



ПУБЛИЧНОЕ
АКЦИОНЕРНОЕ
ОБЩЕСТВО

«КАМАЗ»



**ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ АЛП
НОВОГО АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ 54901 НА
ЭТАПЕ ВЫВОДА ИЗДЕЛИЯ НА РЫНОК**

2019 год

КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ ПРО АВТОМОБИЛЬ КАМАЗ 54901

Автомобили КАМАЗ 54901 семейства магистральных автомобилей КАМАЗ предназначены для работы на дорогах, рассчитанных на пропуск автомобилей с осевой нагрузкой 10 – 13 тонн.



Срок службы с момента ввода в эксплуатацию не менее 10 лет в условиях 1 категории эксплуатации.

Пробег до капитального ремонта автомобиля в составе автопоезда 1 200 000 км в условиях 1 категории эксплуатации.

Гарантийный период на автомобиль / шасси составляет 12 месяцев без ограничения пробега.

Гарантийный период на двигатель, коробку переключения передач и мосты три года или 450 000 км. пробега в зависимости от того, что наступит ранее.

Автомобили оборудуются:

- двигателем экологического класса Евро-5 мощностью 450 л.с., максимальным крутящим моментом 2060 Нм с моторным тормозом;
- автоматической коробкой передач с тормозом замедлителем;
- седельно-сцепным устройством с допустимой нагрузкой 12 000 кг.

Средний расход топлива 25 л/100 км. при 60 км/ч и 31 л/100км. при 80 км/ч.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Формирование модели ТОиР для оценки затрат на поддержание автомобиля КАМАЗ 54901 в работоспособном состоянии.

ЗАДАЧИ РАБОТЫ



1. Описание структурной модели автомобиля



2. Описание возможных отказов и выбор способов их предупреждения



3. Описание способов предупреждения отказов

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Все задачи работы были выполнены в программном обеспечении ILS Suite



ОПИСАНИЕ СТРУКТУРНОЙ МОДЕЛИ АВТОМОБИЛЯ

1

Формирование конструкторской структуры изделия

2

Формирование функциональной структуры изделия

3

Формирование логистической структуры изделия

ФОРМИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ИЗДЕЛИЯ

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ИЗДЕЛИЯ сформирована в ILS Suite с целью создания функциональной модели КАМАЗ 54901 для последующего рассмотрения причин неисполнения функций систем изделия (функциональных отказов).

Функциональный анализ

Определение функций

Значение поля:

Функциональная структура (2)

Структура

- 54901::Седельный тягач
 - F::Седельный тягач КАМАЗ-54901
 - F-A01::Силовая установка
 - F-A01-1::Преобразование энергии топлива в механическую энергию
 - F-A01-1-1::Сжигание рабочей смеси и передача полученной энергии давления газов на коленчатый вал
 - F-A01-1-2::Впуск в цилиндры свежей воздушной смеси и выпуск из них отработавших газов в соответствии с п...
 - F-A01-1-3::Привода агрегатов, расположенных в передней части двигателя
 - F-A01-1-4::Преобразование возвратно-поступательного движения поршней, воспринимающих давление газо...
 - F-A01-2::Обеспечение оптимального температурного режима двигателя
 - F-A01-3::Обеспечение подачи очищенного масла к трущимся поверхностям деталей двигателя
 - F-A01-4::Обеспечение отвода картерных газов от двигателя и снижение их токсичности
 - F-A03::Топливная система

