

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ГОЛОВНОЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ПО ОРГАНИЗАЦИИ
ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
ПЕДАГОГИЧЕСКИХ И РУКОВОДЯЩИХ КАДРОВ СИСТЕМЫ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**ОТРАСЛЕВОЙ ЦЕНТР ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ ПРИ
ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ**

УЧЕБНО–МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

по модулю

«ТЕЛЕМАТИКА НА ТРАНСПОРТЕ»

направления

ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

Ташкент -2018

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ГОЛОВНОЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ПО ОРГАНИЗАЦИИ
ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
ПЕДАГОГИЧЕСКИХ И РУКОВОДЯЩИХ КАДРОВ СИСТЕМЫ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**ОТРАСЛЕВОЙ ЦЕНТР ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ ПРИ
ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

по модулю

«ТЕЛЕМАТИКА НА ТРАНСПОРТЕ»

**Разработали: д.т.н., проф. Мухитдинов А.А.
Абдураззоков У.А.
Раджабова С.**

Ташкент -2018

Данный учебно-методический комплекс разработан на основании учебного плана и программы утвержденного приказом Министерства высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан № _____ 201_ года.

Разработали: А.А.Мухитдинов – д.т.н., профессор кафедры «Транспортные средства» ТИПСиЭАД, У.А.Абдураззоков – докторант кафедры «Транспортные средства» ТИПСиЭАД, С.Раджабова – старший преподаватель кафедры «...»

Рецензент: Technische Universität Berlin. PhD, Prof Arnold Sterenharz.

Данный учебно-методический комплекс рекомендован к изданию Советом Ташкентского государственного технического университета (протокол № _____ от _____ 201_ года).

СОДЕРЖАНИЕ

I.	РАБОЧАЯ ПРОГРАММА	5
II.	ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В МОДУЛЕ	12
III.	ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ	15
IV.	МАТЕРИАЛЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	87
V.	БАНК КЕЙСОВ	116
VI.	ТЕМЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ	119
VII.	ГЛОССАРИЙ	120
VIII.	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	124

I. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа включает в себя изучение теоретических и практических основ телематики на транспорте, средства, методы, структуру, организацию и проведение занятий по транспортной телематики, планирование и проведение занятий с учетом профиля слушателей по назначению транспорта (грузовые, пассажирские, специальные, специализированные).

Цели и задачи учебного модуля

Целью изучения модуля является овладение системой знаний, практических умений и навыков, обеспечивающих совершенствование и подготовку к высокопрофессиональной деятельности, а также содействие формированию у слушателей профессиональных и общекультурных компетенций в комплексном применении телематических систем на транспорте.

Задачи модуля – расширить объем знаний о традиционных и инновационных технологиях и методиках обоснования схем и параметров транспортной телематики, разработки аппаратных средств и исполнительных устройств на основе передовых достижений в сферах электроники, микроэлектроники, цифровых технологий, интеллектуальных транспортных систем; развитие профессиональной компетентности слушателей как по материалам модуля «Телематика на транспорте», так по инновационным педагогическим технологиям; формирование у слушателей навыков по обеспечению интеграции науки, образования и производства при преподавании специальных дисциплин.

Требования, предъявляемые к знаниям, умениям, навыкам и компетенциями по модулю

Слушатель, в пределах задач модуля «Телематика на транспорте» должен:

иметь представление и охарактеризовать:

- тенденцию развития транспортной телематики и его систем;
- интеллектуальные транспортные системы (ИТС);
- автоматизированные системы диспетчерского управления на транспорте и его технических средств;
- классификацию транспортной телематики, основные понятия телематики на транспорте и его систем;
- структуру, особенности и средства современных интеллектуальных транспортных систем;

знать и уметь:

- диалектику формирования требований к транспортной телематики;
- последние достижения и перспективы развития в области транспортной телематики;
- внедрять в учебный процесс последние достижения, передовых идей и технических решений в сфере транспортной телематики;
- внедрять в учебный процесс научное, материально-техническое, организационно-педагогическое методики;
- использовать информационно-коммуникационных технологии,

- глобальные обучающие программы и служб сетей Интернета;
- анализировать факторы, влияющие на эффективность эксплуатации транспорта;
 - оценивать эффективность эксплуатации транспорта;

Владеть навыками:

- разработки презентационных материалов для лекционных и практических занятий;
- использования в лекционных и практических занятиях компьютерные информационно-коммуникационные технологии обучения;
- разработки и использования в учебном процессе электронной учебно-методической базы модуля «Телематика на транспорте»;
- разработки учебно-методических материалов по специальным дисциплинам.

обладать компетенциями:

- разработки презентационных материалов для лекционных и практических занятий;
- использования в лекционных и практических занятиях компьютерные информационно-коммуникационные технологии обучения;
- разработки и использования в учебном процессе электронной учебно-методической базы модуля «Телематика на транспорте»;
- разработки учебно-методических материалов по специальным дисциплинам.

Рекомендации по организации и проведению модуля

При проведении обучения запланировано использование современных методов, педагогических и информационно-коммуникативных технологий:

- лекции запланировано проводить в форме презентаций с использованием современных компьютерных технологий;
- практические занятия запланировано проводить с помощью интерактивных методов (кейс-стади, деловые игры, интервью и др.)

Взаимосвязь учебного модуля с другими модулями

Модуль «Телематика на транспорте» имеет тесную взаимосвязь с такими модулями учебного плана, таких как «Автоматизация транспортных средств», «Топливная экономичность и экологичность транспортных средств», «Транспортная логистика».

Место модуля в высшем образовании

Происходящие коренные изменения в системе образования, особенно научно-техническое развитие определяет роль модуля «Телематика на транспорте» в системе высшего образования.

Организация эффективного и плодотворного образования путем создания новых инновационных технологий обучения дисциплин направления модуля «Телематика на транспорте» и их применения в системе образования помогает системно увеличить качество образования. Отдельное внимание

обосновывается формированием знаний, умений и навыков применения современных информационных технологий и педагогических программных средств, информационно-коммуникационных технологий в процессе учебно-воспитательной деятельности.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ

№	Содержание модуля	Учебная нагрузка слушателя час					
		Всего	Аудиторная нагрузка			Самоброзование	
			Итого	в том числе			
		Теоретич.		Практич.	Выездные занятия		
1.	Современные определения и термины «Телематика на транспорте» и «Интеллектуальные транспортные системы».	2	2	2			
2.	Основные понятия и принципы действия современной спутниковой навигации.	6	4	2	2		2
3.	Системы телематики на пассажирском транспорте.	4	4	2	2		
4.	Системы телематики на грузовом транспорте.	4	4	2	2		
5.	Системы телематики в дорожном хозяйстве.	4	4		4		
	Всего:	20	18	8	10		2

СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1-тема. Современные определения и термины «Телематика на транспорте» и «Интеллектуальные транспортные системы» (2 часа)

Краткая история создания и развития систем транспортной телематики. Влияние транспортной телематики и интеллектуальных транспортных систем на развитие экономики Республики Узбекистан. Роль применения транспортной телематики для повышения эффективности транспортной отрасли страны.

Современные понятия и термины. Понятие «Телематика на транспорте» и «Интеллектуальные транспортные системы». Основные технологии, используемые в системах транспортной телематики. Цели и задачи транспортной телематики, его эффективность.

Особенности транспортных средств как объектов транспортной телематики. Телематика на транспорте – средство повышения безопасности и эксплуатационной, экологической показателей. Тенденция развития бортовых электронных систем автомобилей.

Классификация интеллектуальных транспортных систем.

2-тема. Основные понятия и принципы действия современной спутниковой навигации (2 часа)

Основные принципы функционирования спутниковых навигационных систем. Характеристики современных глобальных систем спутниковой навигации. Расчет местоположения объекта с использованием спутниковых навигационных систем. Описание и технические характеристики навигационного приемника.

Географические информационные системы и технологии. Цели использования и основные задачи, решаемые с применением географических информационных технологий. Основные понятия картографии. Географические информационные системы (ГИС).

Применение *Global positioning system* (GPS) и *Geographic information systems* (GIS) в управлении автомобилем и при определении места нахождения, их возможности, проблемы применения.

3-тема. Системы телематики на пассажирском транспорте (2 часа)

Развитие и использование транспортно-телематических систем на пассажирском транспорте за рубежом. Особенности современных систем диспетчерского управления пассажирским транспортом.

4-тема. Системы телематики на грузовом транспорте (2 часа)

Типовая структура автоматизированной навигационной системы диспетчерского управления грузовыми перевозками. Особенности автоматизированного диспетчерского управления перевозками опасных грузов.

СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

На практических занятиях у слушателей закрепляются изученные теоретические основы транспортной телематики, решаются практические задачи по изучению схем и принципа работы интеллектуальных систем транспортных средств, мониторинговых систем навигации. Полученные знания и навыки подкрепляются по учебникам и учебным пособиям, лекционным материалам, научным статьям и тезисам, раздаточным материалом.

1 - практическое занятие.

Системы определения местоположения и идентификации транспортных средств (2 часа)

Устройства определения местоположения транспортных средств (ТС) являются неотъемлемой частью телематических систем. Целью работы является изучение различных методов и систем определения местоположения и идентификации ТС. Слушателям предлагается изучить устройство и работу датчиков инерциальной навигации – акселерометра, гироскопа и магнитного компаса. Расчет местоположения объекта с использованием спутниковых навигационных систем. Свойства карты. Плоское отображение земной поверхности. Цилиндрическая проекция. Номенклатура и разграфка топографических карт. Создание и редактирование векторных карт.

2 -практическое занятие.

Задачи и работа систем внешней и внутренней телематики транспортных средств (2 часа)

Развитие микроэлектроники, микропроцессорной техники, средств связи и интернет технологий привело к созданию новых отраслей науки и техники, таких как телематика, ИТС, ГЛОНАСС. Техническую основу устройств, которых составляют многочисленные электронные устройства. Целью работы является изучение систем внешней и внутренней телематики транспортных средств. Слушателям предлагается изучить задачи, решаемые системами внутренней и внешней телематики, и примеры их работ.

3 - практическое занятие.

Компоненты цифровых устройств (2 часа)

В цифровых схемах помимо логических элементов применяется множество устройств, построенных на их основе. Это устройство хранения данных – регистры, средство счета количества импульсов – счетчики, устройства, выполняющие шифрацию и дешифрацию данных, а также коммутаторы, преобразователи кодов и множество других устройств. Целью работы является изучение принципа работы компонентов цифровых устройств. Слушателям предлагается изучить задачи, решаемые с применением компонентов цифровых устройств.

4 - практическое занятие.

Кабельные линии связи. Шина CAN. (2 часа)

Развитие электроники и микропроцессорной техники, миниатюризация датчиков и компонентов электронных схем привели к резкому увеличению количества электронных узлов в современном автомобиле. Целью работы является изучение методов передачи, хранения и преобразование информации, функциональных назначений узлов микропроцессорных систем. Слушателям предлагается изучить задачи, решаемые с применением шины CAN, с помощью которой системы управления транспортного средства получают телематические данные.

Форма обучения

Форма обучения отражает такие внешние стороны учебного процесса, как

способ его существования: порядок и режим; способ организации обучения: лекция, семинар, самостоятельная работа и пр; способ организации совместной деятельности обучающего и обучающихся: фронтальная, коллективная, групповая, индивидуальная.

При обучении важным является выбор формы организации учебной деятельности участников:

- Коллективная – коллективное, совместное выполнение общего учебного задания всеми студентами. Характер полученного результата: итог коллективного творчества.

- Групповая – совместное выполнение единого задания в малых группах. Характер полученного результата: итог группового сотрудничества на основе вклада каждого.

- Индивидуальная – индивидуальное выполнение учебного задания. Характер полученного результата: итог индивидуального творчества. Обычно предшествует групповой работе.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

	Критерии оценки	Балл	Максимальный балл
1	Кейс	1,5 балл	2,5
2	Самостоятельная работа	1,0 балл	

II. ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В МОДУЛЕ

Метод "Мозговой штурм"

Мозговой штурм (брейнсторминг – мозговая атака) – метод коллективной генерации идеи решения научной или практической задачи.

Во время мозгового штурма участники стремятся совместно решить сложную проблему: высказывают свое мнение по решению задачи (генерируют), отбирают наиболее соответствующие, эффективные и оптимальные идеи без критики остальных вариантов, обсуждают отобранные идеи и развивают их, а также оцениваются возможности их обоснования или опровержения.

Основная цель мозговых атак – активизация учебной деятельности, самостоятельное изучение проблемы и развитие мотивации его решения, культура общения, формирование коммуникативных навыков, избавление от инерции мышления и преодоление привычного хода мышления при решении творческой задачи.

- **Прямой коллективный мозговой штурм** – обеспечивает сбор максимального числа мнений настолько это возможно. Вся группа исследования (не более 20 человек) занимается решением одной проблемы.

- **Массовый мозговой штурм** – дает возможность резко повысить эффективность генерации идей в большой аудитории, разделенной на микрогруппы.

- В каждой группе решается один из аспектов проблемы.

Разработка метода «Мозговой штурм»:

1. Слушителям предлагается методом "мозговой штурм" решить проблему выбора бесконтактного датчика для измерения высоты расположения уборочного аппарата хлопкоуборочной машины (ХУМ) относительно поверхности грядки.

Современных ХУМ применяются механические датчики в виде копирующих ползовидных щупов, дисков, колес, имеющих ряд недостатков существенную массу, инерционность, зависимость от свойств почвы и состояния растений и др. снижающих и показатели назначения качества работы. По этой причине в хозяйственных условиях зачастую отключают автоматически режим регулировки высоты уборочного аппарата.

Необходимо на основе подробного обзора и анализа конструкций бесконтактных датчиков расстояния и зазоров выбрать рациональную конструкцию датчика для применения в системе автоматического регулирования высоты уборочного аппарата.

2. Слушителям предлагается методом "Мозговой штурм" решить проблему выбора бесконтактного датчика для измерения частоты вращения шпинделя вертикально-шпиндельной ХУМ, имеющую клиноременный привод и совершающий реверсирующее вращательное движение.

ТАБЛИЦА З/Х/У

ТАБЛИЦА З/Х/У – Знаем / Хотим

узнать/Узнали.
Позволяет провести исследовательскую работу по тексту, теме, разделу.

- Развивает системное мышление, навыки анализа, структурирования.

Знакомятся с правилами составления таблицы.
Индивидуально/ в парах оформляют таблицу.

Отвечают на вопросы: «Что вы уже знаете по данной теме?» и «Что вы хотите узнать?» (Создается ориентировочная основа для дальнейшей работы).
Заполняют 1-ю и 2-ю колонки таблицы.

Самостоятельно читают, слушают лекцию.

Заполняют 3-ю колонку таблицы самостоятельно/в парах.

Таблица З/Х/У

Знаем	Хотим узнать	Узнали

Применения метода Таблица З/Х/У к теме:

Знаем	Хотим узнать	Узнали
Система мониторинга	Мониторинг перевозки	Мониторинг перевозки
Автоматический контроль	Системы мониторинга расхода горюче-смазочных материалов	Системы мониторинга расхода горюче-смазочных материалов
Системы автоматической сигнализации	Автоматическое управление	Автоматическое управление
Контрольно-измерительные системы	Оптимизация	Оптимизация
Регулирование	Автоматическое регулирование	Автоматическое регулирование
Логическое управление	Манипулирование	Манипулирование

III. ТЕОРЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛЫ

1-тема. Современные определения и термины «Телематика на транспорте» и «Интеллектуальные транспортные системы».

План:

1. Роль и значение автомобильного транспорта и автомобилестроения в экономике Республики Узбекистан.
2. Краткая история создания и развития систем транспортной телематики. Современные понятия и термины. Понятие «Телематика на транспорте» и «Интеллектуальные транспортные системы».
3. Основные технологии, используемые в системах транспортной телематики.
4. Особенности транспортных средств как объектов транспортной телематики.
5. Современные интеллектуальные системы повышения безопасности дорожного движения.

Ключевые слова: транспортные средства, автомобиль, автомобильный транспорт, телематика, интеллектуальная система, объект управления, бортовые электронные системы, датчики, контроллеры, микропроцессоры

1.1 Этапы развития автомобильной промышленности Узбекистана

После приобретения независимости для удовлетворения потребности отраслей экономики на доставку сырья, различных готовых товаров и пассажиров к местам назначения шел по пути организации собственной автомобильной промышленности. Для выполнения этого грандиозного плана потребовалось в кратчайшие сроки организовать выпуск легковых и грузовых автомобилей различных классов и автобусов. Реализация плана иллюстрирует рисунок 1.1.

Автомобильная промышленность Республики Узбекистан в своем развитии прошла три основных этапа:

Первый этап – зарождение и становление отрасли происходило с 1994 по 1999 гг., с момента начала строительства Асакинского автомобильного завода и начала организации производства легковых пассажирских автомобилей. В этот период происходило поэтапное наращивание объемов производства преимущественно в виде сборочного процесса.

Одновременно формировалась сеть продаж отечественных автомобилей на российском рынке в виде специализированных дилерских компаний и их представительств. В 1998 году «Узавтосаноат» стала членом Международной организации автомобилестроителей (OICA), что означало признание качества узбекских автомобилей.

На этом этапе было организовано также производство автобусов средней вместимости в г.Самарканде совместно с турецкой фирмой «Коч».

Несмотря на объективные сложности начального этапа организации производства, наибольшие трудности отрасль испытала на **втором этапе** – в 2000-2004 гг., когда на внешнем спросе на узбекские автомобили сказались не только последствия российского дефолта августа 1998 года (с резкой девальвацией российского рубля и удорожанием импорта), но и банкротство узбекского партнера – зарубежного соучредителя – компании «ДЭУ». Более того, к этому периоду узбекский завод накопил большие валютные задолженности перед корейскими банками, финансировавшими при посредничестве материнской корейской компании поставки комплектующих, в том числе, как выяснилось впоследствии, из-за искусственного завышения цен на них.

