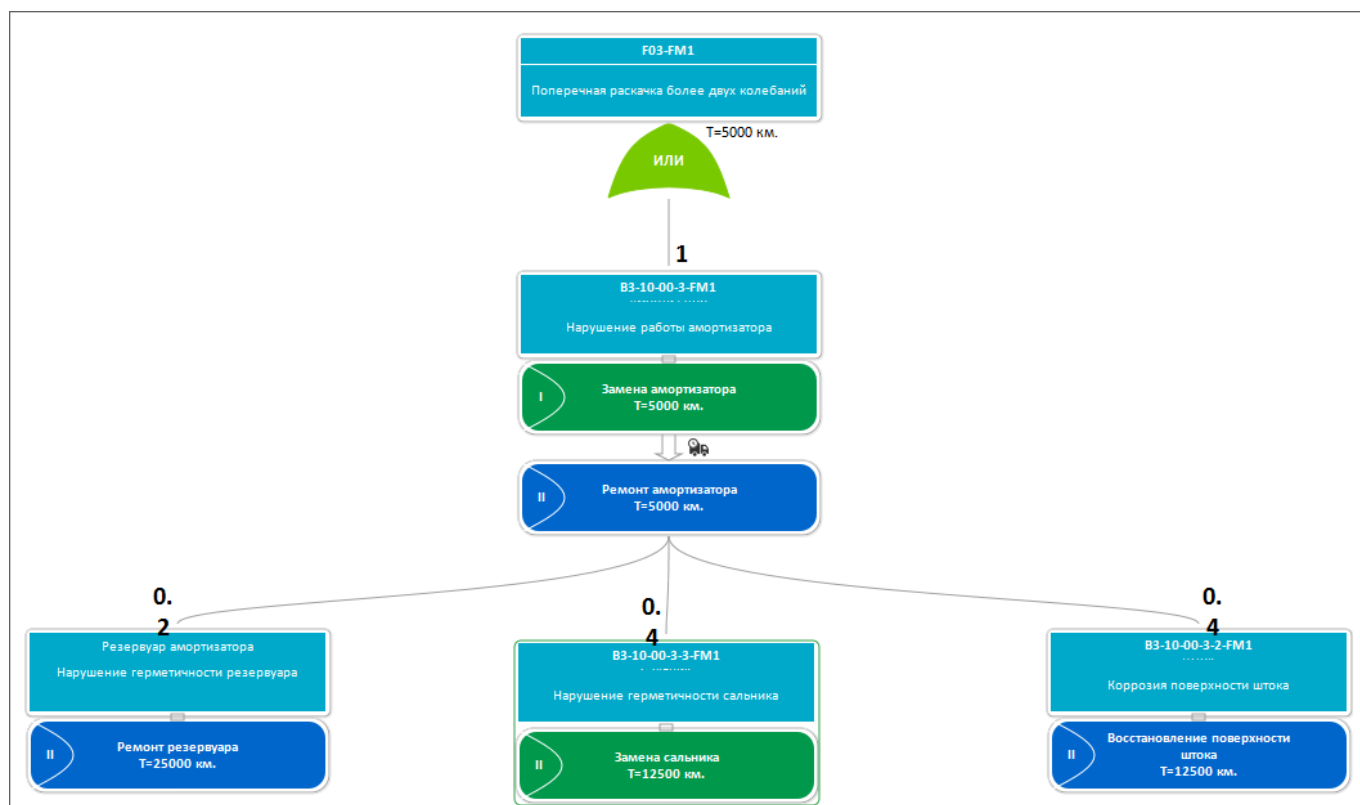


Рис. 9-61 – Методы восстановления «Замена» и «Ремонт» (с детализацией) для амортизатора

9.19. Отчет «Анализ уровней ремонта»

Для формирования отчета «Анализ уровней ремонта» следует установить флаг «Уровни ремонта» в диалоге запуска расчета.

Отчет «Анализ уровней ремонта» содержит данные об уровнях ремонта, выполняемого для каждого типа компонентов.

Отчет состоит из таблицы (рис. 9-62 и рис. 9-63), включающую следующую информацию:

– «Обозначение», «Наименование» – обозначение и наименование компонента;

– «Код распределения по уровням» – методы и уровни восстановления компонента, полученные в результате оптимизации;

– уровни ремонта ТОиР (1–4) – в этих колонках может быть приведена более детальная информация о методе ремонта (например, в случае «МРЛС» указан код распределения по уровням D1R2, а в колонке для 2-го уровня – «S :: МРЛС», что означает, что на нем выполняется ремонт «МРЛС» методами, не связанными с заменой ее входящих);

- «Цена нового изделия, руб.»;
- «Затраты на 1 ремонт, руб.»;
- «Количество замен/ремонтов»;
- «Объем запаса, шт.»;
- «Затраты на оборотный фонд, руб.»;
- «Затраты на работы по замене, руб.»;
- «Затраты на ремонт, руб.»;
- «Затраты на запчасти для неремонтопригодных изделий, руб.»;
- «Затраты на транспортировку, руб.».

В отчете также приводится следующая суммарная информация:

- число рассмотренных вариантов;
- суммарные затраты;
- затраты на оборудование.

Обозначение	Наименование	Код распределения по уровням	1 уровень ТОиР	2 уровень ТОиР	3 уровень ТОиР	4 уровень ТОиР
1	Кондиционер аппаратуры БМ	D1R2 (12)	D :: Кондиционер апп	R :: Кондиционер ап		
2	МРЛС	D1R2 (12)	D :: МРЛС	S :: МРЛС		
3	ИП первичный	R2 (12)		R :: ИП первичный		
4	Антенна ввода	M2 (12)				
5	Система управления лучом	M2 (23)				
6	Модуль 212	M2 (23)				
7	Плата 212	D2 (24)		D :: Плата 212		
8	Модуль 96	D2 (23)		D :: Модуль 96		
9	Радиоприемная система антенны вв	M2 (23)				
10	Антенюатор АВ	D2 (24)		D :: Антенюатор АВ		
11	Кабель	D2R4 (23)		D :: Кабель		R :: Кабель
12	ИП вторичный АВ	R2 (12)		R :: ИП вторичный А		
13	БОУ	R2 (12)				
14	Флэш-память БОУ	D4 (4-)				D :: Флэш-память БОУ
15	Мат обеспечение БОУ	D2 (2-)		D :: Мат обеспечени		
16	Модуль центральный вычислительны	D2R3 (23)		D :: Модуль централ	R :: Модуль центра	

Рис. 9-62 – Таблица отчета «Анализ уровней ремонта» (начало)

Обозначение	Наименование	Цена нового изделия, руб	Затраты на 1 ремонт, руб	Количество замен/ремонтов	Объем запаса, шт	Затраты на оборотный фонд, руб	Затраты на работы по замене, руб	Затраты на ремонт, руб	Затраты на запчасти для неремонтируемых, руб	Затраты на транспортировку, руб
1	Кондиционер аппаратуры БМ	1 000 000	8 000	400	1	1 000 000	400 000	3 200 000	-	8 000
2	МРЛС	1 000 000	8 000	445/45	1	1 000 000	445 000	360 000	-	89 000
3	ИП первичный	10 000	8 000	80	-	-	-	640 000	-	-
4	Антенна ввода									
5	Система управления лучом									
6	Модуль 212									
7	Плата 212	100		14	3	300	14 000	-	1 400	1 400
8	Модуль 96	1 000		14	3	3 000	14 000	-	14 000	14 000
9	Радиоприемная система антенны вв									
10	Антенюатор АВ	1 000		27	3	3 000	27 000	-	27 000	-
11	Кабель	1 000	400	134	7	7 000	134 000	53 600	-	24 120
12	ИП вторичный АВ	10 000	8 000	80	-	-	-	640 000	-	-
13	БОУ									
14	Флэш-память БОУ	1 000		40	11	11 000	40 000	-	40 000	-
15	Мат обеспечение БОУ	1 000		40	11	11 000	40 000	-	40 000	-
16	Модуль центральный вычислительны	50 000	16 000	80	3	150 000	80 000	1 280 000	-	32 000
		ИТОГО, руб: 2 185 300 1 194 000 6 173 600 122 400 168 520								

Рис. 9-63 – Таблица отчета «Анализ уровней ремонта» (окончание)

В колонке «Наименование» таблицы отчета входящие в расчет СЧ представлены в виде дерева, чтобы показать вхождение СЧ друг в друга. В колонке «Код распределения по уровням» приведены результаты расчета, причем в скобках указаны минимальные уровни замены и ремонта.

Колонки с уровнями ТООР 1–4 фактически повторяют данные колонки «Код распределения по уровням», но их ячейки выделены разным цветом, в зависимости от метода восстановления работоспособности СЧ. Эти методы включают:

R	– ремонт методом восстановления СЧ;
D	– ремонт методом замены СЧ;
M	– ремонт методом замены или ремонта входящих СЧ;
S	– ремонт, не связанный с заменой или ремонтом входящих СЧ (в т.ч. регулировка, обслуживание, обновление ПО).

В таблице не выделен уровень, относящийся к Производителю КИ. Данные по ремонту СЧ на этом уровне отображаются в колонке «4 уровень ТООР».

Методы R и S различны: метод R применяется в случае, когда неисправная СЧ не имеет в своем составе входящих СЧ, а S – если ремонт составного блока не может быть сведен к замене его составных частей.

Суть метода восстановления S можно пояснить следующим примером. На рис. 9-64 приведены интенсивности отказов элементов ЛСИ рассматриваемых ФС. Если система «замкнута», то есть в ЛСИ внесены все СЧ, которые могут отказать, то интенсивность отказов СЧ будет равна сумме интенсивностей отказов входящих в нее СЧ. Однако на практике это не всегда имеет место. Так, на рис. 9-64 красным цветом приведены «недостающие» интенсивности отказов для ФС «МРЛС» и СЧ «Модуль 212», которые не могут быть получены суммированием интенсивностей СЧ следующего уровня разукрупнения. Такая ситуация может возникнуть по той причине, что не для всех отказов, внесенных в БЛ АЛП, указана связь с отказавшей СЧ (а лишь с ФИ или его ФС). Это имеет место, например, при регулировке, обслуживании или обновлении ПО.

Структура	Расчетная интенсивность отказов
Расчет ЗИП по ПМИ КБП	
БМ::Боевая машина	0
БМ1-1::1::Кондиционер аппаратуры БМ	0,001
БМ1-2::2::МРЛС	0,001111111 0,000 111 11
3::ИП первичный	0,0002
4::Антенна ввода	0,0002
5::Система управления лучом	0,000066667
6::Модуль 212	0,000033333 0,000 026 666
7::Плата 212	0,000006667
8::Модуль 96	0,000033333
9::Радиоприемная система антенны ввода	0,000066667
_10::Антенюатор АВ	0,000066667
_11::Кабель	0,000066667
_12::ИП вторичный АВ	0,0002
_13::БОУ	0,0002
_13-1::_14::Флэш-память БОУ	0,0001
_15::Мат обеспечение БОУ	0,0001
_16::Модуль центральный вычислительный	0,0002

Рис. 9-64 – Интенсивности отказов элементов ЛСИ (красным цветом приведены «недостающие» интенсивности отказов)

Для СЧ могут быть указаны разные методы восстановления, например:

- Для неремонтопригодных СЧ применяют только метод D (замена СЧ). Например, для «Флэш-памяти БОУ».
- Если ремонт СЧ выполняется после ее снятия с ФИ, то помимо метода восстановления R, M или S для нее также указывают метод D (замена СЧ). Если ремонт производится на более высоком уровне, чем демонтаж СЧ с ФИ, то на время выполнения ремонта на ФИ устанавливается исправная СЧ из оборотного фонда запчастей. Если же ремонт СЧ выполняется на том же уровне, что и ее демонтаж с ФИ, то оборотный фонд не используют.
- Если ремонт СЧ выполняется после снятия с ФИ в составе вышестоящей СЧ, причем этот ремонт осуществляется на том же уровне, где снималась вышестоящая СЧ, то метод D (замена СЧ) не применяют. Например, для «ИП первичный» и «ИП вторичный». Если же ремонт СЧ выполняется на более высоком уровне, то применяют также метод D (замена СЧ). Например, для «Кабеля».
- Метод S указывают для тех СЧ, ремонт которых не исчерпывается заменой/ремонтom входящих СЧ (то есть выполняется как за счет входящих, так и СЧ «целиком»).

Суммарное количество выполненных замен и ремонтов для СЧ приведено в колонке «Количество замен/ремонтов» (см. выше рис. 9-63). Если число замен/ремонтов для СЧ превышает сумму замен/ремонтов входящих в нее СЧ, то в таблице приводится два значения – число замен/ремонтов СЧ и «недостающую» разницу. Для «МРЛС» число замен/ремонтов составило 445, что определяется интенсивностью ее отказов. Число замен/ремонтов, рассчитанное по входящим в нее СЧ определяется интенсивностью отказов этих СЧ и составляет 400, что на 45 меньше, чем число замен/ремонтов самой «МРЛС». Соответственно, в таблице приведено значение «445/45».

Для ФС «Кондиционер аппаратуры БМ» вариантов распределения работ по уровням немного, поскольку она не имеет входящих СЧ и ее ремонт выполняется всегда «целиком» (метод восстановления – R). Для нее оптимальный вариант совпал с минимальными уровнями замены и ремонта (выполнение работ на более высоком уровне означал бы дополнительные затраты на транспортировку).

Однако и в том случае, когда компонент не имеет входящих СЧ, выбор метода восстановления не всегда однозначен. Например, для ремонтпригодного компонента не всегда его восстановление (ремонт) может оказаться экономически оправданным по сравнению с его заменой на новый. Так, СЧ «Плата 212» является ремонтпригодным, однако при проведении анализ LORA для него выбран метод восстановления D (замена СЧ).

Ситуация с ФС «МРЛС» значительно сложнее, так как она включает несколько уровней разукрупнения, причем входящие в нее СЧ имеют разные минимальные уровни замены и ремонта. Это создает множество вариантов для распределения работ ТОиР входящих друг в друга СЧ по уровням СТЭ. Например, СЧ «ИП первичный» можно демонтировать с ФИ на 1-м уровне и отправить в ремонт на 2-й уровень. Но также можно демонтировать его с ФИ в составе ФС «МРЛС», переправить «МРЛС» на 2-й уровень и после этого снять «ИП первичный» с «МРЛС».

В состав «МРЛС» входит СЧ «Антенна ввода», которая в свою очередь также состоит из входящих в нее СЧ «Система управления лучом», «Радиоприемная система антенны ввода» и «Кабель». Однако, в отличие от «МРЛС», восстановление «Антенны ввода» исчерпывается восстановлением входящих в нее СЧ. Поэтому для нее указан метод восста-

новления М (выделено сиреневым цветом), а число замен/ремонтов для нее не приводится (см. выше рис. 9-62 и рис. 9-63).

Входящая в «Антенну ввода» «Система управления лучом» всегда восстанавливается входящим в нее «Модулем 212», а тот – «Платой 212». И тут может возникнуть следующая ситуация. Стоимость «Платы 212» существенно ниже, чем стоимость «Модуля 212» (100 и 1000 руб., соответственно), и можно предположить, что замена платы была бы экономически выгоднее, чем замена модуля. Однако для замены платы может потребоваться дорогостоящее оборудование и тогда целесообразнее будет менять целиком весь модуль. Метод восстановления «Модуля 212» тогда будет не М (ремонт/замена входящих СЧ), а D (замена СЧ).

Ремонт СЧ методом восстановления (метод R) нередко требует более высокого уровня обслуживания, чем ремонт СЧ методом замены входящих (метод M). При этом добавляются затраты на транспортировку на более высокий уровень СТЭ, увеличиваются сроки ремонта и он может оказаться нецелесообразными. Однако в случае с «Кабелем» ремонт оказался оправданным, несмотря на то, что он выполняется на 4-м уровне.

В состав «БОУ» входят «Флэш-память БОУ» и неконструктивный элемент «Мат обеспечение БОУ». Замена «БОУ» может быть сделана на первом уровне обслуживания, но для ее ремонта требуется замена входящих СЧ, причем замена «Флэш-памяти БОУ» выполняется на 4-м уровне обслуживания. Следовательно, СЧ «БОУ» необходимо транспортировать на этот уровень.

В общем случае с СЧ связаны два вида работ – по замене и по ремонту/восстановлению. Для каждого вида работ требуется разное оборудование. Если эти работы выполняются на разных уровнях СТЭ, то оборудование для ремонта на более низком уровне не потребуется (полагается, что на более высоком уровне оно уже имеется). Зато возникают затраты на транспортировку.

При выполнении анализа уровней ремонта рассматриваются различные варианты восстановления работоспособности каждого компонента (метод восстановления и уровень проведения работ по ТОиР):

- Компонент может быть заменен или отремонтирован, если он ремонтпригодный.

- Ремонт компонента может быть выполнен на том же уровне, где его демонтировали, либо на более высоком (в зависимости от технической возможности).
- Если компонент включает другие компоненты, то ремонту может подлежать либо компонент в целом, либо он может быть разобран на составляющие, которые восстанавливают методом их замены или ремонта (в зависимости от характера неисправности).
- В случае, когда отказавший компонент не может быть демонтирован на данном уровне обслуживания, его снимают в составе вышестоящего агрегата (если есть такая техническая возможность).

Для каждой совокупности вариантов восстановления СЧ производится расчет затрат на создание оборотного фонда, транспортировку, проведение ТОиР и выполняется поиск оптимального варианта при заданном уровне готовности ФИ, который определяет величину оборотного фонда запчастей и производственные мощности СТЭ.

10. ПРИЛОЖЕНИЕ

10.1. Анализ уровней ремонта – оптимизация распределения компонентов по уровням ТОиР в системе ТЭ

Для каждого компонента в ЛСИ известен перечень работ, которые необходимо выполнять для поддержания или восстановления работоспособности изделия⁴⁶⁾. Эти работы требуют некоторого минимального уровня обслуживания в многоуровневой системе ТЭ. На начальном этапе формирования исходных данных минимальные уровни замены и ремонта компонентов указывают исходя из требований технической документации. Они не всегда являются оптимальными с точки зрения затрат на выполнение ТОиР. Непосредственно при расчете оптимизация по уровням обслуживания не выполняются. Вместо этого выбирается минимально допустимый уровень СТЭ из возможных. В результате анализа уровней ремонта, выполненного с учетом существующей системы ТЭ, для компонентов определяются оптимальные значения уровней ТОиР и формируется отчет (9.19 «Отчет «Анализ уровней ремонта»»). Полученные данные могут быть использованы для корректировки исходных значений уровней ТОиР компонентов и выполнения нового расчета затрат по ТОиР с учетом оптимизированных данных. Расчет по анализу уровней ремонта выполняется параллельно расчету затрат на ТОиР.

10.1.1. Постановка задачи

При возникновении отказа возможны различные варианты восстановления работоспособности компонента:

- Для ремонтпригодного компонента возможен как ремонт, так и замена на новый: выбор зависит от его цены и стоимости ремонта, а также стоимости транспортировки нового компонента от поставщика КИ до потребителя и стоимости транспортировки в ремонт и обратно.
- Ремонт компонента может быть выполнен на том же уровне, где его демонтировали, либо на более высоком (в зависимости от технической возможности). Для выполнения ремонта необходимо специальное оборудование и тут возникает следующий вопрос:

⁴⁶⁾ Этот перечень работ задается видами непланового ТО.

целесообразно ли затрачивать средства на его приобретение на данном уровне обслуживания, или более оправданно будет оплатить транспортные расходы для транспортировки КИ в один из вышестоящих СЦ, где это оборудование уже есть?

- Если компонент включает другие компоненты, то ремонту может подлежать либо компонент в целом, либо он может быть разобран на составляющие, которые восстанавливают методом их замены или ремонта (в зависимости от характера неисправности).
- Компонент может быть демонтирован непосредственно с ФИ, а может – в составе вышестоящего блока.

В рассматриваемом примере распределения работ по уровням ТОиР (рис. 10-46, стр. 264) агрегаты «АВ», «БОУ» и др., составляющие систему «МРЛС», могут быть сняты и заменены непосредственно на ФИ на первом уровне обслуживания. Однако их ремонт может быть выполнен только начиная со второго уровня. При этом возникает несколько возможностей – снимать блоки на первом уровне и отправлять в ремонт на второй, либо на первом уровне снимать целиком «МРЛС» и отправлять на второй, где производить демонтаж и ремонт составляющих агрегатов. Затраты для этих вариантов могут различаться, поскольку они зависят от транспортных расходов, необходимости разного оборотного фонда для компонентов, а также разницы в стоимости выполнения работ в СЦ заказчика и поставщика услуг.

Таким образом, из всего многообразия вариантов выполнения работ по восстановлению необходимо выбрать наиболее оптимальный. Условием оптимизации при этом является минимальная стоимость обслуживания, которая в общем случае включает следующие виды затрат на ТОиР (рис. 10-1):

- начальные затраты: стоимость зданий и сооружений, оборудования рабочих мест и оборотного фонда запасных частей;
- периодические затраты: стоимость выполнения работ по обслуживанию и ремонту, включая оплату труда, стоимость расходных материалов и запчастей, а также стоимость хранения запчастей и стоимость транспортировки, поддержку инфраструктуры.

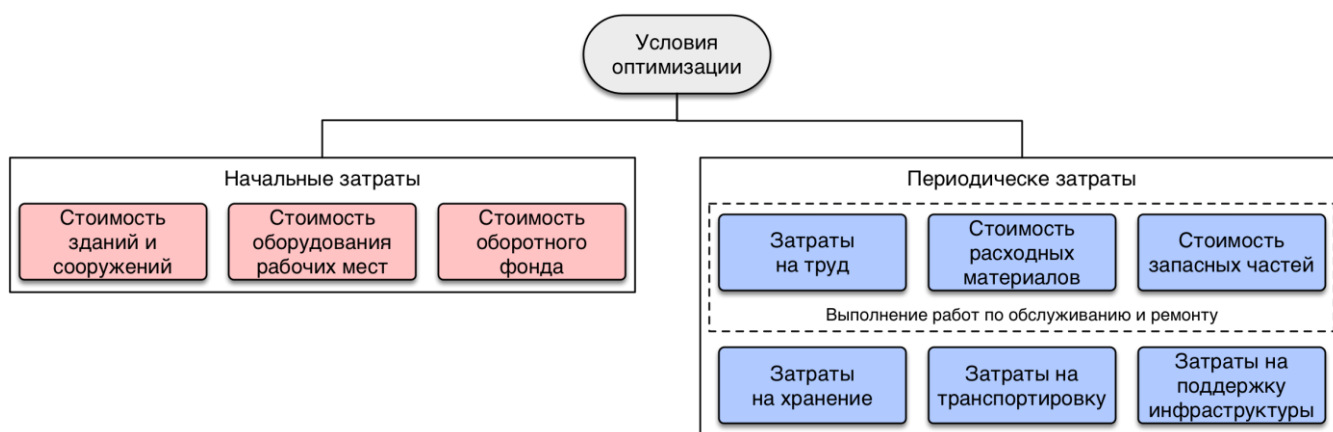


Рис. 10-1 – Условия оптимизации при выборе оптимального варианта распределения работ по уровням ТОиР

Часть этих затрат задается в Мерсигу параметрами объектов СТЭ и не влияет на распределение работ по уровням ТОиР (например, начальные затраты на инфраструктуру и затраты на ее поддержку). Другие виды затрат вычисляются в процессе расчета (затраты на выполнение работ, на хранение и транспортировку)⁴⁷⁾.

Стоимость выполнения работ считается следующим образом (подробнее см. подраздел 6.2.1 «Основные прямые затраты», стр. 68). Если с элементом ЛСИ, обладающим потребностью в выполнении работ по ТОиР, установлена связь работы ТОиР типа «замена» или «ремонт» (рис. 10-2), то затраты на его обслуживание будут определяться указанными для работы нормативной трудоемкостью и расходными материалами.

⁴⁷⁾ Стоимость оборудования рабочих мест складывается из стоимости оборудования и инструментов, указанных для каждой выполняемой работы по обслуживанию компонентов. Если таких данных нет, то учитывается стоимость оборудования 1 рабочего места, заданная в параметрах каждого объекта СТЭ.

Структура	Расчетная интенсивность отказов	Обозначение	Наименование
БМ: Боевая машина	0	БМ	Боевая машина
БМ1-1:1: Кондиционер аппаратуры БМ	0,001	1	Кондиционер а
БМ1-2:2: МРЛС	0,001111111	2	МРЛС
3: ИП первичный	0,0002	3	ИП первичный
4: Антенна ввода	0,0002	4	Антенна ввода
5: Система управления лучом	0,000066667	5	Система управ
6: Модуль 212	0,000033333	6	Модуль 212
7: Плата 212	0,000066667	7	Плата 212
8: Модуль 96	0,000033333	8	Модуль 96
9: Радиоприемная система антенны ввода	0,000066667	9	Радиоприемна
10: Антеннатор АВ	0,000066667	10	Антеннатор АВ
11: Кабель	0,000066667	11	Кабель
12: ИП вторичный АВ	0,0002	12	ИП вторичный
13: БОУ	0,0002	13	БОУ
13-1: 14: Флэш-память БОУ	0,0001	14	Флэш-память Б
15: Мат обеспечение БОУ	0,0001	15	Мат обеспечен
16: Модуль центральный вычислительный	0,0002	16	Модуль центра
Сходимость с расчетом КБП			Сходимость с р

Структура	Обозначение	Наименование	Вид ТО	Периодичность, ч.комп.	СЧ	Нормативное время выполнения	Стоимость расходных материалов (за 1 выполнение)	Нормативная трудоемкость, ч/ч
1-3-6	1-3-6	Замена	Неплановая замена	5 000	3 :: ИП первичный	0,04	0	1
1-P-5	1-P-5	Ремонт	Неплановое восстановление	5 000	3 :: ИП первичный	0,04	0	8

Рис. 10-2 – Работы по замене и ремонту для компонента

В случае замены компонента затраты на приобретение запасных частей определяются ценой заменяемого компонента. Если же с компонентом не связана работа ТОиР, то стоимость его ремонта рассчитывается как доля от цены компонента. Количество выполнений неплановой работы определяется параметрами надежности этого компонента (например, расчетная интенсивность отказов для «ИП первичный» составляет 0.0002, что соответствует периодичности работ по замене и ремонту 5000 ч).

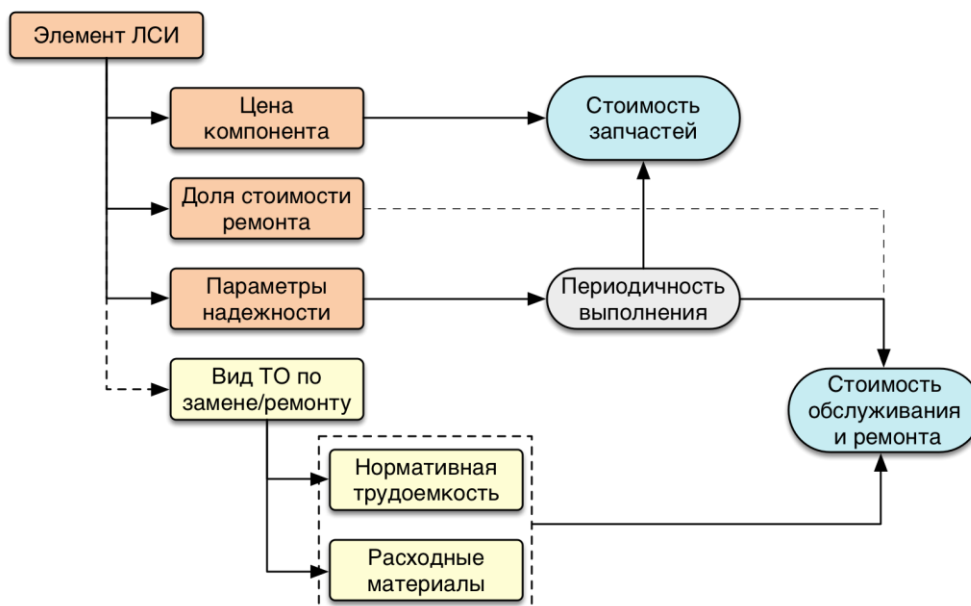


Рис. 10-3 – Стоимость запчастей и работ по обслуживанию компонента

Примечание. Периодичности связанных с СЧ работ по замене и ремонту одинаковы, так как обычно неисправную СЧ снимают, а затем ремонтируют.

Поиск оптимального распределения работ по уровням ТОиР выполняется при проведении анализа уровней ремонта (LORA – Levels Of Repair Analysis)⁴⁸⁾ и заключается в следующем:

- 1) Формируется множество непротиворечивых вариантов распределения работ по уровням ТОиР.
- 2) Для каждого варианта выполняется расчет суммарных затрат на обслуживание.
- 3) Выбирается вариант с наименьшими затратами.

В результате анализа уровней ремонта определяются как методы восстановления работоспособности изделия (т.е. нужно ли заменять отказавший компонент новым или ремонтировать, а если в компонент входят другие СЧ, то следует ли заменять компонент или входящие СЧ, и т.п.), так и уровни обслуживания, где должно выполняться восстановление работоспособности изделия и ремонт его компонентов.

10.1.2. Методика расчета

Поиск оптимального решения в LORA относится к задачам целочисленного программирования, однако эти алгоритмы позволяют решить задачу оптимизации за разумное время лишь в случае небольших систем. Когда же изделие включает тысячи компонентов, которые могут быть восстановлены разными методами в многоуровневой СТЭ, использование точных алгоритмов поиска оптимального решения является весьма затруднительным. При большом количестве данных применяются эвристические алгоритмы, например генетический алгоритм, который не дает гарантированно точный или оптимальный результат, но достаточный для решения поставленной задачи. Это позволяет ускорить расчет в тех случаях, когда точное решение не может быть найдено.

⁴⁸⁾ В настоящий момент данные по оптимальному распределению работ ТОиР по уровням СТЭ, полученные в результате расчета по LORA, пока не используются при выполнении других видов расчетов по ТЭА (расчет по LORA выполняется независимо от них). Все другие расчеты, выполняемые в рамках ТЭА, так или иначе имеют взаимное влияние друг на друга (независимо от того, выводится ли какой-то отчет или нет). Например, при расчете итоговых затрат в любом случае выполняется расчет производственных мощностей. Исходными данными для них пока служат минимальные уровни замены/ремонта, указанные для каждого элемента ЛСИ.

10.1.2.1. Алгоритм генерации вариантов распределения работ по уровням ТОиР

При генерации таблиц вариантов решений по распределению уровней ремонта используется бинарный вектор (R, D, M), составляющие которого отвечают за метод восстановления компонента и могут принимать значения 0 (не выполняется) или 1 (выполняется), причем значение 1 может принимать не более одного элемента вектора.

Для компонента возможны следующие методы восстановления (с учетом его ремонтпригодности):

- D (discard) – замена компонента на данном уровне ТОиР. Может сопровождаться методом восстановления R, выполняемом на более высоком уровне.
- R (repair) – ремонт компонента. Может сопровождаться методом D на более низком уровне ТОиР. Если замена и ремонт выполняются на одном уровне, то указывают только метод R.

Для компонента, имеющего в своем составе другие компоненты, дополнительно возможны следующие методы:

- M (move) – восстановление компонента осуществляется исключительно методом замены или ремонта входящих СЧ. При этом сам компонент не снимают с вышестоящего агрегата, а замена всех входящих в компонент СЧ выполняется на том же уровне, которому соответствует метод восстановления M. Интенсивность отказов компонента не должна превышать сумму интенсивностей отказов входящих СЧ. Используется отдельно от методов D и R.
- S (setup) – метод восстановления, не связанный с заменой или ремонтом входящих в компонент СЧ. При генерации вектора (R, D, M) метод S не рассматривается, но указывается в отчете по анализу уровней ремонта (к нему относят часть событий, связанных с методом R, если интенсивность отказов компонента превышает сумму интенсивностей отказов входящих СЧ).

Таким образом, методами восстановления могут быть: 1) замена компонента, 2) снятие и ремонт компонента на том же или на более высоком уровне ТОиР, 3) восстановление компонента методом замены входящих СЧ без снятия самого компонента. Работы по ре-

монтажу компонента, не имеющего входящих СЧ, без снятия его с вышестоящего агрегата не предусматриваются.

Алгоритм генерации таблиц вариантов решений по распределению уровней ремонта заключается в следующем (рис. 10-4):

1) Из БД считываются данные по логистической структуре, включая минимальные уровни замены и ремонта компонентов, а также сведения об их ремонтпригодности.

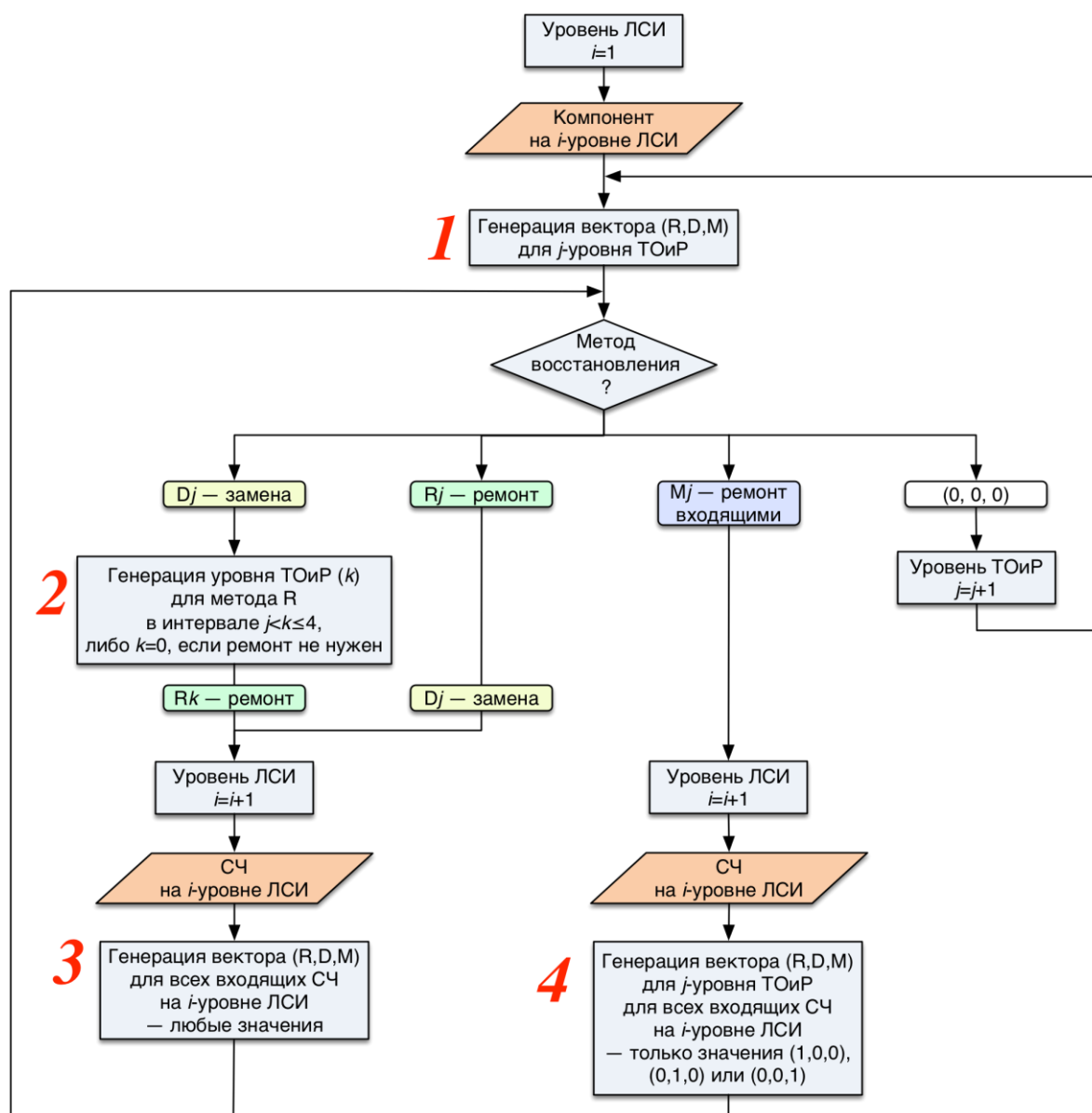


Рис. 10-4 – Упрощенная схема алгоритма генерации вариантов решений по распределению уровней ремонта

2) Для первого уровня разукрупнения ($i=1$, который соответствует основным системам ФИ) для каждого компонента генерируется вектор (R, D, M) (1 на рис. 10-4).

