

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ РАСХОДА  
ТОПЛИВА И МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТА

Лабораторный практикум  
для студентов специальностей 1-37 01 06  
«Техническая эксплуатация автомобилей (по направлениям)»,  
1-37 01 07 «Автосервис»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию  
в области транспорта*

Минск  
БНТУ  
2019

УДК 629.3–6+629.3.086(076.5)(075.8)

ББК 39.33-я7

С56

С о с т а в и т е л и:

*В.С. Ивашко, А.С. Гурский, А.Н. Мальцев*

Р е ц е н з е н т ы:

канд. техн. наук, доцент, ученый секретарь Белорусского  
научно-исследовательского института транспорта «Транстехника»

*С.Б. Соболевский;*

д-р техн. наук, заведующий кафедрой «Автомобили» БНТУ

*Ю.Д. Карпиевич*

**С56** **Современные** технологии контроля расхода топлива и мониторинга транспорта : лабораторный практикум для студентов специальностей 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей (по направлениям)», 1-37 01 07 «Автосервис» / сост.: В. С. Ивашко, А. С. Гурский, А. Н. Мальцев. – Минск: БНТУ, 2019. – 52 с.

ISBN 978-985-583-020-8.

Лабораторный практикум состоит из трех лабораторных работ, в которых рассматриваются современные методы контроля расхода топлива; устройство, принцип работы, характеристики датчиков уровня топлива в топливных баках; принципы работы систем дистанционного контроля и спутникового GPS/ГЛОНАСС мониторинга транспорта, а также исследований режимов работы АТС и формирования отчетов о работе АТС и автопарка.

Практикум адресован студентам специальностей 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей», 1-37 01 07 «Автосервис»; он необходим для проведения лабораторных работ по дисциплинам «Интеллектуальные системы управления автомобилем» и «Электронные системы управления автомобилем».

УДК 629.3–6+629.3.086(076.5)(075.8)

ББК 39.33-я7

ISBN 978-985-583-020-8

© Белорусский национальный  
технический университет, 2019

## Лабораторная работа № 1

### УЧЕБНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ КОМПЛЕКС-ТРЕНАЖЕР: «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ РАСХОДА ТОПЛИВА И СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТА»

**Цель работы:** изучить учебный исследовательский комплекс-тренажер: «Современные технологии контроля расхода топлива и спутникового мониторинга транспорта»; принцип работы метода дистанционного контроля расхода топлива и спутникового мониторинга транспорта (СМТ); состав необходимого оборудования рабочего места «диспетчер/администратор АТП»; сервисное программное обеспечение (ПО) оперативного (On-line) мониторинга транспорта.

**Организация рабочего места:** техническая документация; учебный исследовательский комплекс-тренажер «Современные технологии контроля расхода топлива и спутникового мониторинга транспорта»; сервисное ПО оперативного мониторинга транспорта ORF-monitor, учебное рабочее место «диспетчер/администратор АТП»; демонстрационные объекты СМТ (виртуальный учебный автопарк, состоящий из нескольких реальных объектов, оснащенных СМТ, подключенных к реальному серверу телематических услуг).

#### Общие сведения

Применение современных технологий контроля и мониторинга транспорта для обеспечения и повышения эффективности работы предприятий является одной из актуальнейших задач в подготовке инженеров по многим специальностям. Особенно это важно при подготовке инженеров по таким специальностям, как «Техническая эксплуатация автомобилей», «Информационные технологии на транспорте», «Организация перевозок и безопасность движения», «Экономика и логистика на транспорте».

Энергонасыщенная автотракторная техника, электроника, Интернет, современные средства коммуникации – важнейшая часть научно-технического прогресса в народном хозяйстве и современном производстве.

В то же время при эксплуатации АТС основные затраты связаны с расходами на топливо, смазочные материалы, ТО и ремонт. Важно также учитывать потери, связанные с простоями, неоптимальной загрузкой и прочими отрицательными факторами.

Главное внимание уделяется изучению структуры и принципа работы современных технических средств после рейсового и дистанционного контроля, применению для этих целей спутниковых технологий GPS-ГЛОНАСС мониторинга транспорта, настройке параметров датчиков и их конструктивному исполнению.

Комплекс предназначен для студентов, магистрантов и аспирантов в ходе проведения ими учебно-исследовательских работ по разработке, применению и совершенствованию современных технологий контроля расхода топлива и спутникового мониторинга транспорта; для функциональной демонстрации и проведения лабораторных работ по изучению принципов работы и особенностей применения устройств и систем контроля расхода топлива (СКРТ) и спутникового мониторинга транспорта (СМТ) для коммерческих автомобилей, строительной-дорожной, сельскохозяйственной и другие техники. Кроме этого, учебно-исследовательский комплекс может быть использован для ускоренной подготовки и переподготовки диспетчеров АТП и других специалистов предприятий, работа которых связана с учетом расхода топлива, обеспечением перевозок и мониторинга транспорта.

**Комплекс** включает в себя 4 основных функционально связанных модуля (части):

1) стенд-тренажер, оснащенный реальными компонентами современных систем контроля расхода топлива (СКРТ) и спутникового мониторинга транспорта (СМТ), то есть реальными датчиками уровня топлива в топливных баках, датчиками температуры, осевой нагрузки, расходомером топлива, терминалами приема/передачи спутниковых систем GPS/ГЛОНАСС и отображения информации;

2) сервисный комплект с необходимым программным обеспечением (ПО) для формирования паспорта автотранспортного средства (АТС), настройки и контрольной проверки компонентов СКРТ и СМТ;

3) виртуальный учебный «Автопарк», сформированный на реальном сервере телематических услуг с необходимым пользовательским ПО, к которому, кроме учебно-исследовательского стенда-тренажера, подключены реальные объекты – реальные АТС, осна-

щенные аналогичным оборудованием СМТ и работающие в реальных условиях эксплуатации;

4) рабочее место диспетчера/администратора АТП, подключенного через сеть Интернет к серверу телематических услуг.

**Стенд-тренажер** (рис. 1.1) состоит из закрепленного на крышке стола основания 1, на котором крепятся опорная ось 2 подвижного профиля 3 ТС (совпадающая с осью заднего колеса ТС) и датчик 4 осевой нагрузки. Подвижный профиль 3 ТС крепится с возможностью колебательных движений относительно опорной оси 2. Датчик 4 через рычаг 5 и систему тяг 6 связан с подвижным профилем 3. На подвижном профиле 3 крепятся мерный бачок 7 и сливной 8 с установленными датчиками уровня 9 и 10 жидкости, имитирующей топливо. Мерный и сливной бачки снабжены насосами 11 и 12, которые соединены гибкими трубками 13, 14 и 15 с закрепленным на подвижном профиле 3 расходомером 16.

На основании 1 также установлены датчик 17 температуры, датчик 18 положения двери, датчик 19 включения отбора мощности, CAN-монитор 20, терминал 21 с приемопередающими антеннами GPS/ГЛОНАСС и GSM (поз. 22 и 23), выключатель 24 АКБ, замок зажигания 25, рукоятка 26 регулятора нагрузки, тревожная кнопка 27, телематическая шина S6 28, диагностический разъем 29, выключатели 30, 31 и 32 насосов расхода и имитации «Слива/Заправки» топлива и клеммы 33 для подключения внешнего источника питания 34.

Телематическая шина S6 28 представляет собой цифровой интерфейс с таймером и системой кабелей и разветвителей для обеспечения электрического питания и передачи телематических сообщений между датчиками, расходомером, CAN-монитором и терминалом GPS/ГЛОНАСС, а также через диагностический разъем 29 – с сервисным комплектом 35 и другим контрольно-диагностическим оборудованием.

Терминал 21 GPS/ГЛОНАСС подключен через сеть GSM-оператора к серверу телематических услуг и через Интернет к рабочему месту «Диспетчер/Администратор АТП».

Работает стенд-тренажер следующим образом.

При нажатии выключателя 24 и выключателя замка зажигания 25 питание подается на все устройства стенда, включая терминал 21 GPS/ГЛОНАСС.

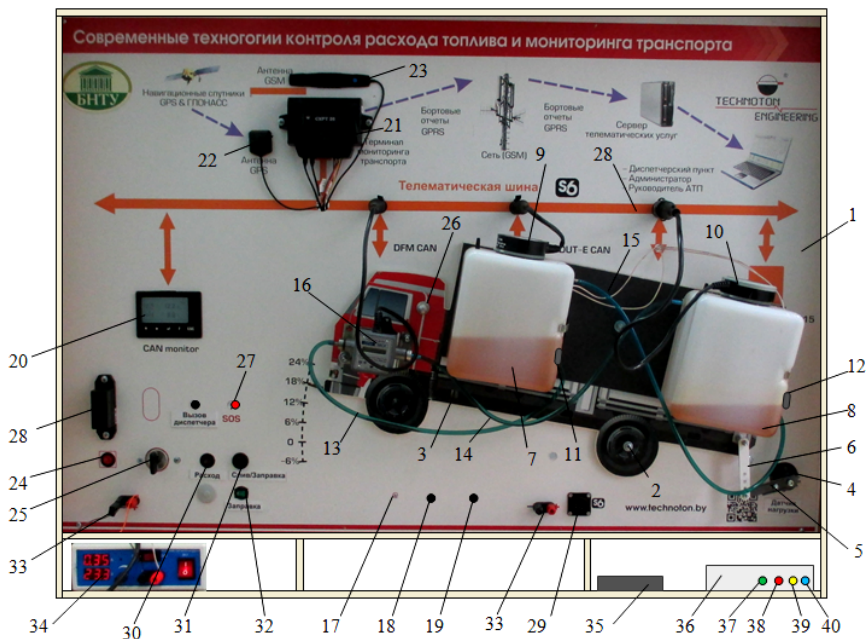


Рис. 1.1. Компоненты и органы управления стенда-тренажера:

1 – основание; 2 – ось опорная подвижного профиля ТС; 3 – подвижный профиль ТС; 4 – датчик осевой нагрузки; 5 – рычаг датчика; 6 – система тяг; 7 – мерный бачок; 8 – сливной бачок; 9 и 10 – датчики DUT E-CAN уровня топлива; 11 и 12 – электронасосы мерного и сливного бачков; 13, 14 и 15 – гибкие трубопроводы; 16 – расходомер DFM 100A-CAN; 17 – датчик температуры; 18 – датчик двери; 19 – датчик включения отбора мощности; 20 – CAN-монитор; 21 – терминал GPS/ГЛОНАСС; 22 – антенна GPS/ГЛОНАСС; 23 – антенна GSM; 24 – выключатель АКБ; 25 – замок зажигания; 26 – рукоятка регулятора нагрузки и фиксации подвижного профиля 5 при имитации работы ТС на уклонах дорог от  $-6\%$  до  $+24\%$ ; 27 – тревожная кнопка; 28 – телематическая шина S6; 29 – диагностический разъем; 30, 31 и 32 – выключатели насосов расхода и имитации и слива/заправки топлива; 33 – клеммы для подключения внешнего источника питания; 34 – внешний источник питания; 35 – сервисный комплект SK; 36 – сборщик-анализатор сигналов и приема/передачи сообщений; 37 – сигнализатор наличия питания (светодиод зеленый); 38 – сигнализатор включенного зажигания (светодиод красный); 39 – контроль приема сигналов спутников GPS/ГЛОНАСС (светодиод желтый); 40 – контроль модема GSM и передачи данных на сервер телематических услуг (светодиод синий)

Выключателями 30, 31 и 32 производится выбор схемы включения соответствующих насосов расхода и/или Слива/Заправки топлива. Перемещением подвижного профиля 3 относительно опорной оси 2 обеспечивается изменение осевой нагрузки и соответственно подачи топлива проходящего через расходомер 18 в зависимости от углового положения подвижного профиля 3 и рычага 5 датчика 4 осевой нагрузки.

При перемещении или колебаниях подвижного профиля 3 относительно опорной оси 2 обеспечивается имитация движения ТС на уклоне или по пересеченной местности и динамическое изменение осевой нагрузки при одновременном колебании «топлива» бачках 7 и 8.

Установка и фиксация подвижного профиля 3 при имитации работы ТС на уклонах дорог от  $-6\%$  до  $+24\%$  с соответствующим изменением осевой нагрузки и расхода топлива производится с использованием рукоятки 26.

Информация об изменении контролируемых параметров (всего более 100) передается через терминал 21 GPS/ГЛОНАСС и сеть оператора GSM на телематический сервер ORF-monitor 4, где заносится в базу данных специально созданного для учебных целей виртуального «Автопарка» клиента, накапливается, обрабатывается и хранится. Часть оперативной (необходимой водителю) информации отображается в режиме реального времени на дисплее CAN-монитора 20.