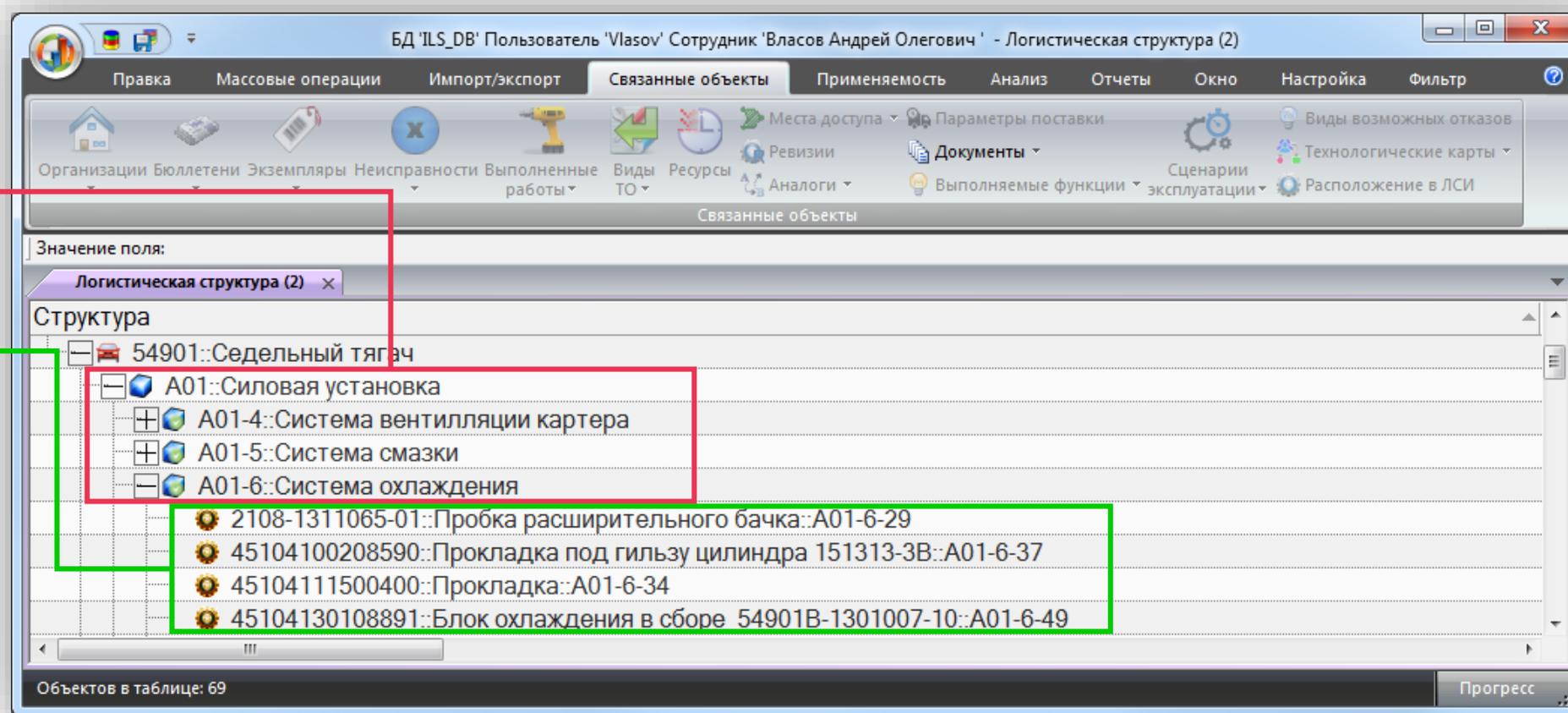
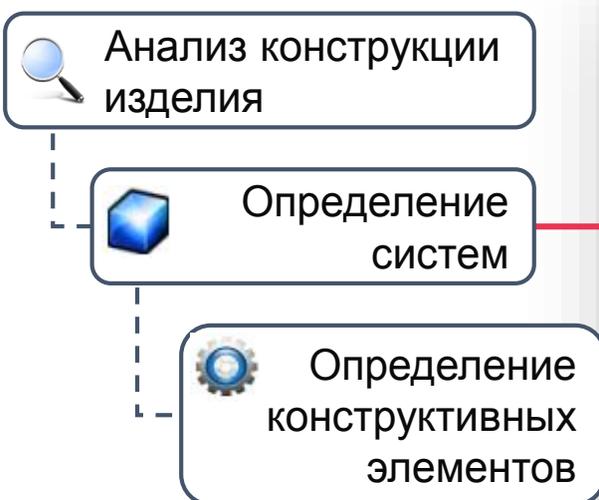
Объектов в таблице: 55

