

Система формирования расхода топлива снегоочистительными автомобилями аэропортов

Н.С.Захаров, И.Ф.Шакиров

Тюменский государственный нефтегазовый университет

Аннотация: В настоящее время в службах спецтранспорта аэропортов остро стоит проблема нормирования расхода топлива специальными автомобилями по причине многообразия факторов, влияющих на расход топлива в процессе эксплуатации транспортных средств. В статье рассматривается принцип формирования расхода топлива. Представлена общая схема системы формирования расхода топлива. Выявлены факторы, влияющие на расход топлива автомобилей в процессе эксплуатации. Произведен отбор наиболее значимых факторов.

Ключевые слова: расход топлива, специальные автомобили аэропортовых служб.

В настоящее время идет активное обновление парка специальных автомобилей аэропортов. Появляются новые модели автомобилей отечественного и иностранного производства, вследствие чего действующий нормативный документ [1] не позволяет определять объективные нормативы для списания топлива на предприятиях.

В процессе исследования была проведена работа по анализу структуры и численности парка служб спецтранспорта 12 аэропортов России. Было выявлено, что для служб аэропортов характерен высокий удельный вес специальной техники.

Известно, что на расход ресурсов при эксплуатации автомобилей влияет большое число факторов [2-7]. Учитывая, что большая часть территории страны находится в зонах умеренного, холодного и очень холодного климата, необходимо отметить важность учета при эксплуатации машин климатических условий [8-12].

При решении задачи совершенствования норм расхода топлива специальными автомобилями аэропортов на первом этапе проведен анализ состояния вопроса.

На основе ранее выполненных исследований усовершенствована действующая классификация специальных автомобилей аэропортов. В ней выделены следующие группы:

- транспортные средства без дополнительного оборудования, работа во время движения и стоянки;
- транспортные средства с дополнительным оборудованием, работа во время стоянки;
- транспортные средства с дополнительным оборудованием, работа во время движения.

Проведенные исследования показали, что наименее изученным является вопрос нормирования расхода топлива автомобилями третьей группы вышеуказанной классификации. Также стоит отметить, что группа транспортных средств с дополнительным оборудованием, работающим во время движения, является наиболее массовой. Типичными представителями данной группы являются аэродромные компактные подметально-продувочные машины.

Особенности эксплуатации специальных автомобилей, в том числе влияние большого количества факторов, и особенности конструкции транспортных средств, в том числе наличие навесного оборудования и дополнительного двигателя, не позволяют производить нормирование расхода топлива в соответствии с нормативным документом [1].

Поэтому было принято решение провести исследования по изучению принципа формирования расхода топлива специальными автомобилями с целью проведения в дальнейшем работы по оптимизации системы нормирования расхода топлива специальными автомобилями.

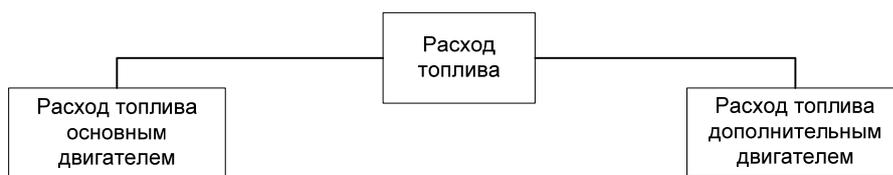


Рис. 1. Общая схема системы формирования расхода топлива

Расход топлива (РТ) специальным автомобилем складывается из расхода топлива основным двигателем (РТОД) и расхода топлива дополнительным двигателем (РТДД).

Было предложено использовать следующую классификацию факторов, влияющих на расход топлива в процессе эксплуатации: управляемые факторы, частично-управляемые факторы, учитываемые факторы.

Вышеуказанная классификация использовалась при формировании расхода топлива основным (РТОД) и дополнительным (РТДД) двигателями.