**Сервисный комплект** представляет собой набор, состоящий из универсального адаптера для обмена данными, специальных кабелей для подключения адаптера к ПК, диагностическому разъему и отдельным компонентам стенда-тренажера и специального ПО на компакт-дисках, которое устанавливается на ПК для формирования электронного паспорта АТС, настройки и контрольной проверки компонентов СКРТ и СМТ. Компоненты, входящие в состав сервисного комплекта, показаны на рис. 1.2.

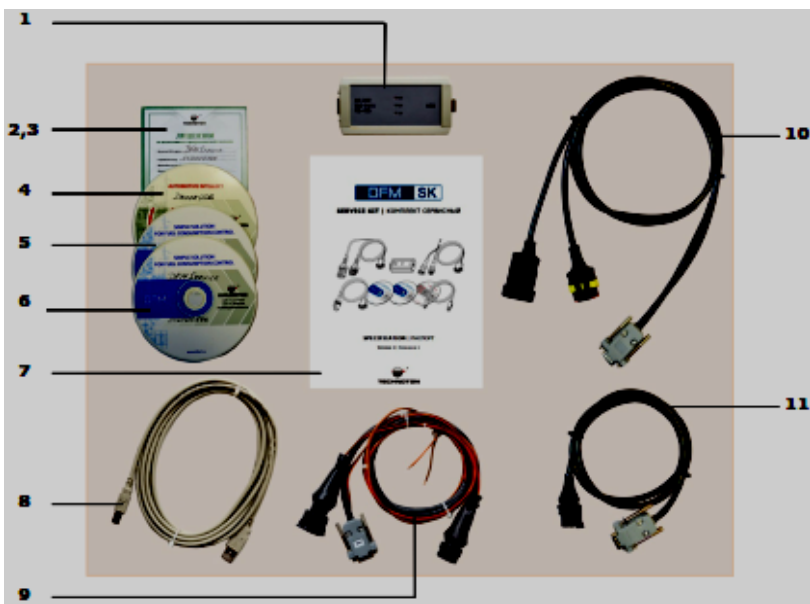


Рис. 1.2. Состав сервисного комплекта:

- 1 – универсальный адаптер; 2 и 3 – карточки лицензии на использование ПО;  
 4, 5 и 6 – компакт-диски с сервисным ПО; 7 – паспорт сервисного комплекта;  
 8, 9, 10 и 11 – кабели для подключения адаптера к USB разъему ПК,  
 диагностическому разъему стенда и отдельным компонентам СКРТ и СМТ

**Сервис оперативного мониторинга транспорта (СОМТ).** На практике используется несколько десятков вариантов сервисного ПО и сервиса оперативного мониторинга транспорта (СОМТ) или так называемого On-line контроля режимов его работы – БелТрансспутник, М2М-телематик, Wialon, ORF-monitor и т. д. Но все они имеют практически одно и то же назначение и используют одни и те же физические принципы работы. Отличие заключается в основном в виде используемого сервера телематических услуг (коллективного пользования или корпоративный) и форм отображения представляемой потребителю информации.

СОМТ предназначен для приема по каналам сети Интернет бортовых отчетов транспортных средств (ТС), их обработки и отображения оперативных данных – текущего положения и параметров эксплуатации ТС или группы ТС на фоне карты местности.



Практически в каждом СОМТ имеется также функция подготовки и распечатки аналитических отчетов, таблиц и графиков для обеспечения Off-line контроля режимов работы ТС. Для подключения ТС к сервису оно должно быть оборудовано терминалом GPS/ГЛОНАСС, поддерживаемым сервисом.

Терминал предназначен для измерения сигналов штатных и дополнительных датчиков; приема координатных данных с навигационных спутников с привязкой к текущему времени; получения данных с CAN шины; формирования бортовых отчетов и передачи их в точку доступа.

СОМТ принимает бортовые отчеты и оперативные данные от точек доступа GPRS и SMS, сохраняет их в базе данных конкретного объекта на Сервере телематических услуг, по парольному запросу обрабатывает и передает диспетчеру/администратору автопарка или зарегистрированному пользователю.

Ниже приведено описание принципа работы СОМТ на примере одного из типовых и универсальных сервисов, используемых различными организациями и потребителями на практике, – сервиса ORF-monitor. Упрощенная схема работы СОМТ представлена на рис. 1.3.

Учетная организационная единица на сервисе ORF-monitor – автопарк. Для каждого автопарка может быть создан один пользователь с расширенными правами – администратор автопарка и неограниченное количество пользователей с обычным набором прав – менеджеры автопарка.

Функционал сервиса, предоставляемый менеджеру автопарка:

- мониторинг одиночного транспортного средства;
- создание/редактирование/удаление групп ТС;
- мониторинг группы ТС;
- создавать/редактировать/удалять геозоны;
- осуществлять мониторинг геозон;
- просматривать аналитические отчеты по одному ТС и группе ТС.

Кроме этого, администратор автопарка может:

- регистрировать автопарк на Сервере телематических услуг;
- регистрировать/редактировать/удалять ТС в базе данных сервера;
- создавать/редактировать/удалять менеджеров автопарка;
- устанавливать права доступа менеджеров к ТС.

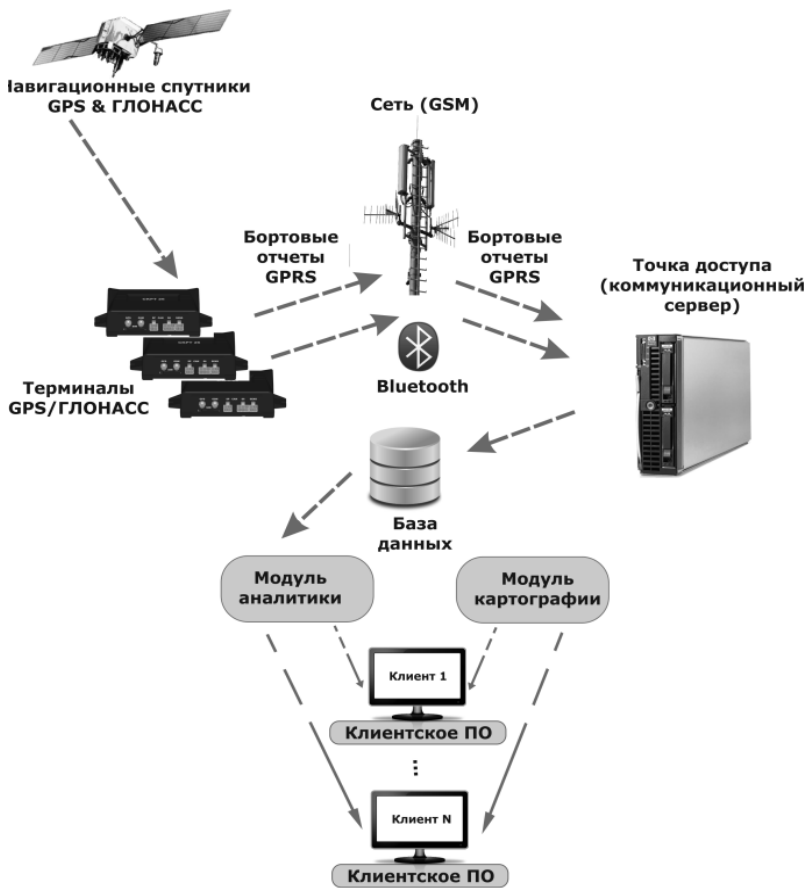


Рис. 1.3. Упрощенная схема работы COMT

Для входа на сервис ORF-monitor необходимо иметь подключенный к Интернет ПК с ОС Windows и установленный на ПК современный Web-браузер.

Список основных поддерживаемых браузеров:

Mozilla Firefox + (Windows);

Google Chrome + (Windows);

Internet Explorer + (Windows).

Внешний вид главной страницы сервиса ORF-MONITOR представлен на рис. 1.4.

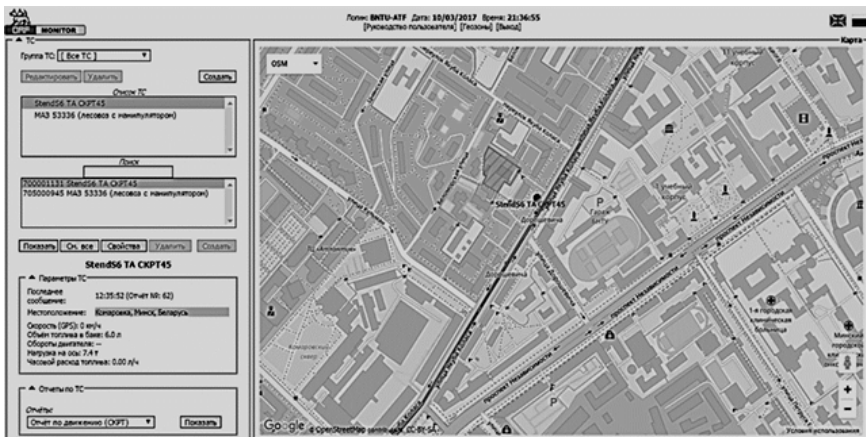


Рис. 1.4. Внешний вид главной страницы сервиса ORF-MONITOR

В верхней части находится зона меню, где можно выбрать язык, на котором удобнее просматривать информацию. На данный момент поддерживаются английский, немецкий и русский языки. Также в ней отображается логин, под которым вошли на сервис, текущее время подключенного сервера телематических услуг и ссылки:

«Руководство пользователя» – ссылка на электронную версию данного документа;

«Геозоны» – переход к окну «Геозоны» (дополнительную информацию можно посмотреть в разделе «Работа с геозонами»);

«Выход» – кнопка для отключения пользователя от сервиса.

Слева – зона информации и управления.

Она содержит следующие панели:

ТС – панель отображает список ТС и объектов зарегистрированного автопарка, предоставляет элементы управления группами ТС (в данном случае зарегистрированного учебного автопарка), отображает данные из последнего сообщения ТС, объекта;

автопарк – панель предназначена для просмотра состояния автопарка (баланса, количества пользователей и ТС, объектов принадлежащих автопарку, об администраторе автопарка);

список геозон – панель позволяет управлять отображением геозон пользователя на карте.

«Настройки мониторинга» – панель позволяет управлять отображением ТС на карте.

Справа – карта. Для отображения карт используется система отображения электронных карт «*Google Maps*». В данном случае в распоряжении пользователя есть спутниковые карты системы Google Maps и другие в трех видах: обыкновенная карта, вид со спутника и смешанная (кнопки «*Карта*», «*Спутник*» и «*Гибрид*» соответственно). Система позволяет изменять масштаб карты, имеет окно предпросмотра карты. Навигация по карте осуществляется посредством мыши.

Для того чтобы отобразить на карте все ТС и объекты из выбранной группы, можно использовать кнопку «См. все» на панели «ТС».

Для осуществления мониторинга выбранной группы ТС обязательно должны быть сняты (выключены) настройки в панели управления «Настройки мониторинга»: «Центрировать карту на новом сообщении» «Показывать на карте только выбранное ТС».

В системе изначально существуют predeterminedные группы ТС: «Все ТС», «ТС в движении», «ТС не в движении».

Названия данных групп говорят о признаке, по которому они объединены. Пользователь не может изменить или удалить эти группы. В списке всех групп их имена взяты в квадратные скобки. Все остальные группы создаются и изменяются пользователем и являются пользовательскими.

Геозона – определяемый пользователем участок местности на электронной карте, в ORF-monitor геозоны задаются в виде многоугольника.

Инструментарий «Геозоны» позволяет менеджеру автопарка выполнять следующие задачи по контролю транспорта:

контроль выполнения поручений и заданий водителям по обслуживанию заданных объектов. В том числе количество посещений, время приезда и время простоя машины на обслуживаемом объекте; автоматический контроль за нахождением ТС или объекта автопарка в пределах заданной геозоны. На событие выезда ТС или объекта из геозоны может быть назначена автоматическая рассылка тревожных сообщений на определенные e-mail адреса или телефоны посредством SMS;

быстрый переход к заранее сохраненным геозонам для их контроля в режиме мониторинга.

Создание, редактирование и удаление геозон осуществляется в окне «Геозоны», переход к которому осуществляется из главного окна мониторинга по ссылке «Геозоны». Окно с выделенной геозоной выглядит, как показано на рис. 1.5.