Прогресс

Пример функциональной структуры КАМАЗ 54901 в ILS Suite

ФОРМИРОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ИЗДЕЛИЯ

ЛОГИСТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ИЗДЕЛИЯ сформирована в ILS Suite с целью определения состава конструктивных элементов важных с точки зрения последующего их технического обслуживания, ремонта или замены, а также виды отказов которых могут быть причиной функциональных отказов.



Пример логистической структуры КАМАЗ 54901 в ILS Suite

ОПИСАНИЕ ВОЗМОЖНЫХ ОТКАЗОВ И ВЫБОР СПОСОБОВ ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

1

Описание возможных отказов и их критичности

2

Назначение категорий последствий отказов

3

Выбор способов предупреждения отказов

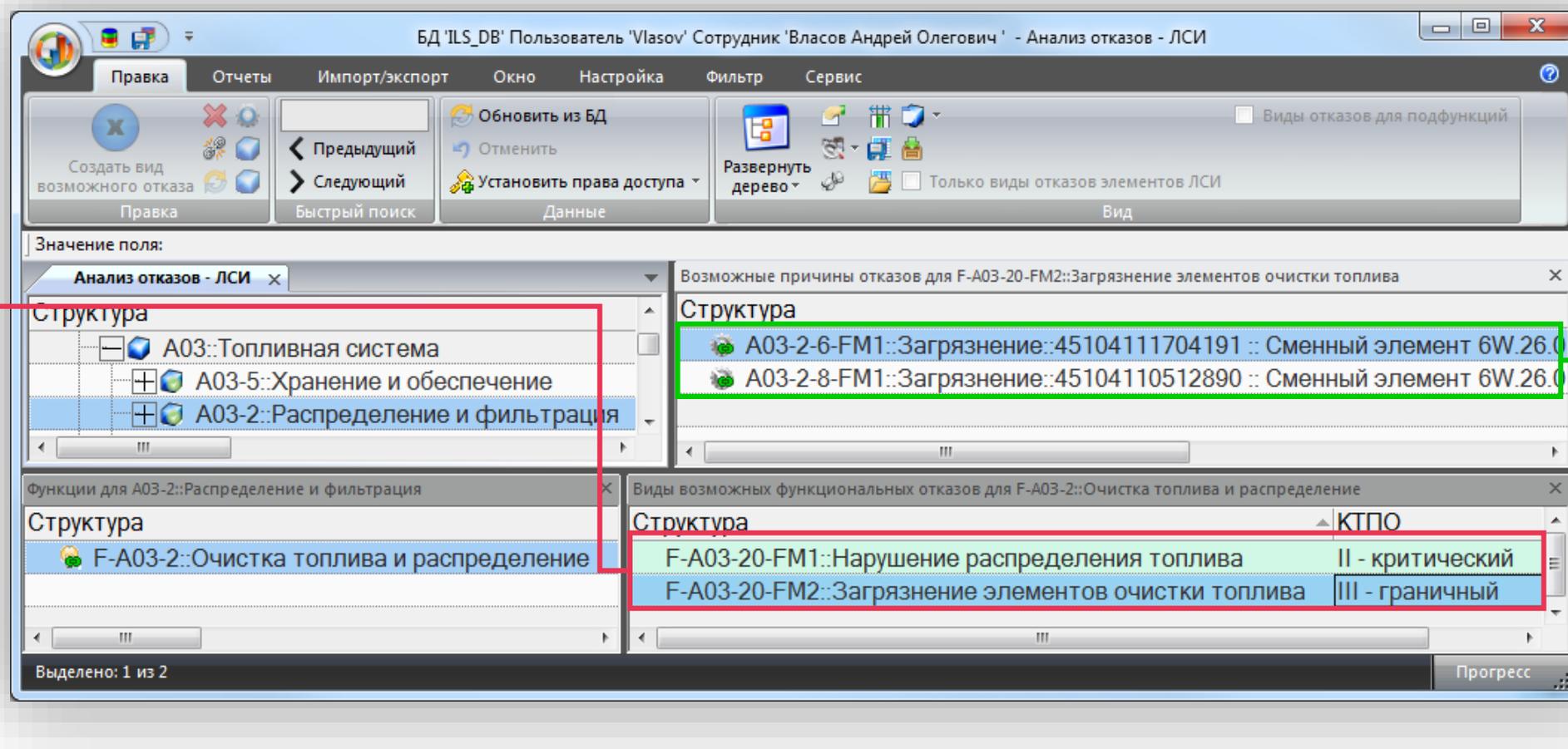
ОПИСАНИЕ ВОЗМОЖНЫХ ОТКАЗОВ И ИХ КРИТИЧНОСТИ