На этом этапе развитие отрасли практически приостановилось, объем продаж резко упал и вплоть до 2004 года находился на низком уровне, не превышавшем 34-40 тысяч легковых автомобилей в год.

В этот же период большие сложности испытывал Самаркандский завод в связи с невыполнением турецкого партнера своих обязательств, прежде всего, по экспортным поставкам продукции. При этом качество производимых автобусов было настолько низким, что они с большим трудом размещались даже на внутреннем рынке.

Урегулирование ситуации с внешней задолженностью Асакинского завода в 2004 году позволило привлечь нового зарубежного партнера в организацию совместного производства легковых автомобилей. 21 февраля 2008 года на базе Асакинского автомобильного завода было основано новое совместное предприятие – «GM Uzbekistan».

Его учредителем вместе с АК «Узавтосаноат» выступила корпорация «General Motors», с которой удалось договориться о среднесрочной стратегии развития Асакинского завода, включая передачу производства автомобилей нового модельного ряда.

Отрасль получила от государства беспрецедентные налоговые и таможенные льготы, возможность беспрепятственной конвертации для закупки необходимых комплектующих, а также возможность формировать собственный Фонд развития за счет акцизного налога, не вовлекаемого в государственный бюджет, а направляемого для расширения основного и локализуемых производств.

В этот же период были урегулированы отношения с турецким партнером по Самаркандскому заводу, который для избежания нежелательной для него процедуры банкротства, добровольно вышел из состава учредителей этого предприятия. Это позволило привлечь к совместному производству на этом предприятии японскую компанию «Исудзу» в сотрудничестве с «Иточу», которые не только вошли в уставный фонд, но и предоставили свою технологию и бренд производимым автобусам и грузовым автомобилям средней грузоподъемности.

Третий этап развития – период с 2004 по 2011 год, когда произошло резкое наращивание производства автомобилей всех марок, увеличение мощностей Асакинского завода со 140 до 225 тысяч автомобилей. Этот этап характеризуется глубокими *качественными изменениями* – расширением

модельного ряда автомобилей и быстрым углублением уровня локализации, вплоть до отечественного производства двигателей. Одновременно быстро растет экспорт автомобилей, особенно в последние годы указанного периода (за исключением период 2008-2009 гг., связанного с глобальным финансово-экономическим кризисом). С точки зрения базы для разработки долгосрочной стратегии основной интерес представляет именно нынешний этап развития автомобилестроения.

В настоящее время отрасль осуществляет производство автомобилей для нужд экономики в основных сегментах автомобилестроения – легковые пассажирские автомобили, грузовые автомобили средней и большой грузоподъемности, автобусы средней пассажироместимости. Расширяются работы по локализации автомобильных компонентов и материалов, освоению производства надстроек и прицепной техники. Создается база для ведения научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ.

В 2012 году в г. Ташкенте запущено совместное предприятие «JV GM Power train - Uzbekistan» по производству ежегодно до 360 тыс. автомобильных двигателей рабочим объемом 1,2 и 1,5 л, для внутреннего и внешнего потребителей.

В настоящее время в состав АК «Узавтосаноат» входит три завода по производству автомобилей и один завод по производству автомобильных двигателей:

1. «GM Uzbekistan» Асакинский завод по выпуску легковых автомобилей.
2. «СамАвто»-Самаркандский завод по выпуску автобусов и грузовых автомобилей среднего класса.
3. «JV MAN Auto- Uzbekistan» расположен на территории Жамбайского района Самаркандской области, где производится сборка грузовых автомобилей тяжелого класса.
4. «JV GM Power train - Uzbekistan».

Кроме них в составе АК успешно функционируют еще 27 крупных и средних предприятий производящих комплектующие для головных заводов¹.

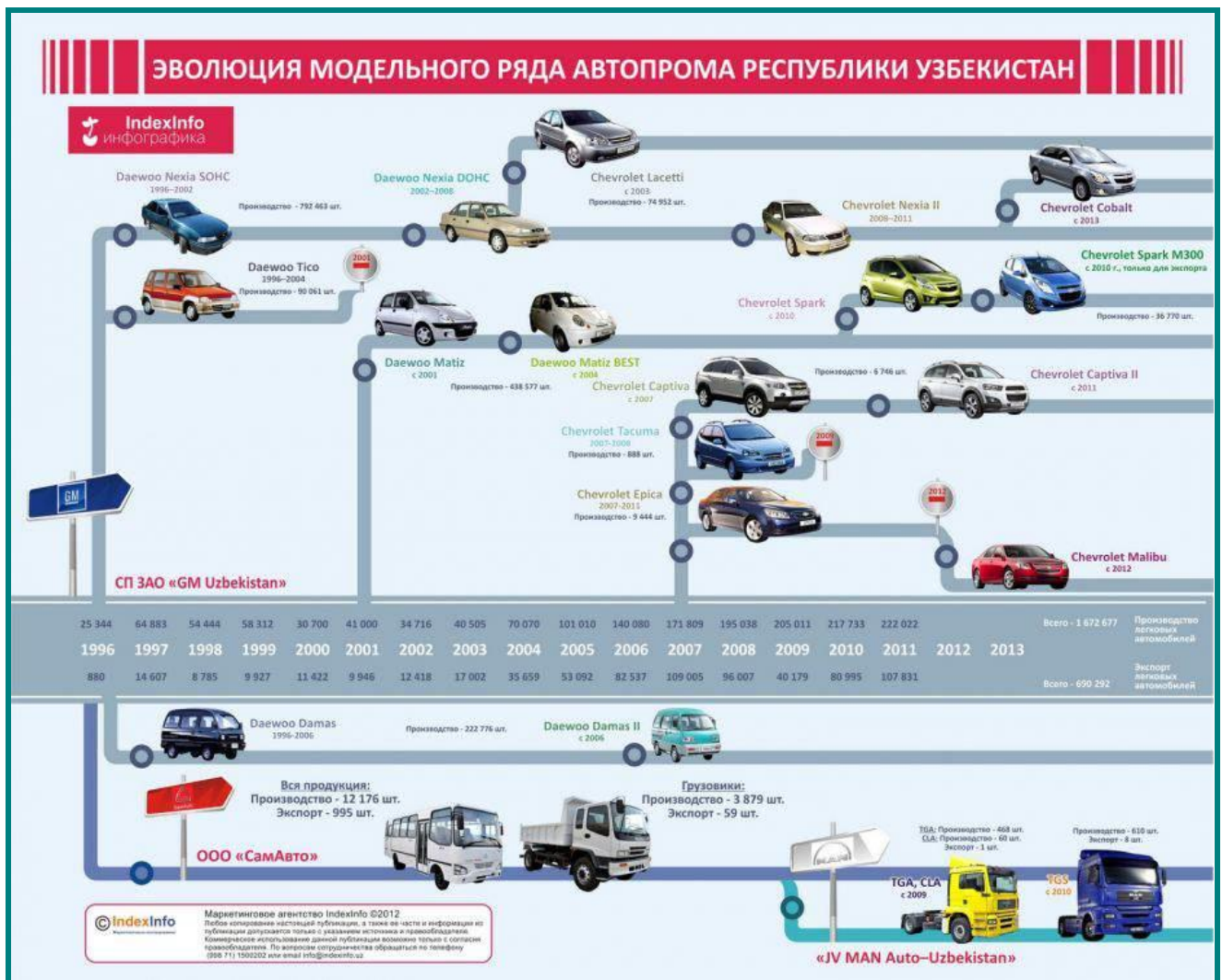


Рис.1.1.Этапы развитие автопрома Узбекистана и эволюция модельного ряда продукции

1.2 2. Краткая история создания и развития систем транспортной телематики. Современные понятия и термины. Понятие «Телематика на транспорте» и «Интеллектуальные транспортные системы».

С начала 60-х годов XX века в США, Японии и Европе на транспорте стали внедряться системы, основными принципами создания которых являются: повышение эффективности транспортных процессов; повышение безопасности транспортных процессов; улучшение экологической ситуации путем уменьшения загрязнений от транспорта; предоставление информации участникам дорожного движения и центрам управления движением о ситуации на дорогах.

В США данные системы получили название «Интеллектуальные транспортные системы» (ИТС) (Intelligent Transportation Systems - ITS). В Европе получил распространение термин «Системы транспортной телематики».

Термин «телематика» - это производное от слов «телекоммуникации» и «информатика». Соответственно, понятие «транспортная телематика» охватывает область использования возможностей телекоммуникационных

технологий и информатики при решении технологических задач на транспорте.

Определение. «Телематические системы» - это комплекс взаимосвязанных автоматизированных систем, решающих задачи управления дорожным движением, мониторинга и управления работой всех видов транспорта (индивидуального, общественного, грузового), информирования граждан и предприятий об организации транспортного обслуживания на территории региона.

В Европе проекты создания и развития телематических систем поддерживались Европейским Союзом. В США и Японии проекты поддерживались правительствами, которые считали внедрение и развитие ИТС стратегической задачей.

Второй этап развития данных систем наступил в 80-х годах XX века и связан с бурным развитием коммуникационной техники, мобильной связи и навигации. В середине 90-х годов XX века стала очевидна высокая эффективность ИТС.

На Европейской конференции министров транспорта в 1997 г. было принято решение о создании систем ИТС в масштабе Европы с достижением следующих основных целей: повышения безопасности дорожного движения; улучшения пропускной способности и оптимизации улично-дорожной сети; снижения последствий и рисков возникновения чрезвычайных ситуаций; повышения информированности участников дорожного движения; оптимизации работы дорожных служб, улучшения реагирования на ДТП; повышения эффективности транспортной системы; автоматизации управления процессами транспортных перевозок.

В настоящее время проекты создания и внедрения комплексных ИТС объединяют телекоммуникационные и информационные технологии с организацией движения транспортных потоков так, чтобы повысить пропускную способность существующей транспортной инфраструктуры, а также повысить безопасность и улучшить экологию транспортных систем. Транспортная телематика при этом является элементом технического обеспечения основных функциональных и системных компонентов ИТС.

В России данные системы активно внедряются на автомобильном транспорте и в дорожной отрасли при поддержке Правительства Российской Федерации в рамках федеральных целевых программ (ФЦП) «Повышение безопасности дорожного движения» и «Глобальные навигационные системы».

Состав основных системных компонентов современных ИТС для больших городов в России и решаемые ими задачи показаны в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Основные компоненты ИТС

№	Наименование системы	Основные решаемые задачи
1.	Системы видеонаблюдения и мониторинга дорожного движения	Мониторинг состояния (загрузки) дорожной сети с использованием: детекторов транспорта и соответствующей инфраструктуры, средств позиционирования, систем сбора и обработка данных в режиме реального времени

		<p>Автоматизированное распознавание событий с записью ситуаций на аварийноопасных участках и перекрестках</p> <p>Прогнозирование развития дорожной ситуации на основе данных мониторинга и статистики</p> <p>Накопление и отображение статистики</p>
2.	Системы управления дорожным движением	<p>Управление дорожными знаками переменной информации и дорожными информационными табло</p> <p>Адаптивное управление переключением светофоров</p> <p>Оперативное реагирование на дорожно-транспортные происшествия</p> <p>Управление дорожной инфраструктурой в зависимости от метеоусловий</p>
3.	Системы обеспечения безопасности дорожного движения	<p>Принятие решений по фотовидеофиксации нарушений правил дорожного движения (ПДД)</p> <p>Превышение скорости</p> <p>Проезд на запрещающий сигнал светофора</p> <p>Нарушение переезда через железнодорожные пути</p> <p>Нарушение дорожной разметки</p> <p>Нарушение правил парковки</p> <p>Выезд на полосу общественного транспорта</p> <p>Непредоставление преимущества движения специальному транспорту</p>
4.	Системы автоматизированного информирования участников дорожного движения	<p>Информирование участников дорожного движения с целью перераспределения транспортных потоков путем:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вывода информации на дорожные информационные табло; - вывода актуальной информации в сеть Интернет, включая прогнозы; - вывода актуальной информации на мобильные устройства, включая информацию о свободных местах парковки
5.	Системы обеспечения платных транспортных услуг	<p>Автоматизация управления платными городскими парковками</p> <p>Автоматизация платного въезда на закрытые территории</p> <p>Автоматизация платы за пользование дорогами</p>
6.	Автоматизированные системы управления транспортными процессами	<p>Управление перевозками пассажиров городским пассажирским транспортом</p> <p>Управление междугородними автомобильными перевозками пассажиров</p>

		Управление автомобильными перевозками грузов Управление специальным транспортом
7.	Системы информирования пассажиров городского пассажирского транспорта	Информирование пассажиров ГПТ путем: - вывода информации на остановочные информационные табло; - вывода актуальной информации о движении пассажирских транспортных средств на маршрутах в сети Интернет; - вывода актуальной информации о движении пассажирских транспортных средств на маршрутах на мобильные устройства.

1.2. Основные технологии, используемые в системах транспортной телематики

Основными технологиями, используемыми в системах транспортной телематики на автомобильном транспорте и в дорожной отрасли, являются: координатно-временные и навигационные технологии; геоинформационные технологии; телекоммуникационные технологии, включая технологии мобильной связи и навигации; технологии сбора, хранения и обработки информации на ЭВМ.

Координатно-временные и навигационные технологии применяются для определения географических координат, скорости и направления движения контролируемых транспортных средств. Реализация координатно-временных технологий в системах управления дорожными машинами и механизмами основана на использовании глобальных навигационных спутниковых систем.

Геоинформационные технологии обеспечивают отображение информации о движении контролируемых дорожных машин и механизмов на компьютере с использованием карты местности, представляемой в электронном виде, а также использование данной информации при решении задач управления.

Геоинформационные технологии обеспечивают автоматизированное создание, хранение и поддержание в актуальном состоянии информации специализированных карт местности. Такое направление работ получило название «Электронная картография».

Компьютерные системы, обеспечивающие создание электронных карт любых типов и масштабов, обозначаются специальным термином «географические информационные системы» (ГИС). Они обеспечивают обработку всех пространственных данных в цифровой форме. ГИС входят в состав программных комплексов современных телематических систем автомобильного транспорта и дорожной отрасли.

Телекоммуникационные технологии обеспечивают передачу данных в зоне действия интеллектуальных транспортных систем.

Основные требования к телекоммуникационным технологиям предъявляют по следующим параметрам:

- рабочая зона предоставляемых телекоммуникационных услуг;
- скорость передачи данных (пропускная способность канала);
- надежность канала связи (доступность, безотказность, достоверность, конфиденциальность);
- стоимость услуг передачи данных.

В телематических системах дорожной отрасли телекоммуникационное обеспечение строится в виде сети связи, обеспечивающей обмен информацией между субъектами управления. Дополнительно используются сети сотовой связи для обмена информацией между контролируруемыми машинами и механизмами и системой управления.

1.3 Особенности транспортных средств как объектов транспортной телематики. Телематика на транспорте – средство повышения безопасности и эксплуатационной, экологической показателей.

Тенденция развития бортовых электронных систем автомобилей.

Процесс управления предполагает взаимодействие во имя достижения определенной цели двух составных частей: объекта управления и управляющей системы, которые образуют систему управления.

Объектом управления (ОУ) являются технологические процессы, которые осуществляются с участием машин, оперативного персонала и различных объектов. Все участники технологического процесса - это средства его реализации.

Управляющая система выполняет сбор и анализ информации о состоянии ОУ и/или возмущениях, вырабатывает решение об оказании на ОУ управляющих воздействий, формирует и реализует их. Цель управления ставится системе извне. Ее изменение, корректировка - задающие воздействия, оказываемые на управляющую систему.

В системах управления ТС основными, а в их автоматических управляющих системах (АУС) единственными носителями информации являются сигналы. Поэтому их рассматривают прежде всего как системы преобразователей сигналов.

В управляющей системе можно выделить две категории преобразователей: периферийные и внутрисистемные. Совокупность последних образует контроллер системы, который главным образом осуществляет алгоритмическое обеспечение процесса управления. Периферийные преобразователи обеспечивают непосредственное взаимодействие управляющей системы с ОУ и другими системами управления. Их три вида: измерительные преобразователи (датчики, сенсоры), исполнительные преобразователи (в большинстве случаев в виде исполнительных механизмов) и устройства ввода-вывода, обеспечивающие взаимодействие с системами управления более высокого уровня.

Например, автомобильный двигатель – как ОУ представляет собой систему, состоящую из отдельных подсистем: системы топливоподачи, зажигания, охлаждения, смазки и т.д. Все системы связаны друг с другом и при функционировании образуют единое целое.

Управление двигателем нельзя рассматривать в отрыве от управления автомобилем. Скоростные и нагрузочные режимы работы двигателя зависят от скоростных режимов движения автомобиля в различных условиях эксплуатации, которые включают в себя разгоны и замедления, движение с относительно постоянной скоростью, остановки.

Водитель изменяет скоростной и нагрузочный режим двигателя, воздействуя на дроссельную заслонку. Выходные характеристики двигателя при этом зависят от состава топливо-воздушной смеси и угла опережения зажигания, управление которыми обычно осуществляется автоматически. Схема двигателя как объекта транспортной телематики приведена на рисунке 1.4.