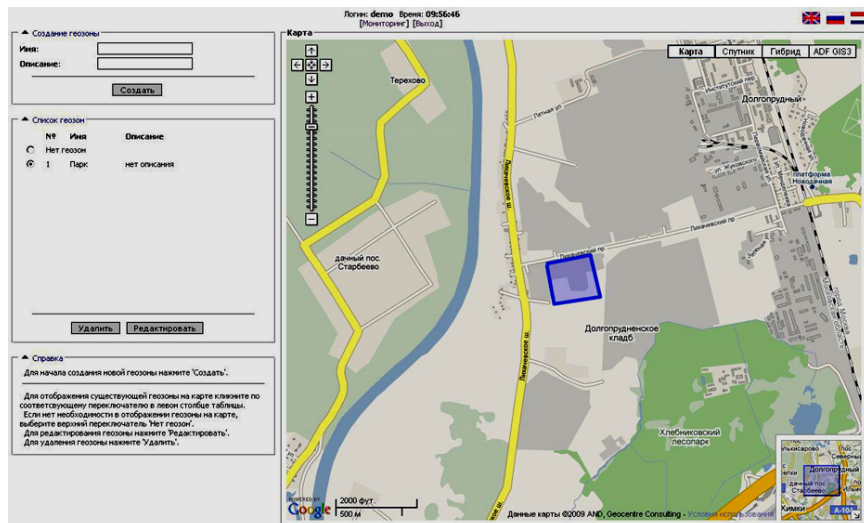


Рис. 1.5. Окно с выделенной геозоной на карте

В верхней части экрана расположена ссылка для возврата к главному окну мониторинга. В левой части окна находятся три панели:

«Создание геозоны» – содержит необходимые поля и кнопки управления для создания новой геозоны. Режим создания новой геозоны включается по нажатию кнопки «Создать»;

«Список геозон» – содержит список всех геозон пользователя. Геозоны можно просматривать, редактировать и удалять.

«Справка» – окно интерактивной справки, помогающей пользователю осуществлять любые операции с геозонами.

Мониторинг геозон может быть использован менеджером автопарка, когда слежение должно осуществляться не за ТС, а за определенной территорией. Для быстрого перехода между геозонами, в главном окне мониторинга имеется панель управления «Список геозон».

Данная панель предназначена для управления отображением геозон на карте, а также быстрого перехода к выбранной геозоне.

Для осуществления мониторинга геозоны, выбранной в списке геозон, должна быть обязательно снята (выключена) настройка «Центрировать карту на новом сообщении» в панели управления «Настройки мониторинга». Для отслеживания въезжающих и выезжающих ТС должна быть также выключена настройка «Показывать на карте только выбранное ТС».

Для обработки данных, полученных от ТС и объектов, реализована возможность выполнения аналитических отчетов. Отчет позволяет систематизировать данные от ТС и/или объекта за определенный период времени, представлять данные как в табличной, так и в графической (графики, диаграммы) формах, показывать полные данные по значениям параметров и счетчикам ТС и объектов.

Чтобы перейти к отчету, необходимо в информационной панели «Отчеты по ТС» выбрать отчет в соответствующем списке и нажать кнопку «Показать».

#### *Виды отчетов.*

Отчет по движению (СКРТ) позволяет отображать полные данные по движению и стоянкам ТС, работе двигателя и состоит из пяти блоков:

настройки отчета;

отчет в цифрах;

карта;

график;

таблица интервалов движения и стоянок.

Панель «Настройки отчета» служит для изменения настроек отчета – выбора ТС, объекта и периода отчета (рис. 1.6).

▲ Настройки отчёта

ТС: MAZ-5440P9

Период: От: 04 Ноябрь 2014 14:25 До: 10 Ноябрь 2014 23:59

Обновить отчёт Печать Экспорт Экспорт (CSV) Заккрыть

Рис. 1.6. Пример отображения панели «Настройки отчета» в отчете по движению

После изменения данных настроек, например, выбора или изменения периода, необходимо нажать кнопку «Обновить отчет» для вступления изменений в силу.

Панель «Отчет в цифрах» демонстрирует значения параметров и счетчиков ТС, объекта за выбранный период.

На панели (рис. 1.7) отображаются начало и конец выбранного отчетного периода (месяц, число, год, время) и параметры следующих счетчиков ТС или объекта:

пройденный путь – значение счетчика, передаваемое терминалом GPS/ГЛОНАСС и формируемое на основании данных датчика скорости или спутниковой системы GPS/ГЛОНАСС;

время в движении – значение счетчика, передаваемое и формируемое терминалом GPS/ГЛОНАСС;

время работы двигателя – значение счетчика, передаваемое и формируемое терминалом GPS/ГЛОНАСС;

моточасы – значение счетчика, передаваемое и формируемое терминалом GPS/ГЛОНАСС.

▲ Отчет в цифрах:					
Начало периода:	Ноябрь 04, 2014 14:25:00		Время работы двигателя:	27ч 22мин	
Конец периода:	Ноябрь 10, 2014 23:59:59		Моточасы [?]:	26.0 нч	
Пройденный путь (GPS датч):	1825.1	1834.9	км		
Время в движении (GPS датч):	24ч 56мин		24ч 02мин		
Средняя скорость(GPS датч):	73	76	км/ч	Средние обороты двигателя:	1144 об/мин
Максимальная скорость(GPS датч):	107	99	км/ч	Средняя температура двигателя:	73 °С
Вычислить площадь (м <sup>2</sup> ): <input type="checkbox"/>				Среднее давление масла в двигателе:	518 кПа
				Средняя нагрузка ведущей оси:	7.1 т

Рис. 1.7. Пример отображения панели «Отчет в цифрах»

### *Отображаемые параметры в отчете по движению:*

средняя скорость – вычисляемое значение параметра по данным терминала GPS/ГЛОНАСС, формируемым на основании данных датчика скорости или спутниковой системы GPS/ГЛОНАСС;

максимальная скорость – вычисляемое значение параметра по данным терминала GPS/ГЛОНАСС, формируемым на основании данных датчика скорости или показаний GPS/ГЛОНАСС;

средние обороты двигателя – вычисляемое значение параметра по данным терминала GPS/ГЛОНАСС, формируемым на основании данных с клеммы W генератора или шины CAN;

средняя температура двигателя – вычисляемое значение параметра по данным терминала GPS/ГЛОНАСС, формируемым на основании данных датчика температуры охлаждающей жидкости или шины CAN;

среднее давление масла в двигателе – вычисляемое значение параметра по данным терминала GPS/ГЛОНАСС, формируемым на основании данных датчика давления или шины CAN.

Панель «Карта» (рис. 1.8) служит для отображения карты с нанесенными на ней треком движения ТС, а также иконками событий – стоянок ТС.

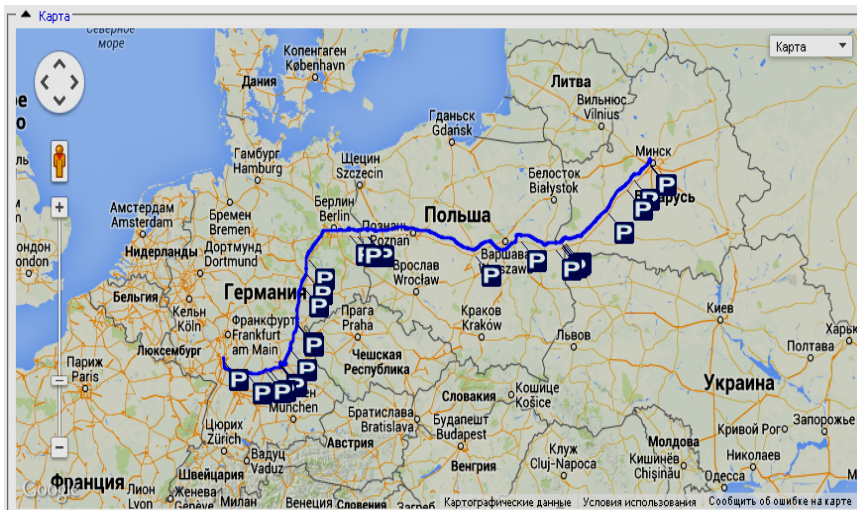


Рис. 1.8. Пример отображения панели «Карта» в отчете по движению

Панель «График» служит для отображения графика изменения во времени значения одного из выбираемых пользователем параметров:

- скорость ТС (рис. 1.9);
- обороты двигателя ТС;
- нагрузка на ось;
- напряжение бортовой сети.



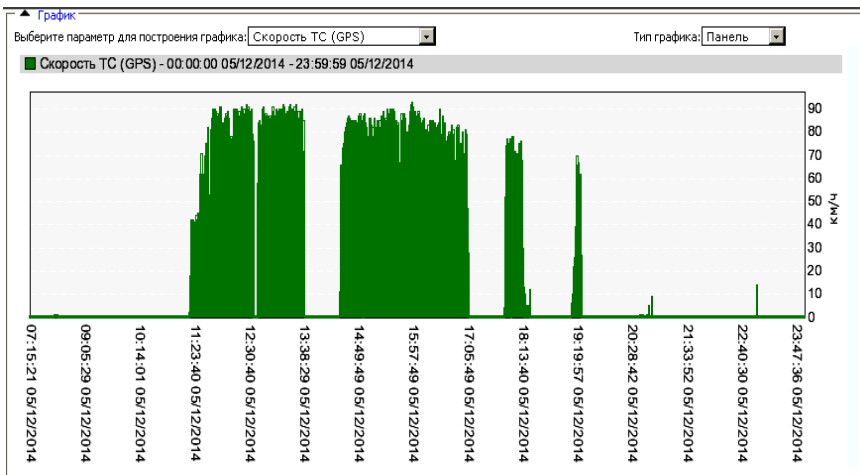


Рис. 1.9. Пример отображения графика «Скорость ТС (GPS)»

Панель «Таблица интервалов движения и стоянок» (рис. 1.10) служит для отображения в табличном виде полных данных по зафиксированным состояниям ТС – интервалам движения ТС и стоянкам ТС.

№	Состояние ТС	Начало	Конец	Длительность	Местоположение	
					Средняя скорость	Пройденный путь
05.12.2014						
1	Стоянка	00:00	11:17	11ч 17м	Мозырь, Беларусь	
	Движение	11:17	13:42	2ч 25м	74 км/ч	180км 410м
2	Стоянка	13:42	14:26	43м 59с	Лунинецкий район, Беларусь	
	Движение	14:26	17:09	2ч 42м	79 км/ч	214км 522м
3	Стоянка	17:09	17:51	42м 36с	Жабинковский район, Беларусь	
	Движение	17:51	18:26	34м 59с	44 км/ч	26км 58м
4	Стоянка	18:26	19:12	46м 18с	224025, Беларусь	
	Движение	19:12	19:28	15м 45с	33 км/ч	8км 715м
5	Стоянка	19:28	23:59	4ч 31м	Брестский район, Беларусь	

Рис. 1.10. Пример отображения панели «Таблица интервалов движения и стоянок»

Отчет по топливу (СКРТ) позволяет отображать полные данные по расходу топлива ТС, возможных заправках и сливах топлива из бака ТС. В отчете используются показания датчика уровня топлива

(ДУТ) в баке и датчика расхода топлива (ДРТ) в топливной магистрали, либо данных о расходе топлива из CAN шины автомобиля. При отсутствии данных с одного из датчиков отчет будет неполным. Значения по недостающим параметрам отображаются в отчете символом «--».

Отчет состоит из пяти блоков:

настройки отчета;

отчет в цифрах;

карта;

график;

таблица заправок, сливов.

Панель «Настройки отчета» (рис. 1.11) служит для изменения настроек отчета – выбора ТС или объекта и периода отчета.

**Отчёт по топливу**

▲ Настройки отчёта

ТС: МАЗ 53336 (лесовоз с манипулятором)      Период: От: 04 Ноябрь 2016 00 00 До: 04 Ноябрь 2016 23 59

Обновить отчёт    Печать    Экспорт    Экспорт (CSV)    Закрыть

▲ Отчет в цифрах

Начало периода:	Ноябрь 04, 2016 00:00:00	Объем топлива в баке на начало периода (ДУТ CAN):	39.9   -- л
Конец периода:	Ноябрь 04, 2016 23:59:59	Объем топлива в баке на конец периода (ДУТ CAN):	48.0   -- л
Пройденный путь (GPS датч):	250.1   -- км	Израсходовано топлива (ДУТ ДРТ CAN):	171.7   -- л
Время в движении (GPS датч):	3ч 19мин   --	Средний часовой расход топлива (ДУТ ДРТ CAN):	20.2   -- л/ч
Количество Объем заправок:	1   179.2 л		
Количество Объем возможных сливов:	0   0.0 л		

Рис. 1.11. Пример отображения панели «Настройки отчета» в отчете по топливу

На рис. 1.12 приведен график изменения нагрузки на ось при имитации работы стенда в режиме «развозного автомобиля».