При генерации учитывается ремонтпригодность компонента и минимальные уровни ТОиР:

- уровни для метода восстановления R ограничиваются минимальным уровнем ремонта компонента;
- уровни для методов восстановления D и M ограничиваются минимальным уровнем замены компонента;
- для неремонтпригодных компонентов недоступны значения $R=1$ и $M=1$, то есть возможны лишь значения вектора $(0, 0, 0)$ и $(0, 1, 0)$;
- значение $M=1$ доступно лишь при условии, что интенсивность отказов компонента не превышает сумму интенсивностей отказов входящих в него СЧ.

Если значение вектора равно $(0, 1, 0)$, то есть применяется метод восстановления D (замена), то случайным образом выбирается уровень ТОиР k для метода ремонта R в диапазоне от уровня замены до максимального, либо $k=0$, если ремонт не нужен (2 на рис. 10-4).

3) При методе восстановления R (ремонт) для данного уровня ТОиР автоматически указывается метод восстановления D (замена).

4) Если значение вектора оказалось нулевым $(0, 0, 0)$, то происходит переход к следующему уровню ТОиР и вновь генерируется вектор (R, D, M) (1 на рис. 10-4). Хотя бы для одного уровня ТОиР должно быть получено ненулевое значение этого вектора.

5) На следующем шаге алгоритма происходит переход на нижестоящий уровень в ЛСИ и генерируется вектор (R, D, M) для входящих. При этом для методов восстановления R и D (с учетом ремонтпригодности) вышестоящего компонента вектор может принимать любые значения для данного уровня ТОиР (3 на рис. 10-4). В случае метода M (ремонт заменой входящих без снятия самого компонента) для всех входящих на данном уровне ТОиР должны быть ненулевые значения вектора, то есть $R=1$, $D=1$ или $M=1$ (4 на рис. 10-4).

На рис. 10-5 приведен пример генерации таблицы по распределению уровней ремонта. Для основной системы «МРЛС» (1-й уровень разукрупнения) на первом уровне ТОиР результатом генерации стало значение вектора $(0, 1, 0)$, которому соответствует метод вос-

становления D (замена). Поэтому следующим шагом алгоритма явилось определение уровня ремонта R в диапазоне 2–4 уровней ТОиР, и случайным образом был сгенерирован второй уровень (блок 2 схемы алгоритма, приведенного на рис. 10-4). Далее для входящей антенны ввода «АВ» (2-й уровень разукрупнения) сгенерировано значение вектора (0, 0, 0) для 1-го уровня ТОиР (уровня замены вышестоящей «МРЛС») и произошел переход к следующему, 2-му уровню ТОиР, для которого сгенерировано значение (0, 0, 1) – метод восстановления входящими М (М2). Это означает, что все СЧ следующего уровня разукрупнения (3-го) должны заменяться или восстанавливаться на этом же уровне (т.е. без снятия вышестоящего компонента). Для входящей в «АВ» системы управления лучом «СУЛ АВ» (3-й уровень разукрупнения) метод восстановления также случайным образом выбран М (М2). Для «Модуля 212» на 4-м уровне разукрупнения для второго уровня ТОиР (уровень восстановления вышестоящего компонента методом М) получили значение (0, 1, 0), то есть метод D (D2). Поэтому для него случайным образом выбирается один из вышестоящих уровней ТОиР для метода R (R4). Аналогичные действия выполняются для компонентов на всех уровнях разукрупнения ЛСИ.

вар2		ур.разукр	уровень 1	уровень 2	уровень 3	уровень 4
Кондиционер аппаратуры БМ	1	D1R4	(0,1,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(1,0,0)
МРЛС	1	D1R2	(0,1,0)	(1,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)
ИП первичный	2	D2R3	(0,0,0)	(0,1,0)	(0,0,0)	(0,0,0)
Антенна ввода (АВ)	2	M2	(0,0,0)	(0,0,1)	(0,0,0)	(0,0,0)
Система управления лучом АВ (СУЛ АВ)	3	M2	(0,0,0)	(0,0,1)	(0,0,0)	(0,0,0)
Модуль 212	4	D2R4	(0,0,0)	(0,1,0)	(0,0,0)	(1,0,0)
Плата 212	5	D4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)
Модуль 96	4	D2R4	(0,0,0)	(0,1,0)	(0,0,0)	(1,0,0)
Радиоприемная система антенны ввода	3	D2R4	(0,0,0)	(0,1,0)	(0,0,0)	(1,0,0)
Антенкоатор АВ	4	D2R4	(0,0,0)	(0,1,0)	(0,0,0)	(1,0,0)
Кабели	3	D2R3	(0,0,0)	(0,1,0)	(1,0,0)	(0,0,0)
ИП вторичный АВ	2	D2R3	(0,0,0)	(0,1,0)	(1,0,0)	(0,0,0)
БОУ	2	M2	(0,0,0)	(0,0,1)	(0,0,0)	(0,0,0)
Флэш-память БОУ	3	D2	(0,0,0)	(0,1,0)	(0,0,0)	(0,0,0)
Мат обеспечение	3	D2	(0,0,0)	(0,1,0)	(0,0,0)	(0,0,0)
Модуль центральный вычислительный	2	D2R4	(0,0,0)	(0,1,0)	(0,0,0)	(1,0,0)

Рис. 10-5 – Пример генерации таблицы по распределению уровней ремонта

10.1.2.2. Алгоритм поиска оптимального варианта

Алгоритм поиска оптимального варианта распределения работ по уровням ТОиР состоит из следующих шагов:

1) Генерируются 20 вариантов таблиц векторов (R, D, M), аналогичных приведенной на рис. 10-5. Все сгенерированные или полученные в результате скрещивания варианты запоминаются и если они появляются при новой генерации, то сразу отбрасываются.

2) Для каждого варианта выполняется расчет коэффициента готовности Кг и отбираются только те варианты, которые удовлетворяют заданному в диалоге запуска расчета значению «Требуемый Кг собственный». Остальные варианты отбрасываются и вместо них генерируют новые.

3) Выполняется попарное скрещивание вариантов, в результате чего получается 20 потомков. При скрещивании таблица разделяется произвольным образом на две части – верхнюю и нижнюю (1 на рис. 10-6).

вар3	ур.разукр	(R, D, M)	уровень 1	уровень 2	уровень 3	уровень 4
Кондиционер аппаратуры БМ	1	D1R4	(0,1,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(1,0,0)
МРЛС	1	D1R3	(0,1,0)	(2,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)
ИП первичный	2	D3R3	(0,0,0)	(0,0,0)	(1,0,0)	(0,0,0)
Антенна ввода (АВ)	2	M3	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,1)	(0,0,0)
Система управления лучом АВ (СУД АВ)	3	M3	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,1)	(0,0,0)
Модуль 212	4	D3R4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(1,0,0)
Плата 212	5	D4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)
Модуль 96	4	D3R4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(1,0,0)
Радиоприемная система антенны ввода	3	D3R4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(1,0,0)
Антенюатор АВ	4	D3R4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(1,0,0)
Кабели	3	D3R3	(0,0,0)	(0,0,0)	(1,0,0)	(0,0,0)
ИП вторичный АВ	2	D3R3	(0,0,0)	(0,0,0)	(1,0,0)	(0,0,0)
БОУ	2	M3	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,1)	(0,0,0)
Флэш-память БОУ	3	D3	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(0,0,0)
Мат обеспечение	3	D3	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(0,0,0)
Модуль центральный вычислительный	2	D3R4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(1,0,0)

вар4	ур.разукр	(R, D, M)	уровень 1	уровень 2	уровень 3	уровень 4
Кондиционер аппаратуры БМ	1	D1R4	(0,1,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(1,0,0)
МРЛС	1	D1R3	(0,1,0)	(2,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)
ИП первичный	2	D3R4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(1,0,0)
Антенна ввода (АВ)	2	M3	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,1)	(0,0,0)
Система управления лучом АВ (СУД АВ)	3	M3	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,1)	(0,0,0)
Модуль 212	4	D3R3	(0,0,0)	(0,0,0)	(1,0,0)	(1,0,0)
Плата 212	5	D4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)
Модуль 96	4	D3R4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(1,0,0)
Радиоприемная система антенны ввода	3	D3R4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(1,0,0)
Антенюатор АВ	4	D3R4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(1,0,0)
Кабели	3	D3R3	(0,0,0)	(0,0,0)	(1,0,0)	(0,0,0)
ИП вторичный АВ	2	D3R4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(0,0,0)
БОУ	2	M3	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,1)	(0,0,0)
Флэш-память БОУ	3	D3	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(0,0,0)
Мат обеспечение	3	D3	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(0,0,0)
Модуль центральный вычислительный	2	D3R4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(1,0,0)

Рис. 10-6 – Два варианта для скрещивания

Скращение возможно в том случае, если родительский элемент для первого компонента в нижней части таблицы имеет одинаковый метод и уровень ремонта. Если это условие не выполняется или если полученные потомки не удовлетворяют заданному значению коэффициента готовности КГ, тогда варианты генерируются заново до тех пор, пока не будет получено 20 непротиворечивых потомков.

На рис. 10-5 (2) разделение таблицы произошло на компоненте «ИП вторичный АВ». Для него родительским элементом является система «МРЛС». В обоих вариантах она имеет одинаковый уровень и метод ремонта.

Скращение выполняется обменом нижней части таблицы для двух вариантов. Результат скращения приведен на рис. 10-7. Цвет ячеек в каждой таблице соответствует цвету исходных вариантов, приведенных на рис. 10-6.

			(R, D, M)	(R, D, M)	(R, D, M)	(R, D, M)
вар34_1	ур.разукр		уровень 1	уровень 2	уровень 3	уровень 4
Кондиционер аппаратуры БМ	1	D1R4	(0,1,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(1,0,0)
МРЛС	1	D1R3	(0,1,0)	(2,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)
ИП первичный	2	D3R3	(0,0,0)	(0,0,0)	(1,0,0)	(0,0,0)
Антенна ввода (АВ)	2	M3	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,1)	(0,0,0)
Система управления лучом АВ (СУЛ АВ)	3	M3	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,1)	(0,0,0)
Модуль 212	4	D3R4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(1,0,0)
Плата 212	5	D4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)
Модуль 96	4	D3R4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(1,0,0)
Радиоприемная система антенны ввода	3	D3R4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(1,0,0)
Антенюатор АВ	4	D3R4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(1,0,0)
Кабели	3	D3R3	(0,0,0)	(0,0,0)	(1,0,0)	(0,0,0)
ИП вторичный АВ	2	D3R4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(0,0,0)
БОУ	2	M3	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,1)	(0,0,0)
Флэш-память БОУ	3	D3	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(0,0,0)
Мат обеспечение	3	D3	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(0,0,0)
Модуль центральный вычислительный	2	D3R4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(1,0,0)
			(R, D, M)	(R, D, M)	(R, D, M)	(R, D, M)
вар34_2	ур.разукр		уровень 1	уровень 2	уровень 3	уровень 4
Кондиционер аппаратуры БМ	1	D1R4	(0,1,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(1,0,0)
МРЛС	1	D1R3	(0,1,0)	(2,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)
ИП первичный	2	D3R4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(1,0,0)
Антенна ввода (АВ)	2	M3	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,1)	(0,0,0)
Система управления лучом АВ (СУЛ АВ)	3	M3	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,1)	(0,0,0)
Модуль 212	4	D3R3	(0,0,0)	(0,0,0)	(1,0,0)	(1,0,0)
Плата 212	5	D4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)
Модуль 96	4	D3R4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(1,0,0)
Радиоприемная система антенны ввода	3	D3R4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(1,0,0)
Антенюатор АВ	4	D3R4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(1,0,0)
Кабели	3	D3R3	(0,0,0)	(0,0,0)	(1,0,0)	(0,0,0)
ИП вторичный АВ	2	D3R3	(0,0,0)	(0,0,0)	(1,0,0)	(0,0,0)
БОУ	2	M3	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,1)	(0,0,0)
Флэш-память БОУ	3	D3	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(0,0,0)
Мат обеспечение	3	D3	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(0,0,0)
Модуль центральный вычислительный	2	D3R4	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,1,0)	(1,0,0)

Рис. 10-7 – Два варианта, полученные в результате скрещивания

4) Для каждого варианта (20 родителей и 20 потомков) выполняется расчет затрат. Отбирается 10 родителей и 10 потомков с минимальными затратами. В результате получается новый список из 20 вариантов. Лучший вариант запоминается. Выполняется новая генерация 20 родителей (возврат алгоритма к шагу 1).

5) Если в результате заданного числа повторений цикла лучший вариант не изменился, то вычисления прекращаются.

10.1.3. Формирование отчета по анализу уровней ремонта

Имеющаяся система технического обслуживания включает четыре уровня ТОиР (рис. 10-8).

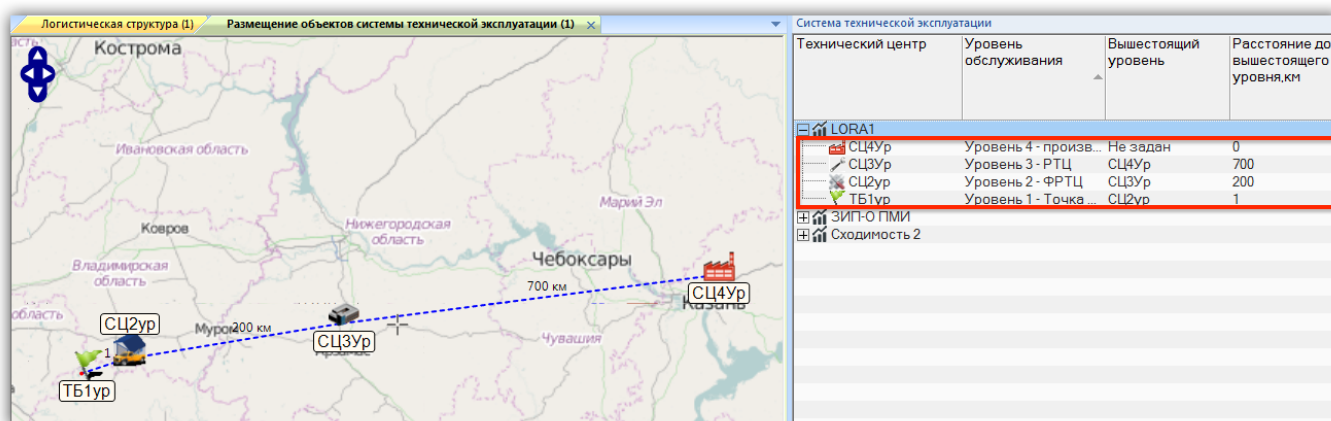


Рис. 10-8 – Проект системы ТЭ, включающей четыре уровня обслуживания

Для выполнения расчета по LORA необходимо выбрать ФС в окне запуска расчета и установить флаг «Уровни ремонта» (рис. 10-9).

Основные параметры

Проект ППО: LORA1

Период расчета (лет): 10

Показатели надежности: Расчетные

Экономический анализ

Стоимость нормо-часа поставщика услуг (руб): 1000

Стоимость нормо-часа эксплуатанта (руб): 1000

Норма прибыли (%): 1

Значение Кг (адм.): 0.1

МТО

Расчет: 1 вариант для

Значение КгМто: 0.95 шаг 0.05

Значения параметров по умолчанию

Модель пополнения запасов: Ремонтпригодные-непрерывная, иначе-периодич

Периодичность пополнения запасов (дн): 365

Уровень неснижаемого запаса, шт: 1

Срок амортизации, лет

Зданий и сооружений: 20

Оборудования: 10

Средств МТО: 10

Дополнительные настройки

Все компоненты из дерева отказов + эксплуатируемые по ТЭР из ЛСИ

Алгоритм расчета по РОКЭРСИЗ

Выбор Структура

Компоненты для выбора

1: Кондиционер аппар... 1

2: МРПС 2

3: ИП первичный 3

4: Антенна ввода 4

5: Система управления л... 5

6: Модуль 212 6

7: Плата 212 7

8: Модуль 96 8

Настройка детализации отчета

Суммарные затраты

☒ Уровни ремонта

МТО

ТОиР

Производств. мощности

Инвест. анализ

Сохраненные отчеты

Выполнить анализ

Закрыть

Рис. 10-9 – Выбор ФС для проведения расчета по LORA

В результате выполнения расчета происходит выбор наиболее экономически оправданного варианта распределения работ ТОиР для каждой СЧ по уровням СТЭ и формируется отчет «Анализ уровней ремонта» (см. раздел 9.19 «Отчет «Анализ уровней ремонта»», стр. 213).

10.2. Анализ деревьев отказов

В результате выполнения анализа деревьев отказов определяется перечень неплановых работ по восстановлению исправности отказавших элементов ЛСИ (компонентов и функциональных систем), а также периодичность их выполнения.

Для того, чтобы эти работы могли быть использованы при проведении технико-экономического анализа, необходимо:

- в настройках `aplOptionsEditor` указать, что расчет непланового МТО и ТОиР выполняется по дереву отказов;
- распределить работы по восстановлению с объектами СТЭ, если они выполняются не по месту базирования Изделия.

Связывать работы по восстановлению со сценарием эксплуатации Изделия не нужно: считается, что все они выполняются по сценарию (в отличие от работ планового ТО).

Подробно выполнение анализа деревьев отказов рассмотрено в руководстве пользователя по ILS (авиация) – раздел «Неплановое ТО – анализ деревьев отказов».

10.2.1. Порядок выполнения анализа деревьев отказов

При определении работ по восстановлению исправности отказавших компонентов необходимо:

- 1) выполнить анализ видов и последствий отказов, а именно: определить выполняемые Изделием функции, их возможные отказы и установить причинно-следственную связь между отказами функций и конструктивными отказами отдельных компонентов (рис. 10-10);
- 2) определить методы восстановления исправности и связать их с неплановыми работами – видами ТО;
- 3) определить периодичность выполнения работ.

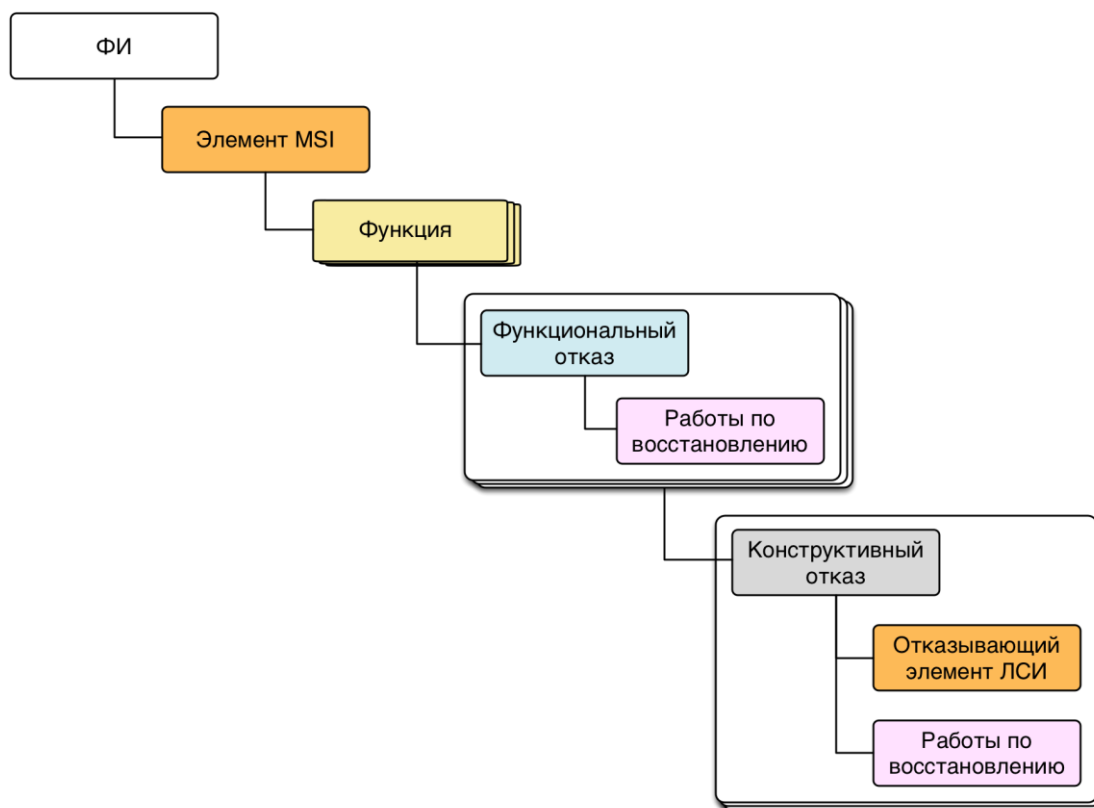


Рис. 10-10 – Связь между функциями, выполняемыми функциональными системами, функциональными отказами, их причинами (конструктивными отказами элементов ЛСИ) и работами по восстановлению исправности *отдельных компонентов*

Для этого необходимо последовательно выполнить следующие действия:

1) Определить элемент логистической структуры изделия, который является важным для технического обслуживания (MSI). Это может быть как само Изделие, так и основные его системы. Задачей ТОиР элемента MSI является восстановление его работоспособности и возможности выполнения им своих функций.

Для выбора элемента MSI в рабочем окне «Выбор методов восстановления исправности» следует выбрать ФИ или функциональную систему и нажать кнопку «Объект обслуживания (MSI)» панели «Правка» (рис. 10-11).

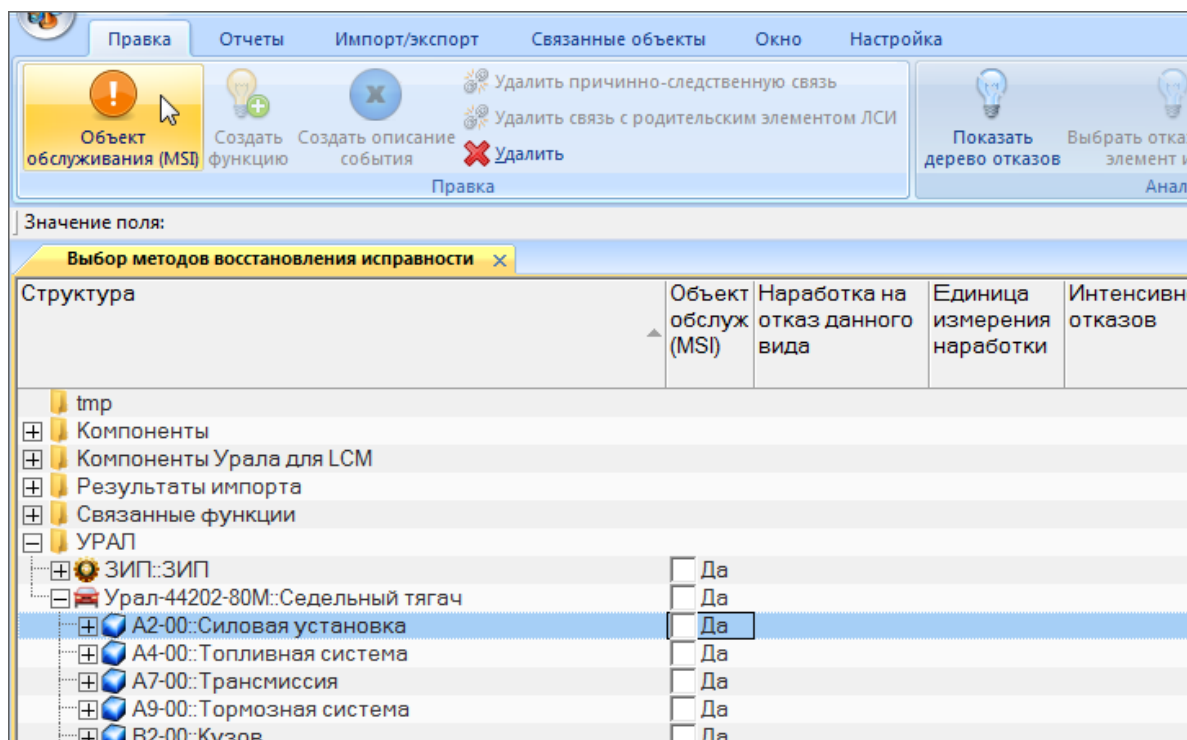


Рис. 10-11 – Выбор элемента MSI

До установки флага «Объект обслуживания (MSI)» для выбранного элемента в окне «Выбор методов восстановления исправности» отображается его логистическая структура (в структуре ФИ на рис. 10-11 видны его основные системы). После установки флага логистическая структура для объекта MSI не отображается: ее заменяет дерево отказов, включающее функции, функциональные отказы и их причины (рис. 10-12).

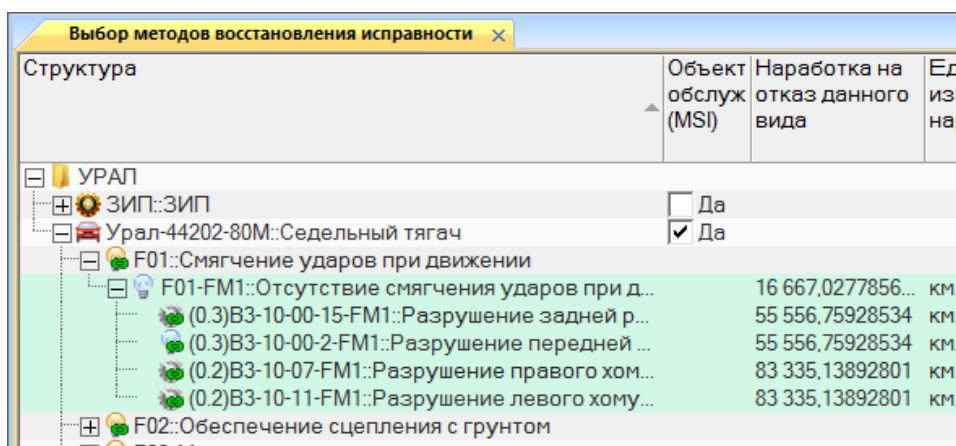


Рис. 10-12 – Дерево отказов, включающее элемент MSI, функции 🟢, функциональные 🟡 и конструктивные 🟠 отказы

2) Определить функции, выполняемые элементом MSI. Функции приводятся в виде линейного перечня, а логистическая структура функций не строится. Для создания функции выбрать элемент MSI в окне «Выбор методов восстановления исправности» и воспользоваться кнопкой «Создать функцию» панели «Правка» (рис. 10-13).

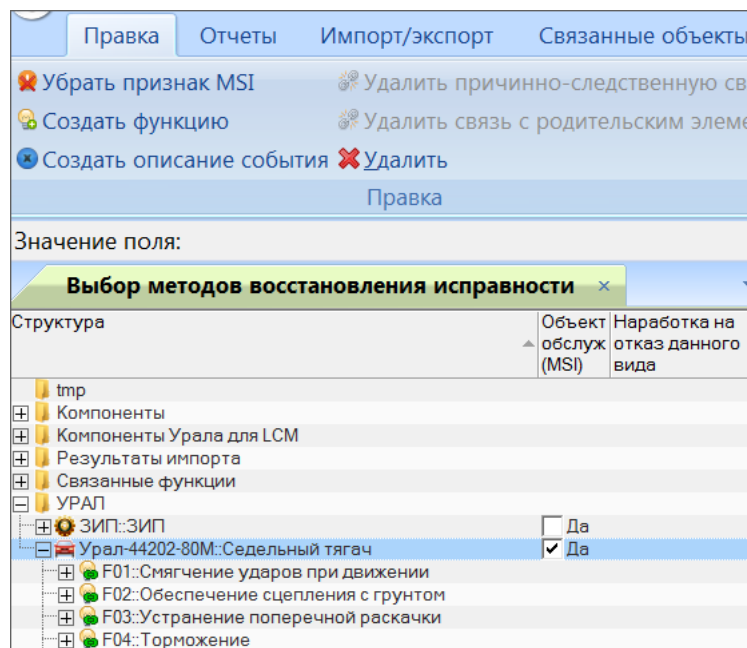


Рис. 10-13 – Создание функции для элемента MSI

3) Определить виды возможных отказов этих функций (функциональные отказы). Для создания функционального отказа выбрать функцию в окне «Выбор методов восстановления исправности» и воспользоваться кнопкой «Создать описание события» панели «Правка» (рис. 10-14).

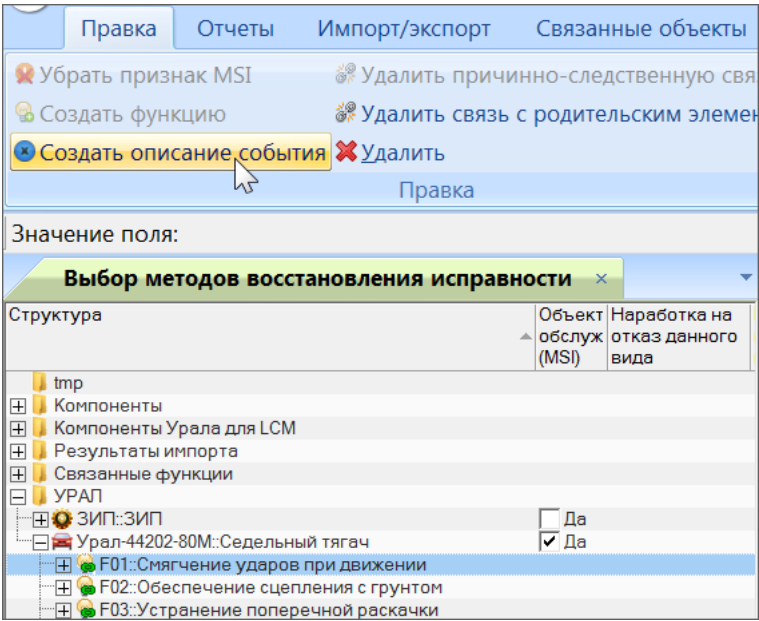


Рис. 10-14 – Создание функционального отказа

Для каждого функционального отказа задать «Интенсивность отказов» или «Наработку на отказ данного вида» (рис. 10-15) – этот параметр используется для определения периодичность выполнения работы по восстановлению исправности, связанной с ФО.

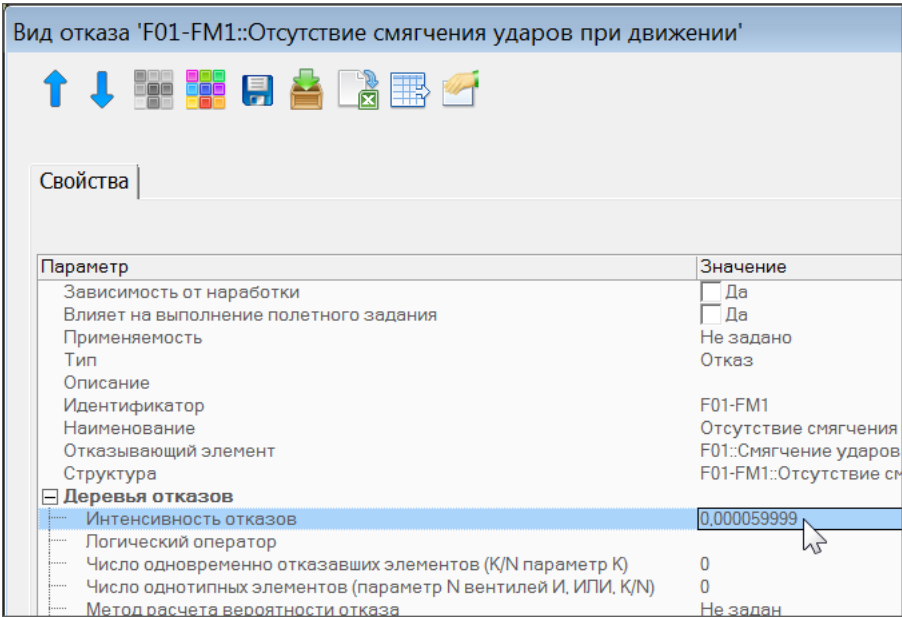


Рис. 10-15 – Задать интенсивность для функционального отказа

Если необходимо детализировать функциональный отказ, то для него создают дочерние функциональные отказы. Пример детализации функционального отказа «Механическая энергия не вырабатывается» приведен на рис. 10-16.

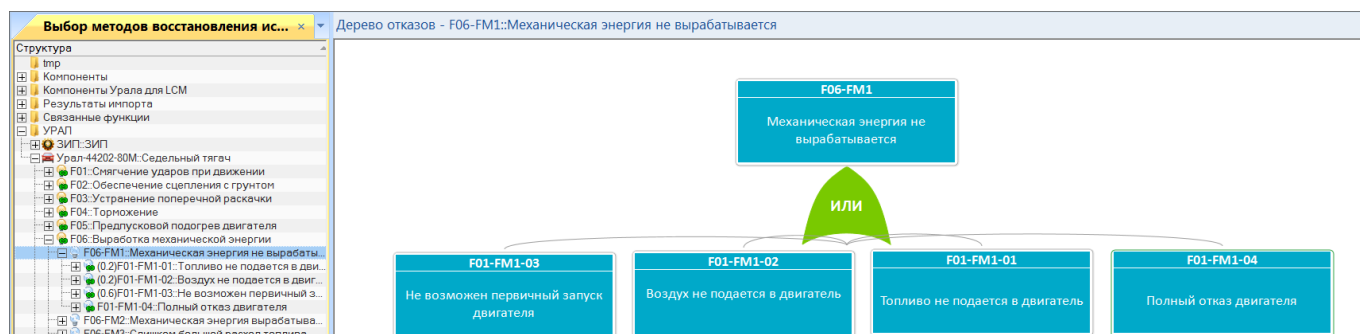


Рис. 10-16 – Пример детализации функционального отказа

Для каждого дочернего ФО задают «Вероятность отказа по данной причине» (рис. 10-17) – вклад дочернего отказа в родительский ФО (их сумма по всем дочерним ФО должна равняться 1). При выполнении расчета периодичности выполняемых работ наработка на отказ родительского элемента распределяется по дочерним ФО в соответствии с их долей. Если для дочернего ФО не задано значение «Вероятности отказа по данной причине», то он не учитывается в расчетах.