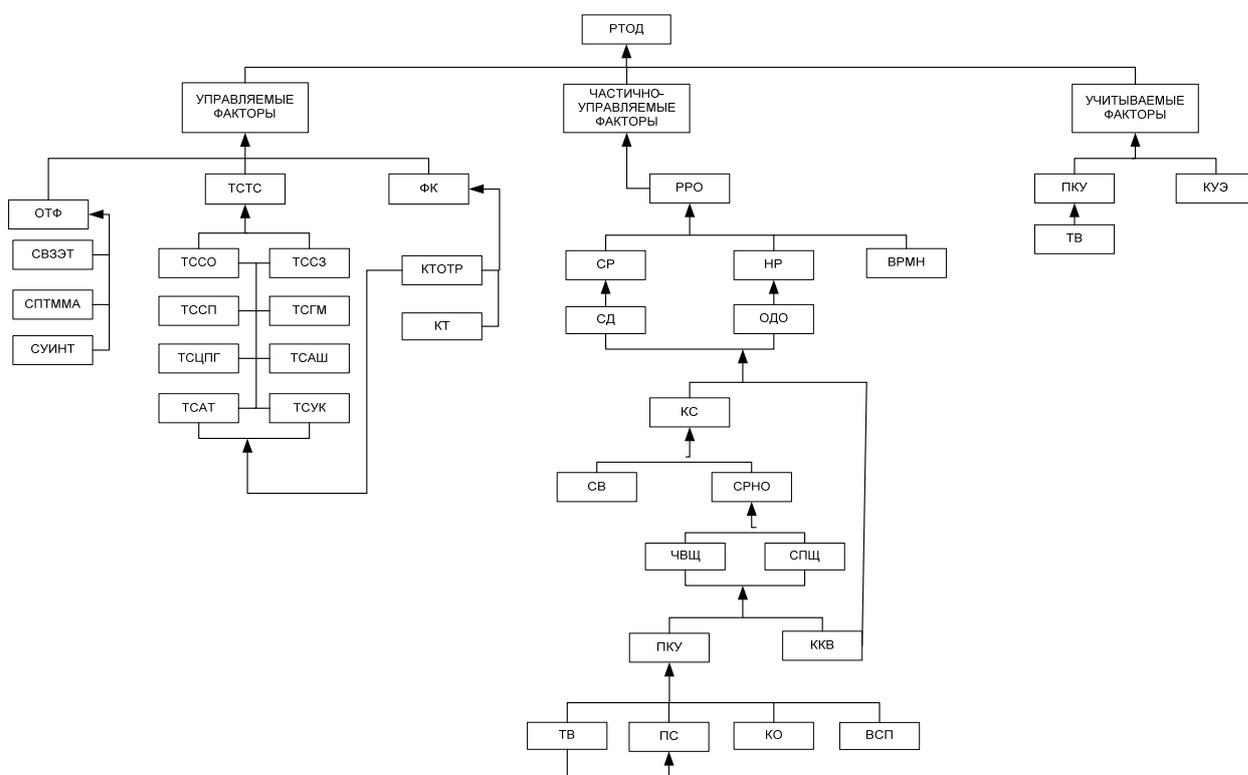


Рис. 2. Схема системы формирования расхода топлива основным двигателем:



РТОД - расход топлива основного двигателя, ОТФ - организационно-технологические факторы, СВЗЭТ - стимулирование водителей за экономию топлива, СПТММА - соответствие применяемых топлив и масел модели автомобиля, СУИНТ - система учета и нормирования расхода топлива, ТСТС - техническое состояние ТС, ТССО - техническое состояние системы охлаждения, ТССП - техническое состояние системы питания, ТССЗ - техническое состояние системы зажигания, ТСЦПГ - техническое состояние цилиндропоршневой группы, ТСГМ - техническое состояние газораспределительного механизма, ТСАШ - техническое состояние автомобильных шин, ТСАТ - техническое состояние агрегатов трансмиссии, ТСУК - техническое состояние управляемых колес, ФК - фактор качества, КТОТР - качество ТО и ТР, КТ - качество топлива, РРО - режим работы основного двигателя, СР - скоростной режим работы, НР - нагрузочный режим работы ДВС, ВРМН - время работы при максимальных нагрузках, СД - скорость движения, ОДО - обороты основного двигателя, КС - коэффициент сопротивления движению, СВ - сопротивление воздуха, СРНО - сопротивление работы навесного оборудования, ЧВЩ - частота вращения щетки, СПЩ - сила прижатия щетки, ККВ - квалификация и классность водителя, ПКУ - природно-климатические условия, ТВ - температура воздуха, ПС - плотность снега, КО - количество осадков, КУЭ - категория условий эксплуатации, ВСП - высота снежного покрова