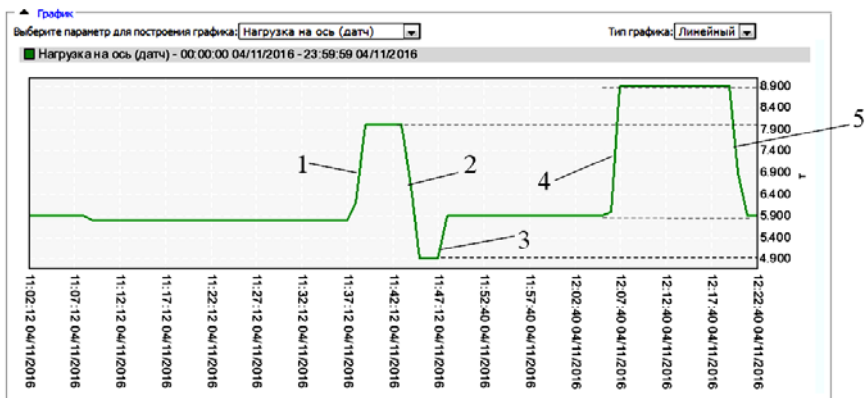


Рис. 1.12. График изменения «Нагрузки на ось» при имитации работы стенда в режиме «Развозной автомобиль»:

- 1 – 11:37 – загрузка (увеличение осевой нагрузки на 2,2 т – с 5800 до 8000 кг);
- 2 – 11:42 – разгрузка (снижение осевой нагрузки на 3,1 т – с 8000 до 3900 кг);
- 3 – 11:47 – загрузка (увеличение осевой нагрузки на 1 т – с 3900 до 5900 кг);
- 4 – 12:07 – дозагрузка (увеличение осевой нагрузки на 3 т – с 5900 до 8900 кг);
- 5 – 12:20 – разгрузка (снижение осевой нагрузки с 8900 до 5900 кг)

### *Анализ информации.*

По данным всех отчетов видно, что время работы одного из объектов учебного «Автопарка», а именно Стенда-тренажера (в таблице Stend S6 TA СКРТ 45), 4 ноября 2018 г. составило 19 мин. При этом проведены четыре имитации заправки топлива, общим объемом 22,9 л и две имитации слива топлива общим объемом 14,3 л. Средний часовой расход за время работы стенда составил 31,4 л. при средней нагрузке на ось 5,9 т.

Таким образом, можно проанализировать работу другого объекта учебного автопарка, а именно МАЗ-53366 (лесовоз-сортментовоз с манипулятором).

**Рабочее место диспетчера/администратора АТП** в минимальной комплектации состоит из компьютера 1, подключенного к сети Интернет, монитора 2 и принтера 3 (рис. 1.13).



Рис. 1.13. Рабочее место диспетчера/администратора АТП:  
1 – компьютер; 2 – видеомонитор со звуковыми колонками и гарнитурой переговорного устройства; 3 – принтер

Дополнительно должна быть предусмотрена возможность подключения звуковых колонок и гарнитуры.

При настройке компонентов учебно-исследовательского комплекса или проведении лабораторных работ и научных исследований рабочее место диспетчера/администратора АТП может быть совмещено со стендом-тренажером.

## Порядок выполнения работы

### ***Включение и подготовка стенда-тренажера к работе.***

1.1. Установить имитатор движения автомобиля (рис. 1.1) в горизонтальное положение (уклон 0 %) с помощью рукоятки 26 подвижного профиля 3.

1.2. Подключить источник питания в сеть 220 В и включить источник питания 34. Установить переключатель напряжения питания в положение 24 В.

1.3. Проверить наличие жидкости в мерном бачке 7 стенда не менее 50 % от максимального уровня (если уровень меньше, необходимо перевести выключатель 32 в положение 1, таким образом перекачать жидкость из бачка 8 в мерный бачок 7).

1.4. Главный выключатель АКБ 24 и ключ замка зажигания 25 в положение 1.

1.5. Убедиться в прохождении тест-контроля аппаратуры стенда: в течение 2–3 секунд после включения питания должны кратковре-

менно включиться звуковой сигнализатор, засветиться ЖК-экран БСКД (CAN-монитора) (рис. 1.14) 20, поочередно включиться световые сигнализаторы (светодиоды) красного, желтого и зеленого цвета на табло с правой стороны лицевой панели БСКД и засветиться ЖК-экран ДРТ 16 в соответствии с рис. 1.15.

БСКД включается автоматически при включении замка зажигания и переходит в главное окно – «бортовые часы».



Рис. 1.14. Внешний вид БСКД:  
1 – ЖК-экран; 2 – клавиши; 3 – табло светодиодов

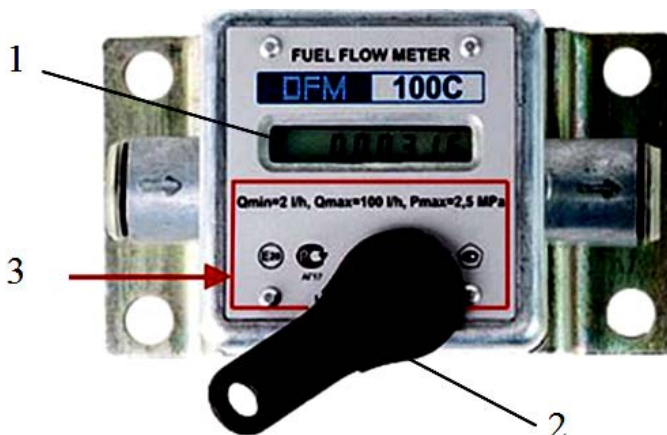



Рис. 1.15. Внешний вид ДРТ и ключа-таблетки:  
1 – ЖК-дисплей ДРТ; 2 – ключ-таблетка; 3 – зона воздействия ключа-таблетки для переключения экранов ЖК-экран

1.6. Проверить работоспособность БСКД путем поочередного нажатия клавиш на лицевой панели БСКД начиная с клавиши . При нажатии клавиш должно вызываться меню и переключаться экраны. Для отмены действия необходимо нажимать клавишу **ESC**.

1.7. Проверить отображение информации на ЖК-экран ДРТ. Кратковременным воздействием ключа-таблетки на зону 3 убедиться в переключении экранов ЖК-экран ДРТ.

1.8. Записать в табл. 1.1 показания текущего времени, % уклона дороги, соответствующей осевой нагрузки и начального объема жидкости – имитатора топлива в мерном бачке 7 с ЖК-экрана БСКД.

1.9. С использованием магнитного ключа-таблетки провести предварительное считывание и запись исходных (ранее накопленных) параметров времени работы и расхода топлива с ЖК-экрана ДРТ в столбец № 1 в табл. 1.1.

1.10. Перевести выключатель имитации режимов «Расход» 30 положение 1 и выключатель имитации режимов «Заправка» 32 в положение 0.

1.11. Повернуть ключ замка зажигания 25 в положение «Пуск двигателя» (должен включиться топливоподающий электронасос 11 бачка 7).

1.12. После пуска (включения топливоподающего электронасоса 11) проверить работу стенда в режиме имитации холостого хода (на уклоне 0 %) в течение 120 сек, затем на уклонах 6, 12, 18 и 24 % по 60 сек, обратив внимание на изменение интенсивности звука при работе топливоподающего электронасоса.

*Примечание.* В случае обнаружения течи остановить работу стенда, повернув ключ замка зажигания в положение 0 и устранить течь.

1.13. Вернуть подвижный профиль 3 в исходное положение (уклон 0 %).

1.14. Провести визуальный контроль работы терминала GPS/ГЛОНАСС по состоянию световых сигнализаторов. При включенном питании и зажигании сигнализатор 37 (светодиод зеленого цвета) горит постоянно, сигнализатор 38 (светодиод красного цвета) и сигнализатор 39 приема сигналов спутников GPS/ГЛОНАСС (светодиод желтого цвета) мигают синхронно 1 раз в 2 сек, сигнализатор 40 (светодиод синего цвета) контроля модема GSM и передачи данных мигает 1 раз в секунду. Проверка работы терминала GPS/ГЛОНАСС

производится по состоянию световых сигнализаторов в соответствии с табл. 1.1.

Таблица 1.1

**Состояние и значение светового сигнала**

Цвет	Состояние	Значение светового сигнала
Желтый	Не горит	GPS антенна не подключена
	Мигает 2 раза в секунду	GPS приемник работает. Спутники не видны или данные недостоверны
	Мигает 1 раз в 2 секунды	GPS приемник работает. Спутники видны, данные достоверны
Красный	Горит	Внутренняя ошибка
	Мигает 2 раза в секунду	Идет передача данных в ПК
	Мигает 1 раз в 2 секунды	Зажигание включено. Нормальное функционирование
	Не горит	Зажигание выключено. Нормальное функционирование
Синий	Горит	Инициализация GSM модема
	Мигает 2 раза в секунду	Нет соединения GSM модема с точкой доступа
	Мигает 1 раз в 2 секунды	Нормальное функционирование GSM модема
	Не горит	GSM модем выключен
Зеленый	Горит	Питание подключено
	Не горит	Нет питания (питание ниже нормы)

1.15. После визуального контроля произвести процедуру «Заправка», перевести выключатель 32 в положение 1 и перекачать жидкость из бачка 8 в мерный бачок 7.

1.16. Перевести выключатели имитации «Расход» 30 в положение 1, а «Заправка» 32 в положение 0.

1.17. Выключить замок зажигания 25 и АКБ 24 и отключить источник питания 34.

### ***Включение и работа учебного рабочего места диспетчера/администратора АТП.***

1.18. Изучить инструкции и руководства по эксплуатации компьютерной техники и компонентов входящих в состав рабочего места диспетчера/администратора АТП (рис. 1.13).

1.19. Подключить компоненты рабочего места к сети 220 В и сети Интернет.

1.20. Включить компьютер с системой Windows.

1.21. С использованием одного из перечисленных одного из браузеров (Mozilla Firefox, Google Chrome, Internet Explorer) подключиться к сети Интернет.

1.22. Набрать в строке поиска [www.orf-monitor2.com](http://www.orf-monitor2.com).

1.23. В появившемся окне сервисной программы ORF-MONITOR набрать соответствующий логин и пароль.

1.24. Убедиться, что в появившемся окне главной страницы ORF-MONITOR отобразились объекты «Учебного автопарка» зарегистрированного на сервере телематических услуг, их местоположение на карте, текущее время, текущие параметры одного из выбранных объектов и подсказки-инструкции по отображению необходимой информации.

1.25. Из перечня отчетов в левой части главной страницы сервиса (рис. 1.4) выбрать нужный отчет (например, «Отчет по движению») и нажать клавишу «Показать».

1.26. На появившейся странице (рис. 1.16) выбрать один из объектов ТС «Учебного автопарка» в верхней левой части страницы, желаемый период времени в верхней правой части и нажать клавишу «Обновить отчет».

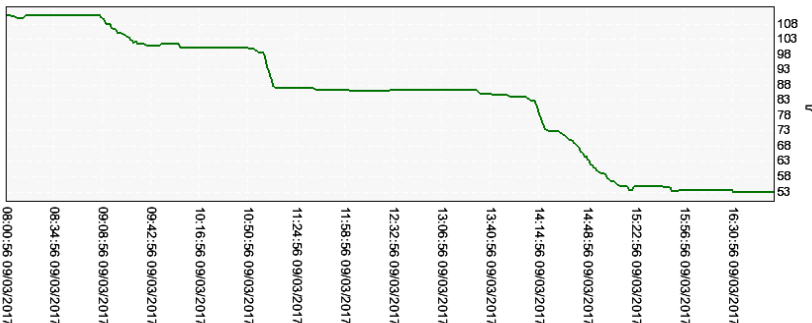
Подобным образом выбираем другие вкладки в соответствии с решением поставленных задач по выполнению лабораторных работ полученные результаты заносим в журнал наблюдения. Результаты заносим в табл. 1.2 проверки работы стенда.