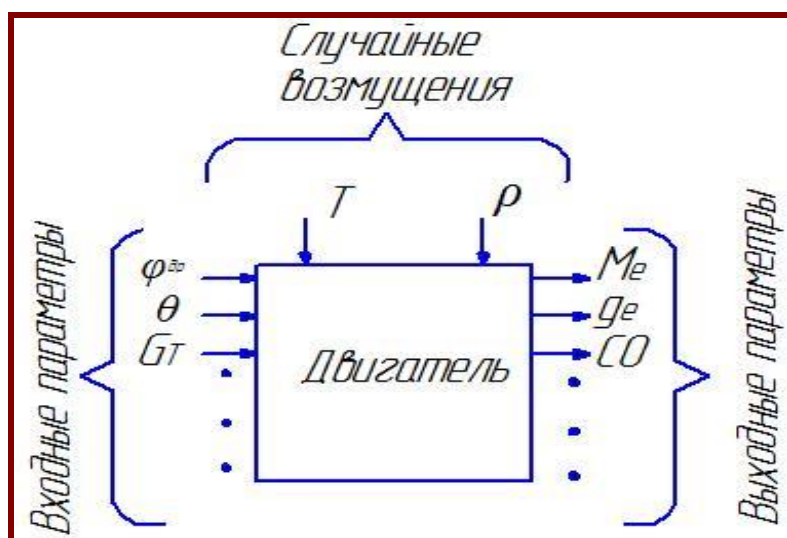


Рисунок 1.4 Схема двигателя как объекта транспортной телематики

Входные параметры (угол открытия дроссельной заслонки $\alpha_{др}$, угол опережения зажигания θ , цикловой расход топлива G_T и др.) - это те параметры, которые влияют на протекание рабочего цикла двигателя. Их значения определяются внешними воздействиями на двигатель со стороны водителя или системы автоматического управления, поэтому они называются также управляющими.

Выходные параметры, называемые управляемыми, характеризуют состояние двигателя в рабочем режиме. К ним относятся: частота вращения коленчатого вала, крутящий момент M_e , показатель топливной экономичности g_e и токсичности отработавших газов (например, содержания CO), а также многие другие.

Кроме входных управляющих параметров, на двигатель во время его работы воздействуют случайные возмущения, которые мешают управлению. К случайным возмущениям можно отнести изменение параметров состояния внешней среды (температура T, атмосферное давление p, влажность), свойств топлива и масла и т.д.

Для двигателя внутреннего сгорания характерна периодическая

повторяемость рабочих циклов.

Как ОУ двигатель считается нелинейным, так как реакция на сумму любых внешних воздействий не равна сумме реакций на каждое из воздействий в отдельности. Учитывая, что двигатель в условиях городской езды работает на нестационарных режимах, возникает проблема оптимального управления им. Возможность оптимального управления двигателем на нестационарных режимах появилась с развитием электронных систем управления.

Из-за сложности конструкции, наличия допусков на размеры деталей двигателя одной и той же модели имеют различные характеристики. Кроме того, по конструктивным параметрам (степень сжатия, геометрия впускного и выпускного трактов и т.д.) отличаются и отдельные цилиндры многоцилиндрового двигателя.

Автомобильный двигатель представляет собой многомерный ОУ, так как число входных параметров у него больше одного и каждый входной параметр воздействует на два и более выходных. В таком случае система управления также должна быть многомерной.

В зависимости от функций, выполняемых в управляющей системе техническими устройствами, выделяют следующие виды автоматизации с.-х. машин: автоматический контроль и автоматическое управление. В конкретных системах управления с.-х. машинами технические устройства часто обеспечивают выполнение обеих этих функций.

Автоматический контроль. Системы автоматического контроля (САК) - совокупность устройств, обеспечивающих сбор и обработку информации о состоянии объекта и/или внешних условий с целью обнаружения событий, обуславливающих необходимость оказания управляющих воздействий. Применение таких систем является основной формой автоматизации с.-х. машин.

Системы автоматического контроля по характеру решаемых задач имеют три вида специализации.

Системы автоматической сигнализации обеспечивают обнаружение предельных, критических и характерных промежуточных значений контролируемых параметров.

Контрольно-измерительные системы предназначены для получения значений контролируемых параметров в диапазоне возможных изменений, сравнения их с заданными значениями и фиксирования результатов сравнения в форме, удобной для наблюдения или длительного хранения.

Системы автоматической диагностики (САД) предназначены для распознавания неизвестного объекта или состояния известного объекта в виде отнесения этого объекта или его состояния к одному из известных классов (диагнозов) по совокупности признаков, наблюдаемых и рассматриваемых как единое целое. Совокупность наблюдаемых признаков объекта, рассматриваемых как единое целое, называется образом объекта.

САД транспортных машин решают задачи двух видов: подтверждение исправности объекта или обнаружение его неисправности с определением места и причины; предсказание поведения объекта в будущем по результатам

наблюдения его состояния в предыдущие моменты времени. В обоих случаях может использоваться как тестовый, так и функциональный методы диагностики.

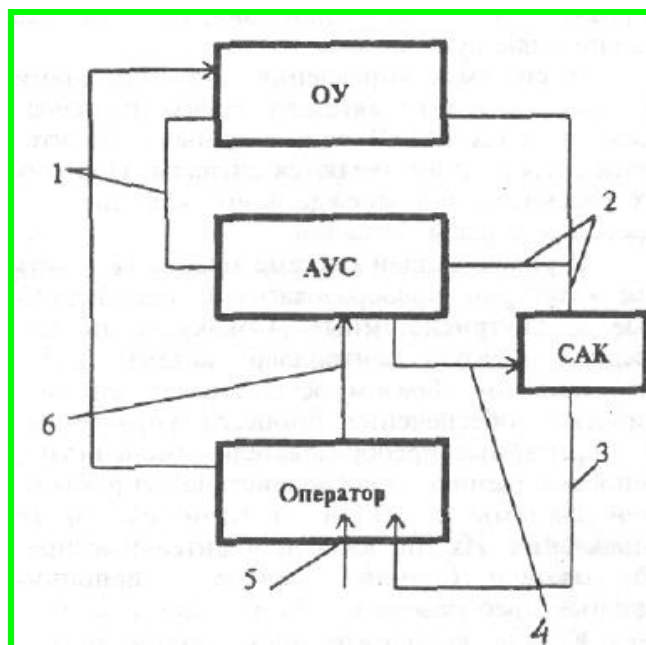


Рис..1.4. Обобщенная структура системы автоматизации машины:

1- управляющие воздействия; 2 - значения контролируемых параметров состояния ОУ; 3 - информация о состоянии ОУ и АУС; 4 - значения наблюдаемых параметров АУС; 5 - команды и данные от управляющей системы более высокого уровня; 6 - ввод и корректировка целей

Реальные САК с.-х. машин во многих случаях обеспечивают решение нескольких из указанных категорий задач контроля.

Автоматическое управление. В тех случаях, когда цель управления может быть четко формализована, открывается возможность обеспечить ее достижение с помощью только технических устройств без участия человека, т.е. автоматически². С точки зрения формализованного представления цели можно выделить несколько видов управления и соответственно систем автоматического управления: *регулирование, логическое управление, оптимизация, манипулирование.*

Автоматическое регулирование - вид автоматического управления, при котором цель управления формулируется в виде условия поддержания значения управляемого параметра объекта на заданном уровне. Управляющую систему в таких системах принято называть автоматическим регулятором.

В зависимости от характера изменения во времени задаваемого регулируемого параметра (задающее воздействие) *системы автоматического регулирования* подразделяют на *системы автоматической стабилизации, программного регулирования и следящие.* В системах автоматической стабилизации

²) Srivastava A. K., Goering C. E., Rohrbach R.P., Buckmaster D. R. Engineering principles of agricultural machines. ASABE, 2006 - p.134-135.

заданное значение - величина постоянная, в системах программного регулирования - меняется во времени по известному закону (программе), а в следящих системах - изменяется во времени заранее неизвестным управляющей системе образом.

Системы автоматического логического управления - это системы, целью которых является обеспечение соотношений, определяющих связь между возможными значениями управляющих воздействий и множеством допустимых значений параметра (ОВ) состояния ОУ или/и возмущающих воздействий.

В системах автоматической оптимизации цель управления задается в виде условия обеспечения \min или \max некоторого критерия эффективности функционирования ОУ.

В системах манипулирования цель задается в виде траектории и режима движения рабочего органа, захвата или рабочего инструмента, являющихся конечным звеном кинематической цепи пространственного многозвенного механизма с несколькими степенями подвижности, каждая из которых имеет свой управляемый привод.

Последовательность разработки систем автоматизации

Системы автоматизации технологических процессов проектируется, как правило специализированная организация на основании технического задания и исходных данных представленных заказчиком. В задании на проектировании должны быть четко оговорены цель назначения разработки системы, а также указаны её функциональные возможности. На основании представленных документов специальная организация составляет структурную схему управления объектом (для стационарных технологических объектов), а также его функциональную схему автоматизации. По последнему определяют контролируемые, сигнализируемые и управляемые параметры, а также предварительно намечают комплекты приборов и средств автоматизации.

Следующим этапом разработки систем автоматизации – исследование технологического процесса как объекта управления т.е. построения его математической модели. В зависимости от реальной ситуации выбирают аналитический или экспериментальный методы моделирования, которые в конечном итоге позволяют получить передаточную функцию ОУ, являющиеся основанием для выбора оптимального алгоритма управления объектом и разработки (или выбор) управляющего устройства (регулятора).

В дальнейшем выбирают комплекс технических средств, позволяющих реализовать уже принятый алгоритм управления. Причём предпочтения следует отдавать серийно выпускаемым приборам и средствам автоматизации, входящими в ГСП и ISO. При строгой обоснованности целесообразно использовать и приборы не входящие в ГСП. Настраечные параметры выбранных устройств и средств автоматизации при этом должны реализовать принятый алгоритм управления (закон регулирования).

Методы расчета настроенных параметров включают:

- выбор первичных ИП (датчиков);
- выбор исполнительных механизмов;
- выбор регулирующих органов.

Для большинства ОУ наиболее распространенным видом вспомогательной энергии является электрическая. Поэтому дальнейшим шагом в проектировании систем автоматики будет разработка принципиальных электрических схем. Затем после выбора (заказа) необходимых аппаратных средств разрабатывают схемы соединения и подключения, проектируют заменяющие устройства.

На завершающем этапе проектирования рассчитывают надежность систем автоматики, а также её экономическую эффективность.

1.5 Современные интеллектуальные системы повышения безопасности дорожного движения [7, 8]

Пилотные проекты, направленные на поддержку систем безопасности для водителей, реализованные в разных странах, показывают, что можно существенно снизить количество происшествий и при этом повысить эффективность перевозочного процесса. Одним из основных проектов является «Интеллектуальная автомагистраль». В этом случае нагрузку, связанную со сбором информации и передачей её водителю, берет на себя, в основном, инфраструктура, созданная вдоль дорог. В таком случае не надо оборудовать каждый автомобиль комплексной техникой но, несмотря на это, сохраняется возможность хотя бы однонаправленной связи с автомобилем, например, с помощью RDS-TMC или с помощью информирующих дисплеев.

Автомагистраль в этом случае покрыта телекоммуникационной средой, которая дает возможность собирать метеорологические, транспортные и другие данные в любой части автомагистрали и после их обработки в центре передавать их водителям в форме текущей информации или в форме приказов управляемых дорожных знаков и информационных дисплеев. Телекоммуникационная среда может быть беспроводной или может быть образована сетями LAN или WAN. Для действующей системы AHS (Automated Cruise-Assist Highway Systems) необходимо создать необходимую инфраструктуру и осуществить следующие мероприятия.

1. Мониторинг состояния проезжей части дороги (физических условий), мониторинг состояния транспортного потока и возможных препятствий (заторы, дорожно-транспортные происшествия).

2. Обработка информации в центре управления движением.

3. Передача информации водителю: в индивидуальном порядке в автомобиль или всему транспортному потоку.

4. Исполнение мероприятия: автоматические системы в транспортном средстве (AHS-а) или вручную посредством водителя (AHS-м).

Информация о нестандартных условиях движения передается водителю из вышестоящего транспортного центра управления. Информацию получают путем измерения (интенсивность, скорость, образование гололеда, вода на проезжей части дороги, расстояние видимости) или с помощью видеонаблюдения. Все растущее значение приобретает и речевая информация, такая как сообщения полиции, сервисных организаций или сообщения других водителей. В транспортном центре информация обрабатывается и передается

водителю посредством информационной системы в автомобиле, системами связи, например, с помощью системы DSRC или RDS-TMC. Для всего транспортного потока используются информационные табло и управляемые дорожные знаки.

Телематика касается не только вопросов наиболее эффективной перевозки пассажиров и грузов, но в большой степени и аспектов обеспечения безопасности движения на дорогах. Понятие безопасности очень широкое. Например, в секторе городского пассажирского общественного транспорта (ГПОТ) речь идет, кроме прочего, о системах контроля, основанных на использовании видеокамер, расположенных не только в транспортных средствах ГПОТ, но и на остановках. Эти системы дают возможность быстро реагировать в случае опасности для пассажиров или экипажа транспортных средств. «Интеллектуальные» перекрестки предупреждают водителя о движении автомобиля в опасном направлении, проезжающего на красный сигнал. Хорошо проработанные системы используются для повышения безопасности слепых пассажиров, которые пользуются различного рода связью с устройствами управления светофорами или единицами ГПОТ.

Бортовые системы интеллектуального ТС

Системы управления автомобилем

- *Антиблокировочная система тормозов — ABS (Anti-lock Braking System³):*
Система повышает устойчивость при торможении, обеспечивает возможность изменения траектории при торможении и в некоторых случаях уменьшает тормозной путь (на скользких дорожных покрытиях до 10-15%). Может служить источником информации о скорости автомобиля, состоянии дорожного покрытия.
- *Противобуксовочная система — ASR (Automatic/Anti Slip Regulation), ATC (Automatic Traction Control), ETS (Electronic Traction Control) или DTC (Dynamic Traction Control):*
Улучшает процесс движения на скользких дорогах, снижая буксование колес. Может служить источником информации о состоянии дорожного покрытия.
- *Система стабилизации движения (система поддержания курсовой устойчивости) — ESP (Electronic Stability Program), ESC (Electronic Stability Control), DSM (Dynamic Stability Management) или VSA (Vehicle Stability Assist), VSC (Vehicle Stability Control):*
Повышает курсовую устойчивость автомобиля, предотвращает занос автомобиля.
- *Система помощи при экстренном торможении - BA (Brake Assist), BAS (Brake Assist System) или EBA (Electronic Brake Assist или Emergency Braking Assistant):*
Уменьшает тормозной путь автомобиля путем автоматического повышения давления в тормозном приводе при быстром (экстренном) нажатии на тормозную педаль. Проводятся работы по использованию системы BA в

³ Bosch Automotive Handbook. 5th Edition / Автомобильный справочник. Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО «КЖИ За рулем», 2004.– с.683,716

интеллектуальных системах управления транспортом (для предотвращения проезда линии «Стоп») [1]. Развитием системы ВА является система РВА (Predictive Brake Assist). В этой системе используется локатор, оценивающий расстояние до препятствия и скорость сближения с ним, для расчета эффективности торможения с целью снижения вероятности наезда движущегося сзади транспорта.

- *Круиз контроль:*

Система поддержания заданного режима движения.

- *Адаптивный круиз- контроль — АСС (Adaptive Cruise Control):*

Система поддерживает заданную скорость и может автоматически её корректировать, чтобы поддержать надлежащее расстояние между транспортными средствами. Для работы системы используются локационные датчики.

- *Системы предотвращения столкновений автомобилей — СПСА:*

В системах используются радио или оптические локаторы, сканирующие пространство перед автомобилем. В простейших системах, при нарушении дистанции безопасности между движущимися ТС, водитель предупреждается световым/звуковым сигналом. В более сложных системах автоматически осуществляется торможение. Разрабатываются системы предупреждения не только фронтальных столкновений, но и боковых столкновений. Дальнейшим развитием СПСА является система Stop&Go, обеспечивающая безопасное движение с автоматическим торможением и ускорением в транспортном потоке. Системы СПСА сегодня являются «закрытыми», но в будущем могут стать «открытыми», т.е. использующими информацию от навигационных систем и дорожно-транспортной инфраструктуры.

- *Система торможения «по проводам» — BBW (Brake by Wire):*

Перспективная тормозная система, в которой управление торможением осуществляется электроникой (по проводам), а силовая, исполнительная часть может быть гидравлической, пневматической или электрической.

- *Система активного рулевого управления — AFS (Active Front Steering):*

Система корректирует управляющие воздействия водителя, улучшая управляемость и устойчивость автомобиля. Может использоваться в системе автоматической парковки транспортного средства.

- *Активная подвеска автомобиля.*

- *Система предотвращения опрокидывания автомобиля — ARP (Anti-Rollover Protection System) или ARM (Active Roll Mitigation).*

- *Автоматическая система управления стеклоочистителями:*

Система получает информацию от оптического датчика, определяющего наличие и размер капель на ветровом стекле, включает и регулирует скорость стеклоочистителя.

- *Автоматическая система управления световыми приборами:*

Световой датчик определяет освещенность вокруг ТС и автоматически включает световые приборы. Некоторые системы управляют переключением фар, для снижения ослепления водителей встречного транспорта.