Событие '(0.6)F01-FM1-03::Не возможен первичный запуск двигателя'

↑ ↓ [иконки]

Свойства

Параметр	Значение
Наработка/Интенсивность отказов	
Служебные данные	
Возникновение и обнаружение	
Последствия и устранение	
Деревья отказов	
Интенсивность отказов	0,00006
Логический оператор	
Число одновременно отказавших элементов (K/N параметр K)	0
Число однотипных элементов (параметр N вентилей И, ИЛИ, K/N)	0
Метод расчета вероятности отказа	Не задан
Расчетная вероятность отказа	0
Тип события	Не задан
Вероятность отказа по данной причине	0,6
Наработка на отказ данного вида	16 666,666666667
Единица измерения наработки	км. :: Километр
Структура	(0.6)F01-FM1-03::Не возможен первичный запуск двигателя
Отказывающий элемент	..
Наименование	Не возможен первичный запуск двигателя

Рис. 10-17 – Задать долю каждого дочернего функционального отказа

4) Определить причины функциональных отказов – конструктивные отказы элементов ЛСИ. Для создания конструктивного отказа выбрать функциональный отказ в окне «Выбор методов восстановления исправности» и воспользоваться кнопкой «Создать описание события» панели «Правка» (рис. 10-18). Если конструктивный отказ уже существует

в БД, следует выделить ФО и воспользоваться кнопкой «Выбрать вид отказа – причину» панели «Анализ».

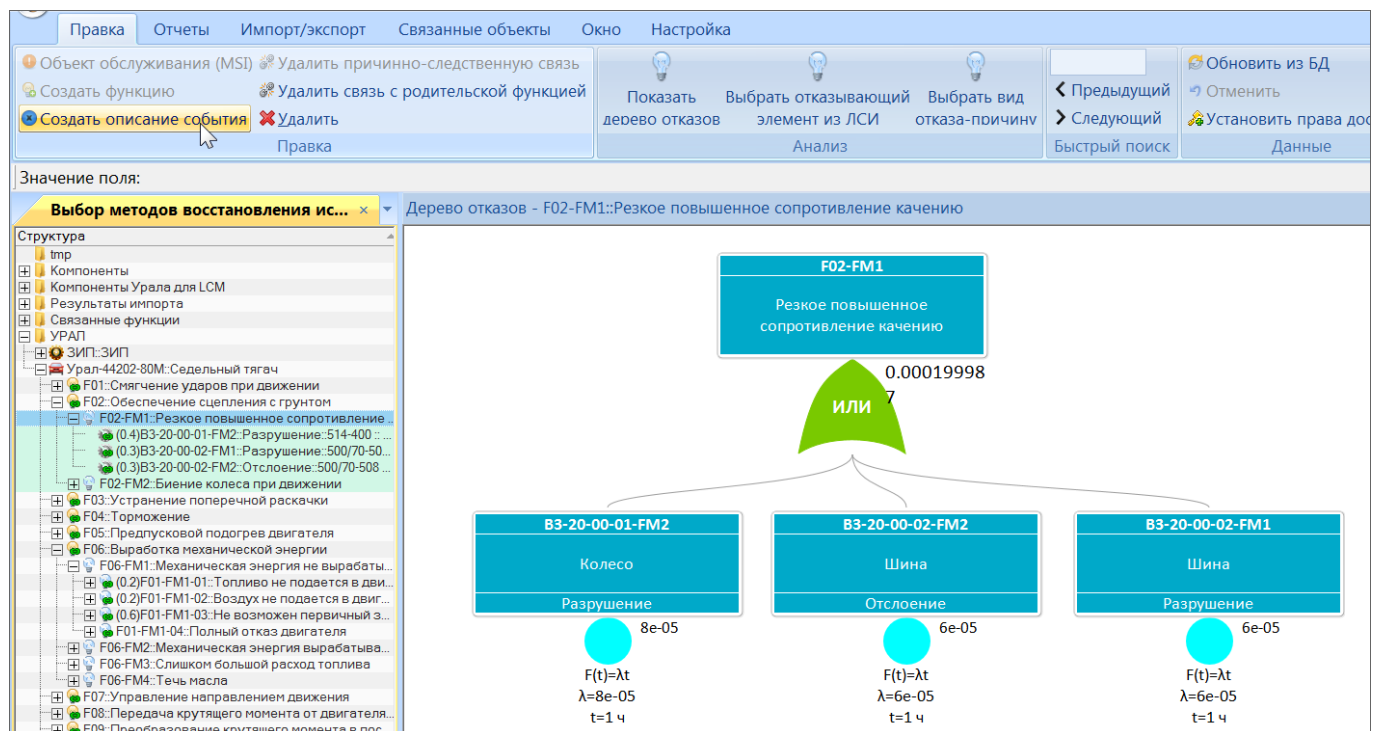


Рис. 10-18 – Создание конструктивного отказа – причины функционального

Для каждого конструктивного отказа необходимо указать отказывающий элемент – компонент или функциональную систему. Для этого выбрать конструктивный отказ в окне «Выбор методов восстановления исправности» и воспользоваться кнопкой «Выбрать отказывающий элемент из ЛСИ» панели «Анализ».

Чтобы вывести список компонентов, связанных с видом отказа, нужно выбрать вид отказа в окне «Выбор методов восстановления исправности» и нажать кнопку «Работы по восстановлению исправности» панели «Связанные объекты для дерева отказов» (рис. 10-19).

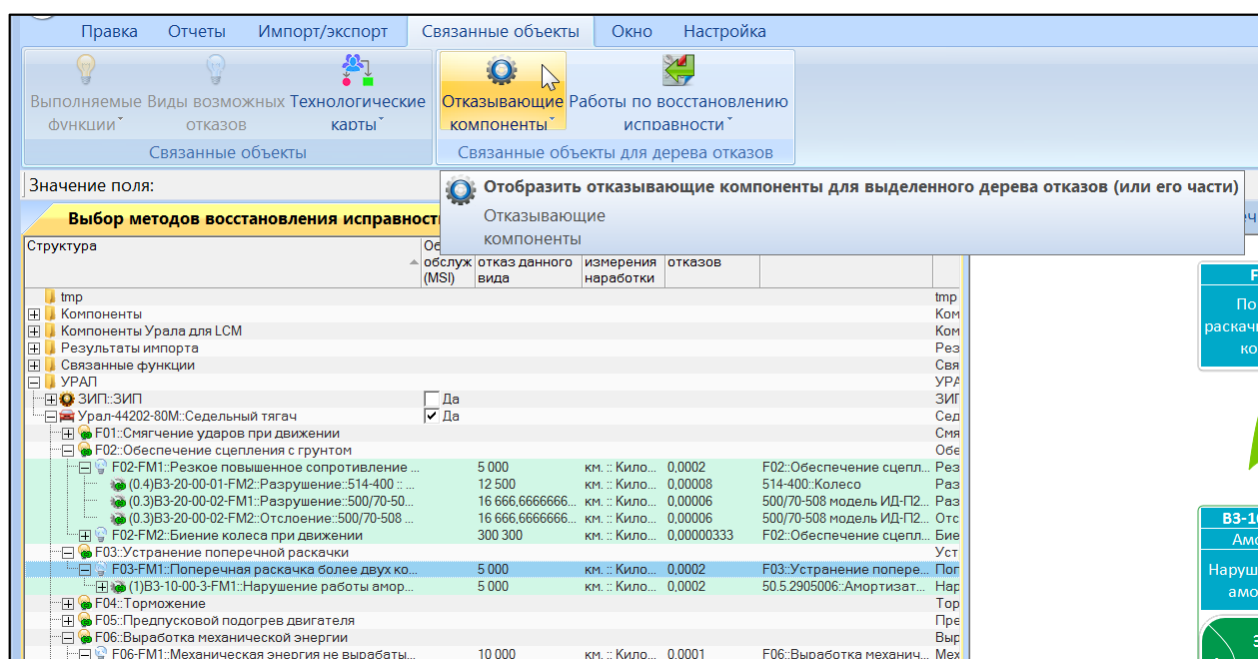


Рис. 10-19 – Вызов окна с перечнем компонентов, связанных с видом отказа

В результате откроется связанное окно «Отказывающие компоненты» (рис. 10-20).

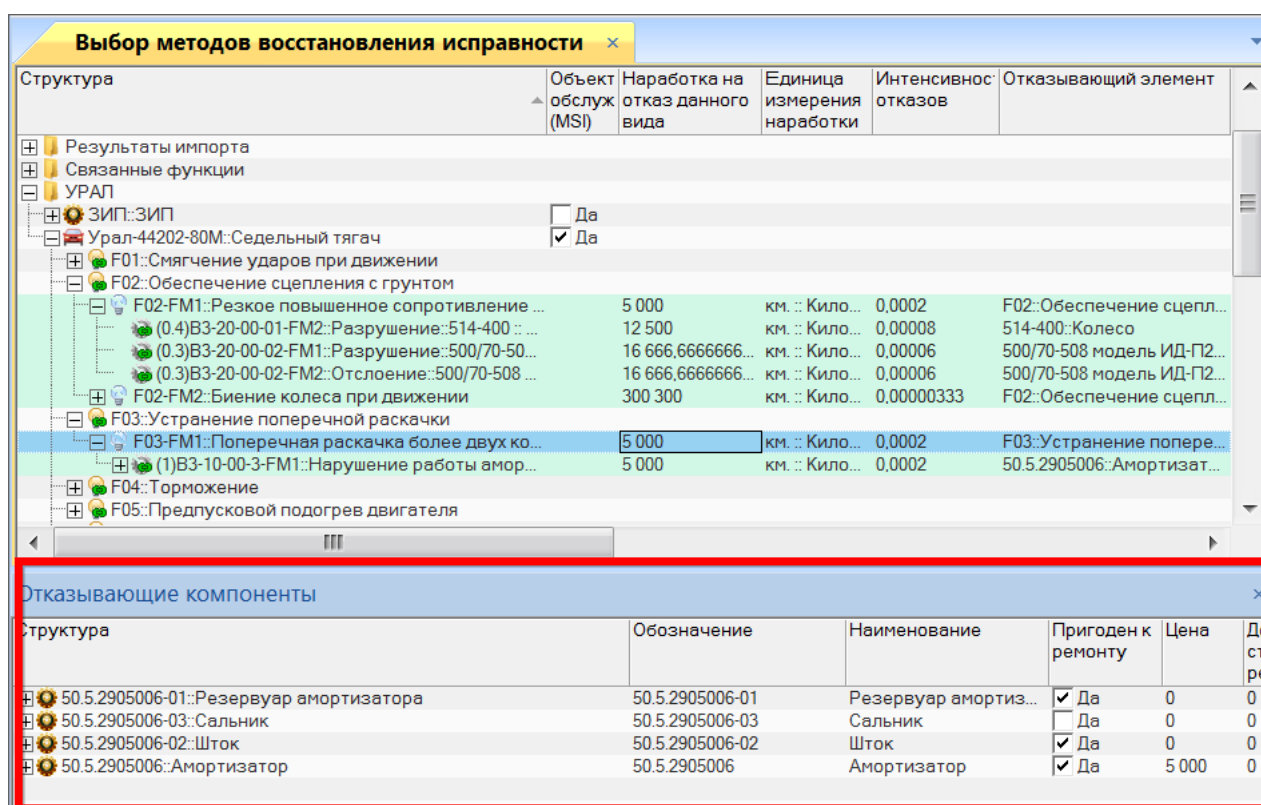


Рис. 10-20 – Отказывающие компоненты для вида отказа

Если причиной функционального отказа является несколько конструктивных, то для них задается «Вероятность отказа по данной причине» (рис. 10-21) – в долях, с учетом того, что сумма вероятностей всех причин для одного ФО равна 1. Этот параметр используется в расчете периодичности выполнения работ. Значение «Интенсивности отказов» (λ)/«Наработки на отказ данного вида» указывать необязательно, поскольку оно вычисляется (при расчете периодичности выполнения работ).

Параметр	Значение
Зависимость от наработки	☐ Да
Наработка/Интенсивность отказов	
Служебные данные	
Возникновение и обнаружение	
Последствия и устранение	
Деревья отказов	
Интенсивность отказов	0,00008
Логический оператор	
Число одновременно отказавших элементов (K/N параметр K)	0
Число однотипных элементов (параметр N вентилей И, ИЛИ, K/N)	0
Метод расчета вероятности отказа	Не задан
Расчетная вероятность отказа	0,00008
Тип события	Не задан
Вероятность отказа по данной причине	0,4
Наработка на отказ данного вида	12 500
Единица измерения наработки	км. :: Километр
Структура	(0.4)B3-20-00-01-FM2::Разрушение::514-400 :: Колесо
Отказывающий элемент	514-400::Колесо
Наименование	Разрушение
Идентификатор	B3-20-00-01-FM2

Рис. 10-21 – Задать долю каждого конструктивного отказа, являющегося причиной функционального

Для *функционального* отказа указывают логический оператор, определяющий взаимосвязь входных (КО) и выходных событий (ФО):

– «ИЛИ» – выходное событие (ФО) наступает, если наступает любое из входных событий (КО). При этом вероятность выходного события равна сумме⁴⁹⁾ вероятностей причин, которые к нему приводят.

– «И» – выходное событие наступает, если наступают все входные события. Вероятность выходного события равна произведению вероятностей его причин.

⁴⁹⁾ Это справедливо для малых значений вероятностей событий. В расчете используется формула, справедливая в общем случае.

5) Задать методы и работы по восстановлению исправности для функциональных и конструктивных отказов.

Методами восстановления являются:

- «Замена»;
- «Ремонт»;
- «Настройка» – в случае, когда отказывающим элементом является функциональная система, а метод восстановления ее исправности заключается в ее настройке.

Для задания метода восстановления исправности перейти в окно «Дерево отказов», установить режим работы «Анализ методов восстановления исправности» (панель «Вид»), выбрать вид возможного отказа (функционального или конструктивного) и в его контекстном меню выполнить команду «Методы восстановления» → «Выбор методов восстановления исправности» (рис. 10-22).

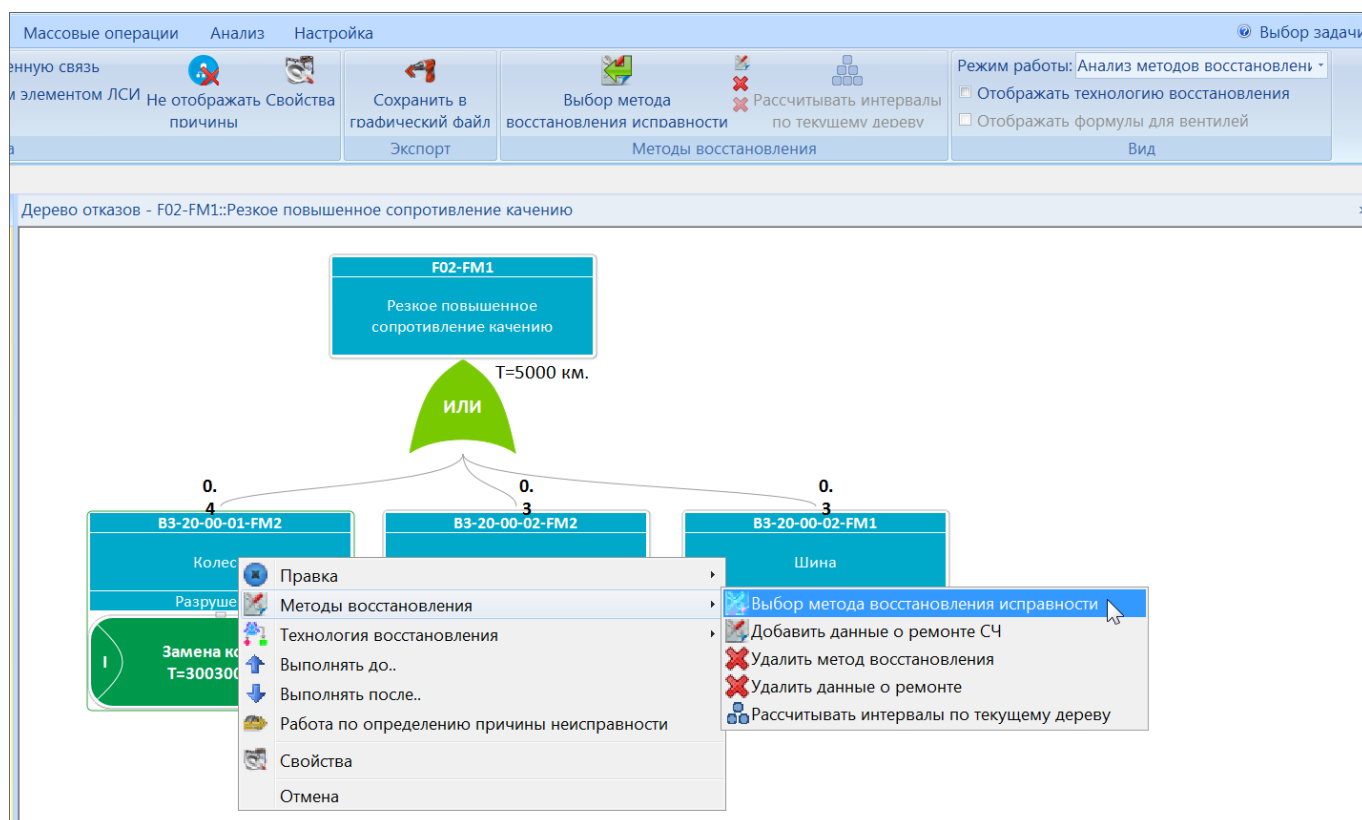


Рис. 10-22 – Задание метода восстановления исправности для ФО или КО

В открывшемся диалоговом окне выбрать метод восстановления (рис. 10-23).

Метод восстановления исправности

Вид отказа: ВЗ-20-00-01-FM2::Разрушение::514-400 :: Колесо

Метод восстановления: Замена

Выполняется на уровне: Уровень 1 - Точка базирования

Применяется для проекта: < не задано >

Работа по восстановлению: Урал-04-3-3-FM1::1::Замена колеса + ... X

Выбрать существующую работу из БД: Урал-04-3-3-FM1::1 :: Замена колеса Применить

OK Отмена

Рис. 10-23 – Диалоговое окно для задания метода восстановления исправности и выбора работы ТОиР

Для каждого вида отказа можно задать лишь один метод восстановления. Исключение составляет случай, когда выбран метод восстановления «Замена» – для него может быть дополнительно определен метод восстановления компонента – «Ремонт» (рис. 10-24). В этом случае могут быть заданы разные уровни ТОиР для работы по замене и работы по ремонту компонента: ремонт может выполняться на следующем уровне (в приведенном примере замена амортизатора выполняется на 1-ом уровне, а его ремонт – на 2-ом). Для задания данных о ремонте компонента перейти в окно «Дерево отказов», выбрать вид возможного отказа (функционального или конструктивного) и в его контекстном меню выполнить команду «Методы восстановления» → «Добавить данные о ремонте СЧ» (см. выше рис. 10-22).

Дерево отказов - F03-FM1::Поперечная раскачка более двух колебаний

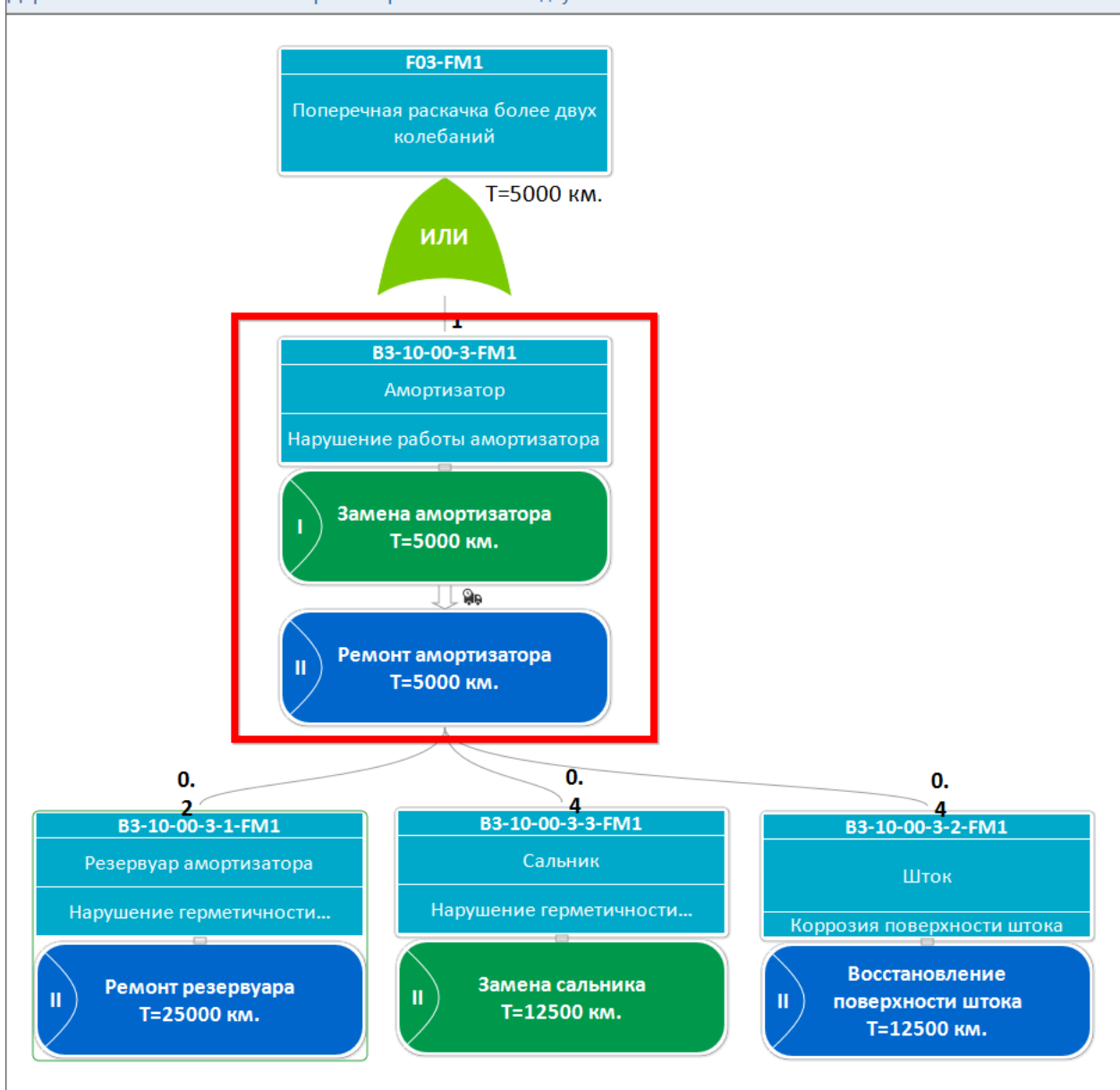


Рис. 10-24 – Методы восстановления «Замена» и «Ремонт» для амортизатора

Для каждого метода задают (см. выше рис. 10-23):

- работу по восстановлению работоспособности компонента или функциональной системы – вид непланового ТО;
- уровень системы СТЭ, на котором выполняется работа (этот параметр характеризует метод восстановления исправности, но не вид ТО, который с ним связан)⁵⁰⁾;

⁵⁰⁾ Пока не используется.

- проект системы СТЭ (параметр «Применяется для проекта»).

Для работы по восстановлению задают:

- стоимость выполнения работы (или нормативную трудоемкость), валюту, стоимость расходных материалов, требуемый персонал, если требуется;
- периодичность выполнения работы не задается, а рассчитывается исходя из наработки на функциональный отказ.

Параметры работы ТОиР задаются в окне ее свойств. Для открытия окна свойств нужно выбрать вид отказа в окне «Выбор методов восстановления исправности» и нажать кнопку «Работы по восстановлению исправности» панели «Связанные объекты для дерева отказов» (рис. 10-25). В открывшемся окне «Работы по восстановлению исправности» выбрать работу и открыть окно ее свойств (рис. 10-26).

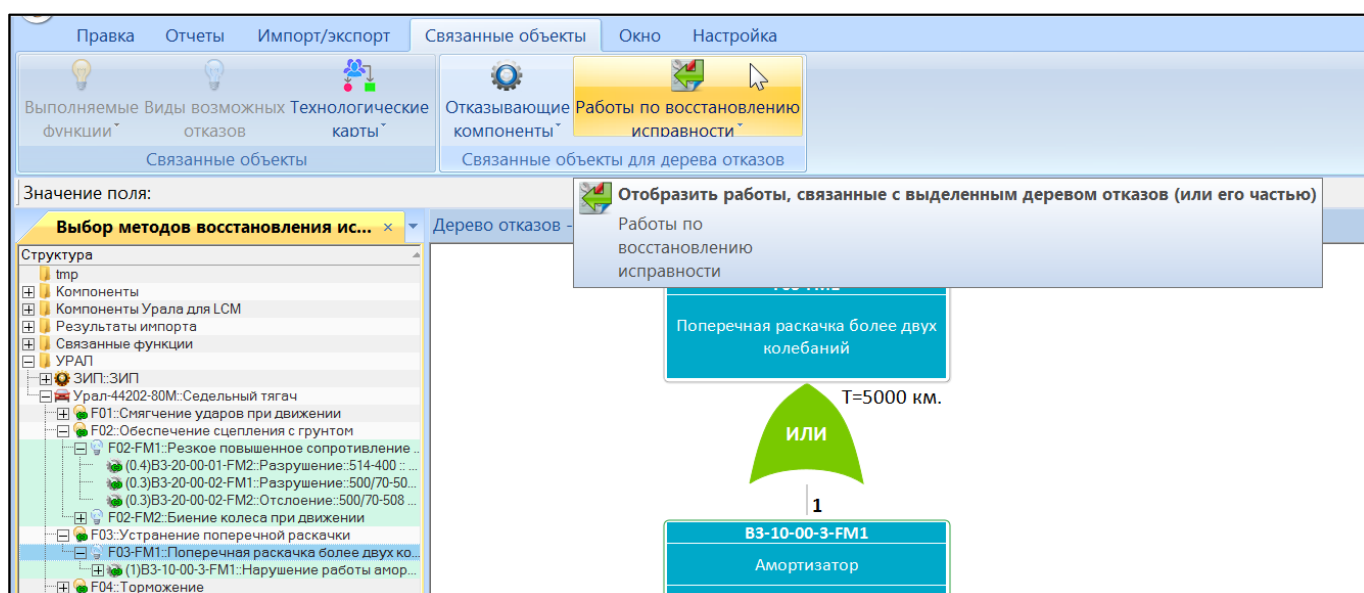


Рис. 10-25 – Вызов окна с перечнем работ, связанных с видом отказа

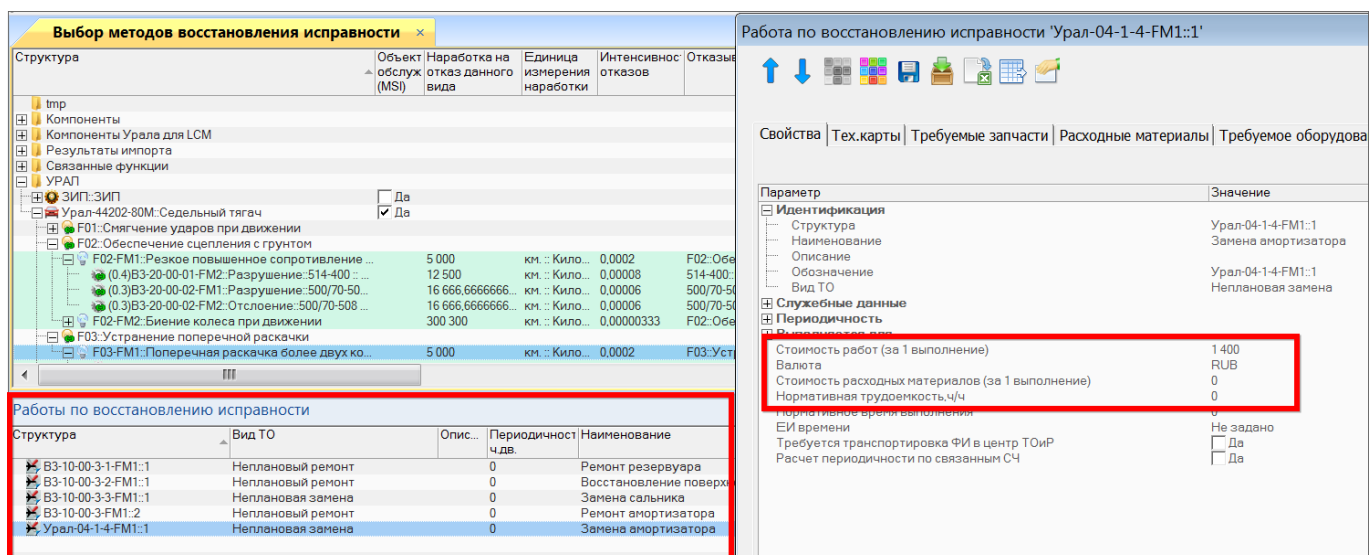


Рис. 10-26 – Работы по восстановлению исправности, связанные с видом отказа

Если при создании работы по восстановлению был выбран метод «Замена», «Ремонт» или «Настройка» и указан вид ТО, то для вида ТО автоматически заполняется поле «Группа видов ТО» – «Неплановая замена», «Неплановый ремонт» или «Неплановая регулировка или ТО», соответственно. Для работы, связанной с конструктивным отказом, в поле «Выполняется для» → «Компонент» автоматически указывается отказывающий компонент, а в поле «Вид отказа» – вид конструктивного отказа (рис. 10-27).

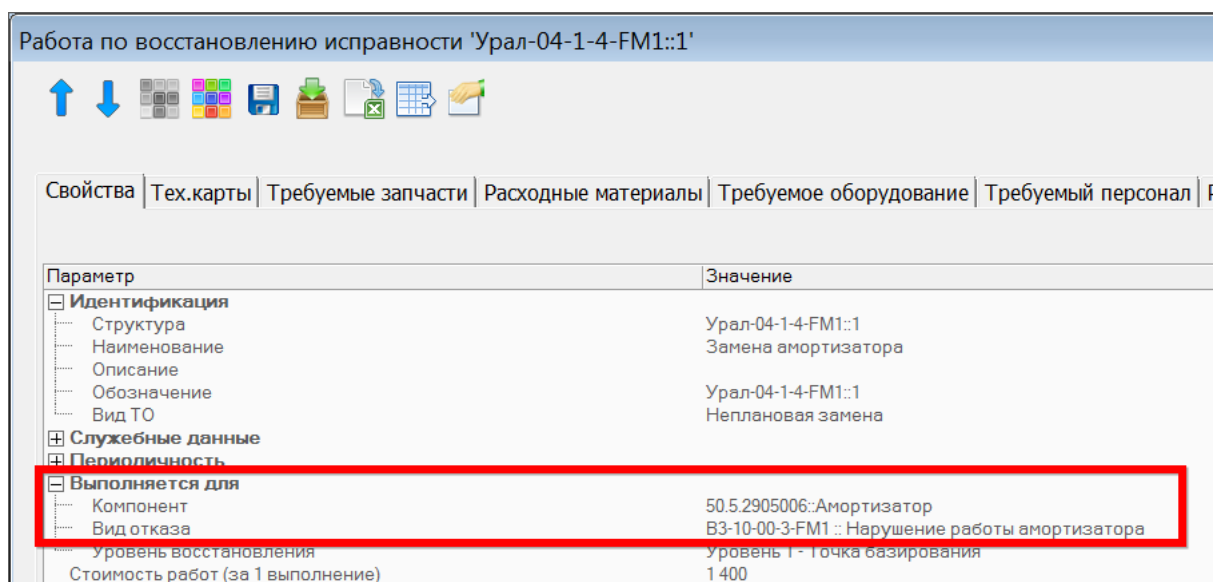


Рис. 10-27 – Связь работы с компонентом и конструктивным отказом

Исходными данными при выполнении анализа деревьев отказов являются (рис. 10-28):

- Для функционального отказа:
 - «Интенсивность отказов»/«Наработка на отказ данного вида» – используется при определении периодичности выполнения работы по восстановлению.
 - «Вероятность отказа по данной причине» – задается для дочерних функциональных отказов и определяет их вклад (долю) в родительский ФО.
 - «Логический оператор» – указывается, если причиной ФО является несколько конструктивных отказов.
- Для конструктивного отказа:
 - «Отказывающий элемент» – компонент.
 - «Источник данных о наработке на отказ» – данный параметр указывает, задается ли наработка на конструктивный отказ («Интенсивность отказа»/«Наработка на отказ данного вида») вручную, либо рассчитывается исходя из наработки на отказ отказывающего компонента. Если она определяется МТBF компонента, то при расчете периодичности выполнения работы по восстановлению, ее величина не меняется.
 - «Интенсивность отказа»/«Наработка на отказ данного вида» – может задаваться как доля от МТBF отказывающего компонента или вычисляться при расчете периодичности выполнения работы по восстановлению.
 - «Доля вида отказа» – доля данного вида отказа среди всех отказов компонента. Указывается, если «Интенсивность отказа»/«Наработка на отказ данного вида» задается как доля от МТBF отказывающего компонента.
 - «Вероятность отказа по данной причине» – вклад каждого КО в родительский ФО. Указывается, если к ФО приводит несколько конструктивных отказов.

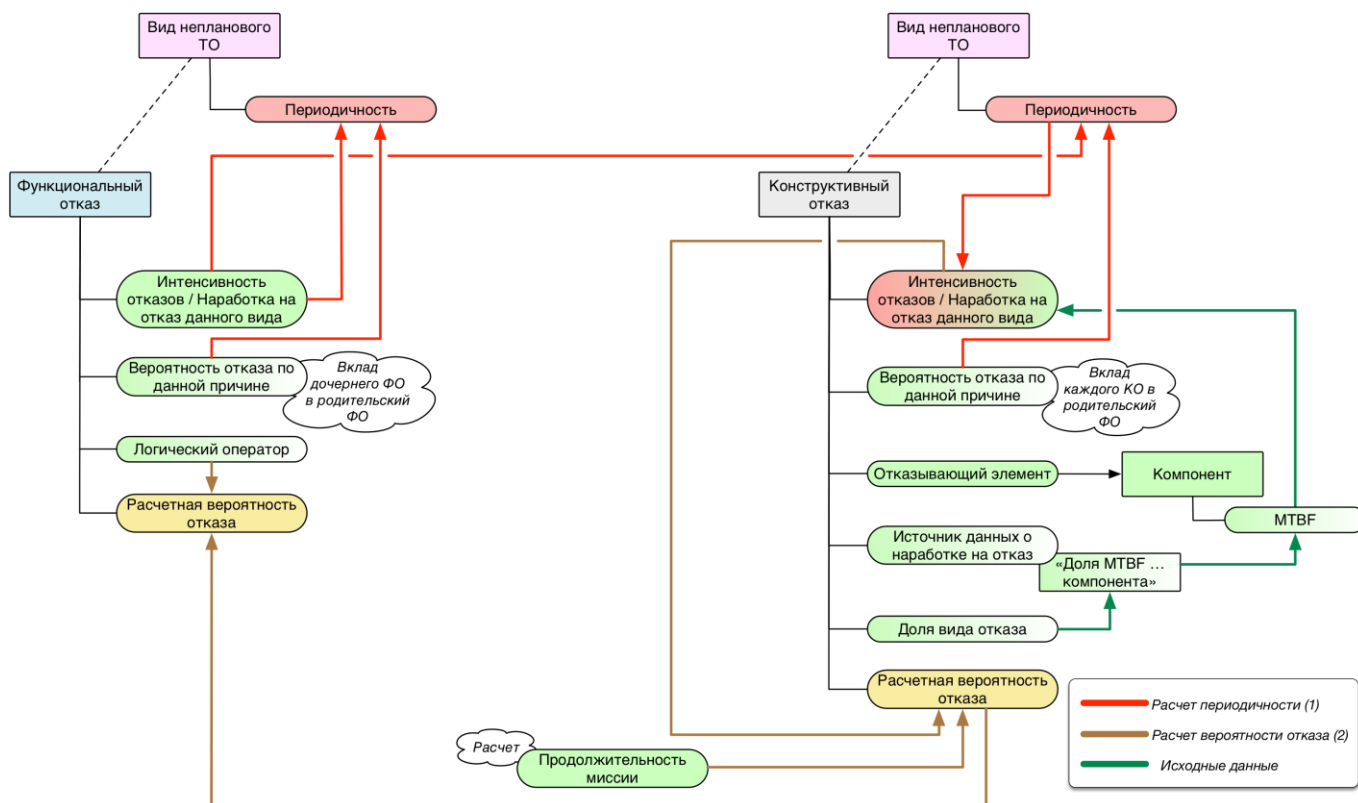


Рис. 10-28 – Схема выполнения расчета периодичности выполнения работ и вероятности отказа в соответствии с деревом отказов

10.2.2. Периодичность работы по восстановлению исправности

10.2.2.1. Определение периодичности работы по дереву отказов

Для расчета периодичности выполнения работ (как работ по восстановлению, связанных с функциональным отказом, так и работ, созданных для конструктивных отказов, которые к нему приводят) нужно выбрать вид отказа в окне «Выбор методов восстановления исправности», перейти в окно «Дерево отказов» и нажать кнопку «Расчет интервалов выполнения работ T » панели «Анализ» (рис. 10-29).