ОПИСАНИЕ ВОЗМОЖНЫХ ОТКАЗОВ И ИХ КРИТИЧНОСТИ в ILS Suite производится с целью определения причин неисполнения функций рассматриваемых систем (функциональных отказов) и причин функциональных отказов (видов отказов).

Анализ видов, последствий и критичности отказов

Описание возможных функциональных отказов

Описание видов возможных отказов



Пример анализа видов, последствий и критичности отказов КАМАЗ 54901 в ILS Suite

НАЗНАЧЕНИЕ КАТЕГОРИЙ ПОСЛЕДСТВИЙ ОТКАЗОВ

НАЗНАЧЕНИЕ КАТЕГОРИЙ ПОСЛЕДСТВИЙ ОТКАЗОВ в ILS Suite производится с целью принятия решения о необходимости технических воздействий для предупреждения рассматриваемых функциональных отказов.

Анализ функциональных отказов

Определение явности/скрытости отказа

Определение статьи влияния отказа

Значение поля:

Разработка программы планового ТОиР

Структура

- 54901:Седельный тягач
 - A01:Силовая установка
 - A03:Топливная система
 - A03-2:Распределение и фильтрация
 - F-A03-2:Очистка топлива и распределение
 - F-A03-20-FM1::Нарушение распределения топлива
 - F-A03-20-FM2::Загрязнение элементов очистки топлива
 - A03-5:Хранение и обеспечение
 - A03-6:Подкачка и подача
 - A03-7:Возврат
 - A04:Воздушная си...
 - A05:Система вып...
 - A07:Система обл...
 - A08:Система пуск...
 - A09:Система электронного управления и контроля силовой установки и его систем
 - A09-1:Контроль...

Определение категории отказа

Вид отказа: Загрязнение элементов очистки топлива

MSI: A03-2 :: Распределение и фильтрация

Функция: F-A03-2::Очистка топлива и распределение

1. Становится ли ФО очевидным для эксплуатанта при выполнении им обычных обязанностей, если в ТС возник отказ данного вида? ДА НЕТ

2. Приводит ли ФО к потере работоспособности оборудования ТС или последующим повреждениям, опасным с точки зрения его БЗ или грозящим нанесением серьезного ущерба ОС? ДА НЕТ

3. Приводит ли скрытый ФО в сочетании со вторичными отказами или иными событиями к потере работоспособности оборудования ТС или последующим повреждениям, опасным с точки зрения его БЗ или грозящим нанесением серьезного ущерба ОС? ДА НЕТ

4. Приводит ли ФО к потере работоспособности оборудования ТС, опасной с точки зрения возможности его дальнейшего использования по назначению, при этом выбор работ для предупреждения такого отказа экономически целесообразен? ДА НЕТ

Категория последствий

FEC 9 (HN): скрытый отказ, не влияет на безопасность.