К группе управляемых факторов, влияющих на расход топлива основным двигателем, относятся организационно-технологические (ОТФ), технического состояния транспортного средства (ТСТС) и качества (ФК). В свою очередь организационно-технологические факторы (ОТФ) складываются из факторов стимулирования водителей за экономию топлива (СВЗЭТ), соответствия применяемых топлив и масел модели автомобиля (СПТММА), системы учета и нормирования топлива (СУИНТ). Фактор технического состояния транспортного средства (ТСТС) включает в себя факторы технического состояния системы охлаждения (ТССО), системы питания, системы зажигания (ТССЗ), цилиндропоршневой группы (ТСЦПГ), газораспределительного механизма (ТСГМ), автомобильных шин (ТСАШ), агрегатов трансмиссии (ТСАТ), управляемых колес (ТСУК). Фактор качества (ФК), рассмотренный в схеме формирования расхода топлива основного и дополнительного двигателей, складывается из качества технического обслуживания и ремонта (КТОТР) и качества топлива (КТ).

В качестве частично-управляемых факторов был рассмотрен лишь фактор режима работы основного двигателя (РРО). Режим работы складывается из скоростного режима работы (СР), измеряемого скоростью движения автомобиля (СД) и нагрузочного режима (НР), измеряемого частотой вращения коленчатого вала двигателя (ОДО), и времени работы при максимальной нагрузке (ВРМН). В процессе движения автомобиль подвергается воздействию сил сопротивления (КС), а именно силы сопротивления воздуха (СВ) и силы сопротивления, вызванной работой навесного оборудования (СРНО). В данном случае в качестве показателей работы навесного оборудования рассмотрены частота вращения щетки (ЧВЩ) и сила прижатия щетки (СПЩ). Выбор параметров режима работы оборудования обусловлен квалификацией и классностью водителя (ККВ), а также природно-климатическими условиями эксплуатации (ПКУ), среди которых количество осадков (КО), высота снежного покрова (ВСП), плотность снега (ПС) и температура воздуха (ТВ).

К учитываемым факторам, влияющим на расход топлива основным (РТОД) и дополнительным (РТДД) двигателями отнесены фактор категория условий эксплуатации (КУЭ) и природно-климатические условия (ПКУ). В данном случае из группы природно-климатических условий (ПКУ) учтена лишь температура окружающего воздуха (ТВ).

Структура системы формирования расхода топлива дополнительным двигателем во многом схожа, но есть и ряд отличий. Ниже приведены факторы, которые были учтены при формировании схемы формирования расхода топлива дополнительным двигателем (РТДД).

Работа по очистке аэродрома выполняется службой спецтранспорта под руководством сотрудника аэродромной службы, вследствие чего был добавлен фактор выполнения распоряжений инженера аэродромной службы (ВРИАС) в организационно-технологические факторы (ОТФ).

Также стоит заметить, что в отличие от технического состояния транспортного средства (ТТС), в категории управляемые факторы рассмотрен фактор техническое состояние ДВС (ТСДВС). Дополнительный двигатель на специальном автомобиле представляет собой агрегат, по мощности не уступающий основному двигателю. Основная работа приходится именно на дополнительный двигатель, соответственно техническое состояние ДВС имеет существенное значение. Под ТСДВС следует понимать техническое состояние системы охлаждения (ТССО), системы питания, системы зажигания (ТССЗ), цилиндропоршневой группы (ТСЦПГ), газораспределительного механизма (ТСГМ).