ТС:  Период: От:      До:

■ Объем топлива в баке (ДУТ) - 08:00:00 09/03/2017 - 16:59:59 09/03/2017



▲ Таблица интервалов движения и стоянок

№	Состояние ТС	Начало	Конец	Длительность	Местоположение	
					Средняя скорость	Пройденный путь
09.03.2017						
	Движение	08:02	08:11	8м 59с	10 км/ч	1км 542м
1	Стоянка	08:11	09:05	54м 2с	Круглое, Беларусь	
	Движение	09:05	09:46	40м 58с	48 км/ч	32км 957м
2	Стоянка	09:46	10:54	1ч 8м	Круглянский район, Беларусь	
	Движение	10:54	11:00	5м 59с	14 км/ч	1км 489м
3	Стоянка	11:00	14:38	3ч 37м	Круглянский район, Беларусь	
	Движение	14:38	15:18	40м 31с	46 км/ч	31км 320м
4	Стоянка	15:18	16:59	1ч 41м	Круглое, Беларусь	

Рис. 1.16. Страница «Отчет по движению» (фрагменты)

Таблица 1.2

### Результаты предварительной проверки стенда

№ п/п	Наименование параметра	Номер события и значение параметра*					
		1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Текущее время, ч.м.с.						
2	Уклон дороги, %						
3	Напряжение борт. сети, В						
4	Нагрузка на ось, т						
5	Нач. уровень (Бак 1), л						

1	2	3	4	5	6	7	8
6	Конеч. уровень (Бак 1), л						
7	Расход (ДРТ, Экран 1), л						
8	Расход (ДРТ, Экран 2), л						
9	Время (ДРТ, Экран 3), ч						
10	Время (ДРТ, Экран 4), ч						
11	Время (ДРТ, Экран 5), ч						
12	Время (ДРТ, Экран 6), ч						
13	Расход (ДРТ, Экран 7), л						
14	Время (ДРТ, Экран 8), ч						
15	Расход (ДРТ, Экран 9), л/ч						
16	Заряд (ДРТ, Экран 10), %						
17	T (ДРТ, Экран 11), °C						
18	Версия ДРТ (Экран 12)						

*Примечание.* \* – номер события: 1 – включение замка зажигания перед первым пуском; 2 и 3 – включение замка зажигания перед вторым и третьим пуском; 4, 5 и 6 – включение замка зажигания после имитации работы на уклоне 6 %, 12 % и 18 %; параметры поз. 1, 3, 4, 5, 6 считываются с ЖК-экрана БСКД; параметры поз. 7–18 считываются с ЖК-экрана ДРТ.

### ***Контрольные вопросы***

1. Состав рабочего места «Диспетчер/Администратор АТП».
2. Назначение и принцип работы СОМТ.
3. Функции администратора Автопарка.
4. Виды отчетов СОМТ.
5. Методы контроля расхода топлива. Понятие Off-line и On-line контроль.
6. Достоинства и недостатки после рейсового (Off-line) контроля расхода топлива.
7. Оборудование и преимущества контроля расхода топлива и режимов работы АТС в режиме On-line.

## Лабораторная работа № 2

### МЕТОД КОНТРОЛЯ РАСХОДА ТОПЛИВА ПО ДАТЧИКУ УРОВНЯ ТОПЛИВА (ДУТ) В ТОПЛИВНОМ БАКЕ

**Цель работы:** изучить устройство и принцип работы датчиков уровня топлива, получивших наибольшее распространение на практике; изучить метод контроля расхода топлива по датчику уровня топлива в топливном баке.

**Организация рабочего места:** техническая документация; лабораторные образцы датчиков уровня топлива и указателей уровня топлива; мультиметр; учебный стенд-тренажер «Современные технологии контроля расхода топлива и мониторинга транспорта».

#### **Общие сведения. Назначение, классификация и принцип работы ДУТ. Метод контроля расхода топлива по ДУТ**

Датчик уровня топлива (ДУТ) предназначен для измерения уровня и контроля запаса топлива в топливных баках автомобилей, авто-тракторной и железнодорожной техники различного назначения, речных судов, а также дизель – генераторных, компрессорных и других установок.

##### *Классификация ДУТ.*

По конструктивным признакам и принципу работы ДУТ разделяются на механические (с подвижными механическими частями) и электронные (без подвижных механических частей).

Из механических наиболее распространены на практике поплавковые резистивные электромеханические ДУТ рычажного типа, которые были изобретены в начале XX века и из-за простоты и относительно невысокой стоимости используются в качестве индикаторов уровня топлива и сейчас.

В качестве чувствительного элемента ДУТ указанного типа используется переменный резистор, подвижный контакт которого связан через рычаг с поплавком, находящимся на поверхности жидкости. Принцип работы основан на том, что величина сопротивления является функцией уровня жидкости.

Из электронных наиболее распространены ДУТ конденсаторного типа, или так называемые емкостные ДУТ. В качестве чувствительного элемента таких ДУТ используется переменный конденсатор, емкость которого изменяется в зависимости от диэлектрической проницаемости вещества находящегося между его обкладками.

Устройство и принцип работы поплавкового резистивного ДУТ рычажного типа показаны на рис. 2.1.

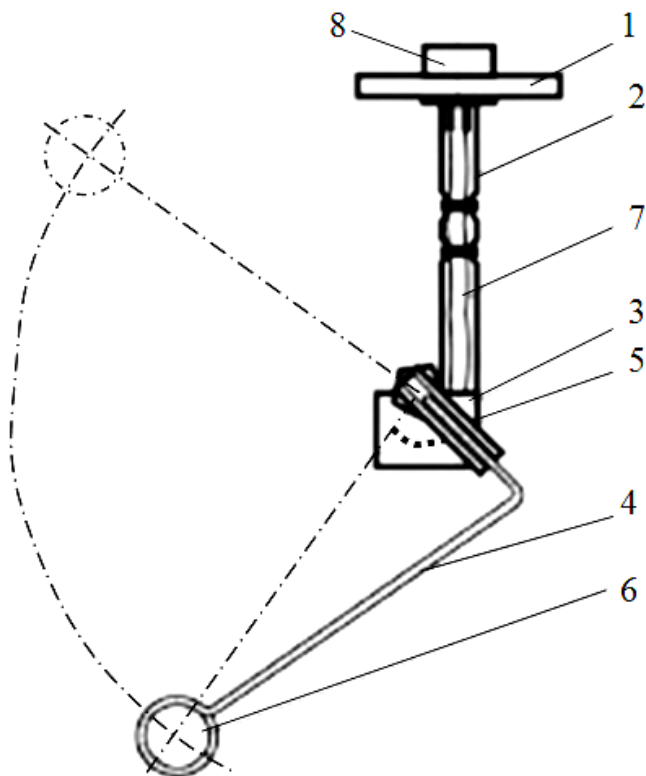


Рис. 2.1. Пример резистивного ДУТ рычажного типа

ДУТ состоит из фланца 1 для крепления в отверстии корпуса топливного бака и опорной стойки 2, на противоположном конце которой закреплен реостат 3 и подвижный рычажный механизм 4 с токосъемником и поплавком 6. В опорной стойке 2 проложены провода 7

соединяющие токосъемник 5 реостата 3 с электрическим разъемом 8, закрепленным на фланце 1 и предназначенным для подключения к бортовой сети и указателю (индикатору) уровня топлива.

Датчик устанавливается непосредственно в топливном баке и используется совместно с указателем уровня топлива, который, в свою очередь, располагается на приборной панели.

Когда поплавков 6 находится в положении максимального уровня, токосъемник 5 находится в крайнем левом положении и ДУТ выдает сигнал, соответствующий данному уровню. При изменении уровня топлива поплавок 6 перемещается вниз, токосъемник 5 вместе с рычагом 4 поворачивается на угол пропорционально перемещению поплавка 6.

При повороте (вращении) рычага 4 контакты токосъемника 5 скользят по реостату (контактным площадкам резистора) 3 и сигнал с ДУТ будет соответственно изменяться. Таким образом, ДУТ выдает сигнал текущего уровня.

Основной недостаток ДУТ подобного типа – в недостаточной точности и долговечности вследствие механического истирания контактов токосъемника и реостата.

Из электронных наибольшее распространение получили ДУТ конденсаторного типа, или так называемые емкостные ДУТ. В качестве чувствительного элемента таких ДУТ используется переменный конденсатор, емкость которого изменяется в зависимости от диэлектрической проницаемости вещества, находящегося между его обкладками и расстояния между обкладками.

Устройство и принцип работы электронного ДУТ конденсаторного типа показаны на рис. 2.2.

Электронный ДУТ конденсаторного типа состоит из измерительной части, состоящей из коаксиального конденсатора 1, выполненного в виде двух коаксиально установленных трубок 2 и 3, представляющих собой обкладки конденсатора, между которыми образован кольцевой воздушный зазор 4, выполняющий роль изолятора. Трубки 1 и 2 связаны с измерительной головной частью 5 и находящейся в ней электронной платой 6, выводы которой подключены к электрическому разъему 7 для подключения к бортовой сети АТС (указателю/индикатору уровня топлива, бортовому компьютеру и иному оборудованию).

Принцип работы ДУТ емкостного типа основан на изменении емкости конденсатора в зависимости от диэлектрической проницаемости вещества находящегося в воздушном зазоре: в данном случае уровня  $\delta$  топлива, диэлектрическая проницаемость которого  $\epsilon_1$  отличается, от диэлектрической проницаемости воздуха  $\epsilon_0$ .

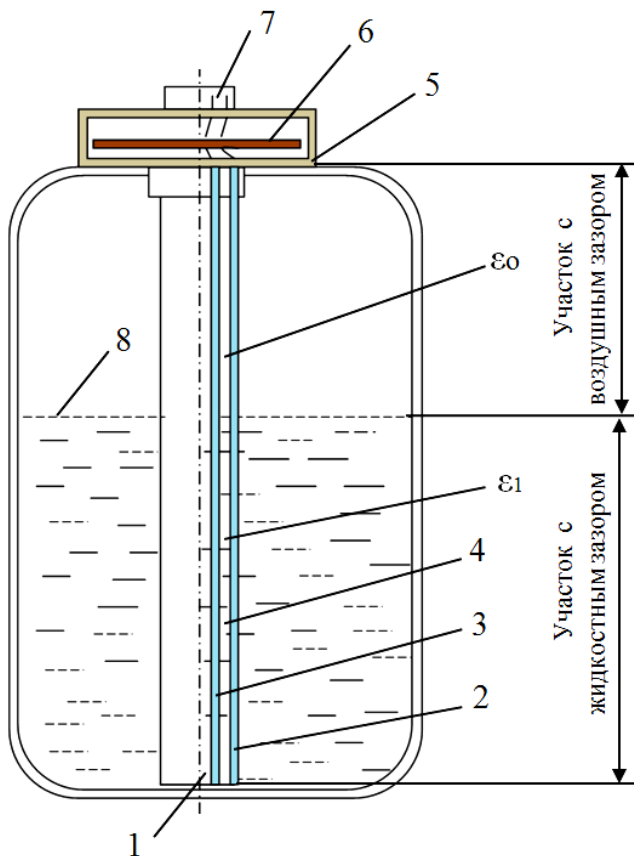


Рис. 2.2. Устройство и принцип работы ДУТ емкостного (конденсаторного) типа

Пересчет уровня топлива в баке в объем топлива производится по тарифовочной таблице, для составления которой необходимо провести процедуру тарировки бака.

Данная процедура представляет собой последовательность заправок топлива фиксированными порциями в бак от пустого до полного состояния. В процессе тарирования устанавливается зависимость величины выходного сигнала ДУТ от объема топлива в конкретном топливном баке.

Характеристики выходного сигнала типовых ДУТ приведены в табл. 2.1.

*Таблица 2.1*

**Характеристики выходного сигнала датчиков  
DUT-E A5 и DUT-E A10**

		Напряжение, В	
		Номинальная длина	После обрезки на 30 %
DUT-E A5	Пустой бак	1,5	0,65
	Полный бак	4,5	2,65
DUT-E A10	Пустой бак	2,5	0,65
	Полный бак	9,0	5,30

Величина напряжения выходного сигнала DUT-E имеет линейную зависимость от измеряемого уровня топлива в баке. Выходной сигнал не зависит от напряжения питания.

Для обеспечения необходимой точности в эксплуатации независимо от угла уклона дороги или колебаний топлива в процессе движения АТС рекомендуется устанавливать ДУТ в центре топливного бака. Это связано с тем, что изменение уровня топлива в разных частях топливного бака зависит от углового положения топливного бака или % уклона дороги (рис. 2.3).