Бортовые системы информации водителя

- ***Система информации о техническом состоянии автомобиля:***
Следит за техническим состоянием автомобиля, в том числе осуществляет мониторинг давления в шинах. Система может быть «закрытой», информирующей только водителя, или «открытой», передающей информацию в сервисный центр.
- ***Система адаптивного освещения:***
Обеспечивает лучшее освещение дороги при проезде поворотов, поворачивая фары автомобиля в соответствии с: поворотом рулевого колеса, скоростью автомобиля, поперечными и угловыми ускорениями (фары поворачиваются только при движении автомобиля). Таким образом, при повороте автомобиля свет фар «следует» за направлением дороги и водитель может раньше распознавать дорожную ситуацию. Электронная система управления на основании различных параметров, таких как скорость движения, угол поворота руля, угловая скорость автомобиля, постоянно вычисляет необходимый угол поворота фар и отдаёт соответствующие команды исполнительным механизмам.
- ***Системы обнаружения невидимых препятствий:***
К таким системам относятся различные устройства (с локационными датчиками различных типов, сканирующими пространство вокруг автомобиля), информирующие водителя о наличии препятствий. К этим системам также относятся системы ночного видения, которые используют инфракрасные излучатели и преобразуют невидимые на дороге объекты в видимые водителем изображения, повышая безопасность движения в условиях плохой видимости.
- ***Система предупреждения о пересечении дорожной разметки:***
Система предупреждает водителя о непроизвольном выходе с заданной полосы движения.
- ***Система предупреждения о возможности опрокидывания — RSC (Roll Stability Control).***
- ***Система мониторинга «слепой зоны»:***
Система предупреждает водителя световым или звуковым сигналом, или изображением на видеомониторе о нахождении рядом с транспортным средством других участников движения, которые могут создать помеху при перестроении на другую полосу движения.
- ***Система распознавания дорожных знаков:***
Видеосистема отслеживает дорожные знаки и воспроизводит их на мониторе (приборном щитке) или проецирует на лобовое стекло.
- ***Системы обнаружения препятствий при движении задним ходом:***
Эти системы обнаруживают препятствия (ультразвуком, радаром или инфракрасным излучением) при движении транспортного средства назад и, когда препятствие идентифицировано, информируют об этом водителя.
- ***Мониторинг состояния водителя:***
Система отслеживает управляющие реакции водителя, состояние его глаз и др. и предупреждает его звуковым (голосовым) сигналом для повышения его

внимания.

- Системы информирования о препятствиях впереди.
- *Навигационные системы:*
Системы, в том числе активные, использующие информацию от датчиков внутри автомобиля, в случаях проезда автомобиля в тоннелях и других местах, где пропадает сигнал от спутников.
- *Системы информации о состоянии дорожного движения:*
Системы предупреждают водителя о наличии заторов на дорогах, информируют об оптимальной скорости движения с целью проезда на разрешающий сигнал светофора и др.
- *Системы информации о метеоусловиях.*
- *Система предупреждения о наличии пешеходов на проезжей части.*
- *Система предупреждения о наличии знака (линии) «Стоп».*

Системы сбора и передачи информации

- *«Черный ящик».*
- *Тахограф.*
- *Система передачи об аварии «e-Call»:*
Система передает сигнал о ДТП по команде водителя или автоматически при срабатывании систем пассивной безопасности.
- *Система электронной идентификации автомобиля (груза).*
- *Система предоставления данных об автомобиле для сервисных станций.*
- *Система позиционирования транспортного средства (передатчик местонахождения).*

Отдельные системы АТС могут быть одновременно и «закрытыми» и «открытыми», т.е. информация от них может быть использована как внутри АТС, так и быть передана в инфраструктуру и другим участникам движения. На рис. 2.1 представлена блок-схема классификации бортовых систем интеллектуального автотранспортного средства.

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ		БОРТОВЫЕ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИИ ВОДИТЕЛЯ		СИСТЕМЫ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ	
Закрытые	Открытые	Закрытые	Открытые	Закрытые	Открытые
- ABS; - ASR; - ESP; - BA; - ACC; - СПСА; - BBW; - AFS; - ARP; - активная подвеска; - автоматичес-	- ACC; - СПСА - ESP; - BA; - BBW; и т.д.	- система информации о состоянии автомобиля; - системы ночного видения; - видео системы распознавания дорожных знаков;	-навигационные системы; - системы информирования о состоянии дорожного движения; - системы информирования о	- черный ящик; - тахограф	- системы идентификации автомобиля и груза; - система позиционирования АТС; - аварийные сигналы; - система оплаты за

кое управление стеклоочисти- телями; - автомати- ческое управление светом		-мониторинг состояния водителя.	метеоусловия х.		проезд; - черный ящик; - тахограф.
---	--	---------------------------------------	--------------------	--	--

Рис. 2.1. Блок-схема классификации бортовых систем интеллектуального автотранспортного средства

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение терминов «Телематические системы». «Интеллектуальные Транспортные Системы» (ИТС).
2. В чем заключаются основные цели создания ИТС (на примере США, Японии, стран Европы)?
3. Назовите основные компоненты ИТС и решаемые ими задачи.
4. Опишите основные технологии, используемые в системах транспортной телематики на автомобильном транспорте и в дорожной отрасли, и основные направления их применения.
5. В чем заключается особенности двигателей, автомобилей, тракторов или машинно-тракторных агрегатов как объектов автоматизации?

Использованная литература

1. Srivastava A. K., Goering C. E., Rohrbach R.P., Buckmaster D. R. Engineering principles of agricultural machines. ASABE, 2006 -559 p.
2. Goering C.E., Stone M.L., Smith D.W. and Turnquist P.K. Off- road vehicle engineering principle. USA, ASABE,2006 – 474 p.
3. Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – ИТ Пресс, 2008. – 576 с.
4. Bosch.Automotive Handbook. 5th Edition / Автомобильный справочник. Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО «КЖИ За рулем», 2004.– 992 с.
5. Борщенко Я.А., Васильев В.И. Электронные и микропроцессорные системы автомобилей: Учебное пособие. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2007. – 207 с.
6. Власов В.М. Информационные технологии на автомобильном транспорте / В.М. Власов, А.Б. Николаев, А.В. Постолиит, В.М. Приходько. - М.: Наука, 2006. - 288 с.
7. Власов В.М. Интеллектуальные транспортные системы в автомобильно-дорожном комплексе / В.М. Власов, В.М. Приходько, С.В. Жанказиев, А.М. Иванов. - М.: МАДИ. – М.: ООО «МЭЙЛЕР», 2011. – 487 с.
8. Жанказиев С.В. Телематика на автомобильном транспорте/ В.М. Власов, С.В. Жанказиев, А.Б. Николаев, В.М. Приходько. – М.: МАДИ, 2003. – 173 с.

2-тема. Основные понятия и принципы действия современной спутниковой навигации (2 часа)

План:

- 2.1. Основные принципы функционирования спутниковых навигационных систем.
- 2.2. Характеристики современных глобальных навигационных спутниковых систем. Описание и технические характеристики навигационного приемника.
- 2.3. Географические информационные системы и технологии.

2.1. Основные принципы функционирования спутниковых навигационных систем.

Спутниковые навигационные системы (СНС) обеспечивают решение навигационных задач в телематических системах на основе приема и обработки сигналов специальных навигационных спутников. Сигналы этих спутников доступны для использования стационарными и подвижными объектами на поверхности Земли, включая Мировой океан.

Функционирование глобальных навигационных спутниковых систем основано на следующих четырех принципах.

Первый принцип: определение положения любого объекта по расстояниям от него до навигационных спутников. Это означает, что координаты объекта на земле вычисляются на основе измеренных и вычисленных СНС расстояний до группы спутников в космосе. Спутники считаются точками отсчета, координаты которых известны точно.

Второй принцип: расстояние до навигационного спутника рассчитывается как произведение скорости и времени прохождения навигационного сигнала, посылаемого спутником. Радиоволны распространяются в вакууме со скоростью света (около 300 000 км в секунду). Если точно определить момент времени, в который спутник начал посылать радиосигнал, и момент, когда он получен на Земле, будет известно, как долго он шел до приемника. Тогда, умножая скорость распространения сигнала на время в секундах, получим расстояние до спутника.

Третий принцип: положение каждого навигационного спутника в пространстве максимально точно определено и доступно навигационному приемнику, принимающему от спутника навигационные сигналы, в любой момент времени.

Четвертый принцип: для обеспечения точности навигации необходимо учитывать ионосферные и атмосферные задержки сигналов и другие погрешности.

2.2. Характеристики современных глобальных навигационных спутниковых систем

В настоящее время действуют две глобальные СНС: GPS (Global Positioning System, США); ГЛОНАСС (Глобальная Навигационная Спутниковая

Система, Россия).

В стадии развертывания находится еще одна глобальная СНС – Европейская СНС GALILEO.

Общее название этих систем: глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС).

Запуск Советским Союзом в 1957 г. первого искусственного спутника Земли создал условия для практического использования спутниковых технологий в сфере навигации. Спутниковая навигация разрабатывалась для военных целей и на средства, выделенные из государственного бюджета на оборону в США и в СССР, как средства высокоточного наведения оружия дальнего радиуса действия (стратегические ракеты и авиация). Спутниковая навигация доступна и для широкого применения в армии и на флоте на всех потенциальных театрах военных действий.

Министерство обороны США с 1960-х годов XX века начало работать над созданием глобальной, непрерывно доступной системы навигации высокой точности. Был создан специальный комитет, названный Navigation Satellite Executive Group (NAVSEG). Навигационная система, построенная по сформулированной комитетом концепции, получила название NAVSTAR GPS. NAVSTAR – Navigation System with Time and Ranging - навигационная система на основе временных и дальномерных измерений.

GPS – Global Positioning System - глобальная система позиционирования. Термин «позиционирование» - более широкий по отношению к термину «определение местоположения». Позиционирование помимо определения координат включает в себя определение вектора скорости движущегося объекта. В 1972 г. была продемонстрирована работа данной системы, использовавшей новый метод разделения сигналов спутников - кодовое разделение на основе псевдослучайного, шумоподобного сигнала. При этом все навигационные спутники излучают на одной несущей частоте, которая модулируется сверхдлинным псевдослучайным кодом (ПСК), индивидуальным для каждого спутника.

GPS состоит из трех частей: космического сегмента; сегмента управления и контроля; сегмента пользователей.

Спутниковый сегмент состоит из созвездия спутников.

Сегмент управления и контроля содержит главную станцию управления и контроля, станции слежения за спутниками и станции закладки информации в бортовые компьютеры спутников.

Сегмент пользователей — это совокупность спутниковых приемников, находящихся в работе.

В каждый момент времени 24 спутника системы NAVSTAR GPS находятся в рабочем состоянии. Спутники распределены по шести круговым орбитам. На каждой орбите, таким образом, находится четыре спутника. Плоскости орбит разнесены по долготе на 60 градусов. Наклон плоскости орбиты к плоскости экватора составляет 53 градуса. Расстояние спутников от поверхности Земли — 20,2 тыс. километров. При такой высоте орбиты период обращения равен половине звездных суток.

В задачи сегмента управления и контроля (Operational Control System) входит слежение за навигационными спутниками (НС) для определения параметров их орбит (эфемерид) и поправок погрешности хода часов относительно системного времени GPS, прогноз орбит спутников и их местоположения на орбитах (прогноз эфемерид), временная синхронизация часов относительно времени системы, загрузка навигационного сообщения в бортовые компьютеры спутников.

Главная станция управления и контроля (Consolidated Space Operations Center) находится в Колорадо-Спрингс (США). Центр собирает и обрабатывает данные со станций слежения, вычисляет и предсказывает эфемериды спутников, а также параметры хода часов.

Российская СНС ГЛОНАСС (Глобальная Навигационная Спутниковая Система), функционирующая на сходных с NAVSTAR GPS идеях и принципах была разработана к 80-м годам XX века.

Ведущими разработчиками системы спутниковой навигации в России были ученые и специалисты научно-исследовательского института, который был учрежден в СССР в 1956 г. - и в настоящее время носит название Российский институт радионавигации и времени (РИРВ). Его основными задачами были: создание радионавигационных систем дальнего действия; создание систем единого времени (СЕВ).

Центр управления спутниковой группировкой ГЛОНАСС находится в г. Королеве Московской области.

В табл. 2.1 приведены основные характеристики спутниковых навигационных систем NAVSTAR GPS, ГЛОНАСС, GALILEO.

Таблица 2.1

Основные характеристики глобальных навигационных спутниковых систем

Параметр	ГЛОНАСС	GPS (NAVSTAR)	GALILEO
Количество НС (резерв)	24 (3)	24 (3)	27 (3)
Количество орбитальных плоскостей	3	6	3
Количество НС в орбитальной плоскости	8	4	9
Тип орбит	Круговая ($e=0\pm 0.01$)	Круговая	Круговая
Высота орбиты, км	19100	20183	23224
Наклонение орбиты, градусы	64.8 ± 0.3	~ 55 (63)	56
Номинальный период	11ч 15мин 44 ± 5 с	~ 11 ч 58 мин	14ч 4 мин и 42 с

обращения по среднему солнечному времени			
Способ разделения сигналов НС	Частотный	Кодовый	Кодово-частотный
Несущие частоты радиосигналов, МГц	L1=1602.5625...1615.5 L2=1246.4375...1256.5	L1=1575.42 L2=1227.60 L5=1176.45	E1=1575.42 E5=1191.795 E5A=1176.46 E5B=1207.14 E6=12787.75

Пример состава комплекса технических средств информационного обеспечения с.-х. агрегатов для таких технологий показан на рис.1.3.

В процессе работы машины, к примеру уборочной машины (УМ) автоматически осуществляется измерение количества собираемого урожая и определение координат фрагментов поля, с которых этот урожай получен. Эти данные записываются как функции единого системного времени ССРНС в память навигационно-технологического контроллера и по окончании смены (нескольких смен) переносятся с помощью, например, "чип-карты" в компьютер дифференциальной станции (ДС), где хранятся вычисляемые значения навигационных поправок также в виде функций системного времени. С учетом корректирующей информации уточняются ранее определенные бортовой аппаратурой значения координат и скорости движения машины в каждый момент времени и далее с помощью программ, разработанных с использованием GIS-пакетов. осуществляется автоматическое построение электронных карт урожайности поля, на которой каждому фрагменту поля ставится в соответствие количество собранного с него урожая. Для визуального восприятия карта может быть представлена в виде мозаичного панно, трехмерной графики или таблицы.

На основании этой карты и электронных карт агрохимического состояния почв, агрономических программ прогнозирования развития возделываемых культур и других данных составляются технологические топоориентированные программы норм внесения удобрений и семян и с помощью "чип-карт" вводятся в память бортового компьютера, который формирует задания системам автоматического регулирования норм внесения.

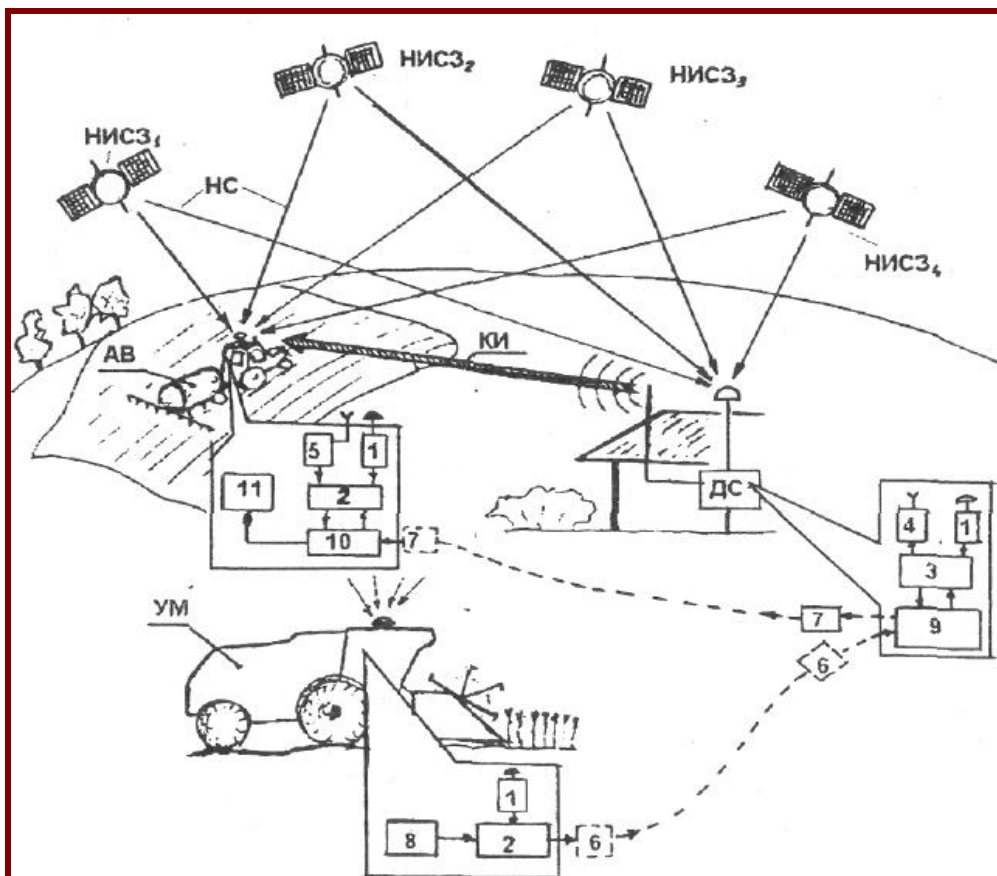


Рис. 1.3 Технические средства информационного обеспечения функционирования с.-х. агрегатов топоориентированных технологий: 1-навигационный приемник; 2 - навигационно-технологический контроллер; 3-формирователь корректирующей информации; 4-радиопередатчик корректирующей информации; 5 - приемник корректирующей информации; 6- "чип-карта" с записью значений урожая и местоопределений; 7- "чип-карта" с записью программа топоориентированных норм внесения; 8 - измеритель значений урожая (для зерноуборочного комбайна - это датчики влажности и подачи зерна в бункер); 9 –персональный компьютер; 10 - бортовой компьютер; 11 - автоматический регулятор нормы внесения

Если на уборочной машине задача местоопределения может решаться только частично с последующим ее завершением на дифференциальной станции, то на агрегатах внесения она должна решаться полностью, т.е. в реальном масштабе времени⁴. Поэтому в состав бортовой аппаратуры автоматического местоопределения агрегата внесения включается приемник корректирующей информации, которая передается дифференциальной станции и используется навигационно-технологическим контроллером для определения положения и скорости движения агрегата внесения на поле. Бортовой компьютер, сопоставляя результаты местоопределения агрегата с введенной

⁴ Srivastava A. K., Goering C. E., Rohrbach R.P., Buckmaster D. R. Engineering principles of agricultural machines. ASABE, 2006 - p.125-126.