Объектов в таблице: 46

Прогресс

Пример назначения категорий последствий отказов КАМАЗ 54901 в ILS Suite

ВЫБОР СПОСОБОВ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ОТКАЗОВ

ВЫБОР СПОСОБОВ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ОТКАЗОВ в ILS Suite производится с целью определения перечня и видов технических воздействий необходимых для предупреждения видов отказов рассматриваемых конструктивных элементов.

Анализ видов
ВОЗМОЖНЫХ ОТКАЗОВ

Определение
технических
воздействий

The screenshot shows the ILS Suite software interface. On the left, a tree structure lists technical elements for a 'Разработка программы планового ТОиР' (Development of a scheduled maintenance program) for a '54901:Седелный тягач' (54901:Tractor). The tree includes various systems like 'Силовая установка' (Powerplant), 'Топливная система' (Fuel system), 'Воздушная система' (Air system), etc. A specific element 'A03-2-6-FM1::Нарушение распределения топлива' (A03-2-6-FM1: Fuel distribution disturbance) is highlighted in green. A red box highlights a specific work item 'A03-2-6-FM1::Загрязнение:45104111704191 :: Сменный элемент 6W.26.' (A03-2-6-FM1: Contamination: 45104111704191 :: Replaceable element 6W.26). A dialog box on the right is titled 'Выбор работ' (Work selection) and contains a table of questions and answers regarding the effectiveness of certain maintenance actions. The table is as follows:

Вопрос	Ответ	Пояснения
А. Являются ли применение работ по смазке/заправке приемлемым и эффективным?	ДА	
	НЕТ	
В. Является ли применение работ по определению отказов приемлемым и эффективным?	ДА	
	НЕТ	
С. Являются ли применения работ по мониторингу технического состояния для обнаружения ухудшения выполнения функции приемлемым и эффективным?	ДА	
	НЕТ	
Д. Является ли применение работ по восстановлению для снижения интенсивности отказов приемлемым и эффективным?	ДА	
	НЕТ	
Е. Является ли применение работ по замене для исключения или снижения интенсивности отказов приемлемым и эффективным?	ДА	
	НЕТ	
Ф. Является ли применение какой-нибудь из выбранных работ или сочетания работ приемлемым и эффективным?	ДА	
	НЕТ	

Рекомендуемое техническое
воздействие

Рекомендуемые работы:
DIS - Списание

Пример определения технических воздействий для КАМАЗ 54901 в ILS Suite

ОПИСАНИЕ СПОСОБОВ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ОТКАЗОВ

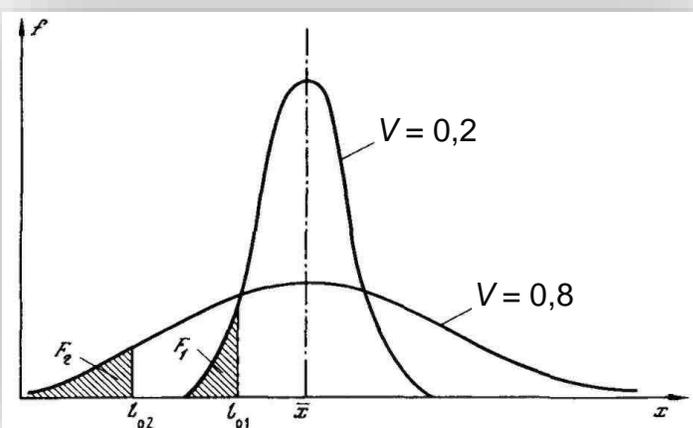
1 Расчет рекомендуемой периодичности технических воздействий

2 Разработка технологических карт

3 Формирование видов технического обслуживания

РАСЧЕТ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

РАСЧЕТ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ производится с целью определения наработки между техническими воздействиями, при которой обеспечивается минимальный риск отказа.



Кривые распределения наработки на отказ при различных значениях коэффициента вариации наработки (V)

КТПО	F	Вариация наработки, V			
		0,2	0,4	0,6	0,8
1	0,98	0,605	0,28	0,1	0,025
2	0,93	0,67	0,37	0,2	0,1
3	0,89	0,735	0,46	0,3	0,175
4	0,85	0,8	0,55	0,4	0,25

$$l_0 = \beta \bar{x}$$

где: β – коэффициент рациональной периодичности;
 \bar{x} – средняя наработка на отказ.