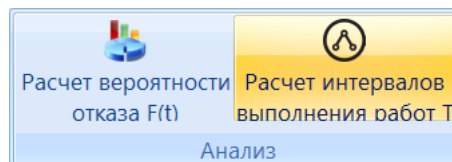


Рис. 10-29 – Панель «Анализ» рабочего окна «Дерево отказов»

В результате расчета изменяются следующие данные:

- Атрибут «Периодичность» для видов ТО, указанных в качестве работ по восстановлению для ФО и КО (в той ЕИ, в которой задана наработка для функционального отказа) (рис. 10-30):

- периодичность вида ТО, связанного с ФО, принимает значение, равное «Наработке на отказ данного вида» для ФО (T);

- периодичность вида ТО (T_i), связанного с КО, рассчитывается в соответствии с атрибутом «Вероятность отказа по данной причине» (k_i) по формуле $T_i = T/k_i$;

Параметр	Значение
☐ Идентификация	
Условие выполнения	
DMC Check	
☒ Выполняется для	
Дата начала действия	
Дата окончания действия	
☒ Служебные данные	
☒ Периодичность	
Периодичность, л.ч.	351,429
Периодичность, л.ч. (+)	
Периодичность, л.ч. (-)	

Рис. 10-30 – Рассчитанное значение периодичности работы по восстановлению (вида ТО)

- атрибут «Наработка на отказ данного вида» для конструктивного отказа принимается равным периодичности вида ТО, который с ним связан (T_i).

Схема расчета периодичности выполнения работ по дереву отказов приведена на рис. 10-31. Исходные данные показаны синим цветом, а полученные в результате расчета – красным. Периодичность работы, связанной с ФО, принимается равной наработке на отказ для ФО. Нарботка на отказ для КО и периодичность работы для КО рассчитывается исходя из наработки на отказ ФО и доли КО среди всех причин, приводящих к ФО. Если работы по восстановлению исправности не заданы, то будут изменены только значения наработки на отказ для конструктивных отказов.

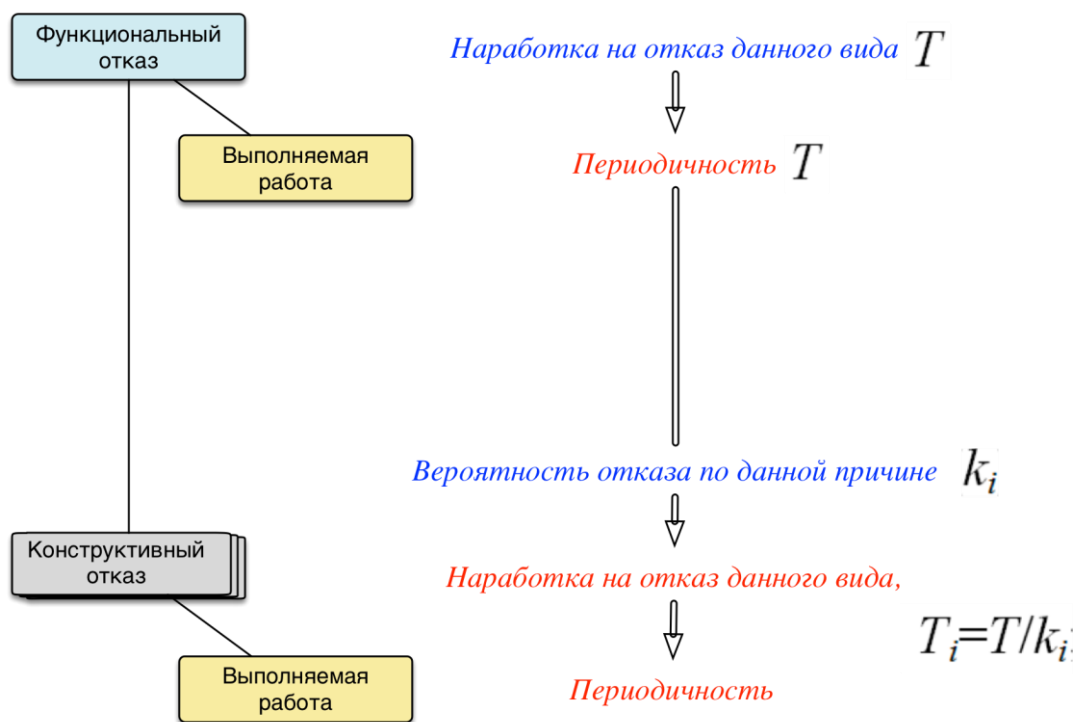


Рис. 10-31 – Схема расчета периодичности работ по восстановлению исправности «сверху вниз»

Расчетная вероятность отказов (ФО и КО) зависит от продолжительности миссии. Эта величина задается при расчете. Схема расчета вероятности отказов приведена на рис. 10-32. Исходные данные показаны синим цветом, а полученные в результате расчета – красным. Сначала исходя из интенсивности КО и продолжительности миссии вычисляется расчетная вероятность КО. Затем, в зависимости от логического оператора, связывающего входные и выходное события, вычисляется вероятность ФО.

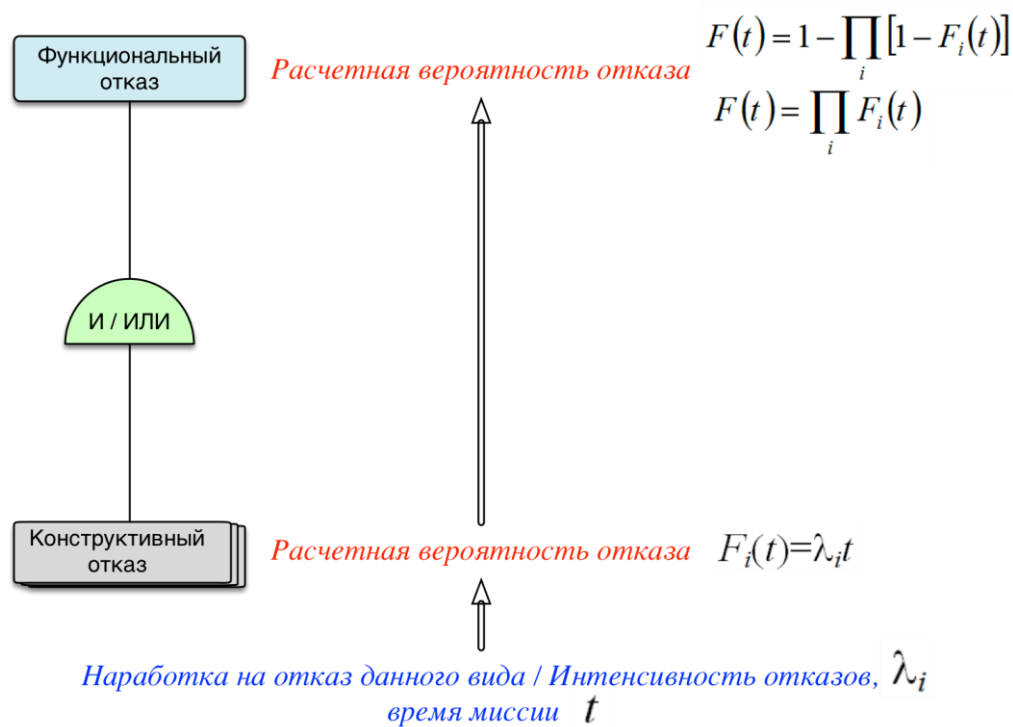


Рис. 10-32 – Схема расчета вероятности отказа «снизу вверх» (формулы для расчетной вероятности функционального отказа приведены для вентили «ИЛИ» (вверху) и «И» (ниже))

10.2.2.2. Межсистемное взаимодействие

При построении дерева отказов может возникнуть ситуация, когда конструктивный отказ компонента одной системы приводит к возникновению функционального отказа другой системы (т.н. межсистемное взаимодействие). Например, неисправность аккумулятора, входящего в систему электроснабжения, может вызвать отказ в работе топливной системы. В соответствии с принципами построения ЛСИ, один и тот же компонент может входить в состав лишь одной системы – иначе это нарушило бы, например, расчет МТО. Пример логистической структуры, включающей две функциональные системы и аккумулятор в составе одной из них, приведен на рис. 10-33.

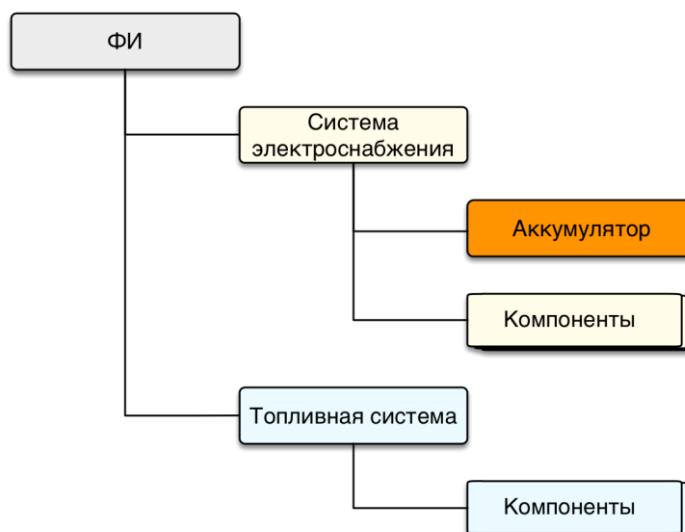


Рис. 10-33 – Пример логистической структуры. Компонент «Аккумулятор» входит в состав только одной системы – системы электроснабжения

Поскольку конструктивный отказ аккумулятора приводит к функциональным отказам разных систем, он будет включен в два дерева функциональных отказов (рис. 10-34). Однако расчет периодичности выполнения работы по обслуживанию отказывающего компонента должен выполняться только по дереву отказов той функциональной системы, логистическая структура которой включает этот компонент (в данном случае – по дереву отказов системы электроснабжения). Следует отметить, что один и тот же конструктивный отказ не должен включаться в несколько деревьев отказов в пределах одной функциональной системы.

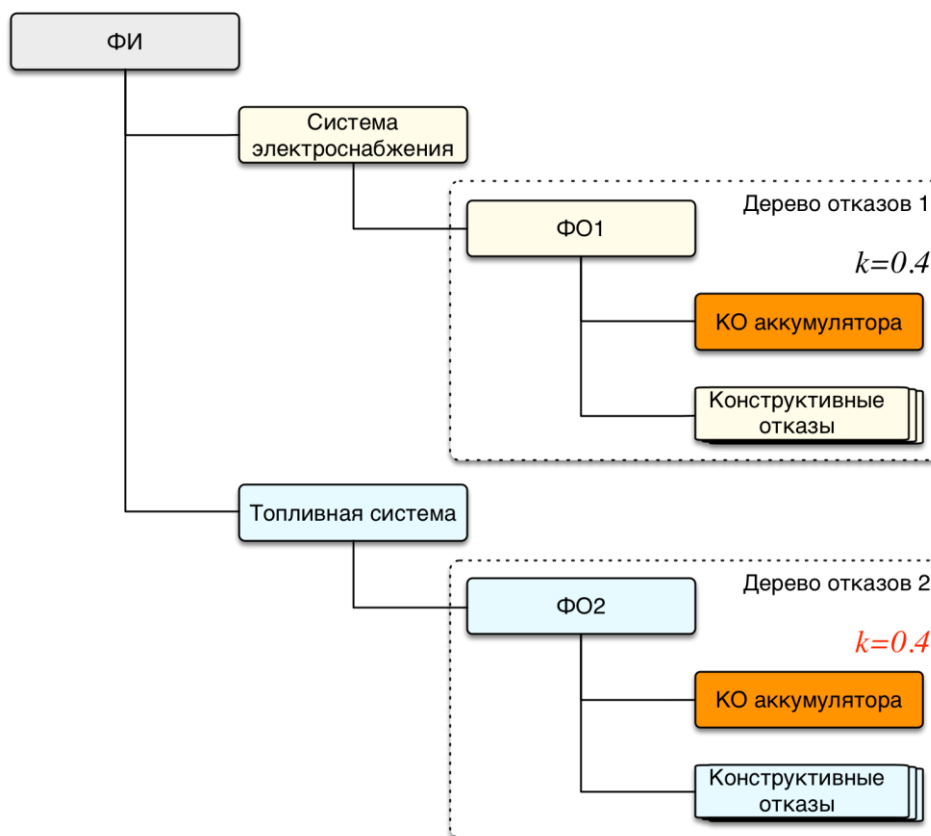


Рис. 10-34 – Конструктивный отказ аккумулятора включен в дерево отказов для разных функциональных отказов (в разных функциональных системах)

Для того чтобы выбрать дерево отказов, по которому будет выполняться расчет периодичности работы, нужно выбрать конструктивный отказ в соответствующем дереве и нажать кнопку «Рассчитывать интервалы по текущему дереву» панели «Методы восстановления» (рис. 10-35).

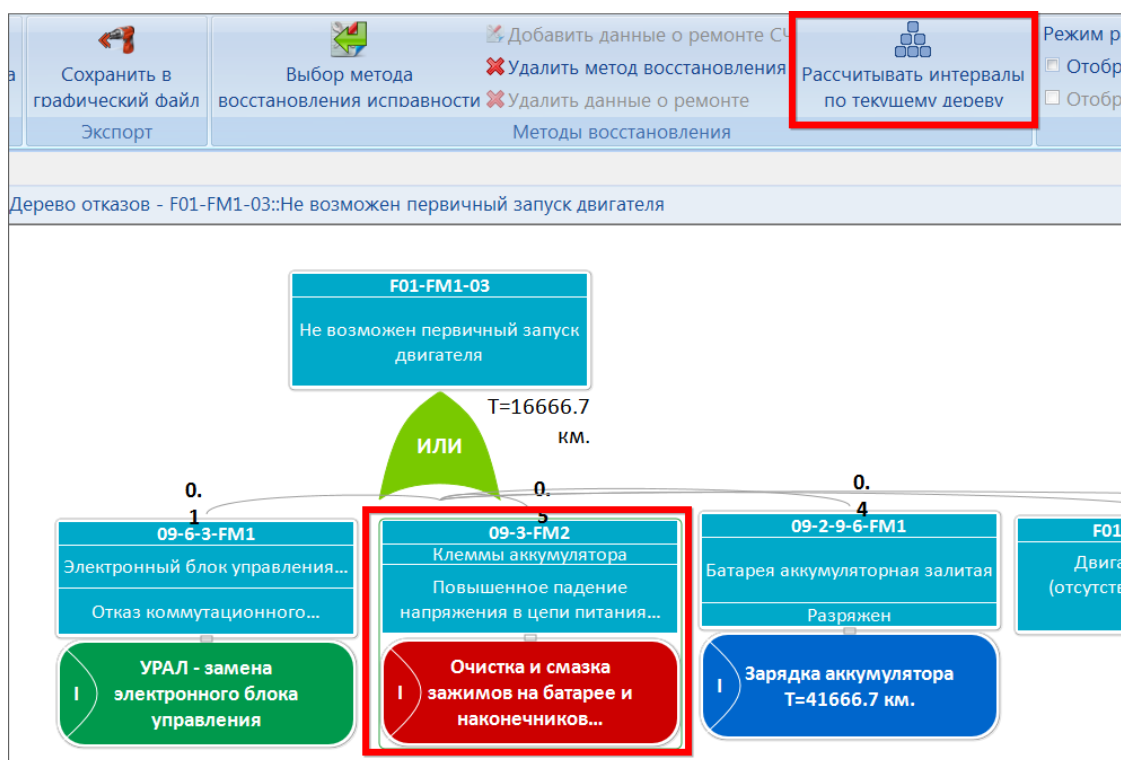


Рис. 10-35 – Настройка расчета периодичности по текущему дереву

В открывшемся диалоговом окне нажать «Да» для подтверждения действия (рис. 10-36). После закрытия диалогового окна кнопка «Рассчитывать интервалы по текущему дереву» будет недоступна для данного конструктивного отказа в данном дереве отказов. В других деревьях отказов⁵¹⁾ значение атрибута «Вероятность отказа по данной причине» будет выделено красным цветом. Это означает, что расчет периодичности работ для него по этим деревьям отказов не выполняется.

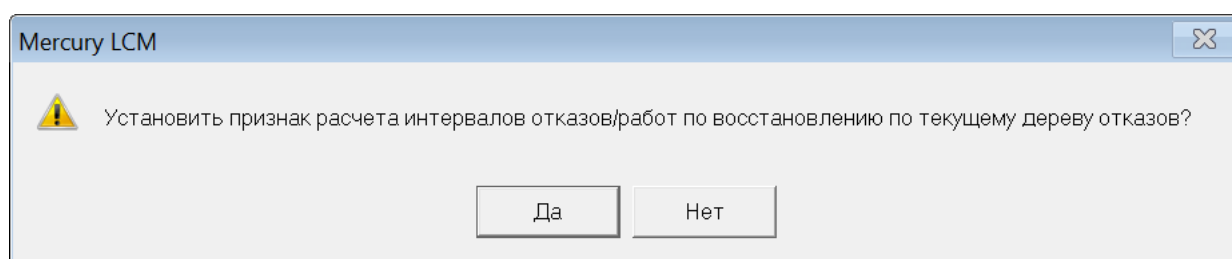


Рис. 10-36 – Диалоговое окно для подтверждения действия

⁵¹⁾ В LCM нет поиска по деревьям отказов, поэтому необходимо заранее знать, в каких еще деревьях отказов используется данный конструктивный отказ.

10.2.2.3. Метод «группирования» работ по обслуживанию

В общем случае дерево отказов имеет сложную иерархическую структуру, включающую множество функций и функциональных отказов, с которыми связаны конструктивные отказы элементов ЛСИ. Функциональные и конструктивные отказы могут иметь различную степень детализации. Для каждой заменяемой и/или ремонтируемой детали создается метод восстановления, с которым связывают работы по обслуживанию компонентов – виды ТО (рис. 10-37).

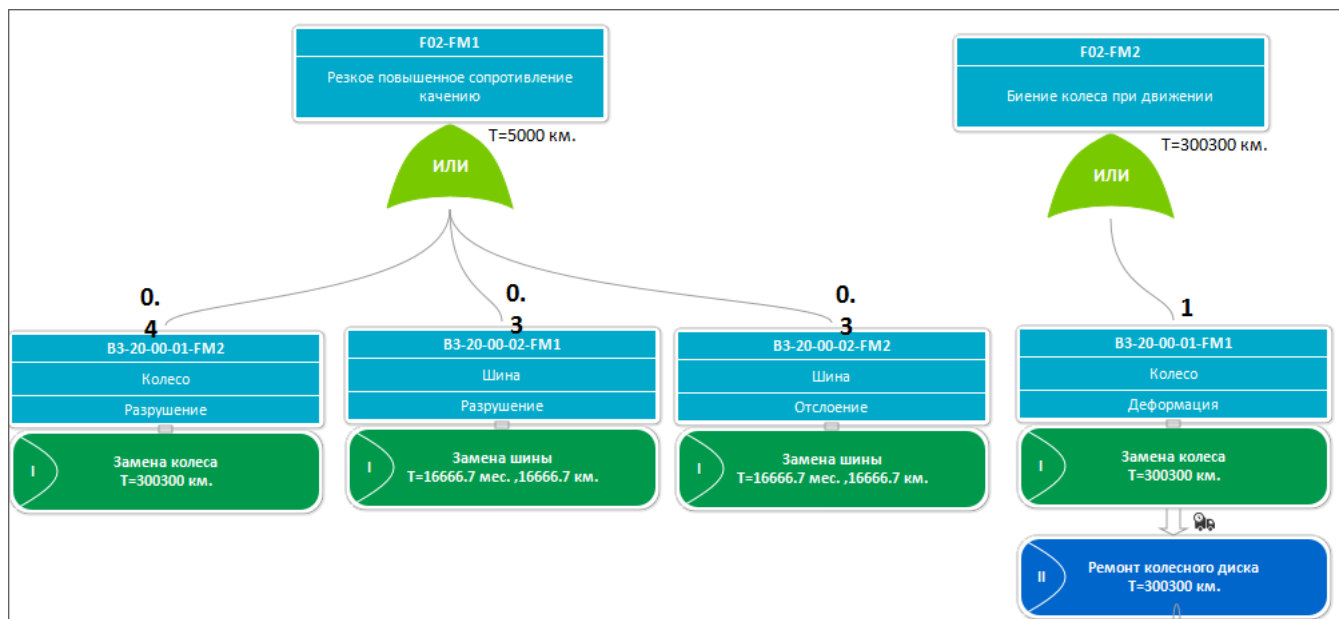


Рис. 10-37 – Вид дерева отказов в общем виде (сверху вниз: функциональный отказ, конструктивный отказ отдельного компонента, метод восстановления)

В тех случаях, когда уже существует устоявшийся перечень крупных работ ТОиР, связанных с основными системами, можно ограничиться упрощенным деревом отказов, в котором работы по восстановлению каждого отдельного компонента (см. выше рис. 10-10) заменяют одной крупной работой и связывают ее с функциональным отказом основной системы Изделия (рис. 10-38).

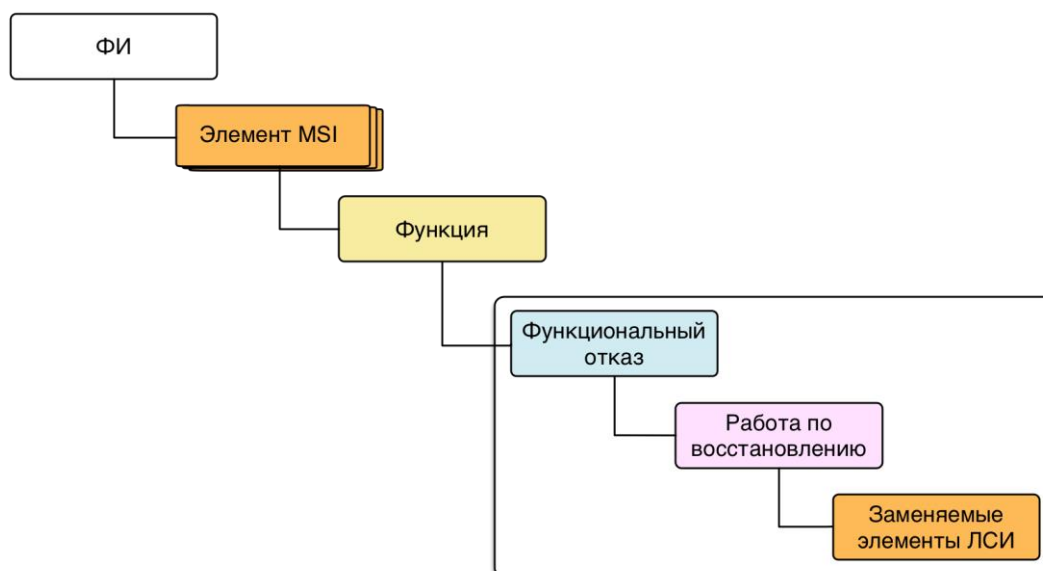


Рис. 10-38 – Упрощенное дерево отказов, где крупные работы по восстановлению связывают с функциональной системой в целом

Расчет периодичности выполнения работы в этом случае может быть выполнен не по отдельным видам отказов, а по связанным с работой компонентам. У работы необходимо установить флаг «Расчет периодичности работы по связанным СЧ» (рис. 10-39).

Параметр	Значение
Расчет периодичности по связанным СЧ	☒ Да
Требуется транспортировка ФИ в центр ТОиР	☐ Да
ЕИ времени	Не задано
Нормативное время выполнения	0
Нормативная трудоемкость, ч/ч	2
Стоимость расходных материалов (за 1 выполнение)	0
Валюта	RUB
Стоимость работ (за 1 выполнение)	0

Выполняется для

Рис. 10-39 – Настройка для расчета периодичности выполнения работы ТО – по связанным СЧ

Необходимо связать с этой работой все СЧ, которые в ходе ее выполнения восстанавливаются методом замены или ремонта, и указать для них наработку на отказ. Связь работы и СЧ устанавливается связанном окне «Требуемые запчасти» для вида ТО (рис. 10-40).

Виды ТО (2) x										
Обозначение	Наименование	Вид ТО	Компонент	Стоимость работ (за 1 выполнение)	Периодичность					
+ Неклассифицированные Неклассифицированные										
- Урал 44202-3511-80M										
- Неплановое ТОиР										
-7-3-FM1::1	Ремонт топливного бака	Неплановый ремонт	БК::Бак топливный	0	0					
01-1-FM1::1	Проверка исправности двигателя	Неплановая регулировка	МЭ252-3730000::Электродвигатель...	0	0					
04-1-5-FM1::1	Замена передней рессоры	Неплановая замена	6361-2902012::Рессора передняя	0	0					
04-2-1-FM1::1	Замена задней рессоры	Неплановая замена	55571X-2912122::Рессора задняя	0	0					
04-3-3-FM1::1	Ремонт колесного диска	Неплановый ремонт	514-400::Колесо	550	0					
08-2-2-3-FM1::1	УРАЛ - Замена шланга	Плановая замена	49013-3506020-02::Шланг тормозов	700	0					
◀ ▶										
Требуемые запчасти для 04-2-1-FM1::1										
Структура	Колич...	Обозначение	Наименован...	Пригоден к ремонту	Метод эксплуатации	Цена	Валюта цены	Доля стоимости ремонта	ЕИ расчета надежности	Н...
+ 55571X-29121... 1		55571X-2912122	Рессора зад...	☐ Да	ТЭР - восстанов...	18 410	RUB	0	км. :: Километр	0

Рис. 10-40 – Требуемые запчасти для работы ТОиР (вида ТО)

Периодичность работы ТО (T) вычисляется по наработке на отказ связанных с ней компонентов (T_i) следующей формулой:

$$T = \frac{1}{1 - \prod_i \left(1 - \frac{1}{T_i}\right)}$$

Например, если с работой связано два компонента с наработками на отказ $T_1 = 5000$ км и $T_2 = 2000$ км, то периодичность работы составит $T \approx 1250$ км.

Методы и работы по восстановлению задают в рабочем окне «Дерево отказов» в режиме «Анализ методов восстановления исправности» (рис. 10-41).

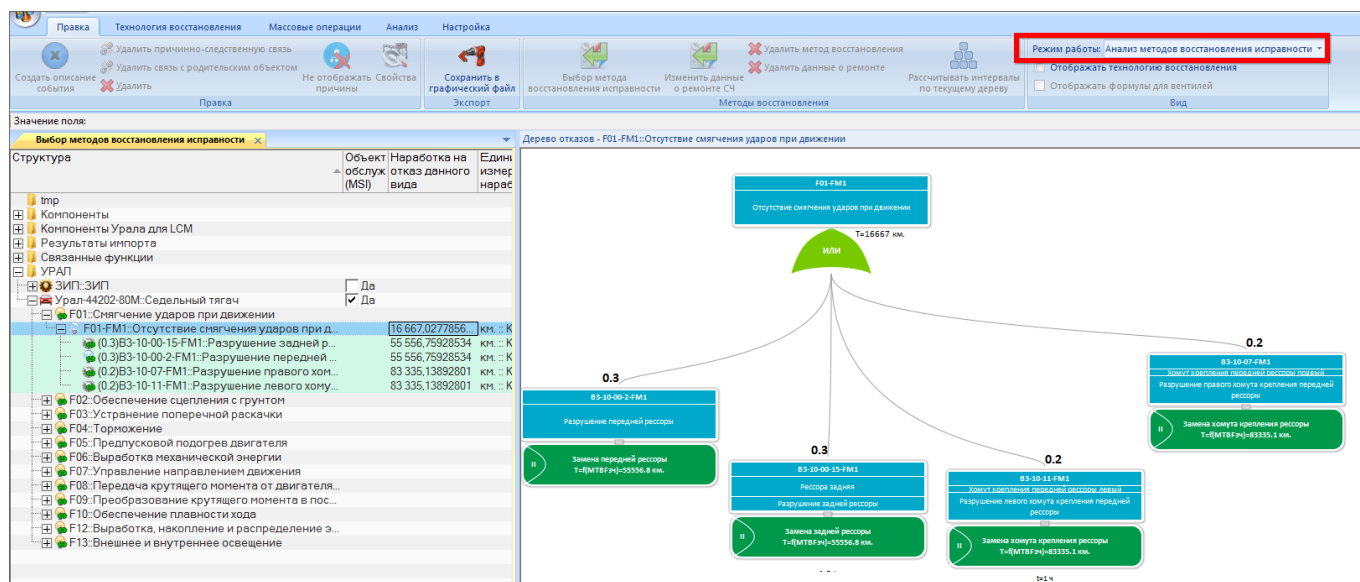


Рис. 10-41 – Режим «Анализ методов восстановления исправности» рабочего окна «Дерево отказов»

10.3. Задание уровней замены и ремонта для компонентов

Если анализ деревьев отказов не проводится, то для каждого обслуживаемого компонента необходимо задать следующие параметры:

- «Минимальный уровень замены» и «Минимальный уровень ремонта»;
- «Пригоден к ремонту» – для расчета стоимости ремонта необходимо установить данный флаг для ремонтнопригодных компонентов. Также этот параметр учитывается при расчете оборотного фонда в модели *непрерывного* пополнения запасов.

Значения этих параметров может быть задано редактированием соответствующего атрибута компонента вручную, а также с помощью графического интерфейса в рабочих окнах «Выбор методов восстановления исправности» и «Ограничения на выполнение работ по уровням ТОиР». Для их открытия следует нажать кнопку «Выбор методов восстановления исправности»  в окне выбора вариантов запуска программы (см. рис. 3-19, стр. 22). В результате откроется группа рабочих окон, представленная на рис. 10-42.

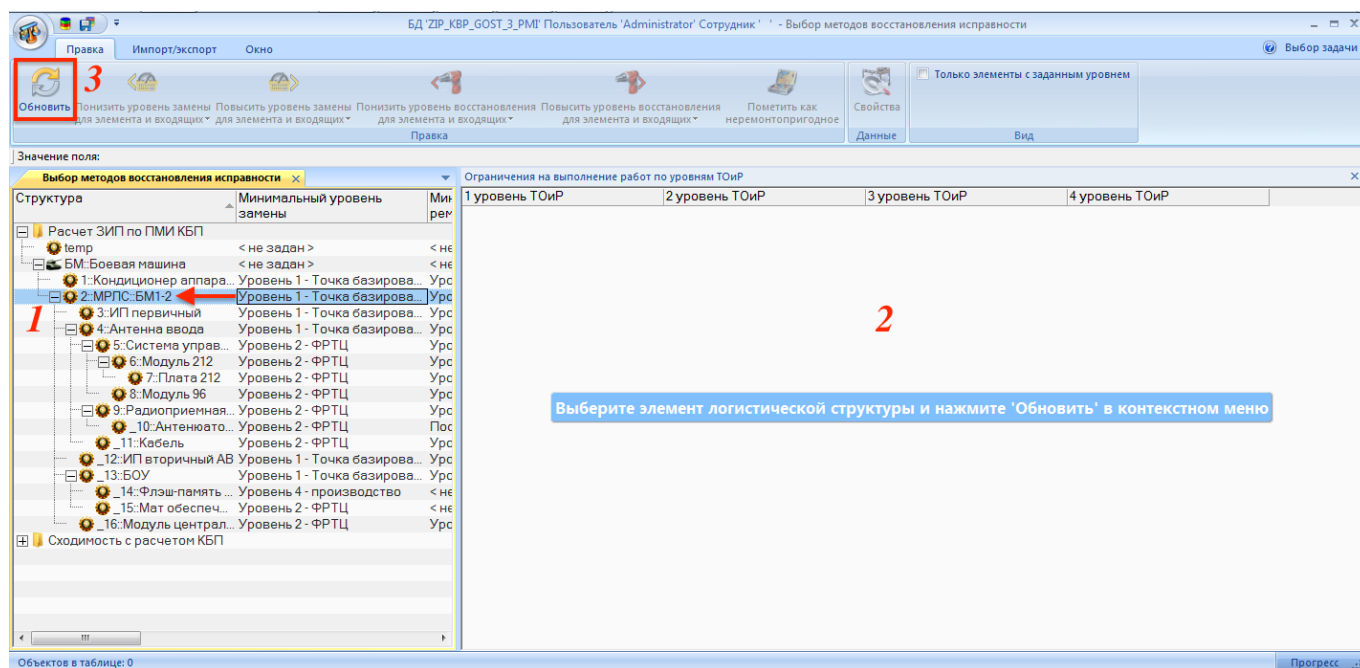


Рис. 10-42 – Исходный вид группы рабочих окон для работы с параметрами ТОиР

При открытии окна «Ограничения на выполнение работ по уровням ТОиР» в нем не отображаются данные. Для вывода информации в этом окне необходимо:

- 1) Раскрыть дерево ЛСИ в окне «Выбор методов восстановления исправности»



и выбрать компонент (1 на рис. 10-42).

- 2) Перейти в окно «Ограничения на выполнение работ по уровням ТОиР» (2).

- 3) Нажать кнопку «Обновить» панели «Правка» (3).

4) В результате в окне «Ограничения на выполнение работ по уровням ТОиР» минимальные уровни ТОиР для выбранного компонента, а также для всех уровней его разукрупнения, будут отображены в виде дерева (рис. 10-43).