технологической топоориентированной программой, задает системе регулирования значение дозы внесения материала (удобрения, семена, гербициды и т.д.), предписанные именно для того фрагмента поля, на котором в данный момент находится агрегат.

Географические информационные технологии (геоинформационные технологии) являются вторым по значимости (после спутниковой навигации) базовым технологическим элементом современных телематических систем на автомобильном транспорте.

Основной целью применения геоинформационных технологий в телематических системах является обеспечение возможности отображения пространственной информации на компьютере в форме электронной карты местности при решении задач управления.

Основными задачами геоинформационных технологий являются создание, хранение, поддержание в актуальном состоянии информации специализированных карт местности и предоставление данной информации пользователям по их запросу.

Геоинформационные технологии обеспечивают обработку всех пространственных данных в цифровой форме. В результате существенно облегчается внесение всевозможных исправлений и уточнений.

Компьютерные системы, обеспечивающие создание электронных карт любых типов и масштабов и их представление пользователям, обозначаются специальным термином «географические информационные системы» (ГИС).

Географические информационные технологии реализуются в телематических системах в составе специализированных географических информационных систем (ГИС).

Географическая информационная система - это компьютерная система, позволяющая показывать необходимые пространственные данные на электронной карте местности.

На электронные карты ГИС можно нанести не только географические, но и статистические, демографические, технические и многие другие виды данных и применять к ним разнообразные аналитические операции. Электронная карта, созданная в ГИС, поддерживается мощным арсеналом аналитических средств, развитым инструментарием создания и редактирования объектов карты. При этом информация, полученная благодаря использованию технологий ГИС, в телематических системах используется специалистами транспорта, дорожной отрасли, получившими минимальную подготовку по работе с картографической информацией. В отличие от обычной бумажной карты электронная карта, созданная в ГИС, содержит скрытую информацию, которую можно «активизировать» по необходимости. Эта информация организуется в виде слоев, которые можно назвать тематическими, потому что каждый слой состоит из данных на определенную тему. Электронные карты ГИС для телематических систем дорожной отрасли содержат базовые и специализированные слои.

В состав базовых слоев включают следующие слои: рельеф; гидрографию; растительность; населенные пункты.

В состав специализированных слоев включают такие слои: дорожную

сеть; искусственные сооружения автомобильных дорог; элементы придорожной инфраструктуры; элементы инфраструктуры предприятий дорожной отрасли; объекты обслуживания, закрепленные за мастерскими участками дорожно-эксплуатационных предприятий.

Пример использования электронной карты в телематической системе для отображения контролируемой дорожной машины показан на рис. 3.1.

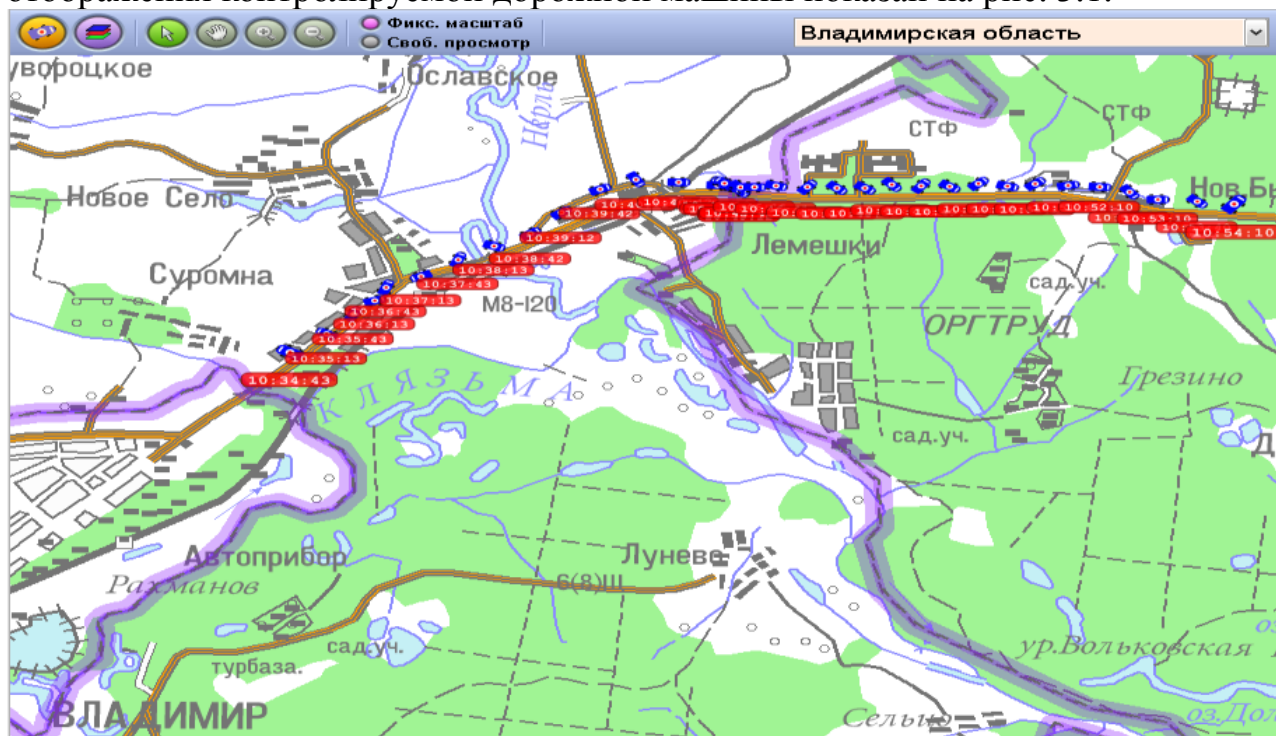


Рис. 3.1. Отображение местоположения контролируемой машины в разные моменты времени на электронной карте местности

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные принципы функционирования спутниковых навигационных систем.
2. Перечислите основные характеристики спутниковых навигационных систем GPS/NAVSTAR (США) и ГЛОНАСС (Россия).
3. Опишите системы координат, применяемые в спутниковых навигационных системах для расчета местоположения объекта.
4. В чем заключается понятие геоида и его математической модели земного эллипсоида? Для чего используется математическая модель Земли?
5. Назовите основные этапы расчета местоположения объекта.
6. Почему для расчета местоположения объекта требуется обработать сигналы не менее чем четырех навигационных спутников?
7. Приведите примеры вариантов записи координат точки на земной поверхности.
8. В чем заключаются назначение и основные принципы работы спутниковых систем дифференциальной коррекции на примере системы WAAS?
9. Основные компоненты GPS-технологий, используемые в аппаратно-программном комплексе.

10. Назовите цели использования и основные задачи, решаемые с применением географических информационных технологий на автомобильном транспорте.
11. В чем заключается понятие «карта земной поверхности»? Опишите основные элементы карты.
12. Опишите понятия «масштаб карты», «генерализация». Назовите стандартные масштабы топографических карт.
13. Опишите основные свойства карты.
14. Что такое картографическая проекция, цилиндрическая проекция?
15. Опишите понятия номенклатуры и разграфки топографических карт.
16. Каковы особенности использования на автомобильном транспорте географических информационных систем, электронных карт местности.
17. Опишите понятия «векторизация», «базовые и специализированные слои карты».
18. Опишите особенности создания и редактирования векторных карт.

3- тема. Системы телематики на пассажирском транспорте

План:

- 3.1. Развитие и использование транспортно-телематических систем на пассажирском транспорте.
- 3.2. Контрольно-измерительная панель приборов.
- 3.3. Бортовой компьютер и бортовая система контроля

Ключевые слова: Навигация, бортовой компьютер, информационная система, панель приборов, дисплей, интеллектуальная система, телематика, измеритель-указатель, сигнализатор.

3.1. Развитие и использование транспортно-телематических систем на пассажирском транспорте

Одним из основных направлений развития телематических систем на пассажирском транспорте как в России, так и зарубежных странах является внедрение автоматизированных навигационных систем диспетчерского управления (АНСДУ). Данные системы используют определение местоположения транспортных средств по сигналам глобальных навигационных систем GPS и ГЛОНАСС.

Диспетчерские системы на базе спутниковых навигационных систем (СНС) обеспечивают возможность оперативного управления перевозками, фиксации фактически выполненной транспортной работы за счет сбора, передачи и обработки информации о местоположении транспортных средств, доступа к этой информации всех заинтересованных участников транспортного процесса (руководителей транспортных предприятий, представителей органов власти и т.д.).

С точки зрения эксплуатации основное назначение транспортно-

телематических систем (ТТС) пассажирского транспорта заключается в оперативном управлении движением и состоит из следующего блока задач: автоматизированного контроля процесса выпуска подвижного состава на линию и его возврата в парк; автоматизированного контроля движения транспортных средств с формированием и выдачей сообщений об отклонениях от графиков движения отдельных подвижных единиц; реализации управляющих воздействий диспетчера (корректировки графиков движения, выпуска резервного транспорта, изменения расписания движения и т.п.).

В большинстве случаев управляющие воздействия диспетчера доводятся до водителей в сеансах радиосвязи, но при наличии соответствующего оборудования (например, бортового дисплея водителя) возможна отправка текстового сообщения.

Принципиальная схема работы АНСДУ на базе спутниковой навигации приведена на рис. 4.1.

Следует отметить ряд особенностей развертывания навигационных систем на общественном пассажирском транспорте в городах Европы. Они ориентированы не столько на потребности управления движением самих транспортных средств, сколько на удобство и безопасность пассажиров. Именно поэтому большое внимание обращается на средства информирования пассажиров о работе общественного транспорта в реальном масштабе времени на остановочных пунктах, в пересадочных узлах, продаже билетов с помощью мобильной связи и через Интернет. Все крупные системы имеют схожие технологические характеристики.



Рис. 4.1. Принципиальная схема работы АНСДУ пассажирскими перевозками на базе спутниковой навигации

Среди лидеров рынка следует отметить такие крупные межнациональные корпорации, как Сименс (Германия), «Thales» (Франция) и AscomGroup (Швейцария).

Концерн «Сименс» в течение последних 15 лет создает системы управления общественным транспортом Transit Master (источник: www.siemens.com). Это система управления общественным транспортом,

работающим по установленным автобусным маршрутам, рельсовым путям, или неорганизованным транспортом (паратранзит) типа российского маршрутного такси. Система содержит необходимые функции управления. В ней есть несколько приложений по информированию пассажиров, включая электронные уличные табло, киоски, веб-сайты и автоматические системы голосового вещания на транспортном средстве. Кроме того, опционально предлагаются: средства обеспечения приоритета проезда общественного транспорта через перекрестки (Traffic Signal Priority, TSP); подсчета количества пассажиров (Automatic Passenger Counting, APC); продажи билетов и контроля оплаты проезда (Ticketing system management, TSM), другие сервисы.

Фирма «Thales» предлагает систему «TransCity™» (источник: www.thales.com). Ее функциональные возможности совпадают с возможностями аналогичных систем (АСДУ-НГПТ, АСУ-Навигация, TransitMaster™, MICROBUS, AscotTMS и др.). Система внедрена в городах: Марселе, Лионе, Реймсе, Гренобле, Нанте, Орлеане, Сэнз-Дени-Бобиньи, Руане, Страсбурге, Шарлеруа (все – Франция), Валенсии (Испания), Мексико (Мексика).

Кроме того, компания «Thales» известна на рынке систем оплаты проезда, интегрированных с «TransCity™». Они внедрены в Европе (Осло, Турин, Неаполь, Париж, Страсбург, Марсель, Руан, Гран Кана-рия, Коимбра, Перуджа, Афины, Мадрид), в Азии (Бангкок, Тайвань, Гон-Конг, Сингапур, Куала-Лумпур, Тайбей, Манила, Сеул, Пусан, Нью Дели, Калькутта), Южной Америке (Сан Пауло, Сантьяго, Каракас, Рио-де-Жанейро, Мексико) и Африке (Каир).

Ascot Group предлагает систему Ascot TMS с возможностями аналогичных систем (Transit Master™, MICROBUS, Trans City™ и др.). Компания оперирует в 18 странах. В России система внедряется под брендом «Mitrpoint».

К наиболее современным зарубежным системам, реализующим средства и технологии транспортной телематики в управлении пассажирским транспортом, также можно отнести системы АСДУ-ГПТ (Сеул, Южная Корея), COMFORT (Германия), АСДУ (Швеция, г. Гетеборг), Оптикон (Италия), JUPITER (Флоренция), BusTracker (Великобритания), ROMANSE (Англия), Инфоком (Дания), GMV (Испания), PROMISI (Германия, Франция, Финляндия, Швеция, Шотландия), Оптикон, SCADA-системы (США) и ряд других систем, аналогичных по базовому набору функциональных характеристик системам АСДУ-НГПТ (г. Москва), АСУ-Навигация (ряд городов в России).

В части информирования пассажиров общественного транспорта наибольший интерес представляют следующие системы:

- система управления городскими автобусами и информирование пассажиров в Лондоне;
- система информирования пассажиров общественного транспорта в Женеве (Швейцария);
- система информирования пассажиров на остановочных пунктах автобуса в Брюсселе (Бельгия);
- система информирования пассажиров общественного транспорта в

Мидлендсе (Великобритания).

3.2. Особенности современных систем диспетчерского управления пассажирским транспортом

Современный этап развития АНСДУ связан в первую очередь с резко обострившимися транспортными проблемами современных городов. Сложные условия работы городского пассажирского транспорта связаны с повышением интенсивности движения на улично-дорожной сети крупных городов, высокой плотностью транспортных потоков и динамично изменяющимися пассажиропотоками. В этой связи большое значение при решении задач управления перевозками имеют вопросы снижения затрат времени пассажиров на транспортное обслуживание, а также обеспечение запланированного уровня качества предоставления транспортных услуг. Особое место занимает вопрос рационального и эффективного диспетчерского контроля и управления движением пассажирских транспортных средств по маршрутам регулярных перевозок, которое должно быть обеспечено в АНСДУ нового поколения.

С учетом этого на современном этапе формируются единые требования к построению и функционированию АНСДУ на основе такой новой категории в управлении перевозочном процессом, как «координатно-временное и навигационное обеспечение автомобильного транспорта».

Под координатно-временным и навигационным обеспечением автомобильного транспорта (КВНО АТ) понимается совокупность научно-технических, информационных, координатно-временных и навигационных ресурсов, а также организационных структур в сфере сбора, обработки и обмена этими ресурсами между потребителями и поставщиками транспортных услуг.

Учет особенностей КВНО АТ при построении современных АНСДУ создает основу для единого информационно-коммуникационного пространства транспортной системы города, региона. В современных диспетчерских системах это связано с учетом особенностей работы ГПТ в условиях транспортных потоков высокой плотности и динамично изменяющихся пассажирских потоков на основе использования динамических норм времени движения пассажирских ТС по участкам маршрутной сети.

Под «динамическими нормами времени движения» понимаются нормы на время движения пассажирских ТС по отдельным участкам маршрутной сети, изменяющиеся по периодам времени суток, в зависимости от динамики транспортных и пассажирских потоков. Инструментом, обеспечивающим формирование и практическое использование при планировании указанных динамических норм, является динамическая модель маршрута движения городского пассажирского транспорта.

Под «динамической моделью маршрута движения городского пассажирского транспорта» (ДММ) понимается статистическая модель, описывающая динамику изменения времени движения пассажирских транспортных средств на отдельных участках маршрута в течение суток, а также описание пространственных моделей этих участков и их границ. Основой

для построения динамической модели маршрута служит цифровая модель маршрута (ЦММ), определяющая пространственную траекторию маршрута движения ГПТ.

На основе использования ДММ также обеспечивается повышение уровня автоматизации базовых функций диспетчерского управления перевозками пассажиров ГПТ, работающим в условиях транспортных потоков высокой плотности. В основе повышения уровня автоматизации лежит использование принципов ситуационного управления, обеспечивающих эффективное решение следующих задач:

- автоматического распознавания возникшей ситуации на основе заранее сформированного и описанного в системе набора признаков;
- сопоставления распознанной ситуации с набором возможных альтернативных действий диспетчера;
- оценки каждого возможного альтернативного комплекса действий с помощью заранее разработанного формального критерия;
- предоставления полученных оценок диспетчеру для окончательного выбора комплекса управляющих воздействий.

Одновременно с направленностью на решение сложных транспортных проблем современный этап эволюции АНСДУ характеризуется появлением и внедрением систем, в которых спутниковая информация используется для решения задач, связанных не только с непосредственным диспетчерским управлением перевозками, а и с целым рядом дополнительных задач информационно-навигационного обеспечения транспортных процессов. Характерным представителем является проект экстренного реагирования на дорожно-транспортные происшествия (аварии) - «ЭРА ГЛОНАСС».