Выбор необходимой вероятности безотказной работы (F) зависит от категории тяжести последствий (КТПО) ФО, с которым связана плановая работа.

Коэффициент вариации (V) зависит от сложности системы, с которой связаны плановые работы.

Коэффициент рациональной периодичности (β) связывает среднюю наработку на отказ (\bar{x}) с рекомендуемой периодичностью (l_0) и учитывает коэффициент вариации (V) и вероятность безотказной работы (F).

Структура	КТПО	F	\bar{x} , тыс.км	V	β	l_0 , тыс.км
45104130705590-01::Автоматический натяжитель ремня ТА1225::Отказ	2	0,93	350	0,5	0,37	129,5
54901-1303010-20-01::Рукав::Порыв	3	0,89	160	0,3	0,735	117,6
45104100803000-01::Хомут V-образный::Ослабление	4	0,85	150	0,3	0,8	120

Пример расчета рекомендуемой периодичности для мониторинга технического состояния

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

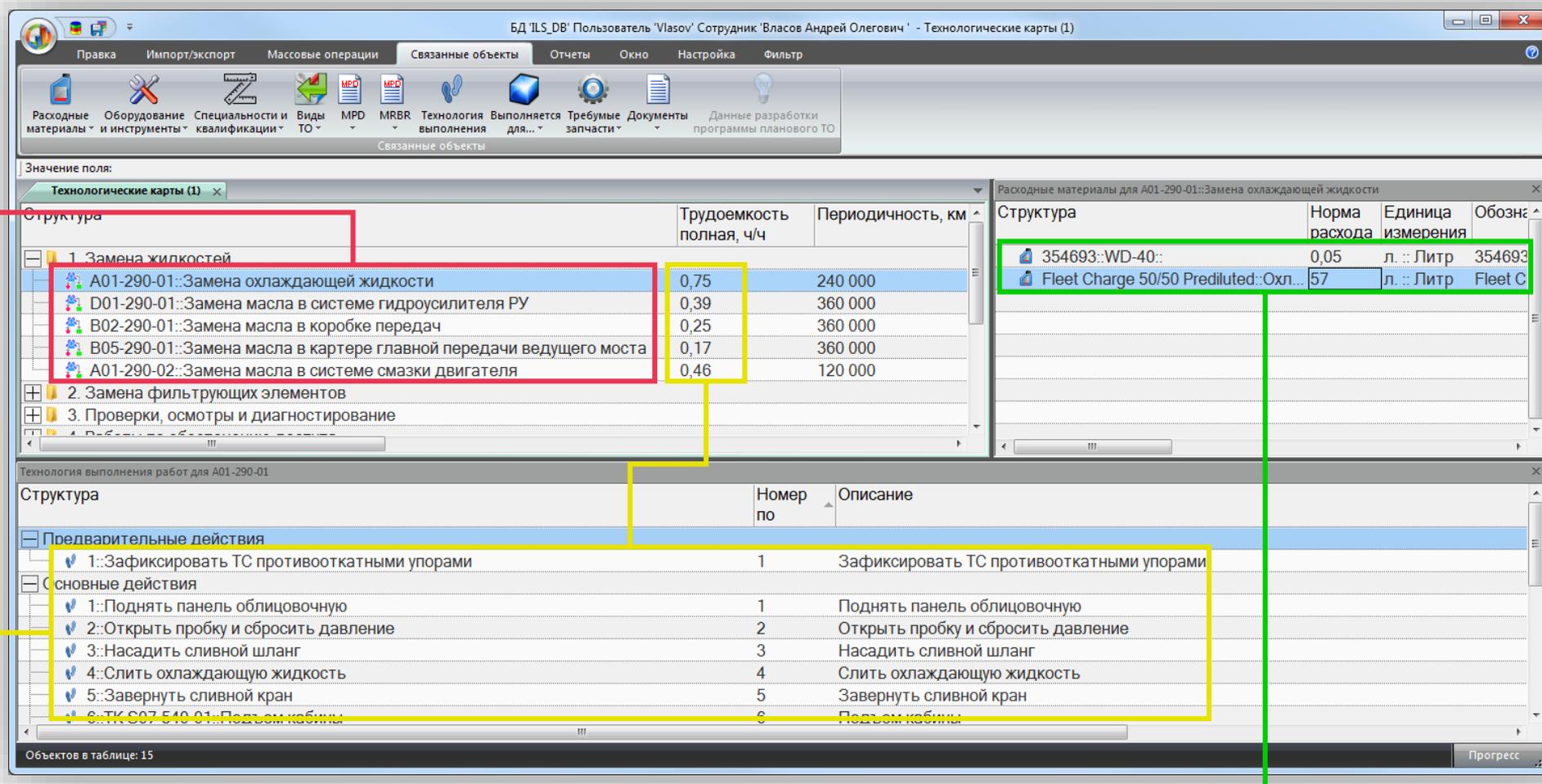
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ в ILS Suite производится с целью объединения единичных технических воздействий в одну технологию выполнения по критериям, при этом оценивается общая трудоемкость технологической карты и необходимые расходные материалы и запчасти.