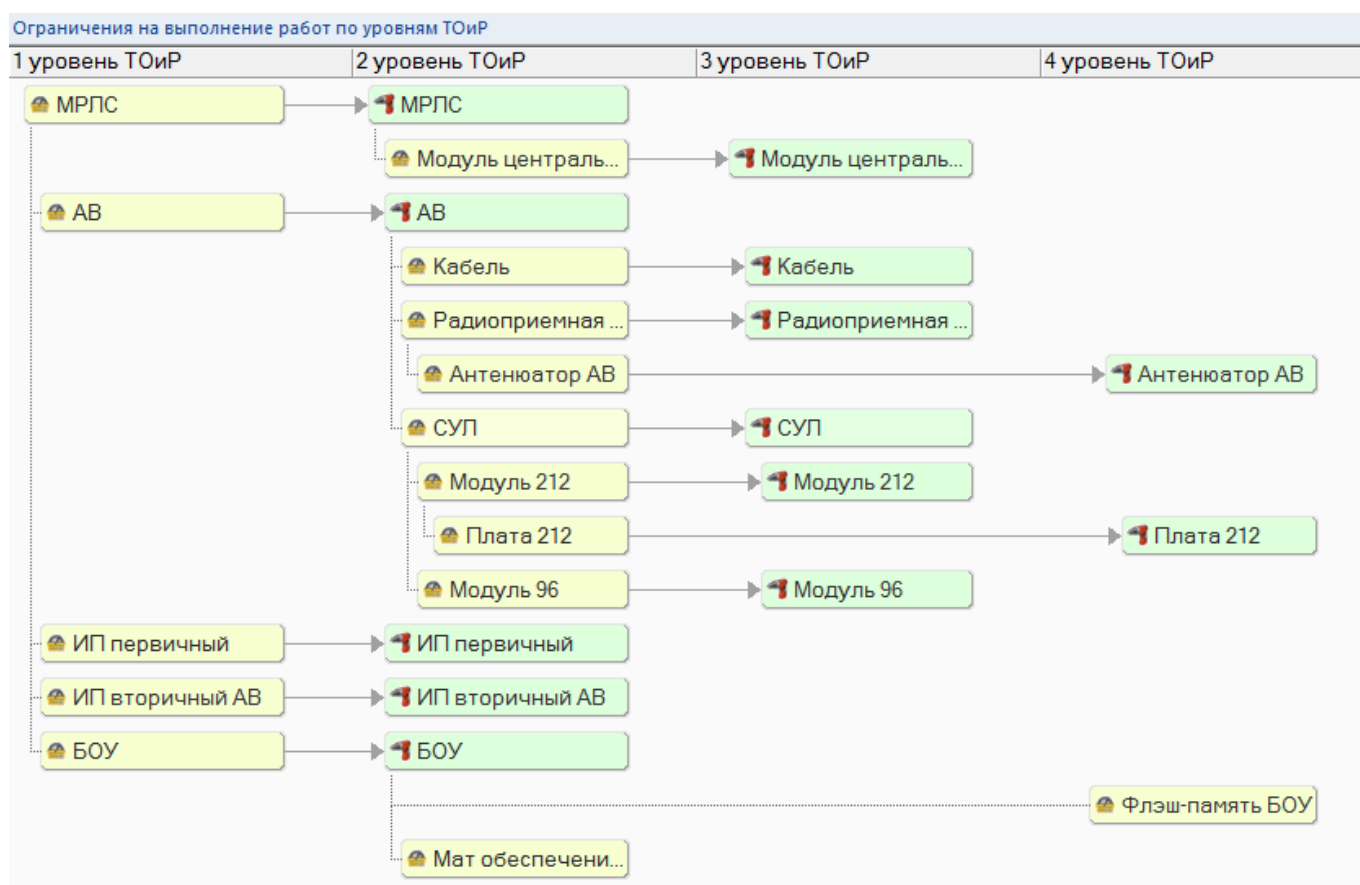


Рис. 10-43 – Иерархическая структура минимальных уровней замены и ремонта выбранного компонента («МРЛС»), включая все уровни входящих в него СЧ

5) Привести уровни ТОиР любым из предусмотренных способов их изменения (см. подраздел 10.3.2 «Способы изменения уровней ТОиР») в соответствии с требованиями, приведенными в подразделе 10.3.1 «Правила задания уровней ТОиР».

Работа в графических окнах «Выбор методов восстановления исправности» и «Ограничения на выполнение работ по уровням ТОиР» рассмотрена в 4.1 «Группа рабочих окон «Выбор методов восстановления исправности»».

10.3.1. Правила задания уровней ТОиР компонентов

При задании минимальных уровней ТОиР для компонентов необходимо руководствоваться не только требованиями технической документации на изделие, но и рядом формальных требований, определяющих соотношение между уровнями замены и ремонта компонента, а также между уровнями ТОиР компонента и входящих в него КИ. Эти требования вытекают из методов выполнения работ по ТОиР и учитывают следующие факторы:

1) Как правило, ремонт компонента выполняется после его снятия с вышестоящего агрегата. Поэтому уровень его ремонта не должен быть ниже, чем уровень замены.

На рис. 10-44 приведен пример некорректных данных, когда минимальный уровень ремонта компонента задан ниже, чем минимальный уровень ее замены.

Структура	Минимальный уровень замены	Минимальный уровень ремонта	Пригоден к ремонту
Расчет ЗИП по ПМИ КБП			
temp	< не задан >	< не задан >	✓ Да
БМ: Боевая машина	< не задан >	< не задан >	✓ Да
1: Кондиционер аппара...	Уровень 1 - Т...	Уровень 2 - ФРТЦ	✓ Да
2: МРЛС: БМ1-2	Уровень 1 - Т...	Уровень 2 - ФРТЦ	✓ Да
tmp: БМ-1	Уровень 2 - Ф...	Уровень 3 - РТЦ	✓ Да
tmp2: БМ-1-2	Уровень 3 - Р...	Уровень 1 - Точ...	✓ Да

Рис. 10-44 – Пример некорректных данных: минимальный уровень ремонта компонента задан ниже, чем минимальный уровень замены

2) Некоторые виды работ могут быть выполнены непосредственно на ФИ без демонтажа каких-либо компонентов, например, настройка/регулировка.

3) Если компонент включает в своем составе другие компоненты, то его восстановление, в зависимости от характера неисправности, может выполняться как методом замены составных частей, так и при помощи работ непосредственно связанных с этим компонентом (эти работы могут быть связаны с настройкой/регулировкой или технологическим обслуживанием)⁵².

Последовательность выполнения работ в этом случае следующая: компонент снимают с ФИ и отправляют в ремонт (на тот же или на более высокий уровень ТОиР), где выполняется замена его составных частей или ремонт, не связанный с заменой его составляющих. Поэтому уровень замены/ремонта входящих КИ не должен быть ниже, чем уровень ремонта вышестоящего компонента.

На рис. 10-45 приведено распределение работ по уровням ТОиР, удовлетворяющее этому условию (это означает, что объекты, относящиеся к входящим КИ, располагаются только под зелеными, но не под желтыми объектами). Например, поскольку ремонт «МРЛС» возможен начиная со второго уровня ТОиР, то и замена всех его агрегатов должна выполняться только со второго уровня, не ниже (1). Составляющие антенны ввода «АВ» могут заменяться на втором уровне, так как для ремонта «АВ» тоже задан второй уровень

⁵² Независимо от метода восстановления компонента для него необходимо установить флаг «Пригоден к ремонту».

(2). Замена «Платы 212» может выполняться начиная с третьего уровня – уровня ремонта вышестоящего «Модуля 212» (3), и т.д.

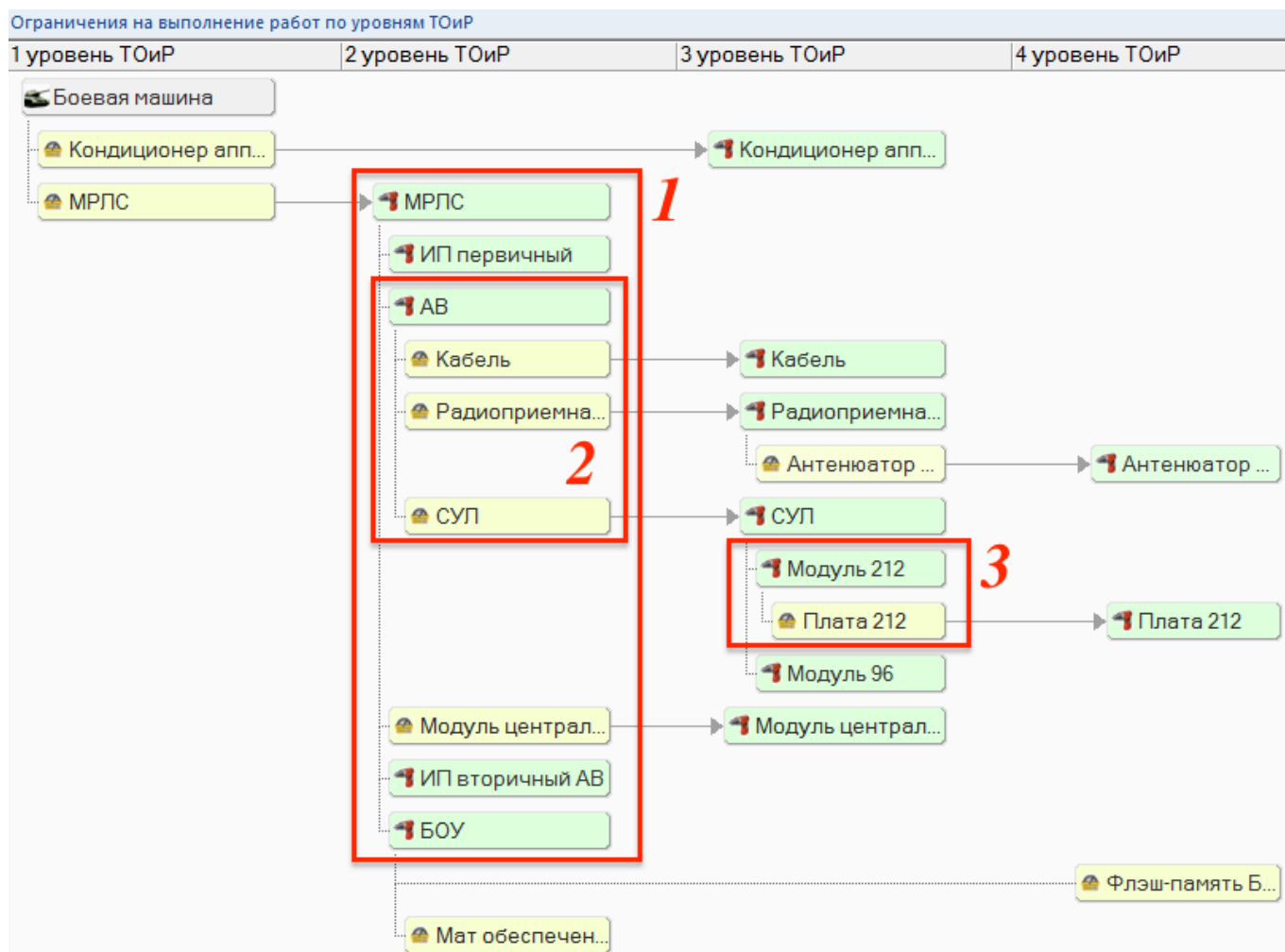


Рис. 10-45 – Распределение работ по уровням ТОиР, при котором уровни ТОиР входящих в компонент КИ должны быть не ниже уровня его ремонта

4) На практике нередко встречается ситуация, когда замена компонента выполняется непосредственно на ФИ, то есть без снятия вышестоящего компонента и отправки его в ремонт. Также возможна отправка в ремонт крупного агрегата, и демонтаж компонента выполняется прямо на нем, а не после снятия с агрегата вышестоящего компонента (в противном случае потребовалось бы последовательное снятие с ФИ всех промежуточных компонентов, в состав которых входит заменяемый компонент).

Для описания такой ситуации в программе допускается исключение из правила, описанного в предыдущем пункте. А именно: замена составных частей компонента может

быть выполнена на более низком уровне ТОиР, чем уровень его ремонта. Однако этот уровень не должен быть ниже уровня замены вышестоящего компонента.

На рис. 10-46 приведено распределение работ по уровням ТОиР с учетом этого исключения (это означает, что объекты, относящиеся к входящим КИ, могут располагаться не только под зелеными, но и под желтыми объектами). Например, в отличие от схемы на предыдущем рисунке, замена составных агрегатов «МРЛС» может выполняться на первом уровне (уровне замены «МРЛС»), а не только начиная со второго (уровня ремонта «МРЛС») (1). Замена «Модуля 212» и «Модуля 96» допускается на том же уровне, что и замена вышестоящей системы управления лучом «СУЛ» (2), а замена «Платы 212» – на уровне замены вышестоящего «Модуля 212» (3).

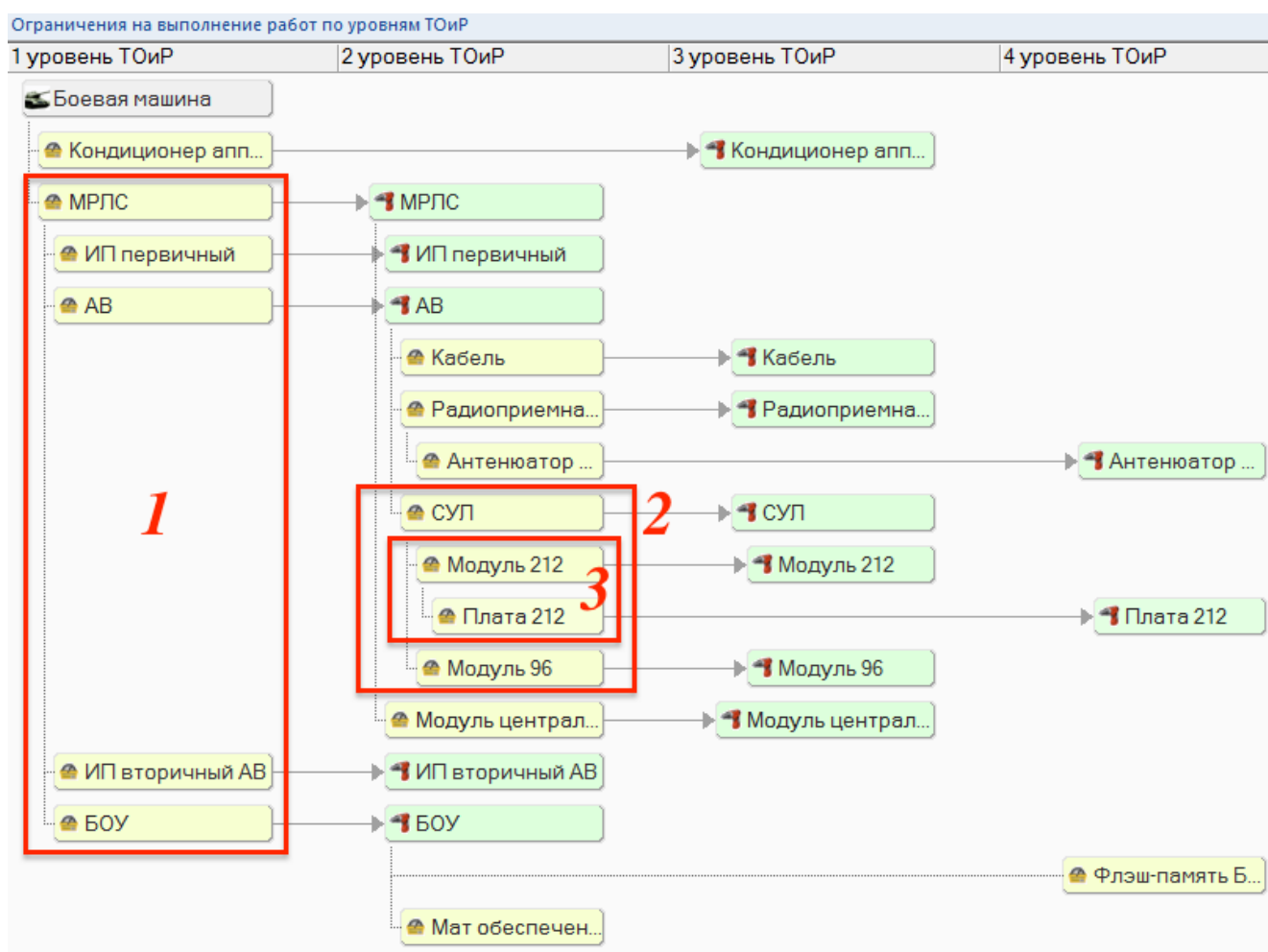


Рис. 10-46 – Распределение работ по уровням ТОиР, при котором уровни ТОиР входящих в компонент КИ должны быть не ниже уровня его замены

Равенство уровней замены компонента и входящих в него СЧ означает, что СЧ могут заменяться без снятия вышестоящего компонента. Так, замена агрегатов «ИП первичный», «АВ», «ИП вторичный АВ» и «БОУ» может выполняться непосредственно на ФИ, без снятия с него «МРЛС». Замена же компонентов «Кабель», «Радиоприемная система антенны ввода» и других СЧ производится только после снятия «МРЛС» и отправки ее в ремонт.

На рис. 10-47 приведен пример некорректных данных, когда уровень замены СЧ задан ниже, чем уровень замены вышестоящего компонента.

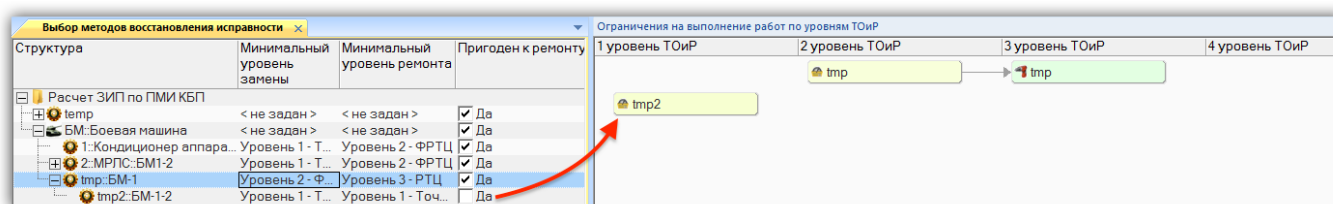


Рис. 10-47 – Пример некорректных данных: минимальный уровень замены для СЧ задан ниже, чем минимальный уровень ремонта для вышестоящего компонента\

10.3.2. Способы изменения уровней ТОиР

Для изменения минимальных уровней ТОиР компонентов в программе предусмотрены следующие три способа:

- 1) Задать минимальные уровни замены и ремонта в соответствующих полях для компонента в рабочем окне «Выбор методов восстановления исправности».
- 2) Использовать управляющие кнопки панели «Правка» в рабочем окне «Ограничения на выполнение работ по уровням ТОиР».
- 3) Переместить мышью компонент в окне «Ограничения на выполнение работ по уровням ТОиР» на соответствующий уровень ТОиР.

10.3.2.1. Задание уровней ТОиР для компонентов вручную

Для задания уровней ТОиР вручную следует:

- 1) Выбрать компонент в рабочем окне «Выбор методов восстановления исправности» (1 на рис. 10-48).
- 2) Раскрыть список доступных значений в поле «Минимальный уровень замены» или «Минимальный уровень ремонта» для компонента и выбрать нужное (2, 3).

Структура	Краткое наименование	Минимальный уровень замены	Минимальный уровень ремонта	Пригоден к ремонту
Расчет ЗИП по ПМИ КБП				
temp		Уровень 1 - Точка базирования	< не задан >	☒ Да
tmp3		Уровень 1 - Точка базирования	Уровень 1 - Точка базирования	☒ Да
БМ: Боевая машина		< не задан >	< не задан >	☒ Да
1: Кондиционер аппаратуры БМ: БМ1-1		Уровень 1 - Точка базирования	Уровень 3 - РТЦ	☒ Да
2: МРЛС: БМ1-2		Уровень 1 - Точка базирования	Уровень 2 - ФРТЦ	☒ Да
3: ИП первичный		Уровень 1 - Точка базирования	Уровень 2 - ФРТЦ	☒ Да
4: Антенна ввода	АВ	Уровень 1 - Точка базирования	Уровень 2 - ФРТЦ	☒ Да
5: Система управления лучом	СУЛ	Уровень 2 - ФРТЦ	Уровень 2 - ФРТЦ	☒ Да
6: Модуль 212		< не задан >	Уровень 2 - ФРТЦ	☒ Да
7: Плата 212		Уровень 4 - производство	Уровень 2 - ФРТЦ	☒ Да
8: Модуль 96		Уровень 3 - РТЦ	Уровень 2 - ФРТЦ	☒ Да
9: Радиоприемная система антенны ввода		Уровень 2 - ФРТЦ	Уровень 2 - ФРТЦ	☒ Да
10: Антеннатор АВ		Уровень 1 - Точка базирования	Уровень 2 - ФРТЦ	☒ Да
11: Кабель		Уровень 2 - ФРТЦ	Уровень 2 - ФРТЦ	☒ Да
12: ИП вторичный АВ		Уровень 1 - Точка базирования	Уровень 2 - ФРТЦ	☒ Да
13: БОУ	БОУ	Уровень 1 - Точка базирования	Уровень 4 - производство	☒ Да
14: Флэш-память БОУ: 13-1		Уровень 3 - РТЦ	Поставщик	☐ Да
15: Мат обеспечение БОУ		Уровень 2 - ФРТЦ	< не задан >	☐ Да
16: Модуль центральный вычислительный		Уровень 2 - ФРТЦ	Уровень 3 - РТЦ	☒ Да

Рис. 10-48 – Задание минимального уровня замены компонента

3) Выполненное изменение уровня ТООР будет отражено в схеме уровней ТООР в окне «Ограничения на выполнение работ по уровням ТООР».

4) Чтобы задать одинаковый уровень сразу для нескольких КИ, расположенных в дереве ЛСИ рядом друг с другом, следует выделить ячейку с требуемым уровнем и потянуть ее за знак «+» на соседние ячейки (рис. 10-49).

Структура	Минимальный уровень замены	Минимальный уровень ремонта	Пригоден к ремонту
Расчет ЗИП по ПМИ КБП			
temp	Уровень 1 - Точка базирования	< не задан >	☒ Да
tmp3	Уровень 1 - Точка базирования	Уровень 1 - Точка базирования	☒ Да
БМ: Боевая машина	< не задан >	< не задан >	☒ Да
1: Кондиционер аппара...	Уровень 1 - Точка базирования	Уровень 3 - РТЦ	☒ Да
2: МРЛС: БМ1-2	Уровень 1 - Точка базирования	Уровень 2 - ФРТЦ	☒ Да
3: ИП первичный	Уровень 1 - Точка базирования	Уровень 2 - ФРТЦ	☒ Да
4: Антенна ввода	Уровень 2 - ФРТЦ	Уровень 3 - РТЦ	☒ Да
5: Система управ...	Уровень 2 - ФРТЦ	Уровень 3 - РТЦ	☒ Да
6: Модуль 212	Уровень 2 - ФРТЦ	Уровень 3 - РТЦ	☒ Да
7: Плата 212	Уровень 2 - ФРТЦ	Поставщик	☒ Да
8: Модуль 96	Уровень 2 - ФРТЦ	Уровень 3 - РТЦ	☒ Да
9: Радиоприемная...	Уровень 2 - ФРТЦ	Уровень 3 - РТЦ	☒ Да
10: Антеннатор...	Уровень 2 - ФРТЦ	Поставщик	☒ Да
11: Кабель	Уровень 2 - ФРТЦ	Уровень 3 - РТЦ	☒ Да
12: ИП вторичный АВ	Уровень 1 - Точка базирования	Уровень 2 - ФРТЦ	☒ Да
13: БОУ	Уровень 1 - Точка базирования	Уровень 4 - производство	☒ Да
14: Флэш-память ...	Уровень 3 - РТЦ	Поставщик	☐ Да
15: Мат обеспеч...	Уровень 2 - ФРТЦ	< не задан >	☐ Да
16: Модуль централ...	Уровень 2 - ФРТЦ	Уровень 3 - РТЦ	☒ Да

Рис. 10-49 – Копирование значения в ячейке в соседние

После подтверждения действия в диалоговом окне (рис. 10-50) данные в выделенных ячейках будут изменены.

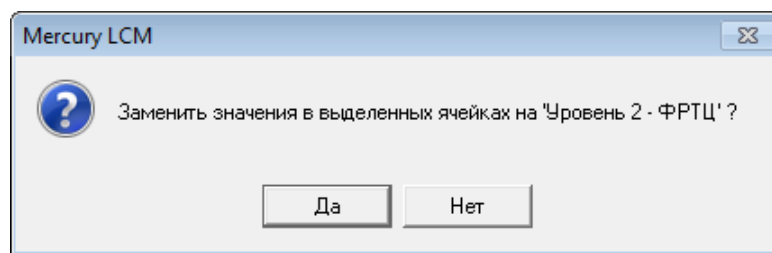


Рис. 10-50 – Диалоговое окно для подтверждения изменения данных

Метод редактирования уровней ТОиР вручную отличается тем, что изменение уровней замены и ремонта для выбранного компонента не затрагивает уровни замены и ремонта входящих в него КИ. При установке уровней ТОиР для компонента проверка их на допустимость/недопустимость не производится, а в окне «Ограничения на выполнение работ по уровням ТОиР» эти данные отображаются «как есть», без коррекции.

10.3.2.2. Использование графического интерфейса для изменения уровней ТОиР компонентов

Для изменения уровней ТОиР с помощью управляющих кнопок необходимо:

- 1) Выбрать в окне «Ограничения на выполнение работ по уровням ТОиР» объект, относящийся к уровню замены или ремонта компонента (1 на рис. 10-51).

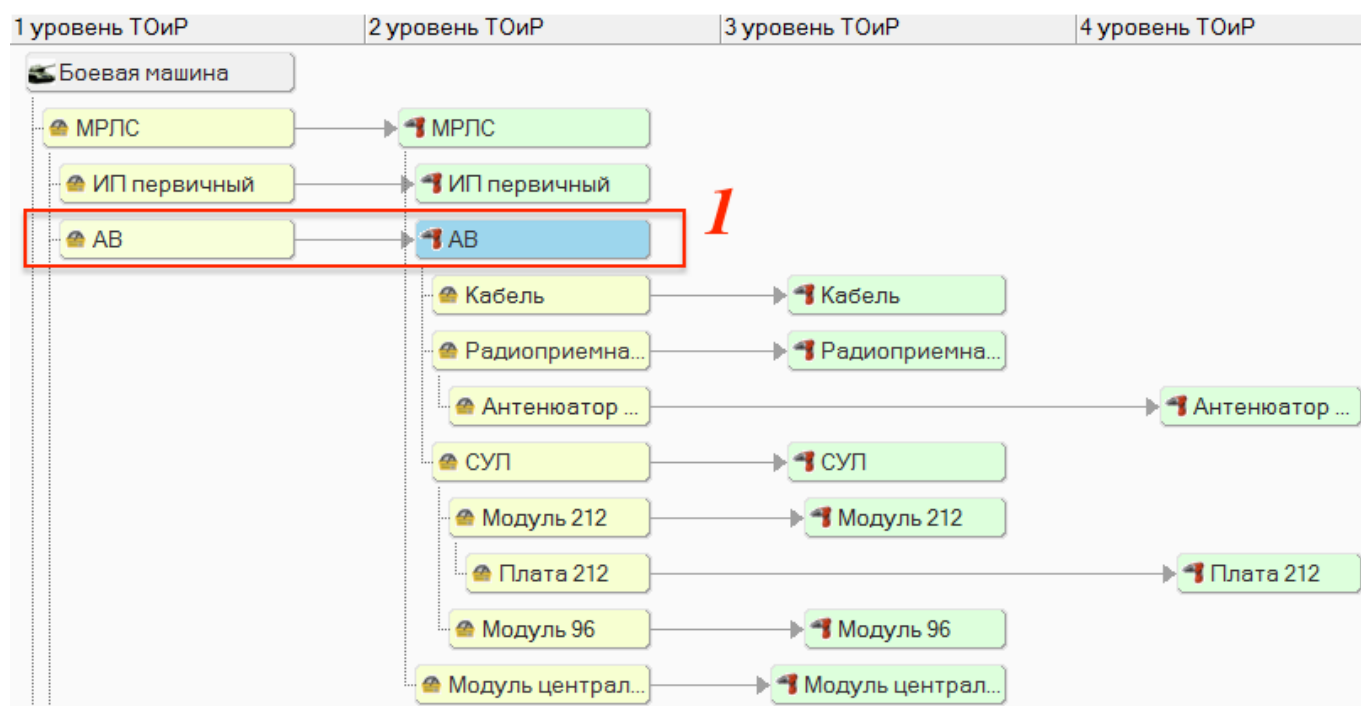


Рис. 10-51 – Исходная структура уровней ТОиР для компонента «AB» и всех его уровней разукрупнения

2) Нажать одну из следующих кнопок панели «Правка»:

- «Понизить уровень замены для элемента и входящих»;
- «Повысить уровень замены для элемента и входящих»;
- «Понизить уровень восстановления для элемента и входящих»;
- «Повысить уровень восстановления для элемента и входящих»;
- «Понизить уровень замены»;
- «Повысить уровень замены»;
- «Понизить уровень восстановления»;
- «Повысить уровень восстановления».

3) В результате соответствующий уровень ТОиР выбранного компонента (замены или ремонта – в зависимости от нажатой кнопки) будет изменен на соседний. Если выбрана одна из кнопок, действующая на уровни ТОиР входящих элементов, то их уровни также будут изменены, при этом учитывается соотношение уровней замены/ремонта входящих по отношению к уровню восстановления выбранного элемента.

Примечания:

1. Хотя в программе допускается установка уровня замены для входящих СЧ по уровню замены вышестоящего компонента, но при изменении уровней ТОиР кнопками «Понизить уровень замены для элемента и входящих», «Повысить уровень замены для элемента и входящих», «Понизить уровень восстановления для элемента и входящих» и «Повысить уровень восстановления для элемента и входящих» требуется, чтобы уровень замены СЧ не был ниже уровня ремонта вышестоящего компонента.

2. Кнопки «Понизить уровень замены», «Понизить уровень восстановления», «Понизить уровень замены для элемента и входящих» и «Понизить уровень восстановления для элемента и входящих» не учитывают уровни ТОиР для вышестоящего компонента.

Рассмотрим действие различных кнопок на структуру уровней ТОиР, приведенной на рис. 10-51.

Кнопки, действующие только на выбранный компонент:

1) Кнопка «Повысить уровень замены».

Действие этой кнопки затрагивает только уровень замены выбранного компонента, а при его равенстве уровню восстановления увеличивает и уровень восстановления.

В приведенном на рис. 10-52 примере однократное нажатие этой кнопки повышает уровень замены компонента «АВ», который становится равным уровню его ремонта.

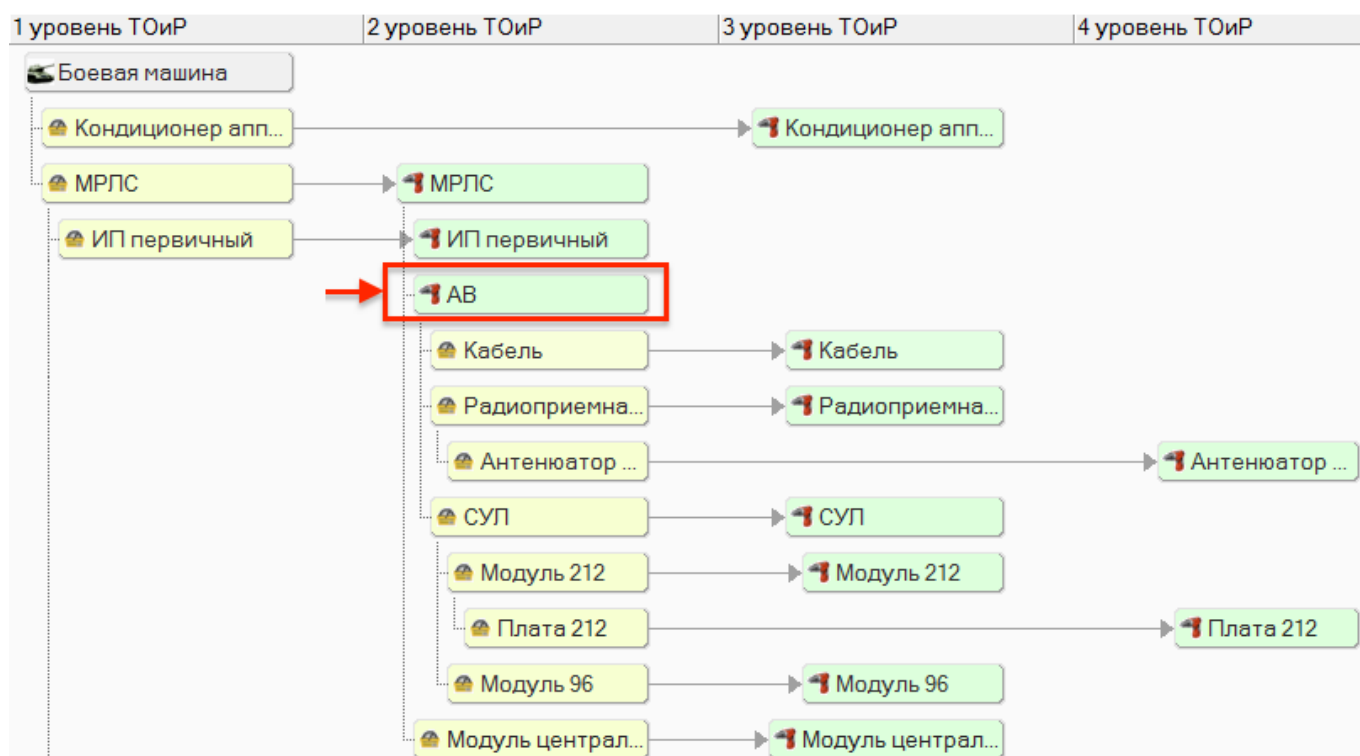


Рис. 10-52 – Уровни замены и ремонта для «AB» стали одинаковыми

При повторном нажатии кнопки происходит также увеличение минимального уровня ремонта «AB» (1 на рис. 10-53).