Анализ эволюции отечественных и зарубежных навигационных систем диспетчерского управления автомобильным пассажирским транспортом показывает, что все они характеризуются следующими основными особенностями:

- 1) комплексной автоматизацией процессов оперативного диспетчерского управления перевозочным процессом на всех его этапах;
- 2) использованием территориально-распределенных сетей передачи данных, обеспечивающих подключение к системе всех легитимных пользователей (городская администрация, предприятия перевозчики, оперативные службы);
- 3) значительным расширением функциональных возможностей диспетчерского управления как по охвату маршрутной сети, так и по составу и содержанию функций диспетчерского управления – и на уровне общегородских ЦДС, и для пассажирских АТП;
- 4) расширением сервисных и информационных функций для пассажиров, включая: автоматизированную оплату проезда; автоматический вывод информации на внутрисалонное табло; автоматический вывод информации на передний, боковой и задний указатели маршрута следования;
- 5) расширением сервисных функций для водителя пассажирского транспортного средства, включая: обмен информацией с диспетчерским центром в голосовом и текстовом режимах; вывод актуального расписания

движения на дисплей бортового навигационно-связного блока; автоматическое объявление названий остановочных пунктов в салоне транспортного средства по данным спутниковой навигации; информирование о входе/выходе пассажиров транспортного средства; вывод информации о количестве пассажиров, оплативших за проезд;

б) повышением безопасности перевозочного процесса за счет:

- возможности передачи водителем сигнала бедствия, «привязанного» к месту и времени с помощью спутниковой навигации;
- передачи снимков из салона транспортного средства по запросу или при нажатии кнопки сигнала бедствия;
- осуществления видеозаписи в салоне (снимки с определенной периодичностью) с сохранением в памяти бортового блока и возможностью последующего считывания;

7) обеспечением безопасности дорожного движения за счет возможности контроля средствами диспетчерской системы:

- скорости движения пассажирских транспортных средств;
- режимов труда и отдыха водителей пассажирских ТС;

8) интеграцией автоматизированной навигационной системы диспетчерского управления городскими пассажирскими перевозками с другими информационными системами - в рамках комплексной интеллектуальной транспортной системы (ИТС) города.

Комплексная автоматизация процессов оперативного диспетчерского управления перевозочным процессом на всех его этапах включает в себя следующие направления:

1) технологическая подготовка производства, включая функции:

- сбора и обработки данных о фактических пассажиропотоках на маршрутах городского пассажирского транспорта;
- выбора типа и определения количества подвижного состава для городских маршрутов по результатам анализа данных о фактических пассажиропотоках на городских маршрутах;
- расчета и оптимизации расписаний движения для всех видов городского пассажирского транспорта;

2) оперативное планирование, включая формирование оперативных планов-нарядов пассажирских перевозок по предприятиям-перевозчикам;

3) оперативное диспетчерское управление перевозочным процессом:

контроль, учет, анализ и регулирование процесса перевозок в режиме реального времени;

4) формирование оперативных справок по запросам и отчетов о результатах процесса перевозок за оперативный цикл с накопительным итогом;

5) сервисные информационные функции:

- информирование пассажиров о плановом и фактическом маршрутизированном движении городского пассажирского транспорта;
- обеспечение удаленного доступа к информации системы легитимным пользователям.

Типовая схема интеграции современной системы диспетчерского управления с другими информационными системами на городском пассажирском транспорте представлена на рис. 3.2.



Рис. 3.2. Схема интеграции системы диспетчерского управления с другими информационными системами на городском транспорте

Автоматизация процессов сбора и обработки данных о фактических параметрах и динамике пассажиропотоков на маршрутах городского пассажирского транспорта осуществляется за счет внедрения «Автоматизированной системы мониторинга пассажиропотоков» (АСМПП). Важность «Автоматизированной системы мониторинга пассажиропотоков» заключается в том, что она, во-первых, обеспечивает систему управления объективной информацией о потребностях в транспортных услугах населения, во-вторых, она полностью заменяет традиционные «ручные» методы сбора

информации о пассажиропотоках, применение которых в полном объеме невозможно в настоящее время по экономическим и организационным причинам. В результате аналитической обработки данных, собранных за период времени по каждому маршруту, формируется следующая информация:

- пассажирообмен остановочных пунктов по каждому направлению;
- количество пассажиров по перегонам маршрута по каждому направлению;
- объем перевозок по часам суток;
- распределение поездок по дальности и др.

Анализ информации АСМ-ПП способствует выявлению несоответствия действующего расписания и фактической потребности в наличии подвижного состава на линии по часам. Именно эта информация является основной для расчета расписаний движения.

Путем комплексной обработки данных по маршрутам различных видов транспорта производится анализ фактических пассажиропотоков по основным магистралям и остановочным пунктам – для оценки качества перевозок с учетом всех видов транспорта и выявления объективных потребностей в обустройстве остановочных павильонов городского общественного транспорта.

Автоматизация процессов расчета расписаний осуществляется на основе использования специальных пакетов прикладных программ (ППП). Одним из них является ППП «Расписания маршрутизированного транспорта» (РМТ).

Расчет расписаний ведется в интерактивном режиме с отображением результатов как в табличном, так и графическом виде. Пакет позволяет автоматизировать сложные алгоритмы расчета расписаний, характерные для современного этапа использования пассажирского транспорта.

Рассчитывается расписание движения транспорта для маршрутов с изменением трассы маршрута в зависимости от периода суток или дня недели, изменением скоростных режимов движения на различных участках трассы, включая создание расписания движения на маршруте в автоматическом режиме, а также отображение в удобном для использования пассажирами виде информации о маршрутных расписаниях в сети Интернет, в том числе режимы поиска расписаний и подбора маршрутов поездок.

В настоящее время выпущен ряд национальных стандартов, регламентирующих различные аспекты проектирования и эксплуатации АНСДУ.

Вместе с тем, имеется новый круг задач, пока не охваченных в явном виде АНСДУ и сопряженными системами в общественном секторе. Речь идет о поддержке конкурсного и контрактного процессов. Тенденция развития законодательства, регулирующего закупки общественных услуг, заключается в полном переходе к конкурсному распределению подрядов и заключении развернутых контрактов, детально определяющих количественные и качественные параметры закупаемых услуг. Мировой опыт показывает, что эффективные конкурсные процедуры как форма обеспечения конкуренции и роста эффективности возможны только при условии предоставления претендентам в составе конкурсной документации максимально полной информации не

только о требуемых услугах, но и о реальных условиях их предоставления.

Основные направления интеграции и развития диспетчерских систем, получившие практическую реализацию на современном этапе, следующие:

- 1) информационная стыковка с системой оплаты проезда, реализация новых возможностей: оплата по километражу; оплата по зонам;
- 2) внедрение и развитие автоматизированной подсистемы информирования пассажиров;
- 4) внедрение «Автоматизированной подсистемы обеспечения безопасности перевозок»;
- 5) внедрение «Автоматизированной системы мониторинга транспортных потоков» (АСМ-ТП).

Интеграция с автоматизированной системой контроля оплаты проезда обеспечивает возможность внедрения новых схем оплаты проезда на городских и пригородных маршрутах «по километражу» и «зональной» оплате проезда. Реализация оплаты «по километражу» осуществляется за счет наличия в навигационно-связном блоке функции встроенного одометра. Реализация оплаты по зонам будет осуществляться за счет использования навигационной зональной модели для каждого маршрута, загружаемой в мобильный навигационно-связной блок.

Диспетчерская система является источником спутниковых навигационных данных о движении маршрутных автобусов, содержащих информацию о местоположении и скорости автобуса в момент получения навигационной отметки, для расчета параметров транспортных потоков на улицах и дорогах города и пригорода, по которым проходит маршрутная сеть городского автобуса.

Расчеты скоростей транспортных потоков осуществляются на основе использования найденных статистических зависимостей между средней скоростью пассажирских транспортных средств общего пользования и средней скоростью других участников движения для различных условий движения (свободное движение, синхронизированное движение, старт-стоп движение, «пробка»).

Навигационные отметки, полученные от контролируемых диспетчерской системой автобусов, «привязываются» к участкам дорожной сети.

В расчетах используются три основные компоненты:

- 1) специализированная геоинформационная подсистема, содержащая ориентированный граф дорожной сети и «привязанный» к нему специализированный слой маршрутной сети транспорта общего пользования;
- 2) параметрические модели, отражающие статистическую связь между средней скоростью пассажирских автобусов и средней скоростью других участников движения;
- 3) навигационные данные о движении пассажирских автобусов из автоматизированной системы диспетчерского управления.

Данные о скоростях транспортных потоков представляются пользователям в графическом, картографическом и табличном виде с самым широким набором параметров запроса (по муниципальному образованию в целом, по отдельным участкам улично-дорожной сети, за указанный период

суток, за указанные сутки, за указанный период времени).

Таким образом, современные АНСДУ являются технологической основой, на базе которой развиваются другие информационные системы с целью значительного повышения эффективности работы городского пассажирского транспорта в результате совместного использования этих систем.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы особенности развития и использования транспортно-телематических систем на пассажирском транспорте в России и за рубежом?
2. Опишите принципиальную схему работы АНСДУ пассажирскими перевозками на базе спутниковой навигации.
3. Назовите особенности современных систем диспетчерского управления.
4. Что подразумевается под «динамической моделью маршрута движения городского пассажирского транспорта»?
5. Каковы особенности интеграции системы диспетчерского управления с другими информационными системами на городском транспорте?

4-тема. Системы телематики на грузовом транспорте

4.1. Типовая структура автоматизированной навигационной системы диспетчерского управления грузовыми перевозками

Системы телематики на грузовом транспорте внедряются в рамках автоматизированных навигационных систем диспетчерского управления грузовыми перевозками. В функциональной структуре диспетчерской системы должны учитываться транспортные характеристики перевозимых в сообщении грузов. Транспортная характеристика грузов, учитываемая в функциональной структуре системы, представляет собой совокупность: физико-механических и физико-химических свойств; объемно-массовых характеристик; параметров тары и упаковки; характеристик опасности; специфических свойств грузов.

У каждой номенклатуры груза своя транспортная характеристика, которая определяет режим перевозки, способы погрузки, разгрузки, перегрузки и хранения, а также требования к техническим средствам выполнения этих операций.

Транспортная характеристика определяет специфику решений задач, связанных с диспетчерским управлением и общей рационализацией перевозочного процесса: подбора целесообразных типов и моделей подвижного состава; выбора погрузочно-разгрузочных средств и грузозахватных устройств; выбора складского оборудования; выбора средств упаковки и пакетирования; разработки рациональных способов и схем погрузки-разгрузки и перевозки и т.д.

Существующая технология диспетчерского управления работами по перевозкам грузов должна реализовывать в полном объеме: оперативное (текущее) планирование; учет и контроль; оперативный анализ; оперативное регулирование производственного процесса, в том числе при возникновении сбойных ситуаций на дорожной сети; получение оперативных справок о ходе

процесса; получение отчетных данных о выполнении транспортной работы.

В связи с этим структура системы включает в себя следующие функциональные элементы (подсистемы):

- подсистему «Оперативное планирование»;
- подсистему «Автоматизированный учет, контроль и анализ маршрутизированного движения транспорта, выполняющего перевозки грузов»;
- подсистему «Оперативное регулирование движения подвижного состава»;
- подсистему «Оперативный анализ движения»;
- подсистему «Формирование отчетных данных об исполненном движении»;
- подсистему «Сервисное обеспечение системы»;
- геоинформационную подсистему.

Для реализации функций указанных подсистем применяются комплексы аппаратно-программных и технологических средств, в том числе:

- 1) комплекс диспетчеризации, включающий в себя: программно-технологические средства, информационные средства, средства вычислительного комплекса, включая серверное, сетевое оборудование, автоматизированные рабочие места штатных специалистов;
- 2) комплекс радиооборудования и связи, включающий в себя бортовой радионавигационный комплект и комплекс средств связи и обмена данными в том числе коммутаторы, маршрутизаторы, оконечное оборудование линий связи.

Функции и комплексы задач, входящие в подсистемы спутниковой навигационной диспетчерской системы управления грузовыми перевозками показаны в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Функции основных подсистем системы диспетчерского управления грузовыми перевозками

№	Наименование подсистемы	Комплексы решаемых задач
1.	Оперативное планирование	1) Подготовка технологического процесса управления, включая формирование и ведение баз маршрутных расписаний транспорта, выполняющего перевозки грузов, формирование нормативно-справочной информации, сопровождение электронной карты (схемы) местности, нанесение на электронную карту и корректировку маршрутной сети. 2) Формирование и передача в ДЦ, ЦДС в режиме корпоративной сети файла наряда, подготовленного на следующие оперативные сутки.
2.	Автоматизированный учет,	Учет и контроль выпуска подвижного

	контроль и анализ движения грузового транспорта	состава на линию. Учет и контроль прибытия подвижного состава на объекты погрузки/разгрузки. Учет и контроль времени нахождения подвижного состава на объектах погрузки/разгрузки. Контроль маршрутов движения грузовых автомобилей. Контроль и управление работой транспорта, выполняющего перевозки грузов, при взаимодействии с центральными диспетчерскими службами и региональными службами надзора в сфере транспорта. Анализ работы предприятий по перевозкам грузов.
3.	Оперативное регулирование движения подвижного состава	Оперативное диспетчерское регулирование грузовых перевозок, включая перераспределение подвижного состава по объектам. Замена исполнителей работ вместо сошедших с линии.
4.	Оперативный анализ движения	Формирование оперативных данных и справок о текущем состоянии процесса перевозок грузов.
5.	Формирование отчетных данных	1) Формирование отчетной информации: - по грузоотправителям; - по грузополучателям; - по объектам погрузки; - по объектам разгрузки. - по видам перевезенного груза. 2) Информационное обеспечение органов власти по вопросам, связанным с текущей эксплуатацией грузового транспорта.
6.	Геоинформационное обеспечение	1) Отображение местоположения и движения контролируемых транспортных средств на электронной видеодиаграмме (схеме) маршрутов движения в режиме реального времени. Режимы отображения: индивидуальный, групповой, все контролируемые транспортные средства. 2) Отображение местоположения и движения контролируемых транспортных средств на электронной видеодиаграмме (схема) маршрутов движения по архивным навигационным данным. Режимы отображения: индивидуальный

7.	Обеспечение связи и обмена данными между элементами системы	<p>1) Передача в адрес диспетчерской системы данных о местоположении и текущем векторе скорости каждого транспортного средства с заданной частотой.</p> <p>2) Передача данных от диспетчерской системы в адрес заданного транспортного средства.</p> <p>3) Передача данных в адрес группы транспортных средств.</p> <p>4) Циркулярная передача данных.</p> <p>5) Двусторонний обмен речевыми сообщениями диспетчеров и водителей транспортных средств в индивидуальном режиме.</p> <p>6) Передача заданий на перевозку грузов с отображением информации задания водителям на экранах бортовых дисплеев. Передача формализованных и неформализованных текстовых сообщений диспетчеров для отображения на экранах бортовых дисплеев в индивидуальном, групповом и циркулярном режимах.</p> <p>7) Передача формализованных сообщений водителя.</p> <p>8) Передача, прием и обработка сигнала бедствия от водителя транспортного средства.</p>
8.	Сервисное обеспечение системы	<p>1) Обеспечение целостности информационных массивов, файлов и баз данных в составе задач: восстановление базы данных системы при сбоях; архивирование информации базы данных системы.</p> <p>2) Проведение профилактических мероприятий с целью оптимизации физического размещения информации базы данных системы.</p> <p>3) Ведение справочника пользователей системы;</p> <p>4) Учет работы пользователей в системе.</p> <p>5) Распределение прав доступа пользователей, настройка и корректировка параметров, определяющих права доступа пользователей к информации базы данных</p>

		<p>системы.</p> <p>б) Обеспечение работоспособности корпоративной сети пользователей (в части своего парка или вычислительных ресурсов ТП), включая задачу настройки и регулировки параметров, определяющих работу аппаратно-программных комплексов коммутационной аппаратуры и каналов связи, входящих в компетенцию системного администратора (коммуникационных компьютеров, моделей, терминалов).</p> <p>7) Архивация и восстановление данных.</p>
--	--	---

5.2. Особенности автоматизированного диспетчерского управления перевозками опасных грузов (на примере перевозок нефтепродуктов)

Рассмотрим основные функции диспетчерского управления перевозками опасных грузов на примере перевозок нефтепродуктов как наиболее распространенного вида опасных грузов.

Региональные системы управления перевозками нефтепродуктов включают в себя следующие элементы: подразделение Госавтодорнадзора; автотранспортные предприятия; грузоотправители (нефтебазы); грузополучатели (автозаправочные станции); автомобили и автопоезда, перевозящие нефтепродукты; диспетчерские грузовых АТП, перевозящих нефтепродукты; Управления ГИБДД субъектов Федерации, контролирующие перевозки нефтепродуктов; Центр управления в кризисной ситуации МЧС.

Подразделение Госавтодорнадзора осуществляет общий контроль перевозок нефтепродуктов и взаимодействие с оперативными службами при возникновении дорожно-транспортных происшествий или чрезвычайных ситуаций в процессе перевозок.

Диспетчерское управление перевозками нефтепродуктов в регионе децентрализованное. Непосредственно оперативное диспетчерское управление перевозками осуществляют диспетчерские центры, развернутые на автотранспортном предприятии или на предприятии грузоотправителя.

Архитектура системы управления перевозками нефтепродуктов с диспетчерским центром на базе автотранспортного предприятия (АТП) показана на рис. 5.1.