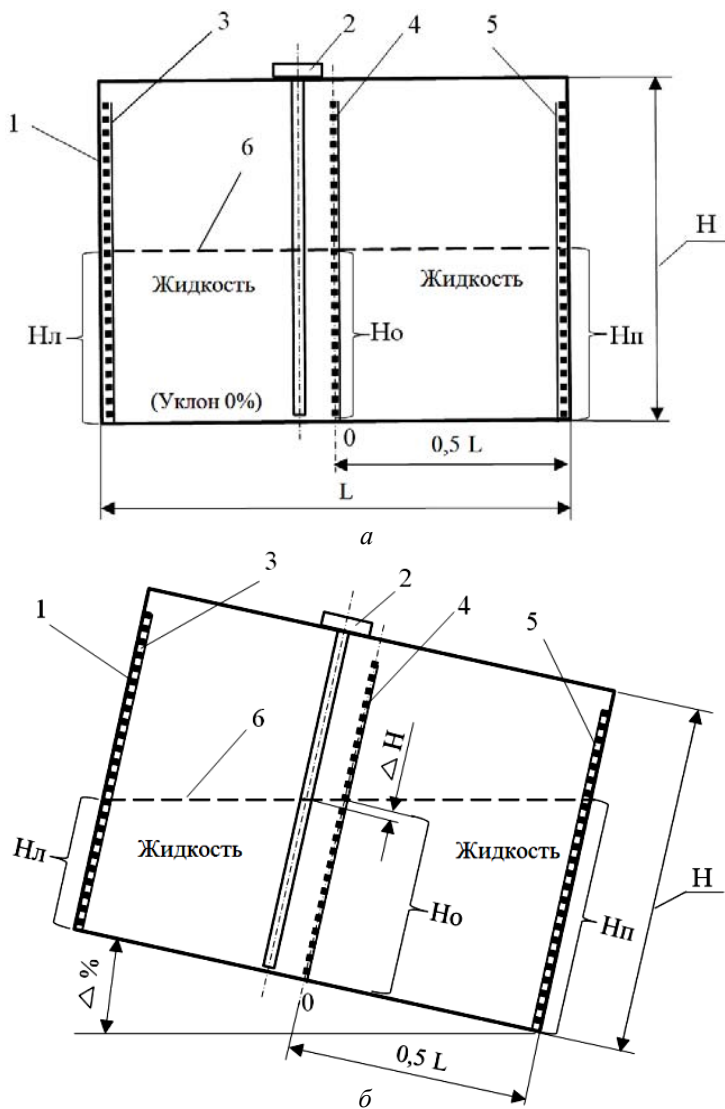


Рис. 2.3. Характер изменения уровня топлива в топливном баке в зависимости от углового положения или % уклона дороги:  
*a* – горизонтальное положение (уклон 0 %); *б* – на уклоне  $\Delta\%$ :  
 1 – топливный бак; 2 – ДУТ; 3 – мерная линейка левая; 4 – мерная линейка в центре бака; 5 – мерная линейка правая; 6 – уровень жидкости; Но – в центре бака; Нл и Нп – по мерной линейке с левой и правой стороны бака



## Порядок выполнения работы

### *Проверка датчика уровня топлива.*

2.1. Изучить устройство, схему подключения и принцип работы ДУТ, правила безопасности, устройство и принцип работы стенда.

2.2. Установить имитатор движения автомобиля (рис. 1) в горизонтальное положение (уклон 0 %) с помощью рукоятки 26 подвижного профиля 3.

2.3. Подключить источник питания в сеть 220 В и включить источник питания 34. Установить переключатель напряжения питания в положение 24 В.

2.4. Главный выключатель АКБ 24 и ключ замка зажигания 25 в положение 1.

2.5. Убедиться в прохождении тест-контроля аппаратуры стенда: в течение 2–3 сек после включения питания должны кратковременно включиться звуковой сигнализатор, засветиться ЖК-экран БСКД (CAN-монитора) 20, поочередно включиться световые сигнализаторы (светодиоды) красного, желтого и зеленого цвета на табло с правой стороны лицевой панели БСКД и засветиться ЖК-экран ДРТ 16.

2.6. Проверить наличие жидкости в мерном бачке 7 стенда не менее 50 % от максимального уровня (если уровень меньше необходимо перевести выключатель 32 в положение 1, таким образом перекачать жидкость из бачка 8 в мерный бачок 7).

2.7. Перевести выключатель имитации режимов «Расход» 30 положение 1 и выключатель имитации режимов «Заправка» 32 в положение 0).

2.8. Повернуть ключ замка зажигания 25 в положение «Пуск двигателя», при этом должен включиться топливopодающий электронасос 11 бачка 7.

2.9. Записать в табл. 1.1 показания текущего времени, % уклона дороги, и начального уровня и объема жидкости в мерном бачке 7 (значение параметра с ЖК-экрана БСКД).

2.10. Произвести процедуру «Заправка», перевести выключатель 32 в положение 1 и перекачать жидкость из бачка 8 в мерный бачок 7.

2.11. Перевести выключатели имитации «Расход» 30 в положение 1, а «Заправка» 32 в положение 0.

2.12. Выключить замок зажигания 25 и АКБ 24.

### **Тарировка топливного бака.**

2.13. Отключить электрический разъем ДУТ от стенда.

2.14. Установить переключатель напряжения питания в положение 24 В и подать питание на контакты 3 (+) и 2 (-) разъема в соответствии с цоколевкой (рис. 2.4).

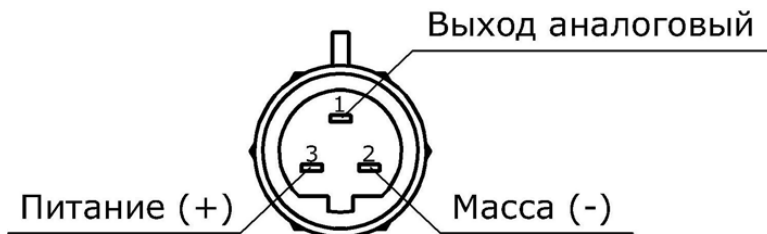


Рис. 2.4. Цоколевка разъема DUT E A5, DUT E A10

2.15. Выход (контакт 1) подключить к мультиметру в режиме измерения напряжения.

2.16. Установить имитатор движения автомобиля (рис. 1.1) в горизонтальное положение (уклон 0 %) с помощью рукоятки 26 подвижного профиля 3.

2.3. Подключить источник питания в сеть 220 В и включить источник питания 34. Установить переключатель напряжения питания в положение 24 В.

2.15. Измерить исходное выходное напряжение ДУТ и записать в тарировочную табл. 2.2 (столбец 5).

2.16. Считать исходные (ранее накопленные) данные расхода топлива с ДРТ (Экран 2) с помощью ключа-таблетки и записать в табл. 2.2 (столбец 3, верхняя строка).

2.17. Определить показания мерной линейки в центре бачка и занести в табл. 2.2 (столбец 2) данные уровня жидкости в мерном бачке 7.

2.18. Нажать кнопку «Слив» 31 на время 5 сек и перекачать часть жидкости из мерного бачка 7 в сливной бачок 8.

2.19. Считать и занести в табл. 2.2 данные аналогично п. 2.15–2.17 (после слива данные ДРТ заносятся в нижнюю строку столбца 3). Повторить процедуру до полного освобождения мерного бачка.

2.20. Вычислить объем каждого слива на основе данных ДРТ и занести в табл. 2.2 столбец 4 (разность нижней и верхней строки столбца 3).

2.21. По данным столбцов 4 и 5 табл. 2.2 построить график зависимости расхода жидкости и выходного напряжения ДУТ, а по данным столбцов 2 и 5 данной таблицы – график изменения выходного напряжения в зависимости от уровня жидкости в мерном бачке.

2.22. Используя данные расхода по ДУТ и ДРТ, определить относительную погрешность расхода жидкости по ДУТ в соответствии с табл. 2.3.

2.23. Подключить электрический разъем ДУТ к стенду.

2.24. Перевести ключ замка зажигания 25 в положение 1 и считать данные запаса жидкости в мерном бачке с ЖК-экрана БСКД, мерной линейки и сравнить с соответствующими данными в табл. 2.2.

*Таблица 2.2*

### Тарировочная таблица

№ п/п	Уровень топлива в мерном бачке, мм	Объем слива/заправки, л		Выходной сигнал DUT-E, В
		3	4	
1	2			5
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

### Относительная погрешность измерения расхода топлива по ДУТ

№ п/п	Наименование	Показатели	Значение показателей
1	Расход топлива	Расход топлива по показаниям мерника (ДРТ) $V_{\text{мер}}$ , л	
		Расход топлива, измеренный по показаниям ДУТ $V_{\text{изм}}$ , л	
	Относительная погрешность измерения расхода топлива ДУТ	$\delta = \frac{V_{\text{изм}} - V_{\text{мер}}}{V_{\text{мер}}} \cdot 100, \%$	

#### *Контрольные вопросы*

1. Назначение и классификация ДУТ. Какие ДУТ получили наибольшее распространение на практике и почему?
2. Устройство, принцип работы, достоинство и недостатки резистивного ДУТ рычажного типа.
3. Устройство, принцип работы, достоинство и недостатки электронного ДУТ емкостного типа.
4. С чем это связано рекомендуемое место установки ДУТ в топливном баке?
5. От каких факторов зависит точность определения объема слива/заправки топлива и расхода топлива по ДУТ?
6. Назначение и принцип тарировки топливного бака.
7. Достоинства и недостатки метода контроля расхода топлива по ДУТ.
8. Как определить погрешность измерения расхода топлива по ДУТ?

## Лабораторная работа № 3

### МЕТОД КОНТРОЛЯ РАСХОДА ТОПЛИВА И РЕЖИМОВ РАБОТЫ АТС ПО ДАТЧИКУ-РАСХОДОМЕРУ ТОПЛИВА (ДРТ) В ТОПЛИВНОЙ МАГИСТРАЛИ

**Цель работы:** изучить устройство, принцип работы, характеристики и основные контролируемые параметры ДРТ; метод контроля расхода топлива и режимов работы АТС по показаниям ДРТ; основные схемы установки ДРТ, их достоинства и недостатки.

**Организация рабочего места:** техническая документация; лабораторные образцы ДРТ; учебный демонстрационный стенд «Современные технологии контроля расхода топлива и мониторинга транспорта».

#### Общие положения

ДРТ предназначены для измерения расхода жидкого топлива, потребляемого при работе двигателей внутреннего сгорания (ДВС) автомобилей, автотракторной и железнодорожной техники различного назначения, речных судов, а также дизелей – генераторных, компрессорных и других установок.

Современные модификации ДРТ могут также применяться:

для оценки времени работы и выработки ресурса ДВС в различных режимах;

проведения испытаний ДВС и АТС в части потребления топлива; мониторинга режимов работы ДВС с целью нормирования расхода топлива;

определения признаков нарушения работы топливоподающей системы;

определения признаков возможного хищения топлива в реальных условиях эксплуатации.

*По исполнению* ДРТ бывают однокамерные и двухкамерные (дифференциальные) (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Однокамерный (А) и дифференциальный (Б) расходомеры

По способу передачи данных модели ДРТ разделяются на *интерфейсные* (имеющие разъем для подключения к внешним устройствам отображения или передачи данных), *автономные* (со встроенным ЖК-индикатором или экраном для отображения информации) и *комбинированные* (имеют как ЖК-экран, так и интерфейсный выход).

Выбор ДРТ для конкретного применения производят исходя из пропускной способности (максимального часового расхода, л/ч) и других характеристик ДРТ, мощности двигателя и производительности топливоподкачивающего насоса, установленного на двигателе.

Типовые характеристики ДРТ, рассчитанных на максимальный часовой расход топлива до 250 л/ч, приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

**Типовые характеристики ДРТ с часовым расходом топлива до 250 л/ч**

Необходимая точность фильтрования измеряемой жидкости, мм	0,08
Присоединительная резьба	M14 × 1,5
Номинальное давление, МПа	0,2
Максимальное давление, МПа	2,5

Падение давления при максимальном расходе, номинальном давлении, дизтопливо при 20 °С, не более	0,02 МПа
Диапазон напряжения питания, В	10 – 50
Защита от перегрузок (краткосрочно), В	до 100
Ток потребления, мА	≤ 50 при 12 В ≤ 25 при 24 В
Влажность окружающей среды, %, при температуре 40 °С	≤ 95
Виброустойчивость	макс. ускорение ≤ 100 м/с <sup>2</sup> в диапазоне частот 5–250 Гц (ГОСТ 3940, ГОСТ Р 50607)
Агрессивные среды	маслобензостойкие (ГОСТ 3940, ГОСТ Р 52230)
Температура окружающей среды, °С	для расходомеров без дисплея: от –40 до +80; для расходомеров с дисплеем: от –20 до +60

Устройство ДРТ показано на примере типовой конструкции расходомера марки DFM (рис. 3.2).

ДРТ состоит из крышки корпуса 1, платы с микропроцессором 2, крышки камеры 3, втулки с магнитами 4, кольца-поршня 5, перемычки камеры 6, уплотнительного кольца 7, грязевого фильтра 8, корпуса камеры 9 и кронштейна 10.

Такая конструкция расходомера обеспечивает прохождение жидкости даже при неподвижном кольце – например, в результате засорения камеры.

Принцип работы ДРТ основан на измерении количества топлива, протекающего через измерительную камеру кольцевого типа заранее известного объема. Камера 1 снабжена перемычкой 2 и имеет входное и выходное отверстия 3 и 4, разделенные перемычкой.