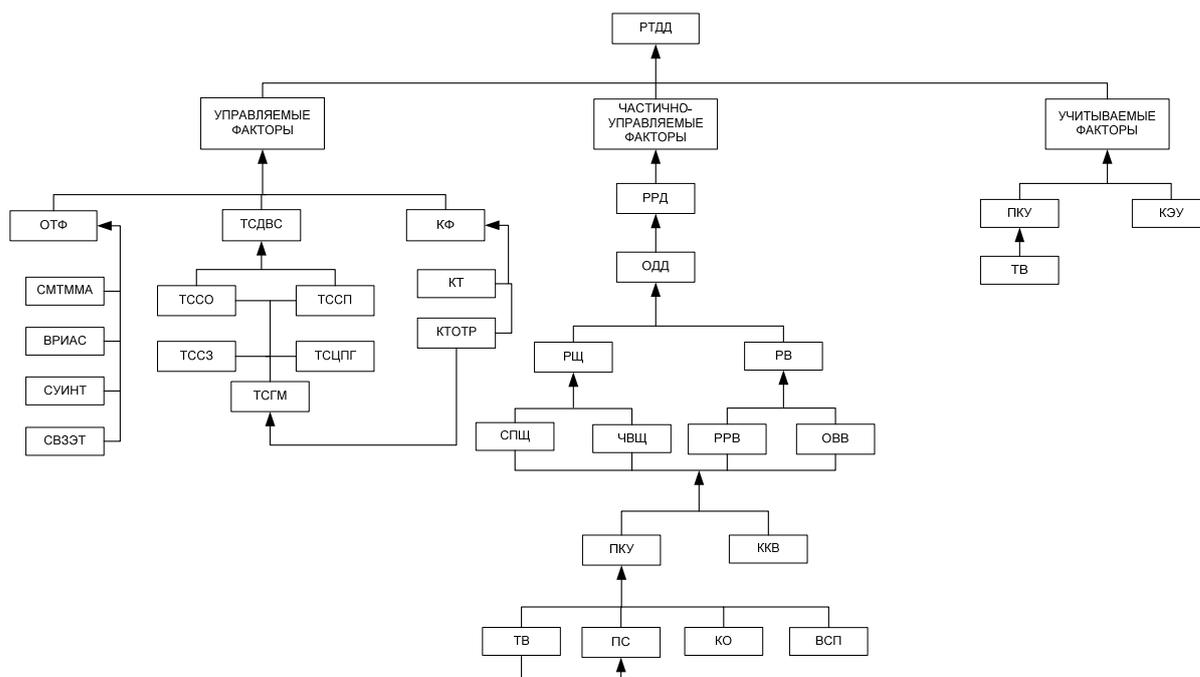


Рис. 3. Схема системы формирования расхода топлива дополнительным двигателем:

РТДД - расход топлива дополнительного двигателя, ОТФ - организационно-технологические факторы, СМТММА - соответствие применяемых топлива и масел модели автомобиля, ВРИАС - выполнение распоряжений инженера аэродромной службы, СУИНТ - система учета и нормирования расхода топлива, СВЗЭТ - стимулирование водителей за экономию топлива, ТСДВС - техническое состояние ДВС, ТССО - техническое состояние системы охлаждения, ТССП - техническое состояние системы питания, ТССЗ - техническое состояние системы зажигания, ТСЦПГ - техническое состояние цилиндропоршневой группы, ТСГМ - техническое состояние газораспределительного механизма, ФК - фактор качества, КТ - качество топлива, КТОТР - качество ТО и ТР, РДД - режим работы дополнительного двигателя, ОДД - обороты



дополнительного двигателя, РЩ - работа щетки, РВ- работа продувочного устройства, СПЩ - сила прижатия щетки, ЧВЩ - частота вращения щетки, РРВ - режим работы продувочного устройства, ОБВ - объем выдуваемого воздуха, ПКУ - природно-климатические условия, ТВ - температура воздуха, ПС - плотность снега, КО - количество осадков, ККВ - квалификация и классность водителя, КУЭ - категория условий эксплуатации, ВСП - высота снежного покрова

К частично-управляемым факторам был отнесен режим работы дополнительного двигателя (РРД), изменяющийся от частоты вращения коленчатого вала дополнительного двигателя (ОДД).