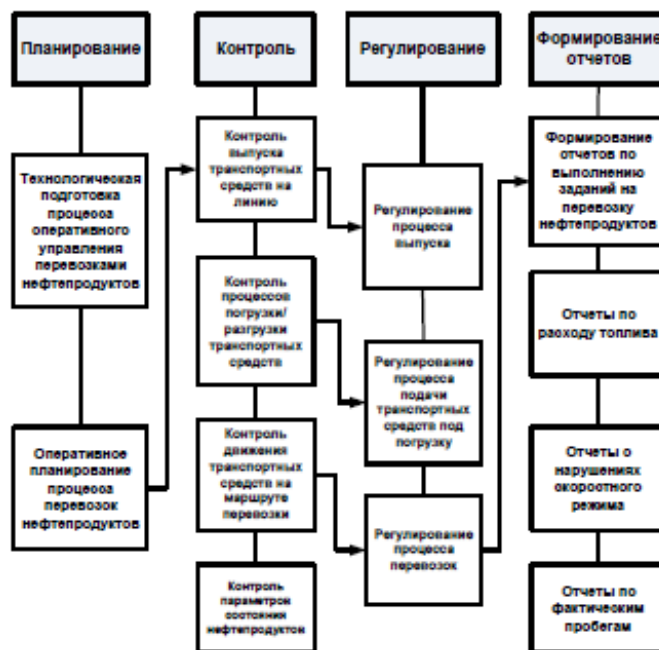
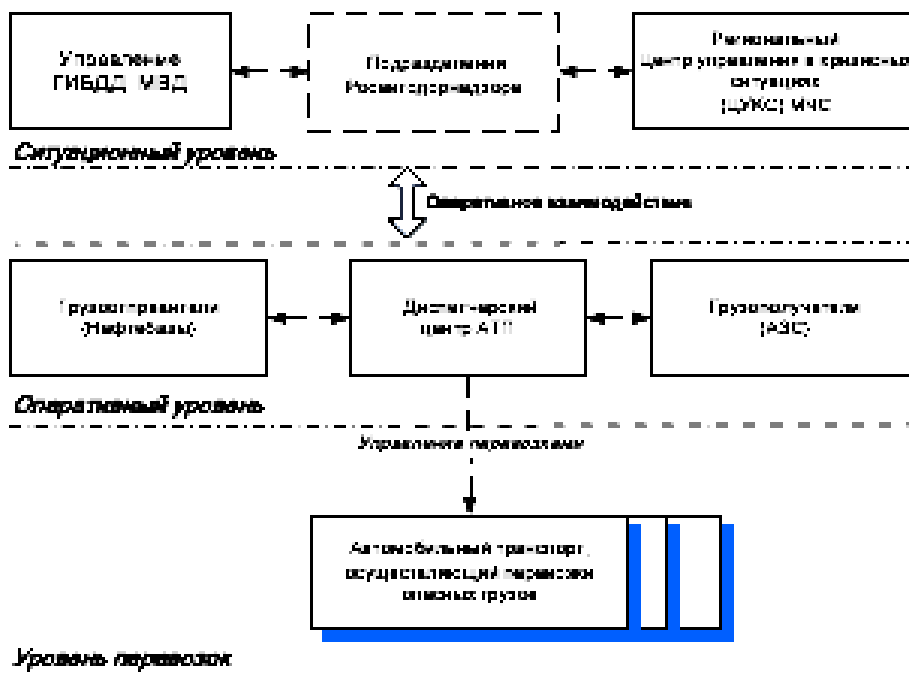
Функциональная схема системы диспетчерского управления перевозками нефтепродуктов показана на рис. 5.2.

В процессе перевозок опасных грузов могут возникнуть непредвиденные обстоятельства, которые можно разделить на следующие категории:

- отказ инфраструктуры; отказ транспортного персонала;
- отказ транспортных средств;
- проблемы на дорогах.

Бортовое навигационно-связное оборудование, устанавливаемое на

транспортном средстве, должно обеспечивать возможность вызова на голосовую связь диспетчера системы нажатием одной кнопки. В составе бортового навигационно-связного блока должна быть предусмотрена кнопка сигнала бедствия.



5-тема. Системы телематики в дорожном хозяйстве

В настоящее время системы телематики в дорожном хозяйстве внедряются в рамках автоматизированных диспетчерских систем обеспечивающих контроль выполнения работ по содержанию автомобильных дорог.

Работы по содержанию автомобильных дорог выполняются дорожно-эксплуатационными предприятиями, другими предприятиями подрядчиками,

которые отбираются заказчиками работ на конкурсной основе.

Заказчиками работ по содержанию автомобильных дорог федерального значения являются федеральные управления автомобильных дорог, входящие в структуру Федерального дорожного агентства Министерства транспорта России.

Заказчиками работ по содержанию автомобильных дорог регионального значения являются региональные управления автомобильных дорог, входящие в состав администраций соответствующих регионов.

Заказчиками работ по содержанию городских автомобильных дорог являются администрации муниципальных образований.

Целями внедрения автоматизированных систем по контролю выполнения указанных работ являются:

1) повышение эффективности управления дорожным хозяйством на всех уровнях за счет автоматизации функций оперативного управления базовыми технологическими процессами по содержанию автомобильных дорог;

2) обеспечение объективного инструментального контроля выполнения работ государственного, муниципального заказа по содержанию федеральных автомобильных дорог подрядными организациями на основе использования спутниковой навигации, мобильной связи, сетевых информационных технологий;

3) обеспечение прозрачности фактических результатов деятельности подрядных организаций.

Основу телематических методов, используемых в данных системах управления, составляют процессы сбора и обработки навигационных данных и данных от датчиков рабочих органов, с высокой частотой поступающих от контролируемых дорожных машин.

Использование телематических методов и средств позволяет автоматизировать основные функции управления и реализовать принципиально новые технологии управления работами по содержанию автомобильных дорог, важнейшими из которых являются следующие:

1) автоматизированное формирование оперативных заданий исполнителям;

2) автоматизированный инструментальный контроль и анализ работы дорожной техники на основе анализа данных оперативных заданий, включая:

– автоматический контроль процессов выхода дорожной техники на запланированные маршруты для выполнения работ по содержанию автомобильных дорог;

– формирование и выдача в автоматическом режиме сообщений об отклонениях от запланированного графика работы, что обеспечивает своевременное принятие мер мастерами дорожных участков и диспетчерским персоналом с целью недопущения срыва заданий и планов;

3) радиосвязь диспетчеров и водителей дорожных машин в процессе выполнения работы с автоматической записью и архивацией всех переговоров;

4) формирование по команде диспетчера предприятия снимков дорожной

ситуации с видеокamer, установленных на дорожных машинах, и их передача по радиоканалу в базу данных системы управления для последующего визуального анализа;

5) формирование данных о фактической работе дорожных машин на основе анализа навигационных данных и сигналов датчиков рабочих органов дорожных машин и механизмов, включая: формирование и вывод оперативных справок о работе отдельных дорожных машин, звеньев, бригад, а также о работе дорожно-эксплуатационного предприятия в целом; формирование и выдачу комплекса отчетных форм о выполнении плановых заданий, о выполненной работе (рабочее время, пробеги и др.); передачу по каналам связи плановых и фактических данных о выполненной работе в АСУ дорожно-эксплуатационного предприятия (ДЭП);

6) создание архивов долговременного хранения данных с ежесуточной архивацией навигационной информации, нарядов, протоколов действий диспетчеров и водителей (доклады, сеансы переговоров и т.д.);

7) обеспечение доступа к архивной информации с целью повторного анализа отчетных данных, просмотра по архивным данным движения любого транспортного средства в заданный период времени с использованием программного обеспечения геоинформационной системы, прослушивание записанных переговоров диспетчеров и водителей транспортных средств.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите цели и задачи внедрения диспетчерских систем в дорожной отрасли.

2. Опишите архитектуру системы контроля работ по содержанию автомобильных дорог федерального значения.

3. Опишите особенности процесса редактирования комплексного контрольного пункта с использованием специализированного редактора.

4. Перечислите общие характеристики комплекса бортовых аппаратно-программных средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев, А.П. Эксплуатация автомобильных дорог. В 2 т.: учебник для студ. выс-ших учеб.заведений / А.П. Васильев. - М.: Издательский центр «Академия», 2010. - 320 с.

2. Власов, В.М. Информационные технологии на автомобильном транспорте / В.М. Власов, А.Б. Николаев, А.В. Постолиит, В.М. Приходько. - М.: Наука, 2006. - 288 с.

3. Власов, В.М. Интеллектуальные транспортные системы в автомобильно-дорожном комплексе / В.М. Власов, В.М. Приходько, С.В. Жанказиев, А.М. Иванов. - М.: МАДИ. – М.: ООО «МЭЙЛЕР», 2011. – 487 с.

4. Геоинформатика транспорта / Б.А. Лёвин, В.М. Круглов, С.И. Матвеев [и др.]. – М.: ВИНТИ РАН, 2006. – 336 с.

5. ГОСТ Р 54023-2010. Глобальная навигационная спутниковая система. Система навигационного диспетчерского контроля выполнения государственного заказа на содержание федеральных автомобильных дорог. Назначение, состав и характеристики подсистемы картографического

обеспечения.

6. Горев, А.Э. Информационные технологии на транспорте. Электронная идентификация автотранспортных средств и транспортного оборудования: учеб. пособие / А.Э. Горев. – СПб: Гос. архит.-строит. ун-т, 2010. - 86 с.

7. Жанказиев, С.В. Телематика на автомобильном транспорте/ В.М. Власов, С.В. Жанказиев, А.Б. Николаев, В.М. Приходько.– М.: МАДИ, 2003. – 173 с.

8. Официальный сайт ЗАО "НПП Транснавигация" [Электронный ресурс] - Режим доступа - <http://www.transnavi.ru> - Загл. с экрана.

9. Официальный сайт ЗАО "Сантэл-Навигация" [Электронный ресурс] - Режим доступа - <http://www.santel-navi.ru>- Загл. с экрана.

IV. МАТЕРИАЛЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1-практическое занятие

Сокращенные обозначения электронных систем, устанавливаемых на автомобиле⁵

- ABC** - Active Body Control (Англ.) - Активная система управления подвеской
- ABS** - Anti-Blocking System (Англ.) - Антиблокировочная система
- ACC** - Adaptive cruise control (Англ.) - Система адаптивного круиз-контроля
- AFS** - Active Front Steering, **ESAS** - Electric Steer Assisted Steering - (Англ.) – Активное рулевое управление
- APC** - Automatic Performance Control - система, управляющая работой двигателя (состав смеси, момент зажигания)
- ASR** - Antriebs-Schlupf-Regelung (Нем.), **TCS** - Traction Control System (Англ.) – Антипробуксовочная система
- AVL** - Automatic Vehicle Location system (Англ.) - Системы автоматического (автоматизированного) определения местоположения транспортных средств
- AWD** - All Wheel Drive - полный привод (обычно постоянный или подключаемый автоматически)
- BAS, BA** - Brake Assist System, **PA, PABS** (Англ.) - Ассистент при торможении
- CAN** - Controller Area Network (Англ.) - Информационная сеть контроллеров, датчиков, исполнительных устройств и др. устройств автоматики ТС
- CCM** - Component monitor - (Англ.) - Мониторы компонентов бортового диагностирования двигателя
- CDC** - Continuous Damping Control (Англ.) - Пневматическая подвеска с непрерывным регулированием
- CFI** - Central Fuel Injection - центральный впрыск
- CPU** - Central Processing Unit - (Англ.) - Электронный блок управления
- CRS** - Common Rail System - (Англ.) - Аккумуляторная топливная система
- CVT** - Continous Variable Transmission (Англ.) - Бесступенчато варьируемая трансмиссия
- DBC** - Dynamic Brake Control (Англ.) - Система динамического контроля за торможением
- DE** - Diagnostic Executive (Англ.) - Исполнитель диагностики бортового диагностирования двигателя
- DI** - Direct Injection (Англ.) - Непосредственный впрыск, впрыск топлива непосредственно в камеру сгорания
- DLC** - Data Link Connector (Англ.) - Диагностический разъем
- DOHC** - Double Over Head Camshaft - ГРМ с двумя верхнерасположенными распредвалами
- DSC** - Dynamic System Control, **VDC** - Vehicle Dynamic Control (Англ.) - Системы динамической стабилизации движения автомобиля

⁵ Bosch. Automotive Handbook. 5th Edition / Автомобильный справочник. Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО «КЖИ За рулем», 2004. – 989-992 с.

Dynamic Drive (Англ.) - Система управления стабилизаторами поперечной устойчивости,

EBD - Electronic brake distribution (Англ.), **EBV** - Elektronen Bremse Variation (Нем.) Электронная система распределения тормозных сил

EBS (Англ.) - Электронно-пневматическая тормозная система (грузового автомобиля)

ECU - Electronic Control Unit, (Англ.) - Электронный блок управления

EDC, EDS - Electronic Diesel Control (Англ.) - Электронное управление дизелем

EDS - Elektronen Differential System (Англ.) - Система электронного дифференциала

EFI - Electronic Fuel Injection - электронный (распределенный) впрыск

EHV - Electronic hydraulic Braking (Англ.) - Электрогидравлическая тормозная система

EGR - Exhaust Gas Recirculation (Англ.) - Система рециркуляции отработавших газов

EMB - Electromechanical Braking (Англ.) - Электромеханическая тормозная система

EMM - Emission monitor - (Англ.) - Мониторы выбросов бортового диагностирования двигателя

EOBD - European On Board Diagnostic - (Англ.) - Европейская система бортового диагностирования

EPAS - Electric Power Assisted Steering (Англ.) - Рулевое управление с электроусилителем

EPB - Electronic Pressure Braking (Англ.) - Электропневматическая тормозная система

EPS - Electrical Power Steering, **MDPS** - Motor Driver Power Steering - (Англ.) – Рулевое управление с электроусилителем

ESP, VDC, VSC, DSC - Electronic stability programme) (Англ.) - Программа электронной стабилизации движения автомобиля

ETCS, ETC - Electronic throttle control system (Англ.) - Электронная система управления положением дроссельной заслонки

FSI - Fuel Stratified Injection (Англ.) - Послойный впрыск топлива

FWD - Front-Wheel Drive - передний привод

GDI - Gasoline direct injection (Англ.) - Непосредственный впрыск бензина

GPS - Global Positioning Satellite (Англ.) - Система глобального позиционирования

HAH - Handbrake with Automatic Hold (Англ.) - Стояночный тормоз с автоматической функцией

HVD - Head Up Display (Англ.) - Отображение информации на лобовом стекле

IC - Integrated circuit (Англ.) - Интегральная микросхема

ITS - Intelligent Transportation System (Англ.) – Интеллектуальная транспортная система

ITS - Integrated Tubular Sidebag (Англ.) - Система встроенных боковых подушек - труб безопасности

K-Line (Англ.) - Двухнаправленная линия связи между диагностическим

прибором и электронной системой диагностируемого автомобиля (по ISO-9141)

- LIN** - (Local Interconnect Network) (Англ.) - Локальная информационная сеть контроллеров автомобиля
- LH-Jetronic** - Elektr. Einspritzsystem mit Hitzdraht- Luftmassenmesser (Нем.) – Электронная система управления впрыском с датчиком массового расхода воздуха
- LPT** - Light Pressure Turbo - Турбонаддув низкого давления
- MED -Motronic**(Нем.) - Микропроцессорная система управления зажиганием и непосредственным впрыском топлива в цилиндры
- MIL** - Malfunction Indicator Lamp (Англ.) - Индикатор неисправности
- OBD** - OnBoard Diagnostic (Англ.) - Бортовое диагностирование
- PMD** - Photonic Mixer Devices (Англ.) - Фотометрическая система расширения зоны видимости водителя
- PRS** - Programmed Restraint System (Англ.) - Программированная система защиты
- RWD** - Rear-Wheel Drive - задний привод
- SAE** - Society of Automotive Engineers (Англ.) - Международное общество автомобильных инженеров
- SBC** - Sensotronic Brake Control, **EBS** - Electronic Braking System (Англ.) – Электронная тормозная система
- SGI** - Sequential Gas Injection, **GSI**-Gaseous Sequential Injection (Англ.) - Системы распределенного впрыска газообразного топлива
- SH-AWD** Super Handling All-Wheel Drive system (Англ.) - Полноприводная система с продвинутой управляемостью
- SIPS** - Side Impact Protection System - Система защиты от бокового удара
- SRS** - Supplementary Restraint System (Англ.) - Система подушек и ремней безопасности
- Steptronic, SensoDrive** (Англ.) - Механические коробки передач с электронным управлением
- TCS** - Traction Control System - Система управления тягой (антипробуксовочная)
- TDC** - Top Dead Center – ВМТ
- VAG** - Volkswagen Audi Group (Англ.) - Группа производителей Ауди, Фольксваген
- VC** - Visocous Coupling - Вязкостная муфта
- VTEC** - Variable Valve Timing and Lift Electronic Control (Англ.) - Электронное управление изменяемыми фазой и подъемом клапанов
- VVA** -Variable Valve Actuation - (Англ.) - Варьируемое управление клапанами двигателя
- VVT-i** - Valve variable timing-intelligent (Англ.) - Системы изменяемых фаз газораспределения
- VIN** - Vehicle Identification Number - Идентификационный номер ТС
- 4WD** - 4 Wheel Drive - полный привод (обычно "подключаемый полный привод", т.е. подключаемый и отключаемый вручную)
- АКБ** (Рус.) - Аккумуляторная батарея

АКП (Рус.) - Автоматическая коробка передач
АМК, БК (Рус.) - Автомобильный маршрутный компьютер
АЦП (Рус.) - Аналого-цифровой преобразователь
БСК (Рус.) - Бортовая система контроля
БТСЗ (Рус.) - Бесконтактная транзисторная система зажигания
ДВС (Рус.) - Двигатель внутреннего сгорания
ДД (Рус.) - Датчик детонации
ДКК, ДК (Рус.) - Датчик концентрации кислорода
ДМРВ (Рус.) - Датчик массового расхода воздуха
ДПДЗ (Рус.) - Датчик положения дроссельной заслонки
ДПКВ (Рус.) - Датчик положения коленчатого вала
ДС (Рус.) - Датчик скорости
ДТВ (Рус.) - Датчик температуры воздуха на впуске
ДТОЖ (Рус.) - Датчик температуры охлаждающей жидкости
ИС (Рус.) - Интегральные микросхемы
ИСАД (Рус.) - Интегрированный стартер-альтернатор (генератор) - демпфер
КИП (Рус.) - Контрольно-измерительная панель приборов
КОРЗ (Рус.) - Комплекс оперативного розыска и задержания
МП (Рус.) - Микропроцессор
МСЗ, МПСЗ (Рус.) - Микропроцессорная система зажигания
МСУД (Рус.) - Микропроцессорная система управления двигателем
ОЗУ (Рус.) - Оперативное запоминающее устройство
ОМП (Рус.) - Определение местоположения
ПЗУ (Рус.) - Постоянное запоминающее устройство
РДВ (Рус.) - Регулятор добавочного воздуха
РН (Рус.) - Регулятор напряжения
РХХ (Рус.) - Регулятор холостого хода
ТВ-смесь (Рус.) - Топливо-воздушная смесь
ТНВД (Рус.) - Топливный насос высокого давления
ЭБН (Рус.) - Электробензонасос
ЭБУ (Рус.) - Электронный блок управления
ЭСАУ-Д (Рус.) - Электронная система автоматического управления двигателем
ЭСЗ (Рус.) - Электронная система зажигания

1 - практическое занятие.