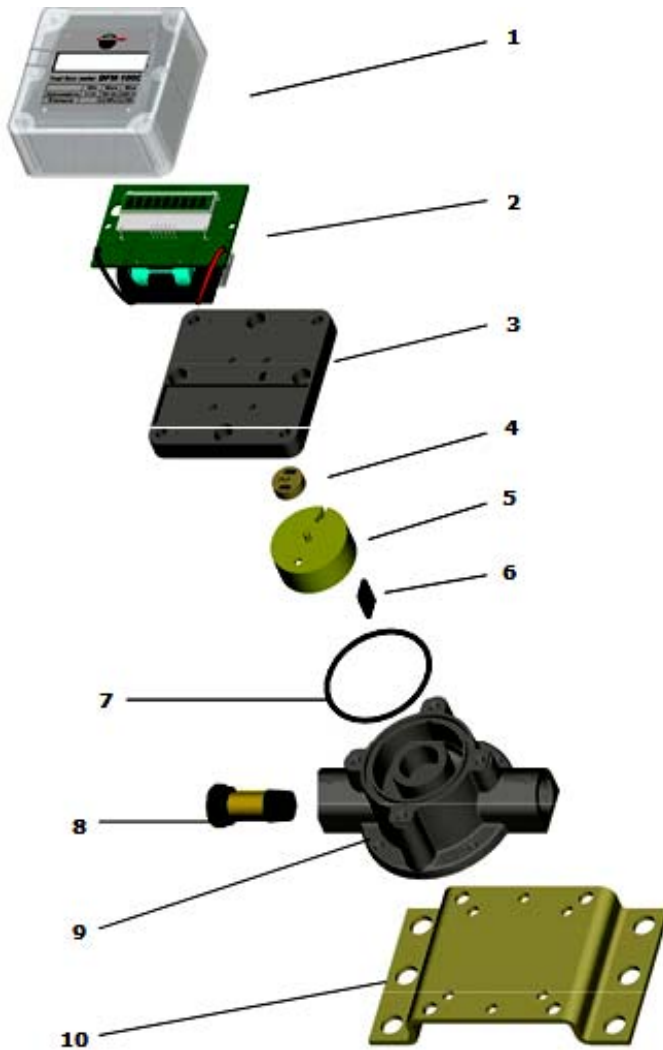


Рис. 3.2. Составные части ДРТ

Схема работы измерительной камеры ДРТ, которые получили наибольшее распространение на практике, приведена на рис. 3.3.



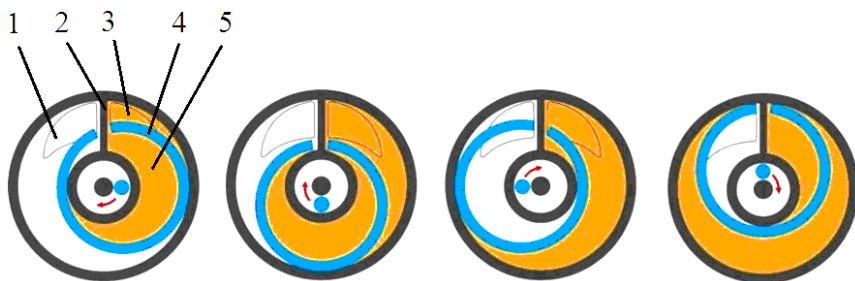


Рис. 3.3. Схема работы измерительной камеры.  
 1 – выходное отверстие; 2 – перемычка; 3 – входное отверстие;  
 4 – кольцо-поршень; 5 – измерительная камера

Внутри камеры расположено специальное кольцо-поршень 5. Топливо из топливной магистрали поступает в измерительную камеру 1 через входное отверстие 3 и своим давлением поворачивает кольцо-поршень 5. При этом кольцо-поршень 5 катится по внутренней кольцевой поверхности измерительной камеры 1 и одновременно скользит вдоль перемычки 2, вытесняя жидкость из камеры через ее выходное отверстие 4. За один оборот кольца-поршня вытесняется объем жидкости, равный объему камеры, а электронная плата ДРТ вырабатывает один выходной импульс.

Подсчет количества импульсов и их перевод в единицы объема осуществляется микропроцессором электронной платы (в моделях с дисплеем) или внешним регистрирующим устройством: например, бортовым компьютером и/или терминалом GPS/ГЛОНАСС мониторинга транспорта.

Все расходомеры поверяются на заводе-производителе, после чего в паспорте указывается количество импульсов, регистрируемых при прохождении топлива объемом 1 л через измерительную камеру расходомера.

Принцип работы дифференциального расходомера (с двумя измерительными камерами) состоит в вычислении расхода топлива как разницы между расходами в камерах.

Информационные экраны переключаются легким прикосновением магнитного ключа к верхней крышке расходомера, как показано на рис. 3.4.

**Зона воздействия  
ключа-таблетки**

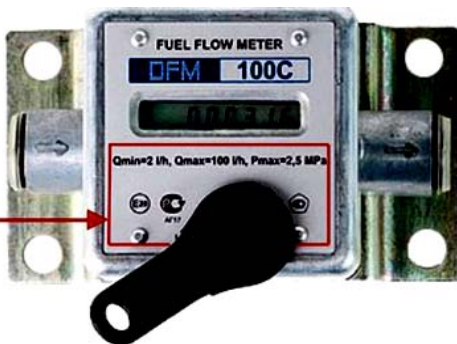


Рис. 3.4. Переключение информационных экранов с помощью магнитного ключа

С целью экономии заряда встроенной батареи расходомер автоматически переводит дисплей в «спящий режим» через 1 минуту после последнего касания магнитным ключом, при этом на дисплее отображаются «точки». При поднесении ключа экран «просыпается» и отображает информацию.

В табл. 3.2 представлены данные, отображаемые на экране ДРТ с расширенными функциями. В стандартном наборе ДРТ не отображается информация экранов № 3, 4, 5, 6 и 12.

При отключении ДРТ от внешнего электропитания счетчик расходомера продолжает работать благодаря встроенной батарее, при этом обеспечивается автономная работа расходомера до двух лет.

Экран № 1 отображает показания счетчика «Суммарный расход топлива», измеренные расходомером с момента его выпуска с точностью до 0,1 л.

Экран № 2 отображает показания счетчика «Суммарный расход топлива с увеличенной точностью», измеренные расходомером с момента его выпуска с точностью до 0,001 л.

Экран № 3 отображает показания счетчика «Время работы двигателя», измеренные как суммарное время работы двигателя во всех диапазонах нагрузки, в том числе на холостом ходу.

Экраны № 4, 5 и 6 отображают показания счетчиков «Время работы двигателя в режиме «Холостой ход», «Оптимальный» и «Перегрузка» соответственно, измеренные как суммарное время работы двигателя в соответствующих режимах (см. п. 2.3.7).

Экран № 7 отображает показания счетчика «Расход топлива в режиме «Накрутка», измеренные как количество литров топлива, прошедшего через расходомер с расходом выше максимального. Увеличение значений данного счетчика свидетельствует о неправильной установке расходомера или о возможных фактах слива топлива.

Экран № 8 отображает показания счетчика «Время вмешательства», измеренные как суммарное время воздействия внешних факторов (сильное магнитное поле), препятствующих работе расходомера. Увеличение значений данного счетчика может свидетельствовать об установке расходомера рядом с источником сильного магнитного излучения или о попытках умышленной блокировки расходомера.

Экран № 9 «Мгновенный расход» отображает текущую величину расхода топлива и может служить для визуальной диагностики исправности устройства и правильности его установки.

Экран № 10 «Заряд батареи в процентах от максимального» отображает величину остаточного заряда встроенной батареи.

Экран № 11 «Температура в измерительной камере» отображает текущее значение температуры топлива в измерительной камере расходомера.

Экран № 12 «Версия прошивки и объем камеры» отображает номер прошивки, установленной в расходомере, и точный объем измерительной камеры.

*Таблица 3.2*

### **Информационные экраны ДРТ марки DFM**

Отображаемые данные	№ экрана	Единицы измерения
1	2	3
Счетчик «Суммарный расход топлива»	1	0,1 л
Счетчик «Суммарный расход топлива» увеличенной точности отображения	2	0,001 л
Счетчик «Время работы двигателя»	3	0,1 ч
Счетчик «Время работы двигателя в режиме „Холостой ход“»	4	0,1 ч
Счетчик «Время работы двигателя в режиме „Оптимальный“»	5	0,1 ч
Счетчик «Время работы двигателя в режиме „Перегрузка“»	6	0,1 ч

1	2	3
Счетчик «Расход топлива в режиме „Накрутка“»	7	0,1 л
Счетчик «Время вмешательства»	8	0,1 ч
Мгновенный расход	9	0,1 л/ч
Заряд батареи в процентах от максимального	10	10 %
Температура в измерительной камере	11	1 °С
Версия прошивки и объем камеры	12	–

*Средства защиты ДРТ от несанкционированного вмешательства.*

С целью предотвращения внесения изменений в показания расходомера или блокировки его работы третьими лицами ДРТ имеют защиту от следующих попыток вмешательства:

накрутка ДРТ (производится с целью увеличения показаний счетчика израсходованного топлива);

воздействие магнитным полем (производится с целью приостановления учета или фальсификации показаний потребляемого топлива);

отключение от внешнего электропитания;

отключение от топливной системы.

Накрутка обычно приводит к резкому увеличению показателя расхода топлива, превышающему максимальный. При этом электронная плата ДРТ регистрирует завышенный расход, приостанавливается работа счетчика расхода топлива, и активируется счетчик «Накрутка», который регистрирует объем топлива, прошедший через расходомер на повышенной скорости.

Режим «Накрутка» индицируется отображением «прочерков» на дисплее, как показано на рис. 3.5.



Рис. 3.5. Вид дисплея в режиме «Накрутка»

Выход из режима «Накрутка» происходит автоматически через несколько секунд после нормализации условий работы расходомера.

При воздействии внешнего магнитного поля ДРТ фиксирует попытку вмешательства, в результате чего останавливается приращение всех счетчиков, а время воздействия учитывается в специальном счетчике «Время вмешательства».

Режим работы «Вмешательство» отображается на дисплее в виде вертикальных штрихов.



Рис. 3.6. Вид дисплея в режиме «Вмешательство»

Выход из режима «Вмешательство» происходит автоматически через несколько секунд после нормализации условий работы расходомера.

При отключении ДРТ от внешнего электропитания счетчик расходомера продолжает работать благодаря встроенной батарее. При этом обеспечивается автономная работа расходомера до двух лет.

Факты отключения от топливной системы могут быть определены внешним осмотром, так как фирменные аксессуары (топливные соединители, клапаны и т. д.) имеют отверстия для пломбирования. Нарушение пломб или установка непредусмотренных конструкцией элементов позволяет определить факты несанкционированного вмешательства в топливную систему.

ДРТ марки DFM могут устанавливаться на объекте в любом положении: вертикально, горизонтально или под наклоном. Однако при монтаже следует избегать излома кабелей и топливопроводов.

### ***Типовые схемы установки ДРТ в топливной системе ДВС***

Схема традиционной топливной системы дизельного двигателя приведена на рис. 3.7.

ДРТ могут устанавливаться в топливной магистрали низкого давления между топливным баком и топливоподкачивающим насосом – перед топливоподкачивающим насосом (схема установки «На разрежение») и после топливоподкачивающего насоса, где протекание топлива осуществляется под давлением (схема установки «На давление»).

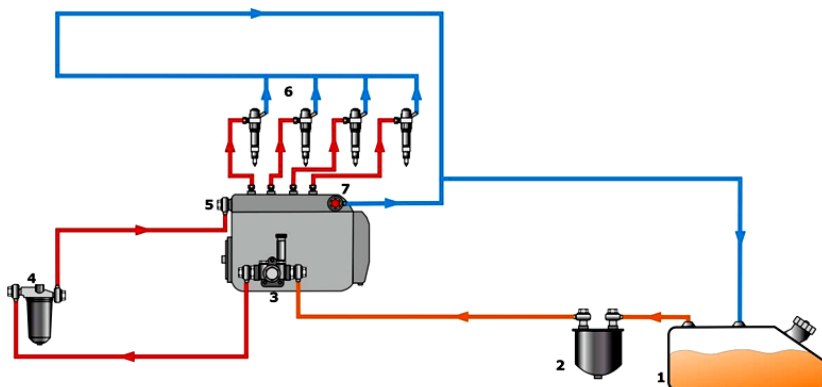


Рис. 3.7. Типовая схема топливной системы дизельного двигателя:  
 1 – топливный бак; 2 – фильтр грубой очистки; 3 – топливоподкачивающий насос (ТННД); 4 – фильтр тонкой очистки; 5 – ТНВД; 6 – форсунки;  
 7 – перепускной клапан

Схема установки однокамерного ДРТ приведена на рис. 3.8. Данная схема используется, как правило, при установке ДРТ на двигатель с традиционной топливной системой, то есть при установке на двигатель, имеющий ТНВД с механическим регулятором. При этом используется участок топливопровода между фильтром тонкой очистки и входом ТНВД.