Основной задачей снегоочистительных автомобилей является очистка перрона, рулежных дорожек и взлетно-посадочных полос, соответственно работа навесного оборудования оказывает существенное влияние на расход топлива. Навесное оборудование представляет собой подметательный агрегат со снегоочистительной щеткой и продувочное устройство. Вследствие чего, в схеме были отображены такие факторы как работа щетки (РЩ), зависящая от силы прижатия щетки к очищаемой поверхности (СПЩ) и частоты вращения щетки (ЧВЩ). При работе продувочного устройства основными показателями производительности являются выбранный режим работы продувочного устройства (РРВ) и объем выдуваемого воздуха (ОБВ). Параметры работы оборудования выбираются водителем транспортного средства (ККВ) в зависимости от природно-климатических условий (ПКУ), а именно температуры воздуха (ТВ), плотности снега (ПС), высоты снежного покрова (ВСП) и количества осадков (КО).

Для дальнейшего ведения работы по изучению принципов формирования расхода топлива было принято решение вышеуказанные системы локализовать. Отбор факторов был произведен в три этапа.

В начале на основе анализа выполненных исследований был произведен отбор факторов, влияние или отсутствие влияния которых ранее доказано. Далее факторы были рассмотрены на предмет их взаимной

корреляции, оставлены только первичные. Частично использовано априорное ранжирование на промежуточном этапе. Какие-то факторы укрупнены в группы. Используются также формальные методы оценки значимости факторов, это t-статистика Стьюдента для проверки статистических гипотез. Кроме того, в модель введены некоторые ограничения.

Факторами, оказывающими существенное влияние на расход топлива, являются расход топлива основного (РТОД) и дополнительного (РТДД) двигателей.

В процессе эксплуатации на транспортное средство влияет множество факторов. Среди которых можно выделить факторы режима работы основного и дополнительного двигателей (РРО, РРД). Как следствие необходимо было учесть скоростной режим работы (СР) и нагрузочный режим работы основного двигателя (НР). Не стоит исключать факторы, влияющие на режим работы, такие как скорость движения (СД), обороты основного двигателя (ОДО). Важную роль при формировании расхода топлива играет коэффициент сопротивления движению (КС), изменяемый показателями работы навесного оборудования (СРНО). К данным показателям относятся частота вращения щетки (ЧВЩ) и сила прижатия щетки (СПЩ), зависящие от природно-климатических условий (ПКУ), таких как количество осадков (КО), высота снежного покрова (ВСП), плотность снега (ПС) и температура воздуха (ТВ), и фактора квалификация и классность водителя (ККВ).

На режим работы дополнительно двигателя (РРД) главным образом влияют параметры работы щетки (РЩ) и продувочного устройства (РВ), характеризующиеся показателями сила прижатия щетки (СПЩ), частота вращения щетки (ЧВЩ), режим работы продувочного устройства (РРВ) и объем выдуваемого воздуха (ОВВ). Параметры работы выбираются в зависимости от природно-климатических условия (ПКУ), а именно

температуры воздуха (ТВ), плотности снега (ПС), количества осадков (КО), и квалификации и классности водителя (ККВ).

Из категории учитываемые факторы был выбран как основной фактор температура воздуха (ТВ), относящийся к природно-климатическим условиям (ПКУ).

На сегодняшний день на предприятиях спецтранспорта не проводятся мероприятия по стимулированию водителей за экономию топлива (СТЗЭТ), хотя этот фактор и играет существенное значение в снижении расхода топлива, он не будет учтен в дальнейшей работе.

Наличие нормативных документов, регулирующих деятельность производственно-диспетчерской службы предприятия в части нормирования и списания горюче-смазочных материалов, позволило не рассматривать фактор системы учета и нормирования расхода топлива (СУИНТ).