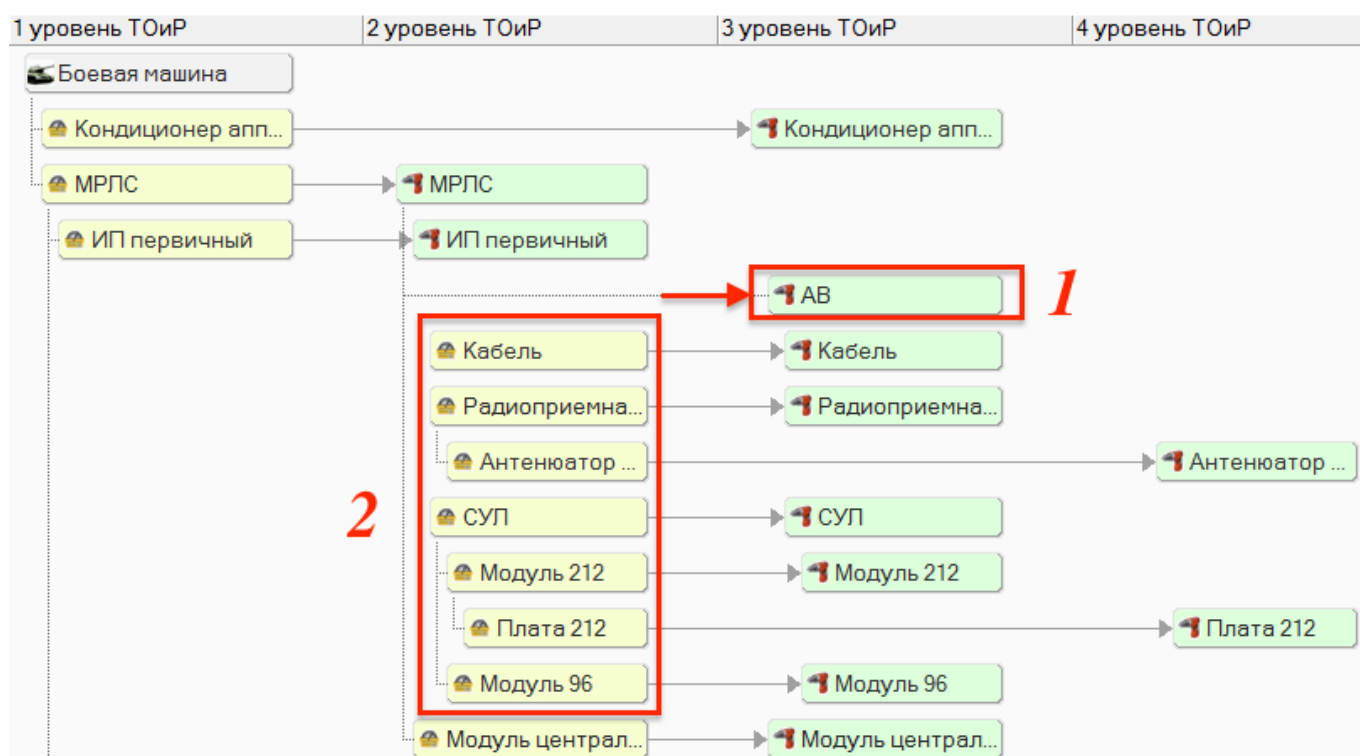


Рис. 10-53 – Уровни замены входящих оказались ниже, чем уровни ТОиР для «AB»

При этом возникла ситуация, когда уровни замены входящих элементов оказались ниже, чем уровень ТОиР для «АВ» (2). Это произошло по той причине, что данная кнопка действует только на выделенный компонент и не учитывает наличие входящих (уровни ТОиР для входящих следует откорректировать другим способом).

2) Кнопка «Понизить уровень замены».

Действие этой кнопки затрагивает только уровень замены выбранного компонента.

Применим эту кнопку к компоненту «Модуль 212», чтобы понизит уровень его замены (1 на рис. 10-54). Этот уровень стал ниже, чем уровни ТОиР вышестоящей системы управления лучом «СУЛ» (2). Такая ситуация не проверяется автоматически и пользователь должен сам следить за корректностью сделанных изменений.

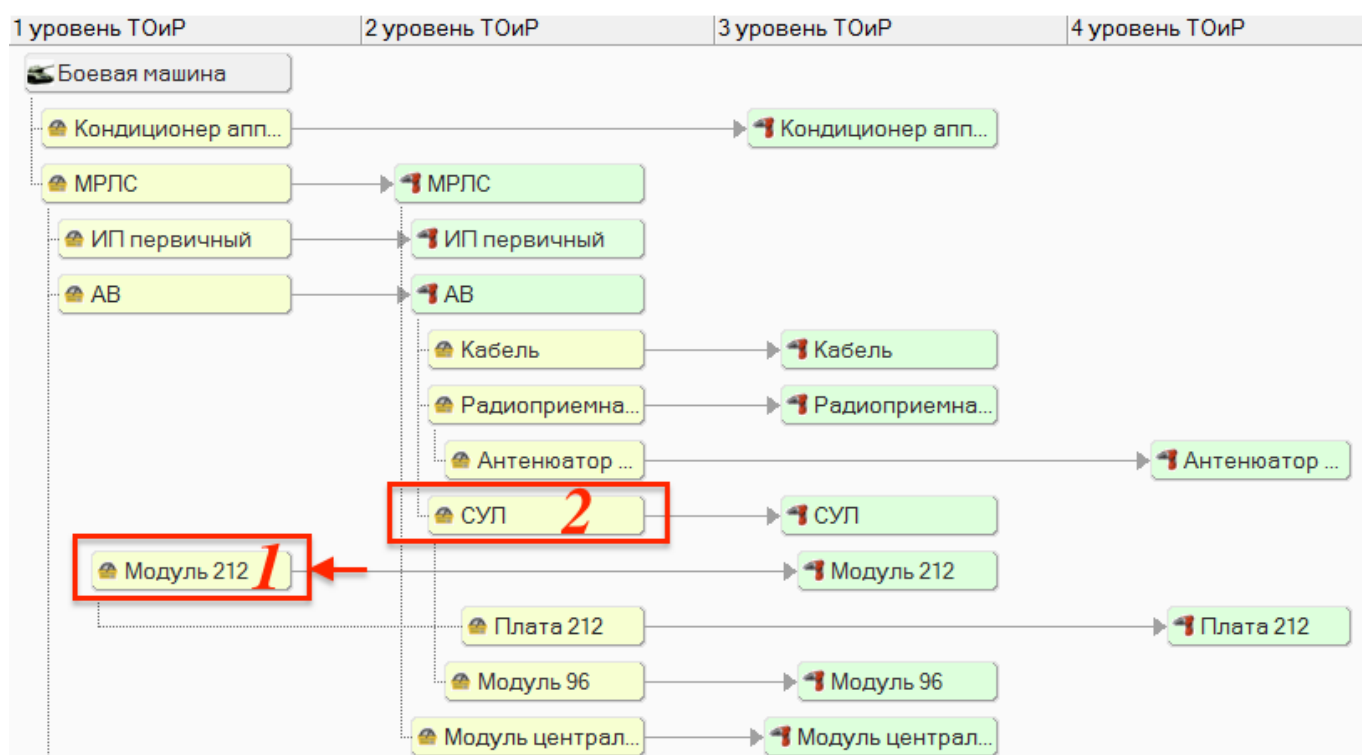


Рис. 10-54 – Уровни ТОиР вышестоящего компонента оказались выше, чем уровень замены для компонента «Модуль 212»

3) Кнопка «Повысить уровень восстановления» изменяет только уровень восстановления выбранного компонента и не оказывает влияния на уровни ТОиР других компонентов.

4) Кнопка «Понизить уровень восстановления» затрагивает только уровень восстановления выбранного компонента, а при его равенстве уровню замены понижает и уровень замены.

Ее действие также может привести к ситуации, когда уровень замены компонента (1 на рис. 10-55) оказывается ниже, чем уровни ТОиР для вышестоящего (2).

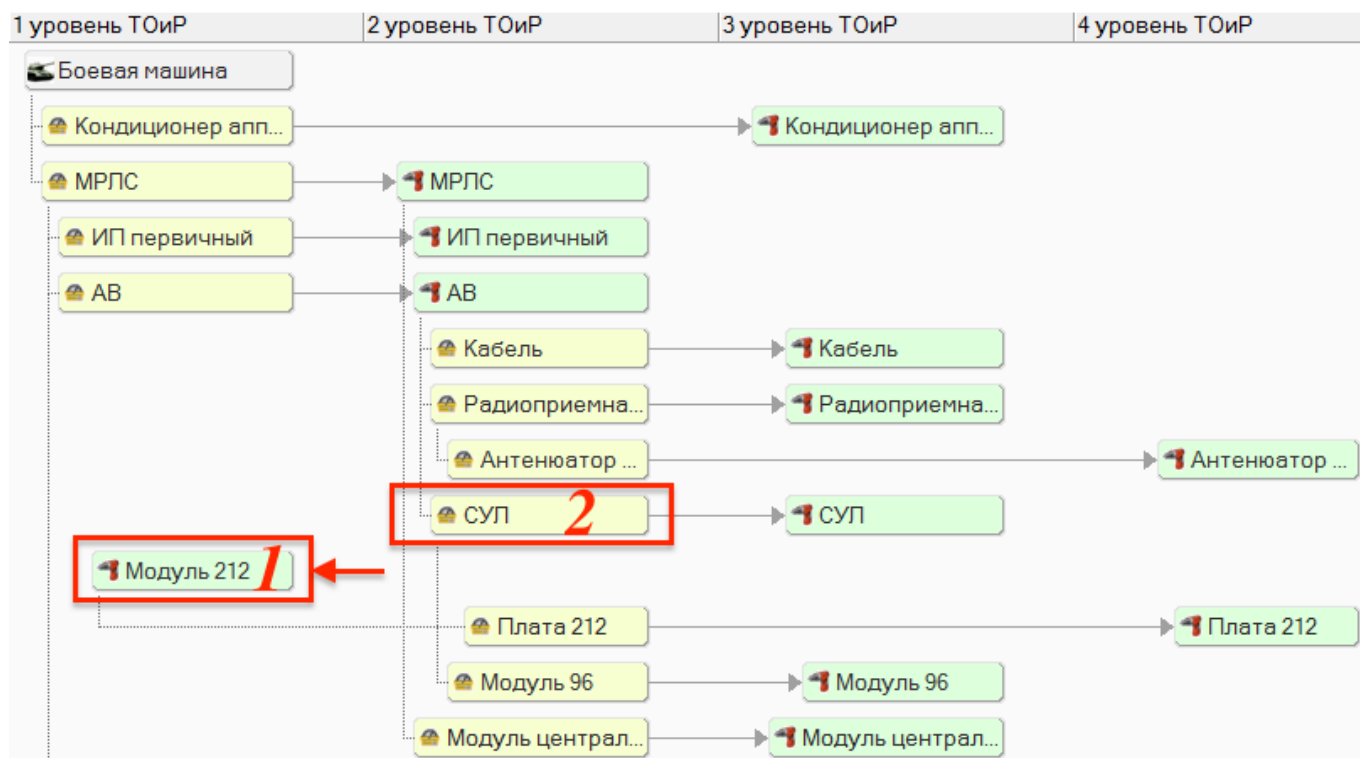


Рис. 10-55 – Уровни ТОиР для компонента «Модуль 212» оказались ниже, чем для системы управления лучом «СУЛ»

Кнопки, действующие на выбранный компонент и все входящие в него СЧ:

1) Кнопка «Повысить уровень замены для элемента и входящих».

Действие этой кнопки затрагивает уровень замены выбранного компонента, а при необходимости повышает уровень восстановления для него и уровни ТОиР для входящих КИ. При этом соблюдается условие, чтобы уровни ТОиР составных частей не были ниже уровня ремонта компонента.

Однократное действие этой кнопки для компонента «АВ» меняет только уровень замены «АВ», поскольку уровни ТОиР для его входящих выше и не входят в противоречие с его уровнем ремонта (рис. 10-56).

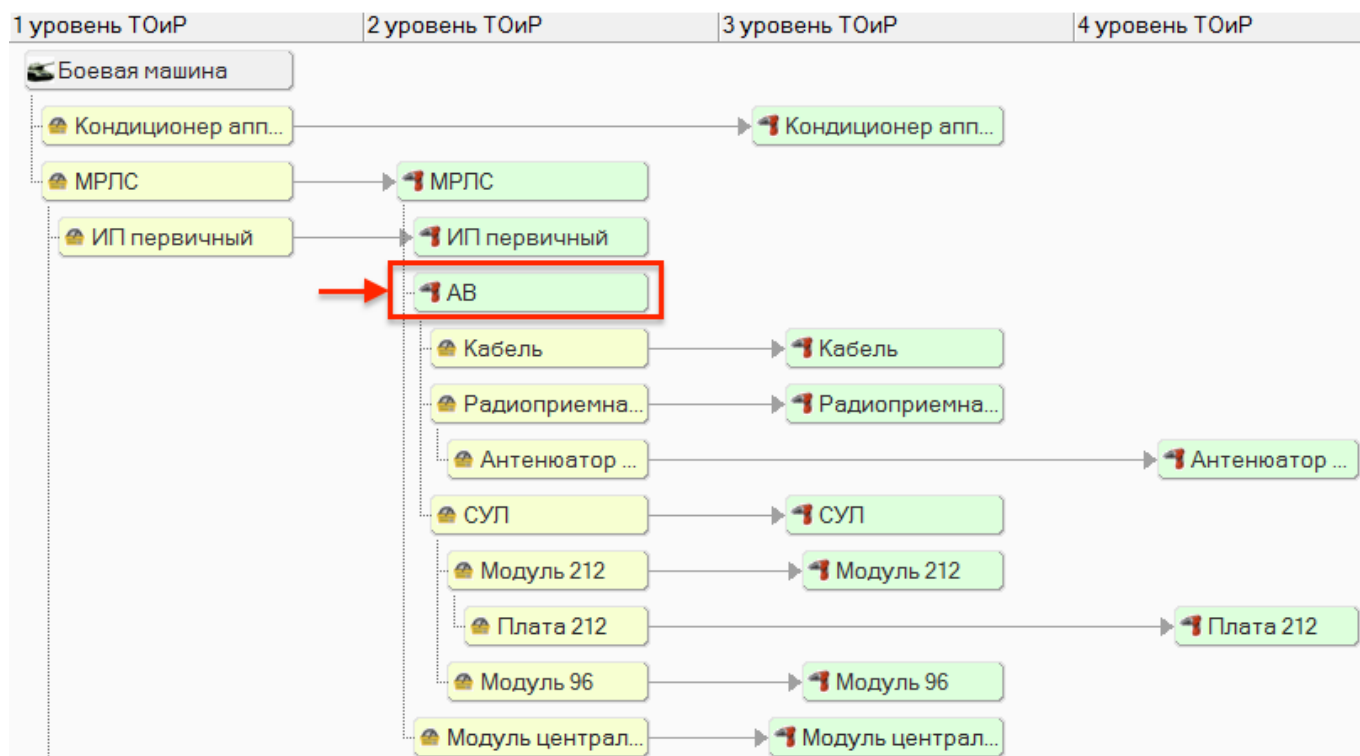


Рис. 10-56 – Действие кнопки «Повысить уровень замены для элемента и входящих» для компонента «АВ» – изменился только уровень замены для «АВ»

При следующем ее нажатии повышается как уровень замены компонента «АВ», так и уровень его ремонта до 3-го уровня (1 на рис. 10-57). При этом также происходит повышение уровней ТОиР (как замены, так и ремонта) тех КИ, для которых он был равен 2 (2). Третий и четвертый уровни ремонта в данном случае не затрагиваются (компоненты «Кабель», «Радиоприемная система антенны ввода», «Аттенюатор АВ», «СУЛ», «Модуль 212», «Плата 212», «Модуль 96» и «Модуль центральный вычислительный»).

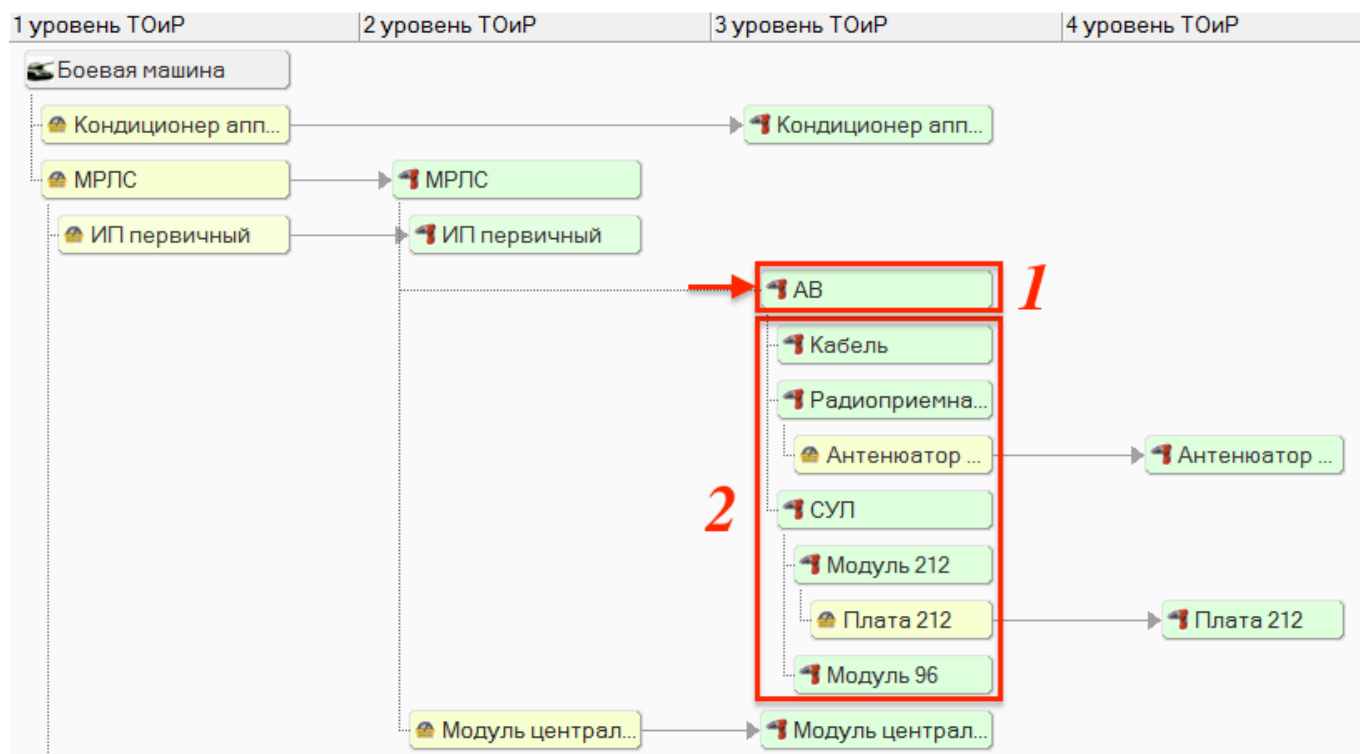


Рис. 10-57 – Действие кнопки «Повысить уровень замены для элемента и входящих» для компонента «AB» – изменились также уровни ТОиР для входящих

2) Кнопка «Понизить уровень замены для элемента и входящих».

Действие этой кнопки затрагивает уровень замены выбранного компонента. При этом уровни замены входящих КИ (если они были равны или выше уровня замены компонента) становятся равными уровню замены выбранного компонента, а уровни ремонта компонента и входящих КИ остаются без изменений. Уровень ТОиР вышестоящего компонента не учитывается.

Рассмотрим абстрактную схему распределения уровней ТОиР, приведенную на рис. 10-58.

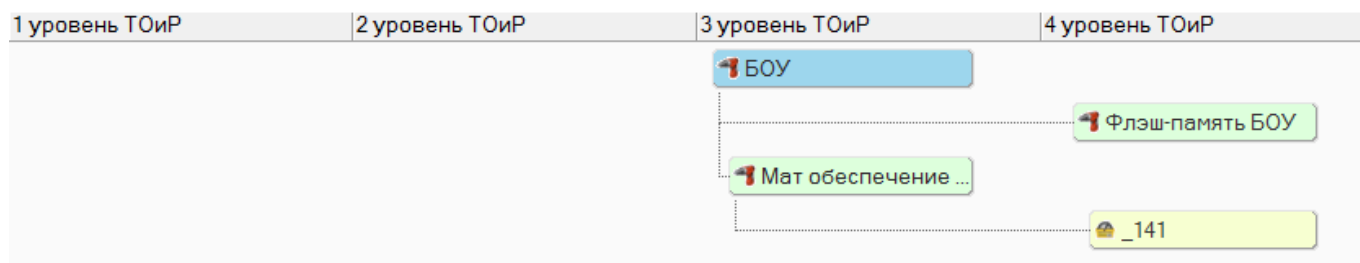


Рис. 10-58 – Исходная структура уровней ТОиР для компонента

Действие кнопки «Понизить уровень замены для элемента и входящих» для компонента «БОУ» уменьшает уровень его замены до второго и изменяет уровни замены всех входящих КИ также до второго уровня (рис. 10-59). Уровни замены компонента и входящих КИ остаются без изменений.

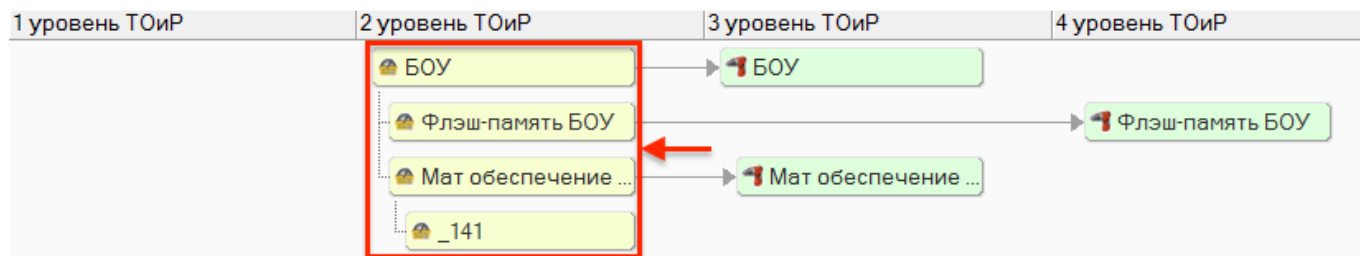


Рис. 10-59 – Действие кнопки «Понизить уровень замены для элемента и входящих» для компонента «БОУ»

Рассмотрим особый случай, приведенный на рис. 10-60 (1), когда уровни замены каких-либо КИ, входящих в состав компонента, ниже, чем уровень замены этого компонента (такое распределение уровней ТОиР является исключением из правил).

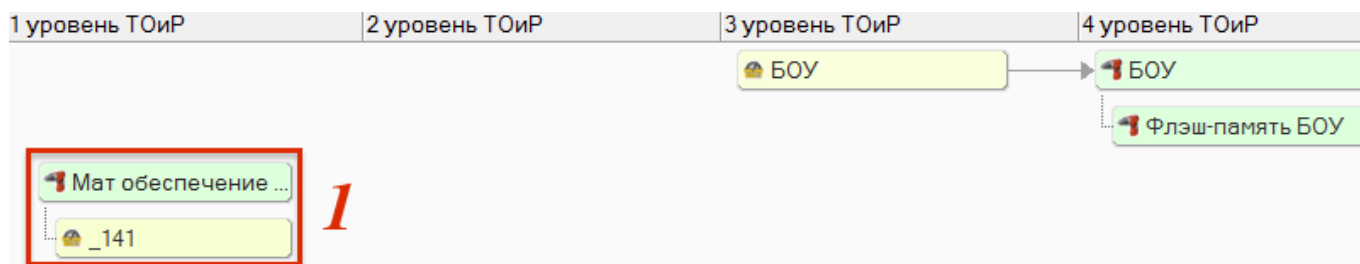


Рис. 10-60 – Уровень замены части входящих в компонент «БОУ» ниже его уровня замены

Результат действия кнопки «Понизить уровень замены для элемента и входящих» для «БОУ» показан на рис. 10-61. Уровень замены изменился только для тех КИ в составе «БОУ», у которых он был не ниже, чем уровень замены у «БОУ» (1).

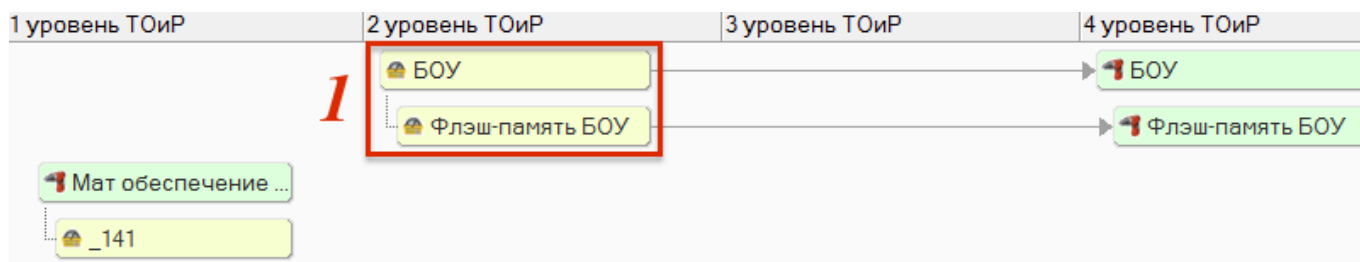


Рис. 10-61 – Уровень замены не изменился для части входящих в «БОУ»

3) Кнопка «Повысить уровень восстановления для элемента и входящих».

Действие этой кнопки затрагивает уровень ремонта выбранного компонента, а при необходимости увеличивает уровни ТОиР для входящих КИ. При этом соблюдается условие, чтобы уровни ТОиР входящих КИ не были ниже, чем уровень ремонта компонента.

При нажатии кнопки «Повысить уровень восстановления для элемента и входящих» для компонента «АВ», исходная структура уровней ТОиР, приведенная ранее на рис. 10-51, меняется следующим образом (рис. 10-62):

- уровень ремонта «АВ» повышается до третьего уровня.
- так как уровни ТОиР входящих при действии этой кнопки не должны оказаться ниже уровня ремонта выбранного компонента, то те из них, которые были меньше 3 уровня, повышаются до него (как уровни замены, так и ремонта).

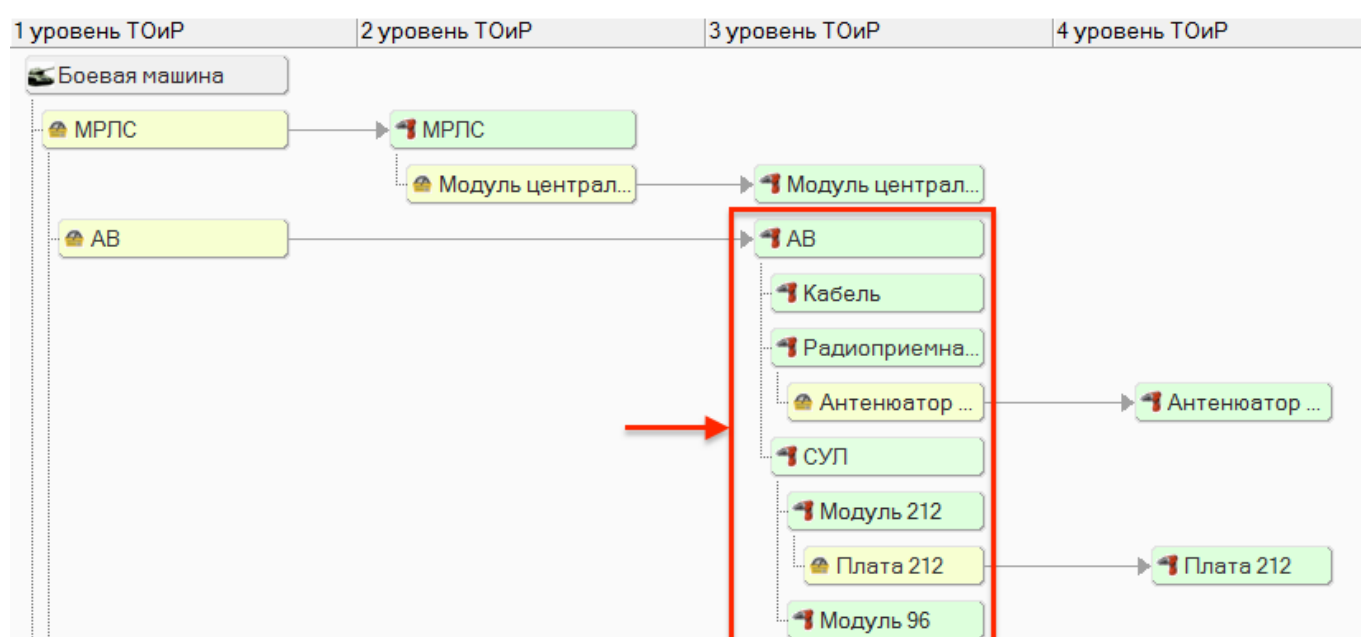


Рис. 10-62 – Действие кнопки «Повысить уровень восстановления для элемента и входящих» для компонента «АВ»

Отличие действия кнопки «Повысить уровень восстановления элемента и входящих» отличается от действия кнопки «Повысить уровень замены элемента и входящих» (см. рис. 10-57) только в том, что она не затрагивает уровень замены выбранного компонента.

4) Кнопка «Понизить уровень восстановления для элемента и входящих».

Действие этой кнопки затрагивает уровень восстановления выбранного компонента, а при необходимости уменьшает уровень замены для него. При этом уровни ТОиР входя-

щих КИ (как уровни замены, так и ремонта, если они были равны или выше уровня замены компонента) становятся равными уровню ремонта выбранного компонента. Уровень ТОиР вышестоящего компонента не учитывается.

При нажатии кнопки «Понизить уровень восстановления для элемента и входящих» для компонента «БОУ», в исходной структуре уровней ТОиР, приведенной выше на рис. 10-58, все уровни ТОиР для него и входящих КИ становятся равными 2 (рис. 10-63):

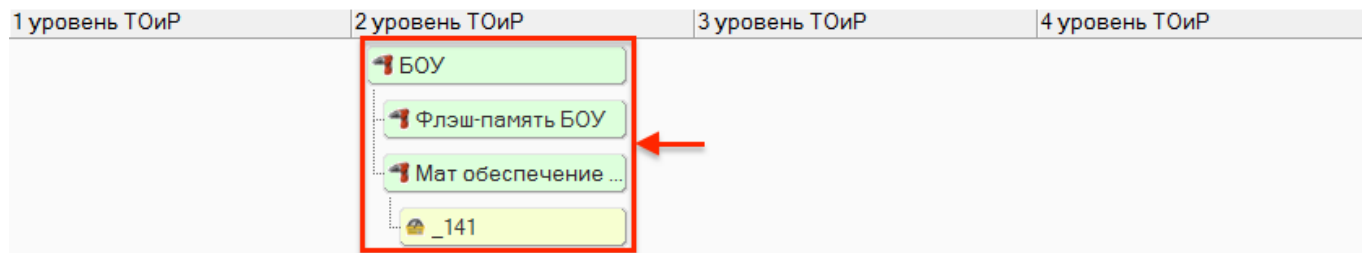


Рис. 10-63 – Действие кнопки «Понизить уровень восстановления для элемента и входящих» для компонента «БОУ»

Рассмотрим случай, приведенный на рис. 10-64 (1), когда уровни ТОиР каких-либо КИ, входящих в состав компонента, ниже, чем уровень ремонта этого компонента (такое распределение уровней ТОиР является исключением из правил).

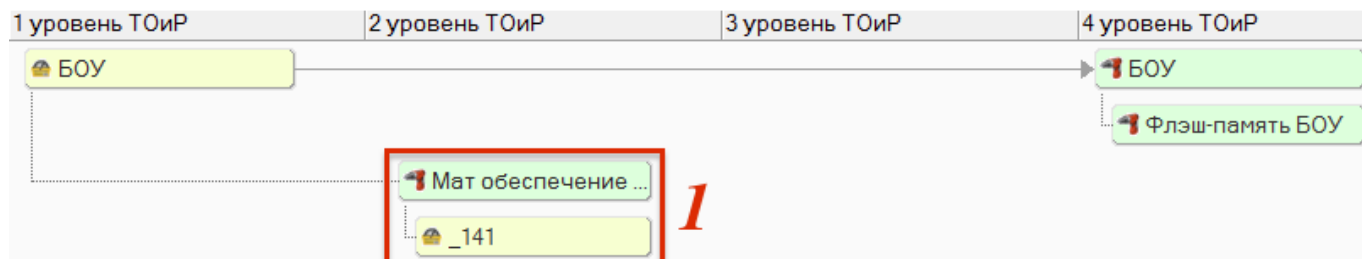


Рис. 10-64 – Уровень ТОиР части входящих в компонент «БОУ» ниже его уровня ремонта

Результат действия кнопки «Понизить уровень восстановления для элемента и входящих» для «БОУ» показан на рис. 10-65. Уровень ТОиР изменился только для тех КИ в составе «БОУ», у которых он был не ниже, чем уровень ремонта у «БОУ» (1).

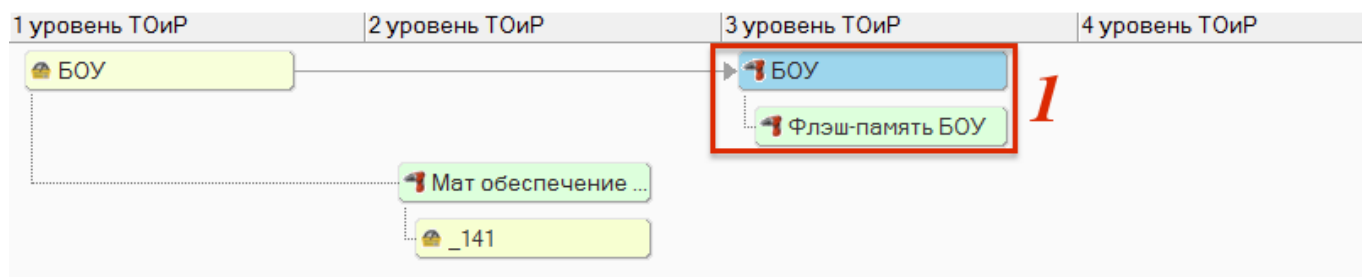


Рис. 10-65 – Уровень ТОиР не изменился для части входящих в «БОУ»

10.3.2.3. Перемещение компонента мышью

Для изменения уровней ТОиР компонента перемещением его мышью следует:

- 1) Выбрать в окне «Ограничения на выполнение работ по уровням ТОиР» объект относящийся к уровню замены или ремонта компонента.
- 2) Переместить его мышью на нужный уровень ТОиР (1 на рис. 10-66). При этом появляется соответствующая подсказка (2).

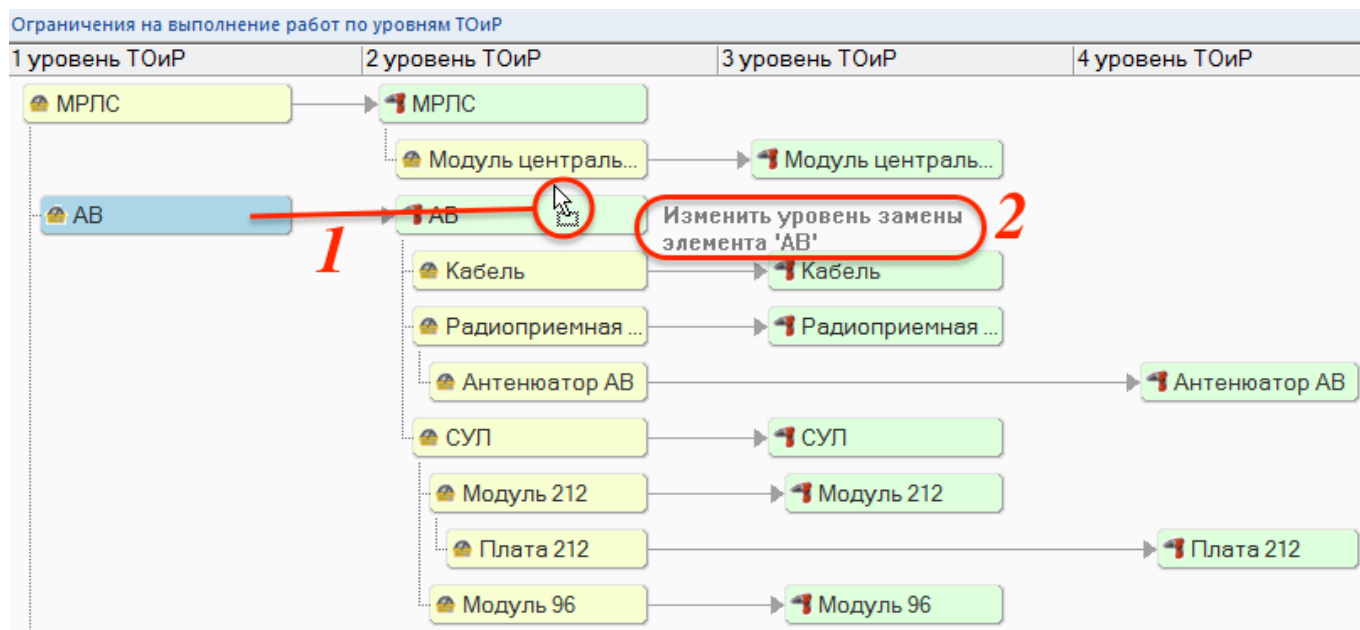


Рис. 10-66 – Переместить объект, относящийся к уровню замены или ремонта компонента на нужный уровень ТОиР

При перемещении объектов мышью в окне «Ограничения на выполнение работ по уровням ТОиР» действуют следующие правила:

- 1) Если уровни замены и ремонта компонента совпадают, то при перемещении объекта происходит перемещение уровня ремонта (чтобы в этом случае изменить уровень замены, нужно использовать управляющие кнопки).
- 2) Перемещение уровня замены вправо эквивалентно действию кнопки «Повысить уровень замены для элемента и входящих».
- 3) Перемещение уровня замены влево эквивалентно действию кнопки «Понизить уровень замены для элемента и входящих».
- 4) Перемещение уровня ремонта вправо эквивалентно действию кнопки «Повысить уровень восстановления для элемента и входящих».