 Анализ технических воздействий

 Формирование технологических карт

 Разработка технологий выполнения и оценка трудоемкости

 Оценка потребности в расходных материалах и запчастях



Структура	Трудоемкость полная, ч/ч	Периодичность, км
1 Замена жидкостей		
A01-290-01::Замена охлаждающей жидкости	0,75	240 000
D01-290-01::Замена масла в системе гидроусилителя РУ	0,39	360 000
B02-290-01::Замена масла в коробке передач	0,25	360 000
B05-290-01::Замена масла в картере главной передачи ведущего моста	0,17	360 000
A01-290-02::Замена масла в системе смазки двигателя	0,46	120 000
2 Замена фильтрующих элементов		
3 Проверки, осмотры и диагностирование		

Структура	Номер по	Описание
Предварительные действия		
1::Зафиксировать ТС противооткатными упорами	1	Зафиксировать ТС противооткатными упорами
Основные действия		
1::Поднять панель облицовочную	1	Поднять панель облицовочную
2::Открыть пробку и сбросить давление	2	Открыть пробку и сбросить давление
3::Насадить сливной шланг	3	Насадить сливной шланг
4::Слить охлаждающую жидкость	4	Слить охлаждающую жидкость
5::Завернуть сливной кран	5	Завернуть сливной кран
6::ТК С07 540 01::Подъем кабины	6	Подъем кабины

Структура	Норма расхода	Единица измерения	Обозначение
354693::WD-40::	0,05	л. :: Литр	354693
Fleet Charge 50/50 Prediluted::Oxl...	57	л. :: Литр	Fleet C

Пример разработки технологических карт для КАМАЗ 54901 в ILS Suite

ФОРМИРОВАНИЕ ВИДОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

ФОРМИРОВАНИЕ ВИДОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ в ILS Suite производится с целью группировки технологических карт по периодичности для формирования комплексов профилактических мероприятий, направленных на предупреждение отказов и неисправностей.