Влияние фактора выполнения распоряжений инженера аэродромной службы (ВРИАС) сводится, как правило, к изменению параметров работы щетки (РЩ) и работы продувочного устройства (РВ). Поскольку данные факторы уже учтены при составлении системы, фактором выполнение распоряжений инженера аэродромной службы (ВРИАС) можно пренебречь.

Техническое состояние транспортного средства (ТСТС), равно как и техническое состояние ДВС, складываемое из показателей технического состояния узлов и агрегатов автомобиля (ТССО, ТССЗ, ТССП, ТСГМ, ТСЦПГ, ТСАЩ, ТСАТ, ТСУК) зависит от качества технического обслуживания и ремонта (КТОТР) и частично от качества топлива (КТ). Качество технического обслуживания и ремонта автомобиля (КТОТР) определяется профессиональным уровнем работников станции технического обслуживания. Службы спецтранспорта в основном проводят самостоятельное обслуживание и ремонт техники на собственных станциях технического обслуживания и ремонта, а уровень квалификации сотрудников

подтвержден сертифицированными центрами и заводом-изготовителем, а топливо, используемое для транспортных средств проходит постоянный контроль качества в лаборатории компании - поставщика горюче - смазочных материалов. В связи с вышеизложенным было принято решение не рассматривать в дальнейшей работе факторы техническое состояние транспортных средств (ТСТС), техническое состояние ДВС (ТСДВС), качества технического обслуживания и ремонта (КТОТР), качество топлива (КТ) и как следствие соответствие применяемых топлива и масел модели автомобиля (СПТММА).

Снегоочистительные автомобили выполняют весь объем работ, не покидая территорию аэродрома, соответственно, ввиду постоянства дорожных условий, фактор категории условий эксплуатации (КУЭ) не рассматривался при составлении локализованной системы.

Показатель квалификации и классности водителя (ККВ) влияет не только на расход топлива, но и на техническое состояние транспортного средства в целом, способствует сохранению узлов и агрегатов автомобиля в надлежащем состоянии на большой промежуток времени. Было выявлено, что средний возраст и стаж работы, соответственно, и уровень мастерства водителей службы находится на примерно одинаковом уровне, вследствие чего было принято решение пренебречь показателем квалификация и классности водителя (ККВ).

Таким образом, при локализации системы формирования расхода топлива было рассмотрено влияние следующих факторов:

- а) на расход топлива основного двигателя (РТОД):
 - природно-климатические условия (ПКУ), в том числе температура воздуха (ТВ), плотность снега (ПС), количество осадков (КО), высота снежного покрова (ВСП);

- режим работы основного двигателя (РРО), в том числе скоростной режим работы (СР), нагрузочный режим работы ДВС (НР), скорость движения (СД), обороты основного двигателя (ОДО), коэффициент сопротивления движению (КС), сопротивление, вызванное работой навесного оборудования (СРНО), частота вращения щетки (ЧВЩ), сила прижатия щетки (СПЩ);

б) на расход топлива дополнительного двигателя (РТДД):

- режим работы дополнительного двигателя (РРД), в том числе обороты дополнительного двигателя (ОДД), работа щетки (РЩ), работа продувочного устройства (РВ), сила прижатия щетки (СПЩ), частота вращения щетки (ЧВЩ), режим работы продувочного устройства (РРВ), объем выдуваемого воздуха (ОВВ), природно-климатические условия (ПКУ), плотность снега (ПС), высота снежного покрова (ВСП), температура воздуха (ТВ).

В итоге локализованная система формирования расхода топлива специальных автомобилей имеет вид, представленный на рис. 4.