5) Перемещение уровня ремонта влево эквивалентно действию кнопки «Понизить уровень восстановления для элемента и входящих».

10.3.3. Пример распределения работ по уровням ТОиР

Для простоты рассмотрим ФИ «БМ», которое включает две системы – «Кондиционер аппаратуры БМ», состоящая лишь из одного блока (1 на рис. 10-67), и «МРЛС», которая включает несколько уровней разукрупнения (2).

Структура	Кратко наим...	Минимальный уровень замены	Минимальный уровень ремонта	Пригоден к ремонту
БМ: Боевая машина		< не задан >	< не задан >	☒ Да
1: Кондиционер аппаратуры БМ: БМ1-1		Уровень 1 - Точка базирования	Уровень 3 - РТЦ	☒ Да
2: МРЛС: БМ1-2		Уровень 1 - Точка базирования	Уровень 2 - ФРТЦ	☒ Да
3: ИП первичный		Уровень 1 - Точка базирования	Уровень 2 - ФРТЦ	☒ Да
4: Антенна ввода	АВ	Уровень 1 - Точка базирования	Уровень 3 - РТЦ	☒ Да
5: Система управления лучом	СУП	Уровень 3 - РТЦ	Уровень 3 - РТЦ	☒ Да
6: Модуль 212		Уровень 3 - РТЦ	Уровень 3 - РТЦ	☒ Да
7: Плата 212		Уровень 3 - РТЦ	Поставщик	☒ Да
8: Модуль 96		Уровень 3 - РТЦ	Уровень 3 - РТЦ	☒ Да
9: Радиоприемная система антенны ввода		Уровень 3 - РТЦ	Уровень 3 - РТЦ	☒ Да
10: Антеннатор АВ		Уровень 3 - РТЦ	Поставщик	☒ Да
11: Кабель		Уровень 3 - РТЦ	Уровень 3 - РТЦ	☒ Да
12: ИП вторичный АВ		Уровень 1 - Точка базирования	Уровень 2 - ФРТЦ	☒ Да
13: БОУ	БОУ	Уровень 1 - Точка базирования	Уровень 4 - производство	☒ Да
14: Флэш-память БОУ: _13-1		Уровень 3 - РТЦ	Поставщик	☐ Да
15: Мат обеспечение БОУ		Уровень 2 - ФРТЦ	< не задан >	☐ Да
16: Модуль центральный вычислительный		Уровень 2 - ФРТЦ	Уровень 3 - РТЦ	☒ Да

Рис. 10-67 – Логистическая структура изделия «БМ»

Последовательность действий при распределении работ по уровням ТОиР примерно следующая:

1) Установить флаг «Пригоден к ремонту» для каждого компонента, который может быть восстановлен, в том числе заменой или ремонтом его составляющих.

2) Для каждого компонента логистической структуры ФИ указать в полях «Минимальный уровень замены» и «Минимальный уровень ремонта» те уровни, которые вытекают из технических требований к выполняемым работам и возможностям сервисных центров, имеющих на каждом уровне обслуживания.

Примечания:

1. Уровни по умолчанию не всегда являются оптимальными, поэтому настоятельно рекомендуется указать минимальные уровни замены и ремонта для каждого компонента в явном виде.

2. Если первый уровень в СТЭ не используется, следует указать вместо него второй уровень.

3. Уровень ремонта «Поставщик» (КИ) соответствует на схеме четвертому уровню – «Производство» (ФИ), но затраты для них считаются по-разному.

3) Привести уровни ТОиР в соответствие с требованиями программы, то есть чтобы уровень замены каждого компонента был не ниже уровня замены вышестоящего компонента.

Например, на рис. 10-68 для компонента «Аттенюатор» (1) указан второй уровень замены «2», а для компонента «Радиоприемная система антенны ввода» (2), в который он входит, третий уровень замены. Такая ситуация является недопустимой и ее необходимо исправить. Поскольку замену для вышестоящего компонента по техническим возможностям нельзя выполнить на более низком уровне, то следует повысить уровень замены для «Аттенюатора».

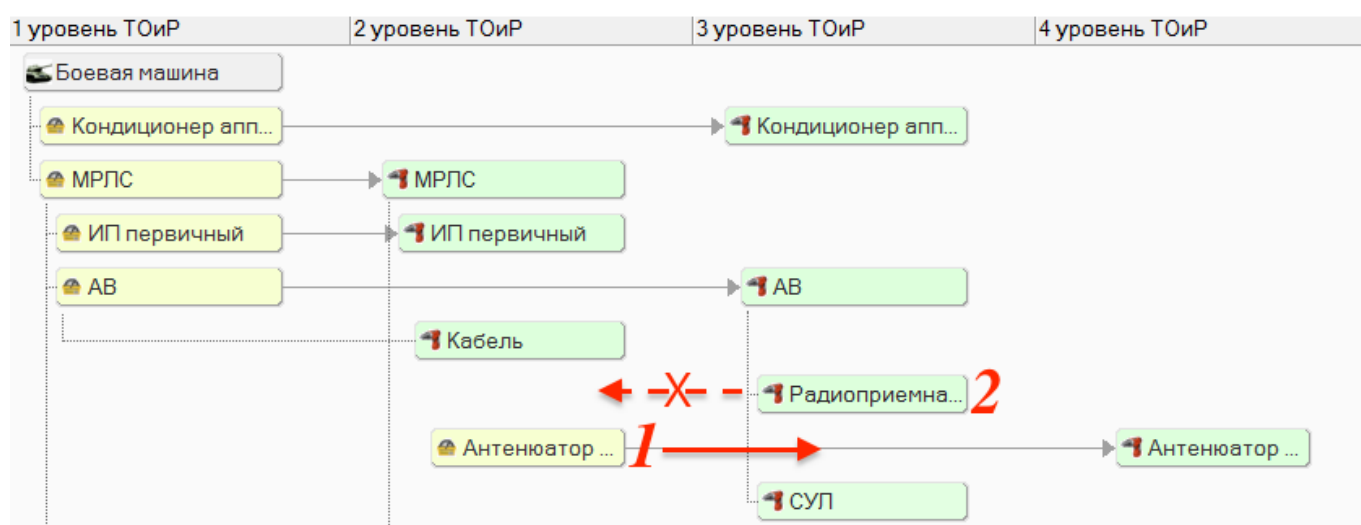


Рис. 10-68 – Согласование уровней ТОиР компонента и вышестоящего агрегата

4) При расстановке уровней ТОиР следует учитывать, что если компонент может быть восстановлен заменой его составляющих, то не всегда возникает необходимость снимать его с ФИ, а достаточно лишь заменить составляющий компонент.

Например, замена агрегатов «ИП первичный» или «АВ» может быть выполнена непосредственно на ФИ, то есть ремонт вышестоящей «МРЛС» может проводиться без ее снятия с ФИ. Поэтому уровень замены этих агрегатов выставляют тем же, что и уровень замены «МРЛС». Однако ремонт «МРЛС», не связанный с составляющими агрегатами (например, настройка и регулировка), уже требует демонтаж «МРЛС» и отправку ее в ремонт на более высокий уровень. Этот уровень следует указать в качестве минимального уровня ремонта для «МРЛС».

10.4. Пример расчета оборотного фонда запасных частей в двухуровневой системе ЗИП

Рассмотрим для примера двухуровневую систему управления запасами, состоящую из группового комплекта ЗИП-Г и группового базового комплекта ЗИП-ГБ (подпитывающий склад).

Логистическая структура изделия представлена на рис. 10-69. Все основные блоки в ее составе имеют минимальный уровень замены 2, то есть могут быть заменены из комплекта ЗИП-Г. Субблоки, входящие в состав блоков 17 и 18, требуют замены на более высоком уровне и поэтому включать их в ЗИП Г не следует.

Размещение объектов системы технической эксплуатации (1)		Логистическая структура (1)			
Структура	Обозначение	Наименование	ЛКН	Рекомен- в качестве	Минимальный уровень замены
БМ		БМ			
БМ1:Боевая машина	БМ1	Боевая машина		☐ Да	Уровень 2 - ФРТЦ
_18:Блок 18:БМ1-18	_18	Блок 18	БМ1-18	☒ Да	Уровень 2 - ФРТЦ
_18.3:Субблок 18.3:БМ1-18-3	_18.3	Субблок 18.3	БМ1-18-3	☒ Да	Уровень 3 - РТЦ
_18.2:Субблок 18.2:БМ1-18-2	_18.2	Субблок 18.2	БМ1-18-2	☒ Да	Уровень 3 - РТЦ
_18.1:Субблок 18.1:БМ1-18-1	_18.1	Субблок 18.1	БМ1-18-1	☒ Да	Уровень 3 - РТЦ
_17:Блок 17:БМ1-17	_17	Блок 17	БМ1-17	☒ Да	Уровень 2 - ФРТЦ
_17.3:Субблок 17.3:БМ1-17-3	_17.3	Субблок 17.3	БМ1-17-3	☒ Да	Уровень 3 - РТЦ
_17.2:Субблок 17.2:БМ1-17-2	_17.2	Субблок 17.2	БМ1-17-2	☒ Да	Уровень 3 - РТЦ
_17.1:Субблок 17.1:БМ1-17-1	_17.1	Субблок 17.1	БМ1-17-1	☒ Да	Уровень 3 - РТЦ
_16:Блок 16:БМ1-16	_16	Блок 16	БМ1-16	☒ Да	Уровень 2 - ФРТЦ
_15:Блок 15:БМ1-15	_15	Блок 15	БМ1-15	☒ Да	Уровень 2 - ФРТЦ
_14:Блок 14:БМ1-14	_14	Блок 14	БМ1-14	☒ Да	Уровень 2 - ФРТЦ
_13:Блок 13:БМ1-13	_13	Блок 13	БМ1-13	☒ Да	Уровень 2 - ФРТЦ
_12:Блок 12:БМ1-12	_12	Блок 12	БМ1-12	☒ Да	Уровень 2 - ФРТЦ
_11:Блок 11:БМ1-11	_11	Блок 11	БМ1-11	☒ Да	Уровень 2 - ФРТЦ
_10:Блок 10:БМ1-10	_10	Блок 10	БМ1-10	☒ Да	Уровень 2 - ФРТЦ
9:Блок 9:БМ1-9	9	Блок 9	БМ1-9	☒ Да	Уровень 2 - ФРТЦ
8:Блок 8:БМ1-8	8	Блок 8	БМ1-8	☒ Да	Уровень 2 - ФРТЦ
7:Блок 7:БМ1-7	7	Блок 7	БМ1-7	☒ Да	Уровень 2 - ФРТЦ
6:Блок 6:БМ1-6	6	Блок 6	БМ1-6	☒ Да	Уровень 2 - ФРТЦ
5:Блок 5:БМ1-5	5	Блок 5	БМ1-5	☒ Да	Уровень 2 - ФРТЦ
4:Блок 4:БМ1-4	4	Блок 4	БМ1-4	☒ Да	Уровень 2 - ФРТЦ
3:Блок 3:БМ1-3	3	Блок 3	БМ1-3	☒ Да	Уровень 2 - ФРТЦ
2:Блок 2:БМ1-2	2	Блок 2	БМ1-2	☒ Да	Уровень 2 - ФРТЦ
1:Блок 1:БМ1-1	1	Блок 1	БМ1-1	☒ Да	Уровень 2 - ФРТЦ

Рис. 10-69 – Логистическая структура изделия

Проект системы ТЭ, приведенный на рис. 10-70, включает один объект 3-го уровня (ЗИП ГБ) и два объекта 2-го уровня (ЗИП Г1 и ЗИП Г2).

Система технической эксплуатации							
Технический центр	Обозначение	Наименование	Уровень обслуживания	Объект поставщик услуг	Вышестоящий уровень	Формировать оборотный фонд для пополнения нижестоящих уровней	Периодичность пополнения запасов с вышестоящего уровня, дн
1							
	ЗИП Г1	ЗИП Г1	Уровень 2 - ФРТЦ	☐ Да	ЗИП ГБ	☐ Да	365
	ЗИП Г2	ЗИП Г2	Уровень 2 - ФРТЦ	☐ Да	ЗИП ГБ	☐ Да	365
	ЗИП ГБ	ЗИП ГБ	Уровень 3 - РТЦ	☒ Да	Не задан	☒ Да	0

Рис. 10-70 – Объекты двухуровневой системы ЗИП

Каждый объект 2-го уровня обслуживает по 6 машин (рис. 10-71). На 3-м уровне базируемых машин нет.

Базируемые изделия : ЗИП Г1		
Тип изделия	Количество изделий	Сценарий эксплуатации
 БМ1::Боевая машина	6	ГР::Базовый сценарий - гр

Рис. 10-71 – Обслуживаемые изделия объектом 2-го уровня

Пополнение запаса ЗИП ГБ должно производиться с периодичностью 2 года, а запасов ЗИП Г1 и ЗИП Г2 – с периодичностью 1 год. Причем пополнение ЗИП Г1 и ЗИП Г2 должно осуществляться за счет ЗИБ ГБ.

Чтобы ЗИП Г1 и ЗИП Г2 пополнялись за счет ЗИП ГБ, необходимо установить флаг в поле «Формировать оборотный фонд для пополнения нижестоящих уровней» для ЗИП ГБ. Период пополнения запасов ЗИП Г1 и ЗИП Г2 задается в поле «Периодичность пополнения запасов с вышестоящего уровня, дн.», а период пополнения ЗИП ГБ может быть задан значением по умолчанию в диалоге запуска расчета.

Результат расчета приведен на рис. 10-72. Для всех компонентов применена модель периодического пополнения (значение 1 в столбце «Стратегия пополнения запасов»).

Обозначение	Наименование	Поставщик	Количество в изделии	Интенсивность замен	Стратегия пополнения запаса	Параметр 1 стратегии пополнения	Параметр 2 стратегии пополнения	Цена,руб	Объемы и стоимость оборотного фонда при KгМТО = 0.995						
									2 уровень ТОиР		3 уровень ТОиР		ИТОГО,руб		
									ЗИП Г1	ЗИП Г2	ЗИП Г3	ЗИП Г4			
1	Блок 1	<не задан>	1	0,0002	1	365	-	1 000р	5	5 000р	5	5 000р	12	12 000р	22 000р
2	Блок 2	<не задан>	4	6,91E-06	1	365	-	1 000р	2	2 000р	2	2 000р	4	4 000р	8 000р
3	Блок 3	<не задан>	1	3,65E-07	1	365	-	1 000р	1	1 000р	1	1 000р	1	1 000р	3 000р
4	Блок 4	<не задан>	50	1,04E-05	1	365	-	1 000р	9	9 000р	9	9 000р	23	23 000р	41 000р
5	Блок 5	<не задан>	1	3,66E-06	1	365	-	1 000р	1	1 000р	1	1 000р	2	2 000р	4 000р
6	Блок 6	<не задан>	20	7,03E-06	1	365	-	1 000р	4	4 000р	4	4 000р	10	10 000р	18 000р
7	Блок 7	<не задан>	2	2,49E-06	1	365	-	1 000р	1	1 000р	1	1 000р	2	2 000р	4 000р
8	Блок 8	<не задан>	1	4,86E-06	1	365	-	1 000р	1	1 000р	1	1 000р	2	2 000р	4 000р
9	Блок 9	<не задан>	1	1,43E-05	1	365	-	1 000р	2	2 000р	2	2 000р	3	3 000р	7 000р
10	Блок 10	<не задан>	3	2,67E-05	1	365	-	1 000р	4	4 000р	4	4 000р	7	7 000р	15 000р
11	Блок 11	<не задан>	1	0,0001527	1	365	-	1 000р	5	5 000р	5	5 000р	10	10 000р	20 000р
12	Блок 12	<не задан>	1	0,003152	1	365	-	1 000р	30	30 000р	30	30 000р	95	95 000р	155 000р
13	Блок 13	<не задан>	2	3,15E-05	1	365	-	1 000р	3	3 000р	3	3 000р	6	6 000р	12 000р
14	Блок 14	<не задан>	1	5,00E-05	1	365	-	1 000р	3	3 000р	3	3 000р	6	6 000р	12 000р
15	Блок 15	<не задан>	1	0,0001	1	365	-	1 000р	4	4 000р	4	4 000р	8	8 000р	16 000р
16	Блок 16	<не задан>	2	5,52E-06	1	365	-	1 000р	2	2 000р	2	2 000р	3	3 000р	7 000р
17	Блок 17	<не задан>	1	0,0005523	1	365	-	1 000р	9	9 000р	9	9 000р	24	24 000р	42 000р
17.1	Субблок 17.1	<не задан>	1	4,23E-05	1	365	-	1 000р	-	-	-	-	5	5 000р	5 000р
17.2	Субблок 17.2	<не задан>	2	7,89E-06	1	365	-	1 000р	-	-	-	-	3	3 000р	3 000р
17.3	Субблок 17.3	<не задан>	3	0,00050211	1	365	-	1 000р	-	-	-	-	51	51 000р	51 000р
18	Блок 18	<не задан>	1	0,005532	1	365	-	1 000р	46	46 000р	46	46 000р	155	155 000р	247 000р
18.1	Субблок 18.1	<не задан>	2	0,0002312	1	365	-	1 000р	-	-	-	-	21	21 000р	21 000р
18.2	Субблок 18.2	<не задан>	3	0,0005634	1	365	-	1 000р	-	-	-	-	56	56 000р	56 000р
18.3	Субблок 18.3	<не задан>	1	0,0047374	1	365	-	1 000р	-	-	-	-	135	135 000р	135 000р
ИТОГО, руб									132 000р	132 000р	644 000р	908 000р			

Рис. 10-72 – Результат расчета оборотного фонда

Для замены основных блоков 1–18 создаются запасы на 2 уровне (ЗИП Г1 и ЗИП Г2). Объекты 2 уровня должны пополняться за счет уровня 3. Поэтому на уровне 3 также создается запас этих блоков, хотя замена блоков 1–18 на этом уровне не выполняется. Запас субблоков 17.x и 18.x на уровне 2 не делается, так как они имеют уровень обслуживания более высокий (их замена выполняется после демонтажа блоков 17 и 18 и отправки на уровень 3 для выполнения ремонта).

Следует отметить, что блоки 1–18, запасенные на уровне 3, потребуется тогда, когда их запас на уровне 2 подойдет к концу и его нужно будет восполнить. Поэтому объем оборотного фонда при пополнении нижестоящего уровня за счет вышестоящего будет больше, чем при его пополнении из источника вне СТЭ. Например, если период пополнения уровня 2 за счет уровня 3 равен 1 году, а период пополнения уровня 3 также равен 1 году, то запас запчастей на уровнях 2 и 3 будет одинаковым. Если же уровень 3 не используется для пополнения уровня 2, то запас на нем не создается и общий объем оборотного фонда будет вдвое меньше.

10.5. Описание демонстрационной базы данных Demo_Ural_131218

Демонстрационная база данных Demo_Ural_131218 предназначена для иллюстрации расчетов по технико-экономическому анализу. Эта БД является локальной и может быть перенесена на компьютер пользователя. База данных имеет все необходимые сведения для выполнения расчета по ТЭА:

- справочники (организации, компоненты и запчасти, расходные материалы, оборудование и инструменты, специальности и квалификации);
- логистическая структура ФИ «Урал-44202», включающая основные системы и компоненты;
- перечень работ по плановому ТО и текущему ремонту (видам непланового ТО);
- сценарии эксплуатации;
- данные о проекте СТЭ (сервисные центры, выполняемые ими виды работ, перечень обслуживаемых типов ФИ).

На основе имеющихся данных может быть выполнен технико-экономический анализ – расчет необходимых производственных мощностей и расчет затрат на техническое обслуживание.

База данных содержит также дополнительную информацию, которая используется при формировании перечня выполняемых работ по техническому обслуживанию и ремонту ФИ в результате проведения анализа деревьев отказов (АДО):

- функции, выполняемые ФИ;
- виды возможных функциональных (ФО) и конструктивных отказов (КО), причинно-следственная связь между ними;
- методы восстановления исправности компонентов, с которыми связаны работы по текущему ремонту.

10.5.1. Справочники

При описании различных объектов в данной БД используются следующие виды справочников:

- «Организации»;

- «Компоненты и запчасти»;
- «Расходные материалы»;
- «Оборудование и инструменты»;
- «Специальности и квалификации».

Справочник «Организации» содержит раздел «Поставщики» – в него включены поставщики запасных частей. Данные этого раздела используются при задании параметров поставки компонентов. Организация характеризуется «Обозначением» и «Наименованием».

Организации (1) x		
Структура	Обозначение	Наименование
[-] Изготовители	Изготовители	
[+] [-] Объекты ППО	Объекты ППО	
[-] Поставщики	Поставщики	
[-] [-] 000 НУР-ТЕХ	000 НУР-ТЕХ	
[-] [-] АЗ "Урал"	АЗ "Урал"	АО "Автомобильный завод "Урал"
[-] [-] КАМАЗ	КАМАЗ	
[-] [-] ПАО "Автодизель"	ПАО "Автодизель"	Ярославский моторный завод

Рис. 10-73 – Объекты ППО и поставщики в справочнике «Организации»

Справочник «Компоненты и запчасти» включает перечень компонентов ФИ, сгруппированный по системам/подсистемам (рис. 10-74). Для компонентов заданы:

- «Обозначение»;
- «Наименование»;
- параметры поставки (цена, доля стоимости ремонта, модель пополнения запасов, время оборота в ремонте и др.);
- параметры надежности (наработка на отказ, интенсивность отказов);
- назначенный ресурс (для СЧ, эксплуатируемых по ТЭР);
- параметры ТОиР (сведения о ремонтпригодности, минимальные уровни обслуживания) и т.д.

Компоненты, эксплуатируемые по методу ТЭР, отмечены зеленым цветом. Данные справочника используются при построении логистической структуры ФИ.

Компоненты и запчасти (1)									
Структура	Цена	Доля стоимости ремонта	Валюта цены	Пригоден к ремонту	Рекомендуется в качестве запчасти	ЕИ расчета надежности	ЛКН	Метод эксплуатации	
Компоненты									
Компоненты КамАЗа									
Компоненты УРАЛА									
01: Силовая установка						Не задано	01		
01-2: Система предпускового подогрева						Не задано	01-2		
14ТС.451.20.00.00.000-22: Подогреватель:....	26 000	0,3	RUB	Да	Да	км. :: Километр	01-2-2	Не указан	
262541-П29: Пробка: 01-2-6	200	0,3	RUB	Да	Да	км. :: Километр	01-2-6	Не указан	
375-1015104: Шланг соединительный: 01-2-1	1 400	0,3	RUB	Да	Да	км. :: Километр	01-2-1	Не указан	
375-4245114: Штуцер подвода воздуха: 01-2-7	2 000	0,3	RUB	Да	Да	км. :: Километр	01-2-7	Не указан	
432001-3706013: Штуцер: 01-2-8	1 000	0,3	RUB	Да	Да	км. :: Километр	01-2-8	Не указан	
4320Б5-1015069: Рукав-деталь 20-28-830-0....	200		RUB	Да	Да	Не задано	01-2-10	Не указан	
4320Б5-1015506: Кронштейн подогревател...	5 000	0,3	RUB	Да	Да	км. :: Километр	01-2-3	Не указан	
5323Е5-1015069: Рукав-деталь 20-28-450-0....	200		RUB	Да	Да	Не задано	01-2-9	Не указан	
63685-1015534-10: Хомут: 01-2-5	170	0,3	RUB	Да	Да	км. :: Километр	01-2-5	Не указан	
М3252-3730000: Электродвигатель подогр...	13 200		RUB	Да	Да	Не задано	01-2-11	Не указан	
ПЖД12Д-1015740-20: Бак топливный :: 01-2-4	5 900	0,3	RUB	Да	Да	км. :: Километр	01-2-4	Не указан	
01-3: Система охлаждения двигателя						Не задано	01-3		
01-4: Выхлопная система						Не задано	01-4		
01-5: Система подачи и очистки воздуха						Не задано	01-5		
ЯМЗ-53642.10: Двигатель: 01-1	600 000	0,3	RUB	Да	Да	км. :: Километр	01-1	ТЭР - восста...	
02: Топливная система						Не задано	02		
03: Трансмиссия						Не задано	03		
04: Ходовая часть						Не задано	04		
05: Рулевое управление						Не задано	05		
06: Тормозная система						Не задано	06		
07: Гидравлические системы						Не задано	07		
08: Пневматические системы						Не задано	08		
09: Электрооборудование						Не задано	09		
10: Кузов						Не задано	10		
11: Специальное оборудование						Не задано	11		

Рис. 10-74 – Справочник «Компоненты и запчасти»

Примечание. Для удобства работы компоненты из папки «Компоненты УРАЛА» из справочника «Компоненты и запчасти» размещены также в папке «Компоненты Урала для LCM» – здесь они сгруппированы только по основным системам и размещаются в папках в виде линейных списков.

Логистическая структура (1)				
Структура	Обозначение	Наименование	Поставщик	Цена
Компоненты Урала для LCM		Компоненты Урала для LCM		
01 Силовая установка		01 Силовая установка		
TKP 82524.01: Турбокомпрессор	TKP 82524.01	Турбокомпрессор	Не задан	15 000
PN0001: Втулка шатуна	PN0001	Втулка шатуна	Не задан	280
PN0002: Палец	PN0002	Палец	Не задан	770
375-1015104: Шланг соединительный	375-1015104	Шланг соединительный	A3 "Урал" :: АО "Автомобильный з...	1 400
14ТС.451.20.00.00.000-22: Подогреватель	14ТС.451.20.00.00.00...	Подогреватель	A3 "Урал" :: АО "Автомобильный з...	26 000
4320Б5-1015506: Кронштейн подогревателя	4320Б5-1015506	Кронштейн подогревателя	A3 "Урал" :: АО "Автомобильный з...	5 000
ПЖД12Д-1015740-20: Бак топливный	ПЖД12Д-1015740-20	Бак топливный	A3 "Урал" :: АО "Автомобильный з...	5 900
63685-1015534-10: Хомут	63685-1015534-10	Хомут	A3 "Урал" :: АО "Автомобильный з...	170
262541-П29: Пробка	262541-П29	Пробка	A3 "Урал" :: АО "Автомобильный з...	200
375-4245114: Штуцер подвода воздуха	375-4245114	Штуцер подвода воздуха	A3 "Урал" :: АО "Автомобильный з...	2 000
432001-3706013: Штуцер	432001-3706013	Штуцер	A3 "Урал" :: АО "Автомобильный з...	1 000
5323Е5-1015069: Рукав-деталь 20-28-450-0.3(3)	5323Е5-1015069	Рукав-деталь 20-28-450-0.3(3)	Не задан	200
4320Б5-1015069: Рукав-деталь 20-28-830-0.3(3)	4320Б5-1015069	Рукав-деталь 20-28-830-0.3(3)	Не задан	200
4320Б5-1301010: Радиатор	4320Б5-1301010	Радиатор	000 НУР-ТЕХ	30 000
5320-1311010-30: Расширительный бачок	5320-1311010-30	Расширительный бачок	КАМАЗ	200
4320Б5-1309008: Кожух вентилятора	4320Б5-1309008	Кожух вентилятора	A3 "Урал" :: АО "Автомобильный з...	3 000
9527-1311060-02: Пробка расширительного бачка	9527-1311060-02	Пробка расширительного бачка	000 НУР-ТЕХ	100
4320Я5-1303053: Патрубок водоотводящий	4320Я5-1303053	Патрубок водоотводящий	A3 "Урал" :: АО "Автомобильный з...	400
4320Я5-1303051-01: Патрубок соединительный	4320Я5-1303051-01	Патрубок соединительный	A3 "Урал" :: АО "Автомобильный з...	440
63685-1203182: Труба выпускная	63685-1203182	Труба выпускная	A3 "Урал" :: АО "Автомобильный з...	1 200
4320-1203043: Хомут глушителя	4320-1203043	Хомут глушителя	A3 "Урал" :: АО "Автомобильный з...	220
AT-1201010: Глушитель выхлопа	AT-1201010	Глушитель выхлопа	A3 "Урал" :: АО "Автомобильный з...	4 000
4320Я5-1203142: Труба приемная	4320Я5-1203142	Труба приемная	A3 "Урал" :: АО "Автомобильный з...	1 400
4320Я5-1203323: Кронштейн приемной трубы	4320Я5-1203323	Кронштейн приемной трубы	A3 "Урал" :: АО "Автомобильный з...	90
5323РХ-1203065: Стремлянка хомута	5323РХ-1203065	Стремлянка хомута	A3 "Урал" :: АО "Автомобильный з...	130
4320Я5-1203099: Металлоручка с фланцем	4320Я5-1203099	Металлоручка с фланцем	A3 "Урал" :: АО "Автомобильный з...	3 600
4320-1203142: Патрубок выпускной	4320-1203142	Патрубок выпускной	A3 "Урал" :: АО "Автомобильный з...	2 000
ЯМЗ-53642.10: Двигатель	ЯМЗ-53642.10	Двигатель	ПАО "Автодизель" :: Ярославский ...	600 000
7405.1109560: Элемент фильтрующий в сборе	7405.1109560	Элемент фильтрующий в сборе	Не задан	720
04 Ходовая часть		04 Ходовая часть		
03 Трансмиссия		03 Трансмиссия		
02 Топливная система		02 Топливная система		
05 Рулевое управление		05 Рулевое управление		
06 Тормозная система		06 Тормозная система		

Рис. 10-75 – Компоненты «Урала» в окне «Логистическая структура»

Данные справочников «Расходные материалы», «Оборудование и инструменты», «Специальности и квалификации» используются при описании работ по замене и ремонту компонентов (рис. 10-76 – рис. 10-78).

Расходные материалы (1) x						
Структура	Обозначение	Наименование	Цена	Валюта цены	Уровень неснижаемого запаса (шт)	Единица измерения
Расходные материалы		Расходные материалы				
MC::Масло::	MC	Масло	35	RUB		гр. :: Грамм
TM5-12PK::Масло машинное::	TM5-12PK	Масло машинное	2 000	Не задано		литр :: Литр
ко-0.8::Проволока контролочная::	ко-0.8	Проволока контролочная	25	Не задано		м. :: Метр
Связанные расходные материалы		Связанные расходные материалы				
MC::Масло::	MC	Масло	35	RUB		гр. :: Грамм

Рис. 10-76 – Справочник «Расходные материалы»

Оборудование и инструменты (1) x		
Структура	Наименование	Обозначение
Оборудование и инструменты	Оборудование и инструменты	
14x17::Ключ	Ключ	14x17
17x19::Ключ	Ключ	17x19
19x22::Ключ	Ключ	19x22
30x32::Ключ торцовый	Ключ торцовый	30x32
Sivik KC-119::Аппарат	Аппарат	Sivik KC-119
И1::Отвертка	Отвертка	И1
И2::Молоток	Молоток	И2
И3::Указатель уровня масла	Указатель уровня масла	И3
КОПИС KC-03::Стенд обкаточный универсальный	Стенд обкаточный универсальный	КОПИС KC-03
П12::Мерная линейка	Мерная линейка	П12
М24::Ключ гаечный	Ключ гаечный	М24

Рис. 10-77 – Справочник «Оборудование и инструменты»

Специальности и квалификации (1) x			
Структура	Код специальности	Наименование	Описание
Связанные специальности и квалификации		Связанные специальности и квалификации	
2::Фрезеровщик	2	Фрезеровщик	
Специальности		Специальности	
1::Механик	1	Механик	
3::Электрик	3	Электрик	

Рис. 10-78 – Справочник «Специальности и квалификации»

10.5.2. Логистическая структура

Логистическая структура ФИ «Урал-44202» сформирована с учетом стандарта ASD S1000D (в части раздела «Наземные транспортные средства общего назначения. Классификация системы»), а также «Руководства по эксплуатации 4320М-3902035 РЭ». Формирование ЛСИ выполнено в рабочем окне «Логистическая структура» (рис. 10-79). При построении ЛСИ использовались данные справочника «Компоненты и запчасти».

Логистическая структура (1)				
Структура	Обозначение	Наименование	Поставщик	Цена
УРАЛ		УРАЛ		
Урал-44202-3511-80М:Седельный тягач	Урал-44202-3511-80М	Седельный тягач	Не задан	
01:Силовая установка		Силовая установка		
ЯМЗ-53642.10:Двигатель::01-1	ЯМЗ-53642.10	Двигатель	ПАО "Автодизель" :: Ярославский ...	600 000
01-1-1:Цилиндро-поршневая группа		Цилиндро-поршневая группа		
PN0001:Втулка шатуна::01-1-1-1	PN0001	Втулка шатуна	Не задан	280
PN0002:Палец::01-1-1-2	PN0002	Палец	Не задан	770
01-1-3:Муфта опережения впрыска топлива		Муфта опережения впрыска топлива		
01-2:Система предпускового подогрева		Система предпускового подогрева		
375-1015104:Шланг соединительный::01-2-1	375-1015104	Шланг соединительный	АЗ "Урал" :: АО "Автомобильный з...	1 400
14ТС.451.20.00.00.000-22::Подогреватель::01-2-2	14ТС.451.20.00.00.00...	Подогреватель	АЗ "Урал" :: АО "Автомобильный з...	26 000
4320Б5-1015506:Кронштейн подогревателя::01-2-3	4320Б5-1015506	Кронштейн подогревателя	АЗ "Урал" :: АО "Автомобильный з...	5 000
ПЖД12Д-1015740-20:Бак топливный ::01-2-4	ПЖД12Д-1015740-20	Бак топливный	АЗ "Урал" :: АО "Автомобильный з...	5 900
63685-1015534-10:Хомут::01-2-5	63685-1015534-10	Хомут	АЗ "Урал" :: АО "Автомобильный з...	170
262541-П29:Пробка::01-2-6	262541-П29	Пробка	АЗ "Урал" :: АО "Автомобильный з...	200
375-4245114:Штуцер подвода воздуха::01-2-7	375-4245114	Штуцер подвода воздуха	АЗ "Урал" :: АО "Автомобильный з...	2 000
432001-3706013:Штуцер::01-2-8	432001-3706013	Штуцер	АЗ "Урал" :: АО "Автомобильный з...	1 000
5323Е5-1015069:Рукав-деталь 20-28-450-0,3(3)::01-2-9	5323Е5-1015069	Рукав-деталь 20-28-450-0,3(3)	Не задан	200
4320Б5-1015069:Рукав-деталь 20-28-830-0,3(3)::01-2-10	4320Б5-1015069	Рукав-деталь 20-28-830-0,3(3)	Не задан	200
М3252-3730000:Электродвигатель подогревателя::01-2-11	М3252-3730000	Электродвигатель подогревателя	Не задан	13 200
01-3:Система охлаждения двигателя		Система охлаждения двигателя		
4320Б5-1309008:Кожух вентилятора::01-3-4	4320Б5-1309008	Кожух вентилятора	АЗ "Урал" :: АО "Автомобильный з...	3 000
4320Б5-1301010:Радиатор::01-3-1	4320Б5-1301010	Радиатор	000 НУР-ТЕХ	30 000

Рис. 10-79 – Логистическая структура ФИ «Урал-44202» (рабочее окно «Логистическая структура»)

Финальное изделие отмечено признаком «MSI» – это означает, что анализ обслуживания выполняется для ФИ в целом, а не по отдельным функциональным системам.