Анализ периодичности технологических карт

Определение видов технического обслуживания и их периодичности

Группировка технологических карт по видам технического обслуживания

Структура	Обозначение	Наименование	Периодичность, км.	Вид ТО	Условие выполнения	DMC Check	Тип ФИ	Компоне
[-] Неклассифицированные	Неклассифицирован...	Неклассифицированные						
[-] Плановое ТО	Плановое ТО							
[-] Сравнительные	Сравнительные	Сравнительные						
[x] TO 120000 км	ТО 120000 км		120 000	Периодическое ТО			54901 : Седельный тягач	
[x] TO 240000 км	ТО 240000 км		240 000	Периодическое ТО			54901 : Седельный тягач	
[x] TO 360000 км	ТО 360000 км		360 000	Периодическое ТО			54901 : Седельный тягач	

Структура	Периодичность, км.	Трудоемкость полная, ч/ч
D01-240-01::Смазка подшипников шкворней поворотных кулаков	120 000	0,1
J01-920-01::Замена фильтра-патрона осушителя тормозной системы	120 000	0,3
A03-920-02::Замена фильтрующего элемента фильтра грубой очистки топлива	120 000	0,22
A04-920-01::Замена основного фильтрующего элемента воздухоочистителя	120 000	0,08
D01-920-01::Замена фильтрующего элемента бачка насоса гидроусилителя рулевого управления	120 000	0,2
A03-920-01::Замена фильтрующего элемента фильтра тонкой очистки топлива	120 000	0,2
A01-290-02::Замена масла в системе смазки двигателя	120 000	0,46
P55::Проверить действие системы отопления	120 000	0,033
P57::Проверить герметичность системы кондиционирования	120 000	0,017
P54::Проверить герметичность системы кондиционирования	120 000	0,067

Пример формирования видов технического обслуживания для КАМАЗ 54901 в ILS Suite

ФОРМИРОВАНИЕ СЦЕНАРИЕВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ

ФОРМИРОВАНИЕ СЦЕНАРИЕВ ЭКСПЛУАТАЦИИ в ILS Suite производится с целью учета данных по видам технических обслуживаний и значений пробега автомобиля за год.

Формирование
сценариев
эксплуатации

Назначение
наработки
изделия за год

Назначение
видов работ
технического
обслуживания

Структура	Виды работ	Наработка за год, км.
Сценарии для изделия КАМАЗ 54901		
КАМАЗ54901BS-01::Базовый сценарий 1	ТО 120000 км, ТО 240000 км, ТО 360000 км	100 000,00
КАМАЗ54901BS-02::Базовый сценарий 2	ТО 120000 км, ТО 240000 км, ТО 360000 км	120 000,00
КАМАЗ54901BS-03::Базовый сценарий 3	ТО 120000 км, ТО 240000 км, ТО 360000 км	150 000,00
КАМАЗ54901BS-04::Базовый сценарий 4	ТО 120000 км, ТО 240000 км, ТО 360000 км	180 000,00

Пример сценариев эксплуатации для КАМАЗ 54901 в ILS Suite

ВЫВОДЫ

1. При пробеге за год равном 150 000 км. и выше в горизонте планирования 5 лет неплановые ремонты вносят существенный вклад в затраты на поддержание автомобиля КАМАЗ 54901 в работоспособном состоянии, что приводит к необходимости более глубокой оценки конструкции и корректировки модели ТОиР.
2. Модель ТОиР строилась по теоретическим значениям параметров надежности, в связи с этим, для оценки построенной модели ТОиР, необходим сбор фактических значений параметров надежности.
3. Расчет затрат производился без учета затрат на инфраструктуру, поэтому направлением дальнейших исследований является разработка модели системы технической эксплуатации.





ПУБЛИЧНОЕ
АКЦИОНЕРНОЕ
ОБЩЕСТВО

«КАМАЗ»



**ПЛАНИРУЕМЫЕ РАБОТЫ
ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ
СИСТЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ
АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ 54901**

2019 год

РАБОТЫ ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ СИСТЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ 54901

Цель работы

Моделирование системы эксплуатации автомобиля КАМАЗ 54901 для оценки затрат на поддержание автомобиля в работоспособном состоянии с учетом затрат на инфраструктуру и фактических данных о надежности

Задачи работы

-  1. Разработка способов устранения отказов
-  2. Организация и ведение процедуры мониторинга эксплуатации
-  3. Корректировка модели ТОиР по фактическим данным
-  4. Определение рациональной модели системы эксплуатации

Спасибо за внимание!!!