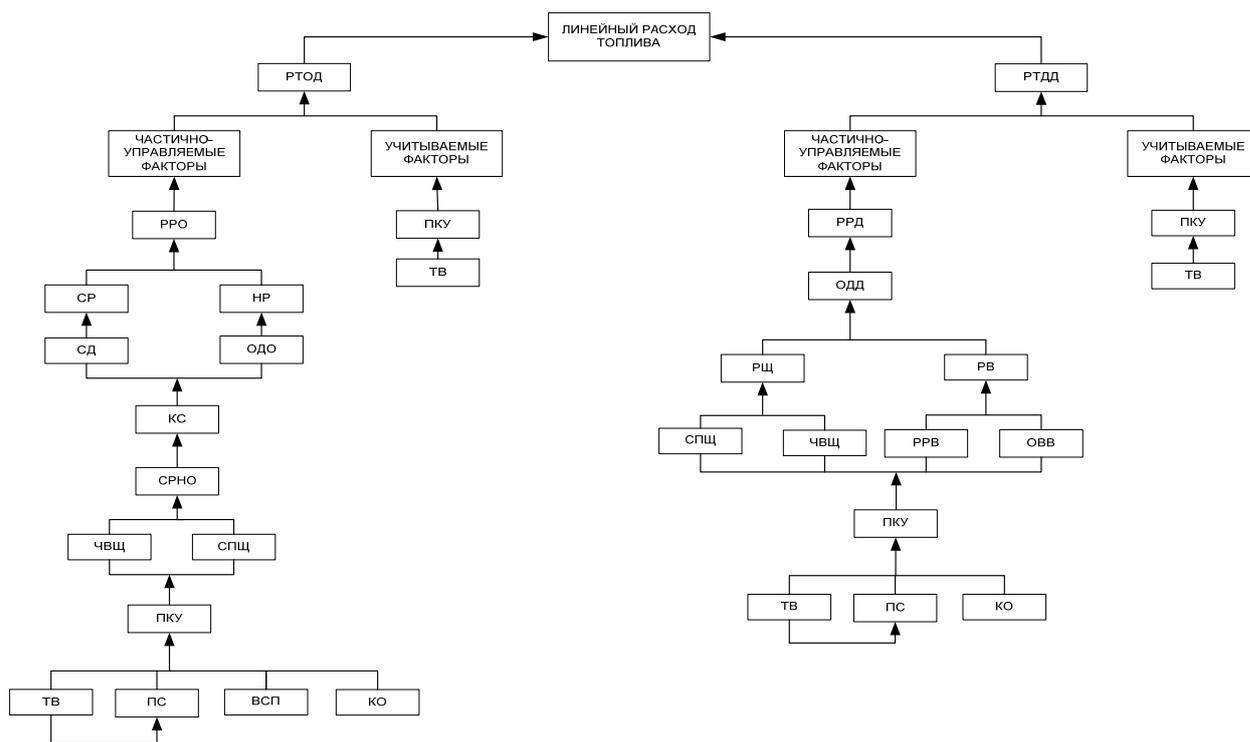


Рис. 4. Схема взаимодействия элементов изучаемой системы:

РТОД - расход топлива основного двигателя, РРО - режим работы основного двигателя, СР - скоростной режим работы, НР - нагрузочный режим работы, СД - скорость движения, ОДО - обороты основного двигателя, КС - коэффициент сопротивления движению, СРНО - сопротивление, вызванное работой навесного оборудования, ЧВЩ - частота вращения щетки, СПЩ - сила прижатия щетки, ПКУ - природно-климатические условия, ТВ - температура воздуха, ПС - плотность снега, КО - количество осадков, ВСП - высота снежного покрова, РТДД - расход топлива дополнительного двигателя, РДД - режим работы дополнительного двигателя, ОДД - обороты дополнительного двигателя, РЩ - работа щетки, РВ - работа продувочного устройства, РРВ - режим работы воздухоудовки, ОВВ - объем выдуваемого воздуха

В результате проведенной работы была получена схема локализованной системы формирования расхода топлива, учитывающая основные факторы, влияющие на расход топлива специального автомобиля в процессе эксплуатации.

Литература

1. Нормы расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте. Методические рекомендации. - М.: Кнорус, 2011. - 160 с.