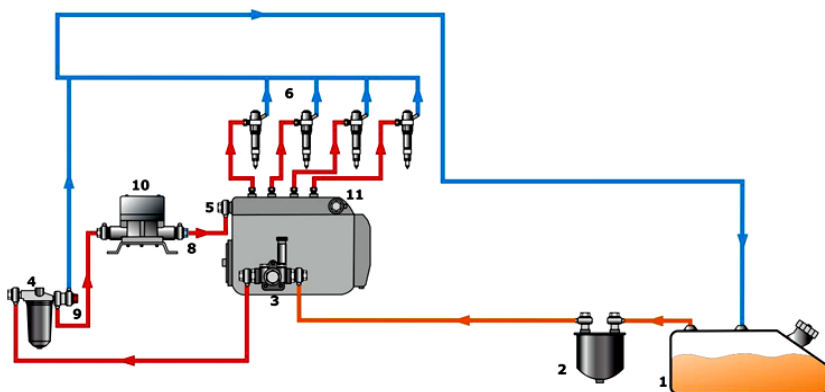


Рис. 3.8. Схема установки ДРТ «На давление»:  
 1 – топливный бак; 2 – фильтр грубой очистки; 3 – топливоподкачивающий насос (ТННД); 4 – фильтр тонкой очистки; 5 – ТНВД; 6 – форсунки; 8 – обратный клапан;  
 9 – перепускной клапан; 10 – расходомер (ДРТ); 11 – пробка (заглушка)

Для правильной работы измененной топливоподающей системы требуется установить на входе фильтра тонкой очистки перепускной клапан, который будет поддерживать необходимое постоянное давление (1–1,5) атм на участке «Фильтр тонкой очистки – вход ТНВД». На выходе ДРТ установить обратный клапан на (0,35–0,5) атм, который предотвратит протекание топлива через ДРТ в обратном направлении, а также снизит воздействие гидроударов топливной системы на ДРТ.

Таким образом, нагнетаемые ТНВД излишки топлива будут сбрасываться обратно в топливный бак со входа фильтра тонкой очистки, а через ДРТ будет протекать только тот объем топлива, который расходуется двигателем.

Основной недостаток такой схемы в том, что температура топлива поступающего в топливный бак из обратной (сливной) магистрали несколько ниже, чем при штатной топливной схеме, поэтому в зимнее время снижается эффективность подогрева загустевшего топлива в топливозаборнике топливом поступающим из сливной магистрали.

При дифференциальном измерении расхода топлива схема циркуляции топлива в топливной системе практически не изменяется.

*Прямая камера* дифференциального ДРТ устанавливается в разрыв подающей топливной магистрали двигателя. *Обратная камера* устанавливается в разрыв обратной топливной магистрали.

Расход топлива при этом определяется как разница между измененными значениями потоков в прямой и обратной камерах.

*Достоинства дифференциальной схемы:*

отсутствие изменений в топливной системе;  
возможна установка на гарантийные двигатели.

*Недостатки дифференциальной схемы:*

высокая стоимость;  
высокая погрешность измерения расхода топлива.

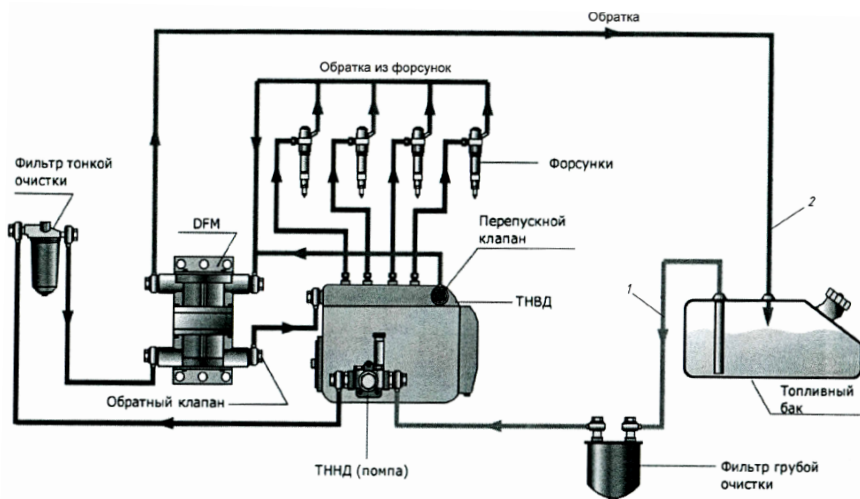


Рис. 3.9. Пример дифференциальной установки ДРТ

### Порядок выполнения работы

3.1. Изучить устройство, схему подключения и принцип работы ДРТ, правила безопасности, устройство и принцип работы стенда, подготовить журнал наблюдений в виде табл. 3.3.

3.2. Установить имитатор движения автомобиля (рис. 1.1) в горизонтальное положение (уклон 0 %) с помощью рукоятки 26 подвижного профиля 3.

3.3. Подключить источник питания в сеть 220 В и включить источник питания 34. Установить переключатель напряжения питания в положение 24 В.

3.4. Главный выключатель АКБ 24 и ключ замка зажигания 25 в положение 1.

3.5. Убедиться в прохождении тест-контроля аппаратуры стенда: в течение 2–3 сек после включения питания должны кратковременно включиться звуковой сигнализатор, засветиться ЖК-экран БСКД (CAN-монитора) 20, поочередно включиться световые сигнализаторы (светодиоды) красного, желтого и зеленого цвета на табло с правой стороны лицевой панели БСКД и засветиться ЖК-экран ДРТ 16.

3.6. Проверить наличие жидкости в мерном бачке 7 стенда не менее 50 % от максимального уровня (если уровень меньше необ-



ходимо перевести выключатель 32 в положение 1, таким образом перекачать жидкость из бачка 8 в мерный бачок 7).

3.7. Записать в табл. 3.3 показания текущего времени, % уклона дороги, соответствующей осевой нагрузки и начального объема имитатора топлива в основном бачке с ЖК-экрана БСКД.

Таблица 3.3

### Контролируемые параметры

№ п/п	Наименование параметра	№ события и значение параметра					
		1	2	3	4	5	6
1	Текущее время, ч.м.с.						
2	Уклон дороги, %						
3	Напряжение борт. сети, В						
4	Нагрузка на ось, т						
5	Нач. уровень (бачок 7), л						
6	Конеч. уровень (бачок7), л						
7	Расход (ДРТ, Экран 1), л						
8	Расход (ДРТ, Экран 2), л						
9	Время (ДРТ, Экран 3), ч						
10	Время (ДРТ, Экран 4), ч						
11	Время (ДРТ, Экран 5), ч						
12	Время (ДРТ, Экран 6), ч						
13	Расход (ДРТ, Экран 7), л						
14	Время (ДРТ, Экран 8), ч						
15	Расход (ДРТ,Экран 9), л/ч						
16	Заряд (ДРТ, Экран 10), %						
17	Т (ДРТ, Экран 11), °С						
18	Версия ДРТ (Экран 12)						

3.8. Провести считывание с использованием магнитного ключа исходных (ранее накопленных) параметров времени работы и расхода топлива с ЖК-экрана ДРТ и записать в столбец 1 в табл. 3.3.

3.9. Перевести выключатель имитации режимов «Расход» 30 положение 1 и выключатель имитации режимов «Заправка» 32 в положение 0.

3.10. Повернуть ключ замка зажигания 25 в положение «Пуск двигателя», при этом должен включиться топливоподающий электронасос 11 бачка 7.

3.11. Повернуть ключ замка зажигания 25 в Положение 0.

3.12. Повернуть ключ замка зажигания 25 в Положение 1 и повторить процедуру по п. 3.8–3.11 с регистрацией параметров в столбце 2 табл. 3.3.

3.13. Произвести процедуру «Заправка»: перевести выключатель имитации режимов «Расход» 30 в положение 0 и выключатель имитации режимов «Заправка» 32 в положение 1 и перекачать жидкость из бачка 8 в мерный бачок 7, регистрируя время.

3.14. Установить имитатор движения автомобиля (подвижный профиль 3, рис. 1.1) в положение, соответствующее подъему (уклону поверхности дороги) 6 %, 12 %, 18 % с помощью рукоятки 26, повторить проверки с регистрацией параметров в столбцах 3–6.

3.15. Используя данные табл. 3.3, построить:

график зависимости часового расхода топлива от нагрузки (уклона и осевой нагрузки);

график изменения объема (запаса) топлива в мерном бачке 7 за весь период проведения работы;

циклограмму изменения нагрузки на ось.

3.16. Используя данные в столбцах 2 и 3 табл. 3.3, определить:

расход топлива по показаниям БСКД (п. 4–5), л;

расход топлива по показаниям ДРТ (п. 7), л;

относительную погрешность измерения расхода топлива ДРТ в соответствии с табл. 2.2.

### ***Контрольные вопросы***

1. Назначение и область применения ДРТ.
2. Основные виды исполнения и классификация ДРТ.
3. Устройство и принцип работы однокамерного ДРТ типа DFM.
4. Отличия и принцип работы дифференциального ДРТ.
5. Основные контролируемые параметры и способы считывания информации с ДРТ.
6. Типовые схемы установки ДРТ в топливной системе двигателя, их достоинства и недостатки.
7. Режимы работы ДВС, определяемые ДРТ.
8. Информация, отображаемая на ЖК-дисплее ДРТ.
9. Режимы электропитания ДРТ. Достоинства и недостатки метода контроля расхода топлива по ДРТ.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буйкус, К.В., Гурский А.С. Современные технологии эксплуатации и технического обслуживания автомобилей и автобусов / К. В. Буйкус, А. С. Гурский. – Минск: Экоперспектива, 2016. – С. 345–350.

2. Контроль расхода топлива и мониторинг транспорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.technoton.by>. – Дата доступа: 16.02.2016.

3. Савич, Е.Л. Техническая эксплуатация автомобилей : учеб. пособие: в 3-х ч. Методы и средства диагностики и технического обслуживания автомобилей / Е. Л. Савич. – Минск : Новое Знание; М.: ИНФРА-М, 2015. – Ч. 2. – 364 с.

4. Савич, Е. Л. Устройство и эксплуатация автомобилей для международных перевозок : учеб. пособие / Е. Л. Савич, В. П. Ложечник, А. С. Гурский; под общ. ред. Е. Л. Савича. – Минск : РИПО, 2016. – 407 с.

5. Электронные системы управления автомобилем : лабораторные работы (практикум) для студентов специальностей 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей» и 1-37 01 07 «Автосервис» : в 3-х ч. – Минск: БНТУ, 2007–2012. – Ч. 2: Диагностирование датчиков и исполнительных механизмов электронных систем управления / сост.: А. С. Гурский, Е. Л. Савич. – 2011. – 106 с. – Ч. 3: Диагностирование электронных блоков управления автомобильных систем / сост.: Е. Л. Савич, А. С. Гурский. – 2012. – 63 с.

6. Volkswagen Technical Site [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://volkswagen.msk.ru> <http://vwts.info>. – Дата доступа: 21.02.2016.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Лабораторная работа № 1 <b>Учебный исследовательский комплекс-тренажер: «Современные технологии контроля расхода топлива и спутникового мониторинга транспорта» .....</b>	<b>3</b>
Лабораторная работа № 2 <b>Метод контроля расхода топлива по датчику уровня топлива (ДУТ) в топливном баке .....</b>	<b>27</b>
Лабораторная работа № 3 <b>Метод контроля расхода топлива и режимов работы АТС по датчику-расходомеру топлива (ДРТ) в топливной магистрали .....</b>	<b>37</b>
<b>Список рекомендуемой литературы .....</b>	<b>51</b>

Учебное издание

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ РАСХОДА  
ТОПЛИВА И МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТА**

Лабораторный практикум  
для студентов специальностей 1-37 01 06  
«Техническая эксплуатация автомобилей (по направлениям)»,  
1-37 01 07 «Автосервис»

Составители:

**ИВАШКО** Виктор Сергеевич  
**ГУРСКИЙ** Александр Станиславович  
**МАЛЬЦЕВ** Андрей Николаевич

Редактор *Т. В. Мейкуане*  
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 31.01.2019. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 3,02. Уч.-изд. л. 2,36. Тираж 100. Заказ 299.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.