10.5.3. Выполняемые функции

Для проведения анализа деревьев отказов необходимо задать функции, выполняемые Изделием. В данной БД эти функции заданы на уровне ФИ, а не на уровне его основных систем (выработка механической энергии, передача крутящего момента от двигателя к колесам, торможение и т.д.). Логистическая структура функций не создается. Для каждой функции задано «Наименование». Выполняемые ФИ функции перечислены в связанном окне «Функции» (рис. 10-80).

Логистическая структура (1) x		
Структура	Обозначение	Наименование
Связанные функции		Связанные функции
УРАЛ		УРАЛ
Урал-44202-3511-80М::Седельный тягач	Урал-44202-3511-80М	Седельный тягач
01::Силовая установка		Силовая установка
02::Топливная система		Топливная система
03::Трансмиссия		Трансмиссия
04::Ходовая часть		Ходовая часть
05::Рулевое управление		Рулевое управление
06::Тормозная система		Тормозная система
07::Гидравлические системы		Гидравлические системы
08::Пневматические системы		Пневматические системы
09::Электрооборудование		Электрооборудование
10::Кузов		Кузов
11::Специальное оборудование		Специальное оборудование
ФИ1		ФИ1
Функции для Урал-44202-3511-80М::Седельный тягач		
Структура	ЛКН	
F01::Выработка механической энергии	F01	
Урал-44202-3511-80М-14::Воспламенение топлива	Урал-44202-3511-80М-14	
Урал-44202-3511-80М-15::Хранение и подача топлива	Урал-44202-3511-80М-15	
F02::Передача крутящего момента от двигателя к колесам	F02	
F03::Торможение	F03	
F05::Предпусковой подогрев двигателя	F05	
F07::Управление направлением движения	F07	
F09::Преобразование крутящего момента в поступательное движение	F09	
F10::Обеспечение плавности хода	F10	
F12::Выработка, накопление и распределение электрической энергии	F12	
F13::Внешнее и внутреннее освещение	F13	

Рис. 10-80 – Выполняемые функции (связанное окно «Функции» для ФИ в рабочем окне «Логистическая структура»)

10.5.4. Возможные виды функциональных отказов

Для проведения анализа деревьев отказов в базе данных для каждой выполняемой функции созданы виды возможных функциональных отказов (при этом использовано «Руководство по эксплуатации 4320М-3902035 РЭ» параграф «Возможные неисправности и методы их устранения»). В рабочем окне «Анализ деревьев отказов» функциональные отказы отображаются как дочерние элементы для функций (рис. 10-81). Для функционального отказа заданы следующие характеристики:

- «Идентификатор»;
- «Наименование»;
- «Отказывающий элемент» (выполняемая функция);
- «Интенсивность отказов» / «Наработка на отказ данного вида»;
- «Единица измерения наработки»;

– «Логический оператор» – «И» или «ИЛИ», в зависимости от того, является ли причиной ФО любой из связанных с ним КО, или одновременное возникновение всех КО.

Анализ деревьев отказов					
Структура	Объект обслуживания (MSI)	Наработка на отказ данного вида	Единица измерения наработки	Интенсивность отказов	Отказывающий элемент
КАМАЗ					
Компоненты					
Компоненты Урала для LCM					
Связанные функции					
УРАЛ					
Урал-44202-3511-80М::Седельный тягач					
F01::Выработка механической энергии					
F01-FM1::Механическая энергия не вырабатывается	10 000	км. :: Километр	0,0001	F01::Выработка механической	
F01-FM2::Механическая энергия вырабатывается нестабильно	85 000	км. :: Километр	0,000011765	F01::Выработка механической	
F01-FM3::Слишком большой расход топлива	60 000	км. :: Километр	0,000016667	F01::Выработка механической	
F01-FM4::Течь масла	100 000	км. :: Километр	0,00001	F01::Выработка механической	
F02::Передача крутящего момента от двигателя к колесам					
F02-FM1::Стук при трогании	120 000	км. :: Километр	0,000008333	F02::Передача крутящего мом.	
F02-FM2::Шум в раздаточной коробке при движении	2 000	км. :: Километр	0,0005	F02::Передача крутящего мом.	
F02-FM3::Непередача крутящего момента колесам	50 000	км. :: Километр	0,00002	F02::Передача крутящего мом.	
F02-FM4::Самовыключение передачи	150 000	км. :: Километр	0,000006667	F02::Передача крутящего мом.	
F02-FM5::Затрудненное включение передачи и блокировки диффер...	200 000	км. :: Километр	0,000005	F02::Передача крутящего мом...	
F03::Торможение					
F05::Предпусковой подогрев двигателя					
F07::Управление направлением движения					
F09::Преобразование крутящего момента в поступательное движение					
F10::Обеспечение плавности хода					
F12::Выработка, накопление и распределение электрической энергии					
F13::Внешнее и внутреннее освещение					

Рис. 10-81 – Виды возможных функциональных отказов в рабочем окне «Анализ деревьев отказов»

Для некоторых видов функциональных отказов заданы дочерние ФО – для более детального их описания (рис. 10-82).

Анализ деревьев отказов					
Структура	Объект обслуживания (MSI)	Наработка на отказ данного вида	Единица измерения наработки	Интенсивность отказов	Отказывающий элемент
КАМАЗ					
Компоненты					
Компоненты Урала для LCM					
Связанные функции					
УРАЛ					
Урал-44202-3511-80М::Седельный тягач	☒ Да				
F01::Выработка механической энергии					
F01-FM1::Механическая энергия не вырабатывается		10 000	км. :: Километр	0,0001	F01::Выработка механической
(0.2)F01-FM1-01::Топливо не подается в двигатель		50 000	км. :: Километр	0,00002	::
(0.2)F01-FM1-02::Воздух не подается в двигатель		50 000	км. :: Километр	0,00002	::
(0.6)F01-FM1-03::Не возможен первичный запуск двигателя		16 666,666666667	км. :: Километр	0,00006	::
F01-FM1-04::Полный отказ двигателя		0	Не задано	0	::
F01-FM2::Механическая энергия вырабатывается нестабильно		85 000	км. :: Километр	0,000011765	F01::Выработка механической
F01-FM2-01::Топлива к двигателю подается меньше нужного		0	Не задано	0	::
F01-FM2-04::Недостаточная подача воздуха к двигателю		0	Не задано	0	::
F01-FM5::Износ деталей двигателя		70 000	км. :: Километр	0,000014286	::
F01-FM6::Нарушение регулировок двигателя		100 000	км. :: Километр	0,00001	::
F01-FM3::Слишком большой расход топлива		60 000	км. :: Километр	0,000016667	F01::Выработка механической
F01-FM4::Течь масла		100 000	км. :: Километр	0,00001	F01::Выработка механической
F02::Передача крутящего момента от двигателя к колесам					
F02-FM1::Стук при трогании		120 000	км. :: Километр	0,000008333	F02::Передача крутящего мом

Рис. 10-82 – Дочерние ФО для функциональных отказов

Для каждого дочернего ФО задан параметр «Вероятность отказа по данной причине» – вклад дочернего отказа в родительский ФО (их сумма по всем дочерним ФО должна равняться 1). При выполнении расчета периодичности выполняемых работ (анали-

за деревьев отказов) наработка на отказ родительского элемента распределяется по дочерним ФО в соответствии с их долей. На рис. 10-83 приведена детализация функционального отказа «Механическая энергия не вырабатывается». Для каждого дочернего ФО выведено значение параметра «Вероятность отказа по данной причине». «Наработка на отказ данного вида» совпадает с рассчитанной периодичностью T выполнения работы по устранению отказа (выведено для каждого ФО). Если для отказа не задан параметр «Вероятность отказа по данной причине», то в расчетах он не учитывается.

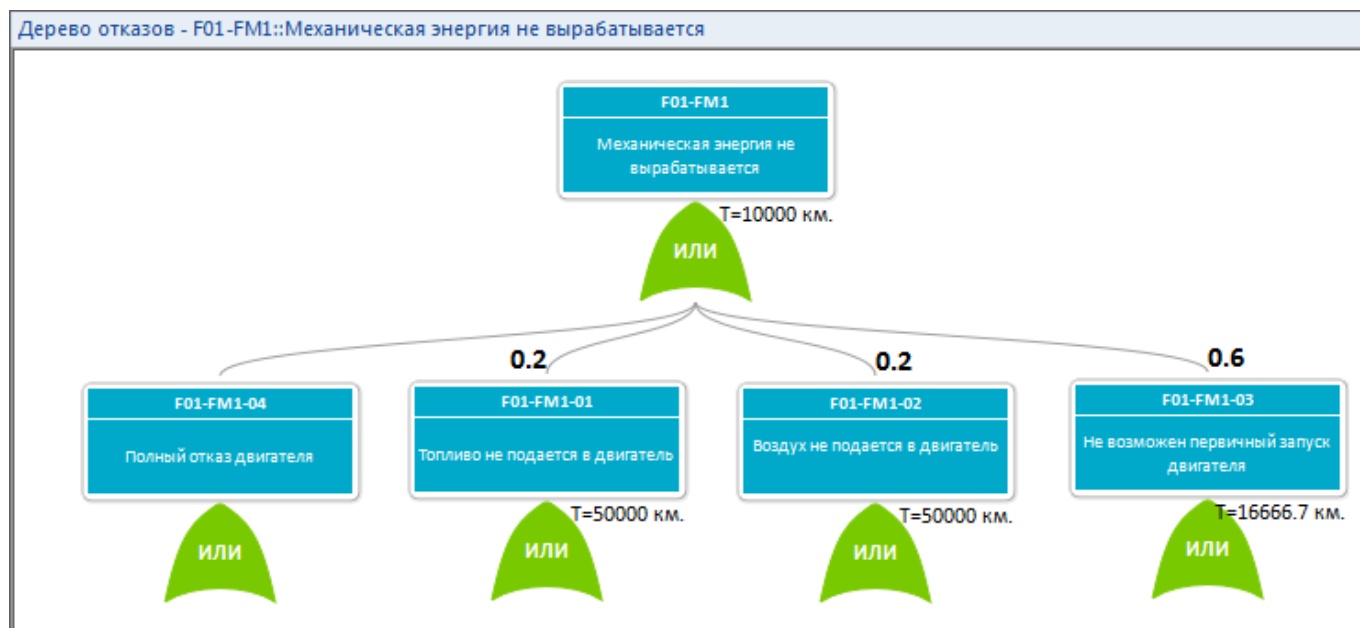


Рис. 10-83 – Дочерние функциональные отказы в окне «Дерево отказов»

10.5.5. Возможные виды конструктивных отказов

Для проведения анализа деревьев отказов для возможных функциональных отказов указаны их причины – конструктивные отказы СЧ финального изделия (рис. 10-84). Для КО заданы «Идентификатор», «Наименование», «Отказывающий элемент». В качестве отказывающего элемента указывается компонент. В тех случаях, когда конструктивные отказы определены на уровне функциональной системы/подсистемы, и когда метод восстановления исправности системы/подсистемы заключается в ее настройке, в качестве отказывающего элемента указывается система/подсистема (1 на рис. 10-84).

Урал-44202-3511-80М: Седельный тягач	✓ Да				
F01: Выработка механической энергии					F01: Выработка механической энергии
F01-FM1: Механическая энергия не вырабатывается	10 000	км. :: Кило...	0,0001		
(0.2)F01-FM1-01: Топливо не подается в двигатель	50 000	км. :: Кило...	0,00002		
(0.2)F01-FM1-02: Воздух не подается в двигатель	50 000	км. :: Кило...	0,00002		
(0.6)F01-FM1-03: Не возможен первичный запуск двигателя	16 666,666666667	км. :: Кило...	0,00006		
(0.4)09-2-9-6-FM1: Разряжен: 09-2-9-6-1: Батарея аккумуляторная...	41 666,666666667	км. :: Кило...	0,000024		09-2-9-6-1: Батарея аккумуляторная залитая
(0.5)09-3-FM2: Повышенное падение напряжения в цепи питан...	33 333,333333333	км. :: Кило...	0,00003		09-6-1: Клеммы аккумулятора
(0.1)09-6-3-FM1: Отказ коммутационного оборудования: 09-6-3...	166 666,666666667	км. :: Кило...	0,000006		09-6-3: Электронный блок управления EDC-7
(0.1)F05-FM2-01: Двигатель холодный (отсутствует предпуско...	0	Не задано	0		
F05-FM2: Подогреватель не пускается	120 000	км. :: Кило...	0,000008333		F05: Предпусковой подогрев двигателя
(0.1)F05-FM2-01: Не вращается электродвигатель насос...	1 200 000	км. :: Кило...	0,000000833		
(0.2)F05-FM2-02: Не срабатывает электромагнитный кла...	600 000	км. :: Кило...	0,000001667		
(0.2)F05-FM2-03: Отказ свечи	600 000	км. :: Кило...	0,000001667		
(0.2)F05-FM2-04: Отказ источника высокого напряжения	600 000	км. :: Кило...	0,000001667		
(0.3)F05-FM2-05: Разрыв цепи питания источника высок...	400 000	км. :: Кило...	0,0000025		01-2: Система предпускового подогрева
F01-FM1-03-FM2: Не работает ключ запуска	0	Не задано	0		
F01-FM1-04: Полный отказ двигателя	0	Не задано	0		

Рис. 10-84 – Причины функциональных отказов в окне «АДО»

Если причиной функционального отказа является несколько конструктивных, то для них задается «Вероятность отказа по данной причине» – в долях, с учетом того, что сумма вероятностей всех причин для одного ФО равна 1 (рис. 10-85).

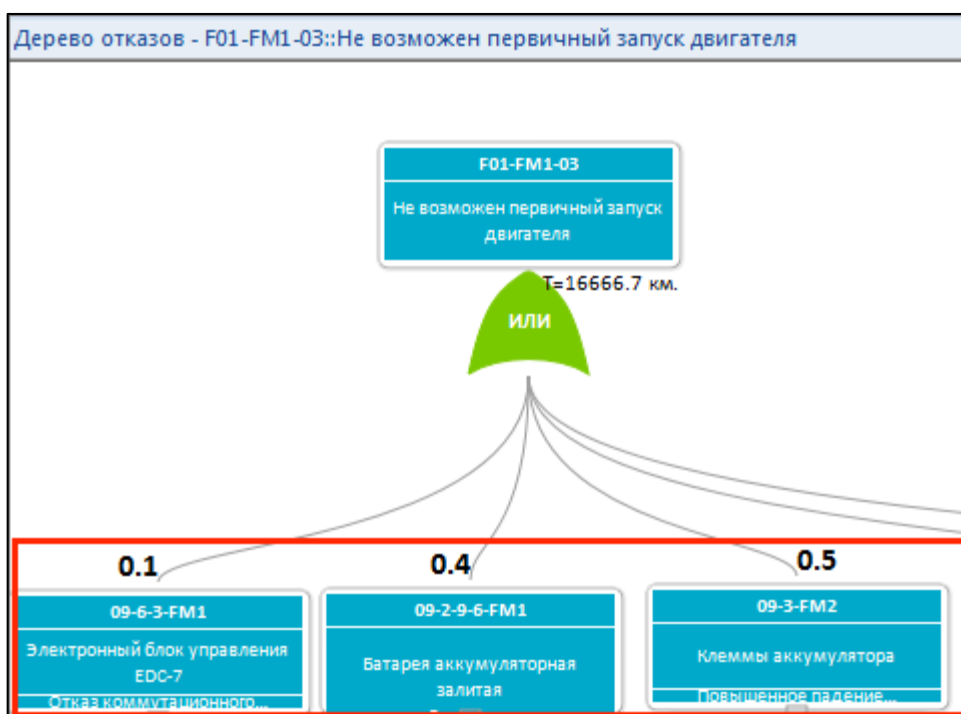


Рис. 10-85 – Конструктивные отказы и их доля в ФО

10.5.6. Методы и работы по восстановлению СЧ

Для проведения анализа деревьев отказов для видов отказов созданы методы и работы по восстановлению исправности СЧ. Эти данные включают:

- метод восстановления СЧ – замена, ремонт, настройка;

- работы по восстановлению, т.е. виды непланового ТО (для работы заданы «Наименование», «Описание», размер оплаты труда или нормативная трудоемкость, валюта, стоимость расходных материалов, требуемый персонал, если требуется);
- уровень СТЭ, на котором проводятся указанные работы;
- проект СТЭ.

Методы и работы по восстановлению отображаются в окне «Дерево отказов» в режиме «Анализ методов восстановления исправности», а также в связанном окне «Работы по восстановлению исправности для дерева отказов» (рис. 10-86). В окне «Дерево отказов» работы выделены разным цветом, в зависимости от метода восстановления: зеленый – замена, синий – ремонт, красный – настройка. Для метода «Замена» могут быть дополнительно приведены данные по ремонту СЧ (работа типа «Ремонт»).

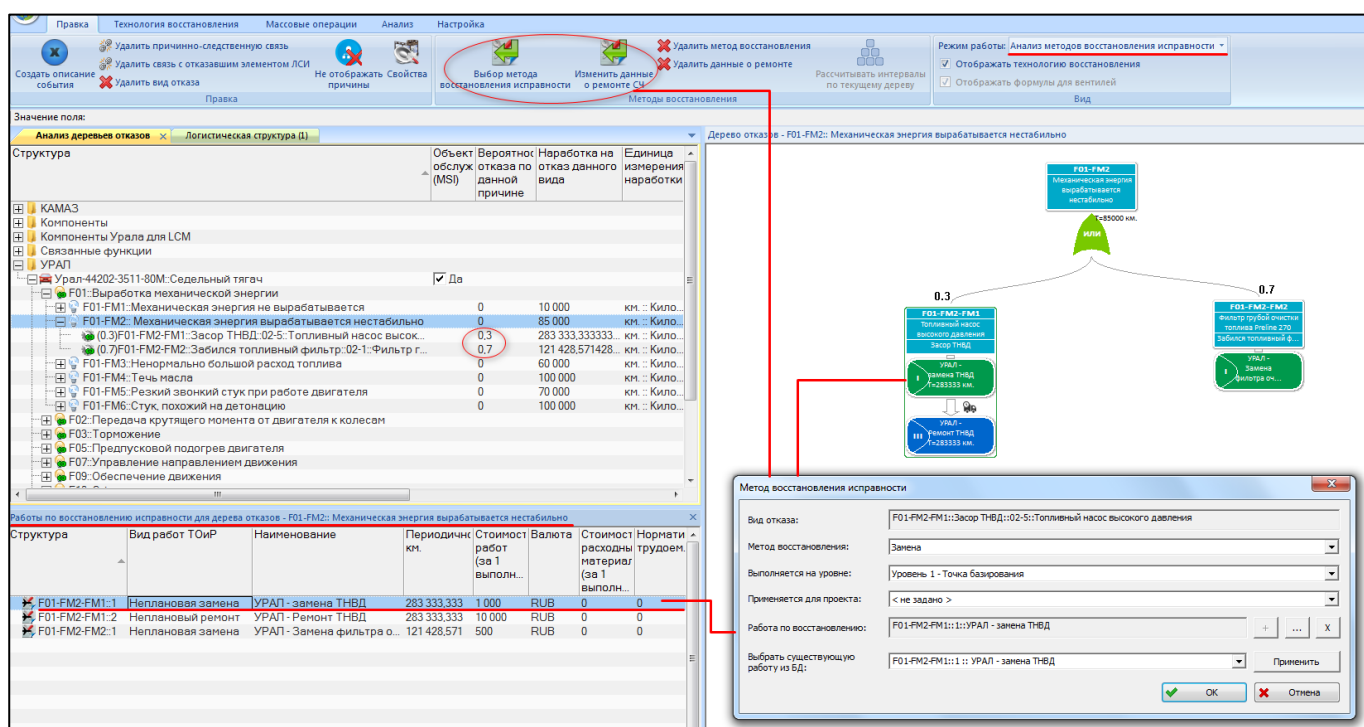


Рис. 10-86 – Работы по восстановлению исправности СЧ

Для заданных работ рассчитана периодичность их выполнения – на основе данных по наработке на отказ для функциональных отказов и параметру «Вероятность отказа по данной причине» для конструктивных отказов.

Работы по восстановлению связываются со сценарием эксплуатации и с сервисными центрами СТЭ, обслуживающими ФИ.

10.5.7. Сценарий эксплуатации

Для выполнения расчета по ТЭА созданы сценарии эксплуатации, которые включают следующие данные:

- «Обозначение»;
- «Наименование»;
- наработку для ФИ за год;
- список работ, выполняемых в рамках данного сценария.

Структура	Номер инстан...	Обозначение	Наименование	Вид работ ТОиР	Тип ФИ	Компонент	Пк	ме
TO-1	9637	TO-1	Первое техническое обслуживание	Периодическое ТО	Урал-44202-3511-80M : С...			
TO-2	9640	TO-2	Второе техническое обслуживание	Периодическое ТО	Урал-44202-3511-80M : С...			
Урал-01-2-FM1::1	13341	Урал-01-2-FM1::1	Обогрев подводящих патрубков	Неплановая регулировка или ТО	Урал-44202-3511-80M : С...			
Урал-02-5-FM1::1	13280	Урал-02-5-FM1::1	Регулировка редукционного клап...	Неплановая регулировка или ТО	Урал-44202-3511-80M : С...	ТНВД::Топливны...		
Урал-02-6-FM1::1	13329	Урал-02-6-FM1::1	Восстановление герметичности т...	Неплановый ремонт	Урал-44202-3511-80M : С...	ТоплМГ::Топлив...		
Урал-02-9-FM1::1	11679	Урал-02-9-FM1::1	Регулировка карбюратора	Неплановая регулировка или ТО	Урал-44202-3511-80M : С...			
Урал-03-1-FM1::2	12627	Урал-03-1-FM1::2	Отрегулировать зацепление по пя...	Неплановая регулировка или ТО	Урал-44202-3511-80M : С...			
Урал-03-1-FM2::1	12894	Урал-03-1-FM2::1	Восстановление предварительного...	Неплановая регулировка или ТО	Урал-44202-3511-80M : С...			
Урал-03-1-FM3::1	14598	Урал-03-1-FM3::1	Ремонт редуктора ведущего мост...	Неплановый ремонт	Урал-44202-3511-80M : С...			
Урал-03-2-2-FM1::1	11755	Урал-03-2-2-FM1::1	Замена диска нажимного	Неплановая замена	Урал-44202-3511-80M : С...	182.1601090::Диск...		

Рис. 10-87 – Сценарии эксплуатации ФИ (в Mercury)

В список выполняемых работ в рамках сценария эксплуатации ФИ включены все неплановые работы, которые были созданы при проведении анализа деревьев отказов. Также туда включены плановые виды ТО.

10.5.8. Проект СТЭ

Проект системы технической эксплуатации характеризуется «Наименованием» и включает следующие данные по сервисным центрам различного уровня (1 на рис. 10-88):

- «Обозначение»;
- «Наименование»;
- «Уровень обслуживания»;
- «Вышестоящий уровень»;
- параметры поставки;
- расчетные затраты на владение (рис. 10-89) и др.

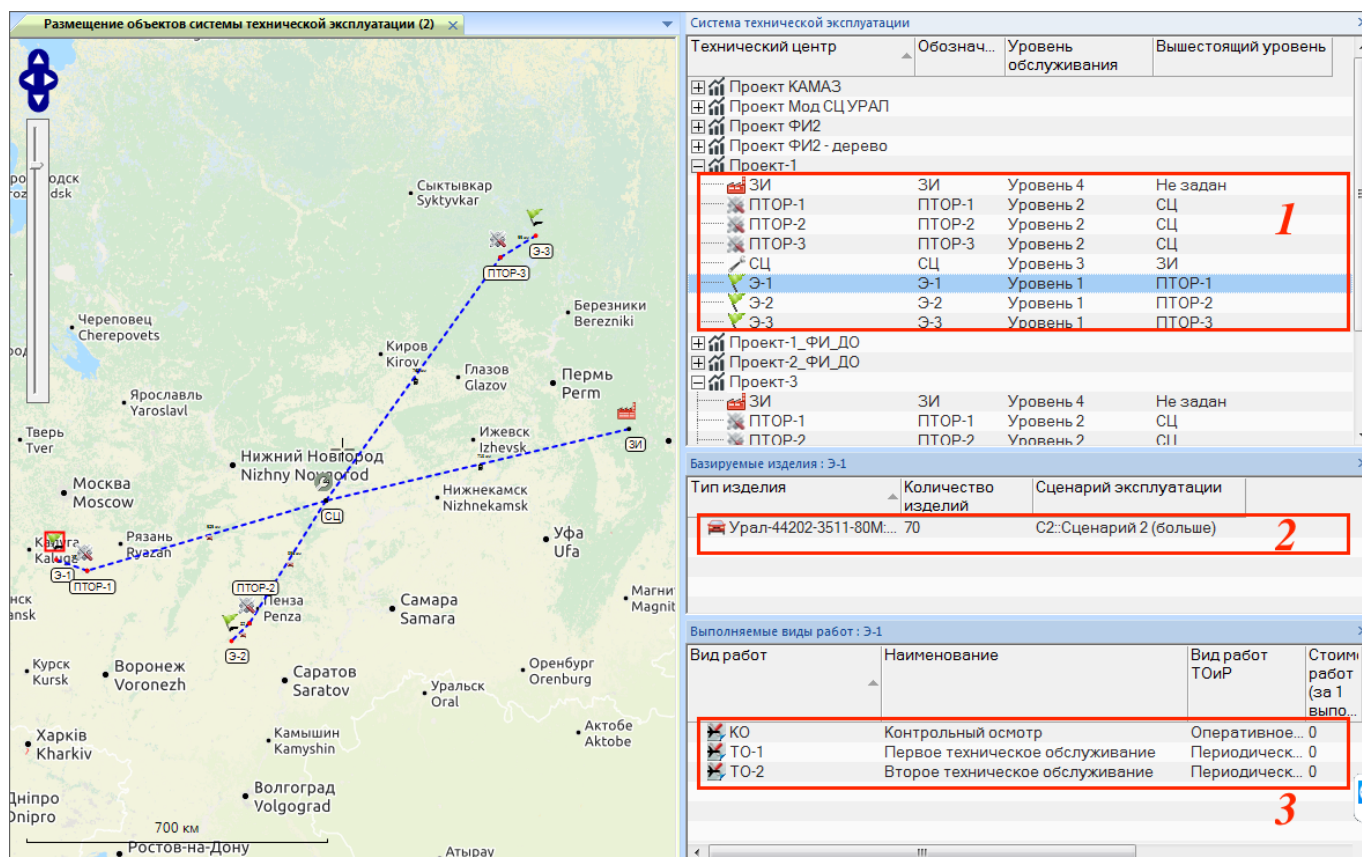


Рис. 10-88 – Проект системы технической эксплуатации (1 – сервисные центры, 2 – обслуживаемые ФИ, 3 – выполняемые виды работ)

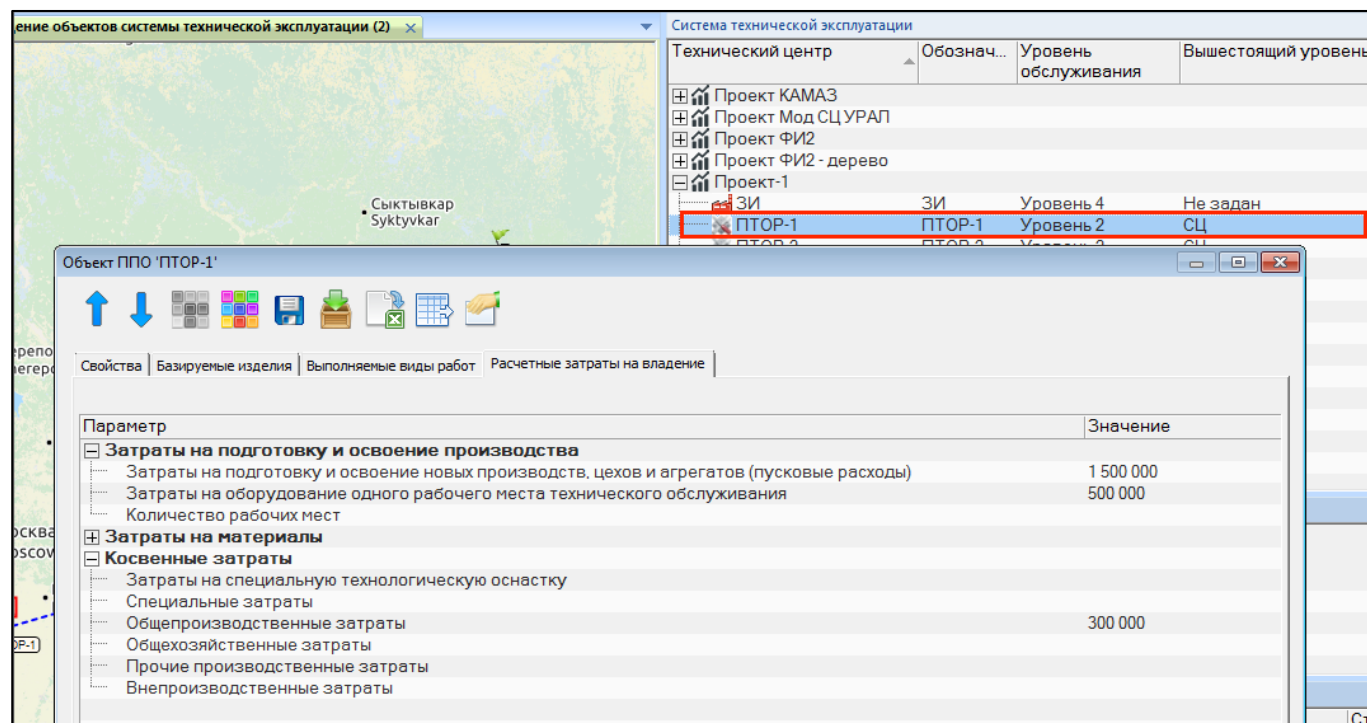


Рис. 10-89 – Расчетные затраты на владение объекта СТЭ

Для объектов системы ТЭ указан тип базирuемых изделий, их количество и сценарий эксплуатации (2 на рис. 10-88), а также выполняемые на объектах работы (3 на рис. 10-88). Как правило, уровень обслуживания в местах базирования равен 1, а основная масса работ выполняется в СЦ более высокого уровня. Если какой-либо вид ТО, связанный со сценарием эксплуатации, не привязан ни к одному СЦ, то считается, что он выполняется на месте базирования.

10.5.9. Выполнение технико-экономического анализа

Для выполнения расчета необходимо в диалоговом окне ТЭА указать следующие данные (полный перечень параметров расчета приведен на рис. 10-90):

- проект СТЭ;

Рис. 10-90 – Запуск расчета по ТЭА

- период расчета (в годах);
- стоимость нормo-часа (для работ с указанной трудоемкостью);
- норму прибыли (при определении стоимости услуг поставщика, которая рассчитывается при указании уровня ТОиР в качестве объекта поставщика услуг);

- установить флаг «Все компоненты из дерева отказов + эксплуатируемые по ТЭР из ЛСИ»;
- установить флаги для формирования следующих отчетов «Суммарные затраты», «МТО», «ТОиР».

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

АДО	–	Анализ деревьев отказов
АООН	–	Анализ обслуживания, обеспечивающего надежность
БД	–	База данных
БТВТ	–	Броневое и танковое вооружение и техника
ЕИ	–	Единицы измерения
ЗИП	–	Запасные части, инструменты и принадлежности
КИ	–	Комплекующие изделия
КО	–	Конструктивный отказ
КР	–	Капитальный ремонт
ЛВС	–	Локальная вычислительная сеть
ЛСИ	–	Логистическая структура изделия
МТО	–	Материально-техническое обеспечение
ПКИ	–	Покупное комплектующее изделие
ППО	–	Послепродажное обслуживание
РМ	–	Рабочее место
РМ	–	Расходные материалы
РО	–	Ремонтная организация
РТЦ	–	Региональный технический центр
СР	–	Средний ремонт
СТО	–	Средства технического обслуживания
СТЭ	–	Система технической эксплуатации
СЧ	–	Составная часть
СЦ	–	Сервисный центр
ТО	–	Техническое обслуживание
ТОиР	–	Техническое обслуживание и ремонт
ТР	–	Текущий ремонт (здесь: синоним внепланового ТО)
ТЭ	–	Техническая эксплуатация
ТЭА	–	Технико-экономический анализ

ТЭО	–	Метод технической эксплуатации с восстановлением (списанием) после отказа
ТЭП	–	Метод технической эксплуатации с восстановлением (списанием) при достижении предотказного состояния
ТЭР	–	Метод технической эксплуатации с восстановлением (списанием) после выработки ресурса
ФИ	–	Финальное изделие
ФО	–	Функциональный отказ
ФС	–	Функциональная система
ФРТЦ	–	Филиал регионального технического центра
ЭТХ	–	Эксплуатационно-технические характеристики
DMC	–	Прямые затраты на техническое обслуживание (Direct Maintenance Costs)
ILS	–	Система ILS Suite (Integrated Logistics Support – Интегрированная логистическая поддержка)
LCM	–	Модуль «Анализ системы ТЭ» (Mercury)
LRU	–	Тип элемента, который указывает, производится ли замена элемента ЛСИ на финальном изделии (Line Replaceable Unit)
MSI	–	Элемент, важный для технического обслуживания (Maintenance Significant Items)
SRU	–	Тип элемента, который указывает производится ли замена элемента ЛСИ в условиях ремонтной организации (Shop Replaceable Unit)
MTBF	–	Средняя наработка на отказ
MTBUR	–	Средняя наработка на внеплановый съем
LORA	–	Анализ уровней ремонта (Levels Of Repair Analysis)
TAT	–	Время нахождения в ремонте (turn-around time)

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОЧНЫХ ДОКУМЕНТОВ

- 1) ILS Suite. Руководство пользователя. Практический курс, Москва, «Прикладная логистика», 2020.
- 2) Судов Е.В., Левин А.И., Петров А.Н., Петров А.В., Бороздин А.В. Анализ логистической поддержки. Теория и практика, Москва, «Информ-Бюро», 2014.
- 3) Черкесов Г.Н. Оценка надежности систем с учетом ЗИП, СПб, «БВХ-Петербург», 2012, ISBN 978-5-9775-0634-2.
- 4) ГОСТ РВ 27.3.03–2005 Надежность военной техники. Оценка и расчет запасов в комплектах ЗИП.