2. Захаров, Н.С. Влияние сезонной вариации факторов на интенсивность расходования ресурсов при эксплуатации транспортно-технологических машин // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ, 2006. – № 1. – С. 75-79.

3. Захаров, Н.С. Проблемы обеспечения работоспособности автомобилей в условиях Западной Сибири // Вестник Иркутского государственного технического университета, 2008. – Т. 33. – № 1. – С. 76-77.

4. Захаров, Н.С. Структура системы при моделировании расхода запасных частей для транспортно-технологических машин в нефтегазодобыче / Н.С. Захаров, О.А. Новоселов, Р.А. Зиганшин, А.Н. Макарова // Научно-технический вестник Поволжья, 2014. № 5. – С. 193-195.

5. Захаров, Н.С. Целевая функция при управлении снабжением запасными частями для транспортно-технологических машин в нефтегазодобыче // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – № 4. – С. 108-110.

6. Новоселов, О.А. Закономерности формирования расхода запасных частей для транспортно-технологических машин // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – № 6. – С. 288–290.

7. Резник, Л.Г. Корректирование норм пробега шин // Автомобильный транспорт. – 1988. – № 11. – С. 29-31.

8. Мерданов, Ш.М. Применение аналогово-цифрового преобразователя при оценке теплового состояния элементов гидропривода / Ш.М. Мерданов, В.В. Конев, С.П. Пирогов // Инженерный вестник Дона, 2014, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2420/.

9. Пермяков, В.Н. Моделирование закономерностей распределения наработок на отказ бульдозеров при строительстве оснований для нефтегазовых объектов // Инженерный вестник Дона, 2014, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2435/.

10. Curtis, E.W. Cold start fuel preheat system for internal combustion engine / E.W. Curtis // Ford Global Technologies Inc. 2001, №3. – pp. 56-57.

11. Juhani, L. The effect of nordic climate on automotive emissions / L. Juhani // Tribo-logia. 1998, №3-4. – pp. 28-39.

12. Konev, V. Thermal preparation of the trailbuilder fluid drive / V. Konev, Sh. Merdanov, M. Karnaukhov & D. Borodin // Energy Production and Management in the 21st Century – The Quest for Sustainable Energy. – Southampton. WIT Press. – 2014. – Vol. 1. – pp. 697-706.

References

1. Normy rashoda topliva i smazochnyh materialov na avtomobil'nom transporte. Metodicheskie rekomendacii. M. Knorus, 2011. 160 p.

2. N.S. Zaharov, G.V. Abakumov, A.V. Voznesenskij, L.V. Bachinin, A.N. Rakitin Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Neft' i gaz. 2006. № 1. pp. 75-79.

3. N.S. Zaharov, G.V. Abakumov, S.Ju. Kichigin, E.S. Shevelev Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. 2008. T. 33. № 1. pp. 76-77.

4. N.S. Zaharov, O.A. Novoselov, R.A. Ziganshin, A.N. Makarova Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzh'ja. 2014. № 5. pp. 193-195.

5. N.S. Zaharov, O.A. Novoselov, R.A. Ziganshin, A.N. Makarova Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzh'ja. 2014. № 4. pp. 108-110.

6. O.A. Novoselov, R.A. Ziganshin, A.N. Makarova Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzh'ja. 2014. № 6. pp. 288–290.

7. L.G. Reznik, N.S. Zaharov Avtomobil'nyj transport. 1988. № 11. pp. 29-31.

8. Sh.M. Merdanov, V.V. Konev, S.P. Pirogov Inženernyj vestnik Dona (Rus). 2014. №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2420/.

9. V.N. Permjakov, O.A. Novoselov, A.N. Makarova Inženernyj vestnik Dona (Rus). 2014. №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2435/.



10. E.W. Curtis Ford Global Technologies Inc. 2001. №3. pp. 56-57.
11. L. Juhani Tribo-logia. 1998. №3-4. pp. 28-39.
12. V. Konev, Sh. Merdanov, M. Karnaukhov, D. Borodin WIT Press. 2014. Vol. 1. pp. 697-706.