Системы определения местоположения и идентификации транспортных средств (2 часа)

Задача определения местоположения транспортного средства заключается в определении его координат на поверхности Земли. Эта задача решается навигационными системами, которые являются неотъемлемой частью практически всех телематических систем. Знание местоположения и траектории движения ТС необходимо для таких систем, как:

- системы мониторинга работы пассажирского транспорта;
- системы слежения за грузом;
- система экстренного реагирования при авариях «ЭРА- ГЛОНАСС»;
- поисково-охранные системы автомобиля;
- системы записи параметров автомобиля при ДТП («черные ящики») и др.

В настоящее время находят применение следующие системы определения местоположения транспортного средства:

- спутниковые навигационные системы (ГЛОНАСС, GPS);
- инерциальные системы (системы счисления пути);
- интегрированные навигационные системы;
- системы определения координат по базовым станциям GSM.

Существуют системы абсолютного и относительного позиционирования. В абсолютных системах получение новых координат не зависит от предыдущего местоположения объекта. Примером таких систем являются системы спутниковой навигации. В системах относительного позиционирования для вычисления последующих координат в процессе движения транспортного средства необходима привязка к его начальным координатам. По такому принципу работают инерциальные системы.

1.1. Спутниковые навигационные системы (СНС)

Спутниковые навигационные системы решают навигационные задачи на основании данных, получаемых от специальных навигационных спутников. Использование навигационных систем на транспорте в РФ основывается на Постановлении Правительства Российской Федерации № 641 от 25.08.08 «Об оснащении транспортных, технических средств и систем аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS».

В настоящее время находят применение две навигационные системы: российская глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС и американская позиционная система GPS, принцип действия которых и состав практически одинаковый. В скором времени к двум упомянутым должна добавиться европейская система навигации GALILEO(1).

1.1.1. Состав СНС

Спутниковые навигационные системы состоят из космического, наземно-

го и пользовательского сегментов Космический сегмент представляет собой орбитальную группировку спутников, излучающих навигационные сигналы. Спутники расположены на разных орбитах на высоте около 20000 км. Спутники распределены так, что в любой точке земли в любой момент времени выше 15 градусов над горизонтом находится от 4 до 8 спутников. Период обращения спутников составляет около 12 часов, следовательно, за сутки каждый спутник совершает два полных оборота вокруг Земли. Для обеспечения глобального покрытия Земли необходимо 24 спутника, в то время как для покрытия территории России необходимо 18 спутников.

Система ГЛОНАСС работает на двух несущих частотах: первый стандарт 1,6 ГГц предназначен для общего пользования, а второй 1,2 ГГц - для военных целей.

GPS-спутники передают три навигационных сигнала на двух частотах: L_1 (1575.42 МГц) и L_2 (1227.60 МГц). На частоте L_1 передается «гражданский» сигнал, а на частотах L_1 и L_2 - высокоточный «военный» код. Точность определения координат с помощью «военного кода» на порядок выше, чем при использовании «гражданского» сигнала.

На борту каждого спутника установлены атомные часы, обеспечивающие точность наносекунды, и вычислительно-кодирующее устройство. Точность определения координат СНС составляет ($\pm 5-15$) м в плане и зависит от многих причин: вида навигационного приемника, атмосферных условий и т.д.

Наземный сегмент СНС состоит из контрольно-измерительных станций для мониторинга спутников и главной станции управления. Спутник может немного отклоняться от орбиты, поэтому контрольно-измерительные станции постоянно отслеживают расположение, орбиту, высоту и скорость спутников. Далее, данные, полученные от всех станций, пересылаются на главную станцию управления, которая их обрабатывает и вычисляет отклонение траекторий спутников от заданных орбит, временные сдвиги бортовых часов и ошибки в навигационных сообщениях. Затем откорректированные навигационные данные передаются на спутники в момент, когда они находятся в зоне доступа станции управления.

К пользовательской части спутниковой навигационной системы относится аппаратура пользователя, т.е. навигационные приемники, которые используют сигнал со спутников для вычисления текущих координат ТС и его скорости.

1.1.2. Системы координат СНС

Принцип действия спутниковых навигационных систем заключается в определении местоположения какого-либо объекта на Земле по известным координатам группы навигационных спутников. Рассмотрим, каким образом и в каких системах координат определяются координаты спутников и объектов на Земле.

Местоположение объектов на Земле определяется в географической системе координат. Координатами объекта на земной поверхности являются углы, называемые широтой и долготой (рис. 1.1). Опорными плоскостями географической системы координат являются плоскости экватора и начального

(Гринвичского) меридиана, от которых отсчитываются соответственно широта и долгота [1].

Широта точки на поверхности Земли определяется как угол σ между радиус-вектором, проведенным из центра масс Земли в указанную точку, и плоскостью экватора. Долготой называется угол X между плоскостью меридиана, проходящего через эту точку, и плоскостью начального меридиана. Широта и долгота измеряются в градусах, минутах и секундах. Третьей координатой, определяющей положение точки в географической системе координат, является ее высота над уровнем моря.

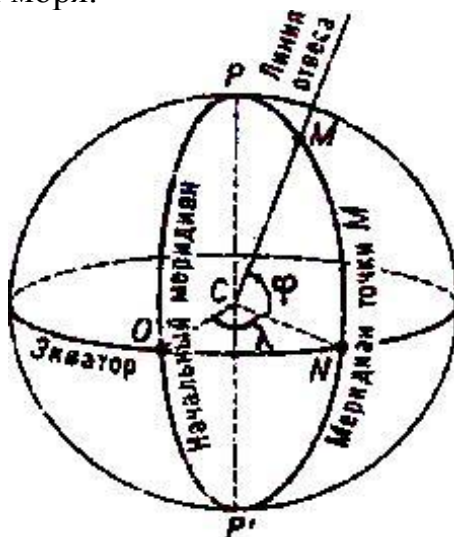


Рис. 1.1. Географическая система координат

Координаты навигационных спутников определяются в геоцентрической инерциальной (неподвижной) системе координат OX_0, OY_0, OZ_0 [1]. Начало координат этой системы расположено в центре массы Земли; ось OX_0 лежит в плоскости экватора и направлена в точку небесной сферы, называемую точкой весеннего равноденствия. Ось OZ_0 направлена вдоль оси вращения Земли в сторону Северного Полюса, а ось OY_0 дополняет прямоугольную систему координат (рис. 1.2). На первом этапе решения навигационной задачи по известным координатам спутников (OX_0, OY_0, OZ_0) определяются координаты объекта на Земле (x_0, y_0, z_0) в инерциальной системе.

Для привязки местоположения объекта к поверхности Земли необходимо определить координаты приемника в геоцентрической неинерциальной (подвижной) системе координат XYZ (рис. 1.2). Центр этой системы координат совпадает с центром Земли, ось OZ совпадает с осью OZ_0 инерциальной системы, ось OX проходит через Гринвичский меридиан и лежит в плоскости экватора, а ось OY дополняет систему координат. Оси OX и OY вращаются со скоростью вращения Земли.

Зная координаты приемника транспортного средства (x_0, y_0) в инерциальной системе координат, можно найти его координаты (x, y) в неинерциальной системе по формулам:

$$x = x_0 \cos a + y_0 \sin a, \quad y = -x_0 \sin a + y_0 \cos a, \quad (1.1)$$

где a - угол, на который повернется ось OX относительно оси OX_0 в процессе

суточного вращения Земли.

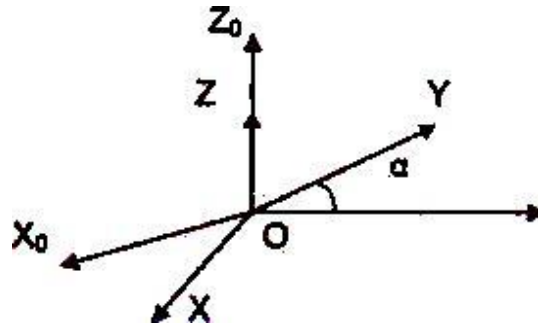


Рис. 1.2. Геоцентрические системы координат

Таким образом, из сказанного следует, что координаты навигационных спутников определяются в геоцентрической системе координат, а местоположением объектов на Земле, как мы знаем, являются широта, долгота и высота над уровнем моря. Следовательно, чтобы определить местоположение объекта на Земле по известным координатам навигационных спутников, необходимо сначала перевести эти координаты в подвижную систему координат (по формулам 1.1), а затем уже пересчитать эти координаты в «земные», то есть в широту и долготу.

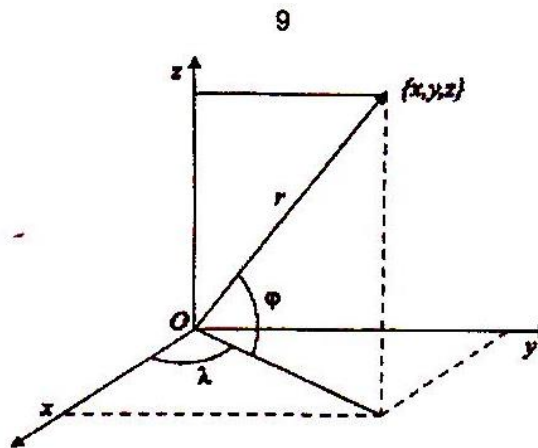


Рис. 1.3. Декартовы и сферические системы координат

Связь между координатами спутника и «земными» координатами тогда можно определить по формулам:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}, \quad \varphi = \arcsin \frac{z}{r}, \quad \lambda = \arctg \frac{y}{x}. \quad (1.2)$$

Для нахождения высоты над уровнем моря h надо вычесть радиус Земли R_0 из радиус-вектора r .

$$h = r - R_0.$$

Рис. 1.3. Декартовы и сферические системы координат

Определение широты, долготы и высоты над уровнем моря объекта зависит от выбранной модели Земли. В GPS-системах используется модель WGS84, а в системе ГЛОНАСС используется модель Земли ПЗ-90. В этих моделях Земля моделируется эллипсоидом вращения. Однако для простоты при

переводе координат спутников в географические координаты можно представить Землю в виде сферы. В этом случае для нахождения широты φ и долготы λ надо перейти из декартовых координат (x, y, z) в сферические (r, φ, λ) (рис. 1.3).

Связь между координатами спутника и «земными» координатами тогда можно определить по формулам:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}, \quad \varphi = \arcsin \frac{z}{r}, \quad \lambda = \arctg \frac{y}{x}. \quad (1.2)$$

Для нахождения высоты над уровнем моря h надо вычесть радиус Земли R_0 из радиус-вектора r .

$$h = r - R_0.$$

1.1.3. Принцип действия СНС

Принцип действия спутниковой навигации основан на определении расстояния от транспортного средства до спутников, координаты которых известны. Точные координаты спутников (X_0, Y_0, Z_0) в инерциальной системе координат определяются из данных эфемерид и альманаха, передаваемых в навигационных сообщениях.

Эфемерида - это небесные координаты спутника, которые передаются спутником каждые 30 секунд. За это время приемники успевают принять и обработать информацию. Эфемеридные данные обновляются каждые 4 часа.

Альманах - это данные об орбитах всех спутников. Каждый спутник передает собственную эфемериду и альманах о положении всех спутников. Альманах содержит информацию о расположении спутников «на небе», что позволяет при очередном включении приемника навигатора значительно сузить секторы поиска навигационного

сигнала и уменьшить время его «захвата». Эти данные обновляются примерно каждые 6 месяцев. Навигационное сообщение состоит из 1500 бит и содержит:

- дату и время;
- состояние спутника (рабочее или нет);
- эфемеридные данные (координаты спутника);
- альманах.

В спутниковых системах навигации используется дальномерный метод определения местоположения объекта. Суть этого метода заключается в следующем. Предположим, что объект (транспортное средство) с неизвестными координатами (x_0, y_0, z_0) находится на поверхности Земли, и над ним располагается навигационный спутник с известными координатами (X_{0i}, Y_{0i}, Z_{0i}) . В момент времени t_0 спутник излучает радиосигнал. Предполагается, что фронт радиоволны имеет сферическую форму. Через время U фронт радиоволны достигнет объекта на Земле, причем его координаты будут находиться на поверхности сферы с радиусом R_b равным расстоянию от спутника до потребителя, и центром в точке с координатами (X_{0i}, Y_{0i}, Z_{0i}) , измеренными в инерциальной системе координат (рис. 1.4).

Математически это можно описать с помощью уравнения сферы:

$$R_1^2 = (X_{0i} - x_0)^2 + (Y_{0i} - y_0)^2 + (Z_{0i} - z_0)^2 = c^2 t_1^2,$$

где c - скорость света.

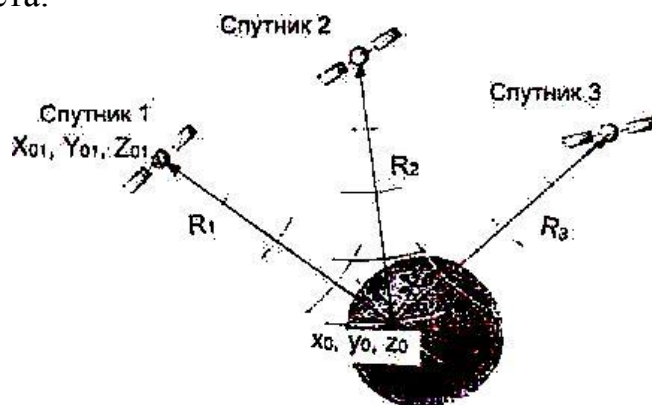


Рис. 1.4. Принцип действия спутниковой системы навигации

Для определения неизвестных координат объекта одного уравнения мало (так как в уравнении три неизвестных), поэтому необходимо получить информацию, по меньшей мере, еще от двух спутников. Тогда получим систему из трех уравнений с тремя неизвестными:

$$\begin{aligned} R_1^2 &= (X_{01} - x_0)^2 + (Y_{01} - y_0)^2 + (Z_{01} - z_0)^2 \\ R_2^2 &= (X_{02} - x_0)^2 + (Y_{02} - y_0)^2 + (Z_{02} - z_0)^2 \\ R_3^2 &= (X_{03} - x_0)^2 + (Y_{03} - y_0)^2 + (Z_{03} - z_0)^2, \end{aligned} \quad (1.3)$$

где x_0, y_0, z_0 - координаты объекта (транспортного средства); X_0, Y_0, Z_0 - координаты соответствующих спутников; t_1, t_2, t_3 - время прохождения радиосигнала от спутников до ТС; c - скорость света.

Решив систему уравнений (1.3), можно найти координаты x_0, y_0, z_0 объекта в инерциальной системе координат, которые будут находиться в точке пересечения трех сфер (рис. 1.4).

Таким образом, задача навигационного приемника сводится к определению расстояния R до каждого спутника на основании данных об их координатах и решению системы уравнений (1.3) для определения координат x_0, y_0, z_0 транспортного средства.

Каким же образом в приемнике навигатора определяется расстояние до спутников? Для этого необходимо измерить время t прохождения радиосигнала от спутника до приемника и вычислить расстояние по формуле:

$$R = t \cdot c. \quad (1.4)$$

Другими словами, зная время, за которое сигнал дошел от спутника до ГЛОНАСС/GPS-приемника, и умножив его на скорость света, можно определить расстояние до спутника.

Время t определяется следующим образом. На спутнике и в приемнике навигатора на земле одновременно генерируется сложная кодовая посылка (дальномерный код), повторяющаяся с частотой 1 кГц. Эта кодовая комбинация называется псевдослучайным кодом *PRN* (*Pseudo Random Number code*). Каждому спутнику соответствует своя уникальная последовательность кода *PRN*, по которой в приемнике пользователя определяется, от какого спутника пришел сигнал, то есть в системе спутниковой навигации используется метод

множественного доступа с кодовым разделением абонентов (CDMA) [2]. Несущие частоты, на которых работают спутники, модулируются *PRN*-кодом и навигационным сообщением. В СНС используется фазовая манипуляция несущей частоты [2].

Для определения времен t прохождения радиосигнала от спутника до приемника на спутнике и в приемнике навигатора одновременно формируются одинаковые *PRN*-коды. Принятый со спутника код сравнивается со сформированным кодом приемника, и определяется временная задержка одного кода по отношению к другому.

Этот временной сдвиг будет соответствовать времени i прохождения сигнала от спутника до приемника. Однако следует заметить, что все сказанное справедливо, если часы на спутнике и в приемнике строго синхронизированы. Так, если расхождение во времени составит всего 0,01 секунды, ошибка в определении расстояния составит 3000 км, что приведет к ошибке позиционирования.

На спутниках установлены атомные часы, имеющие очень высокую точность, а в обычных навигационных приемниках используются недорогие кварцевые часы существенно меньшей точности. Для исключения рассогласования показаний часов спутника и приемника при решении навигационной задачи используются данные еще одного спутника

Сказанное поясняется рис. 1.5, на котором показано определение местоположения объекта на плоскости (определение двух координат) с помощью трех спутников в двух случаях: при показаниях точных часов (пунктирная линия) и показаниях часов приемника, которые спешат на 0,5 секунды (сплошная линия).

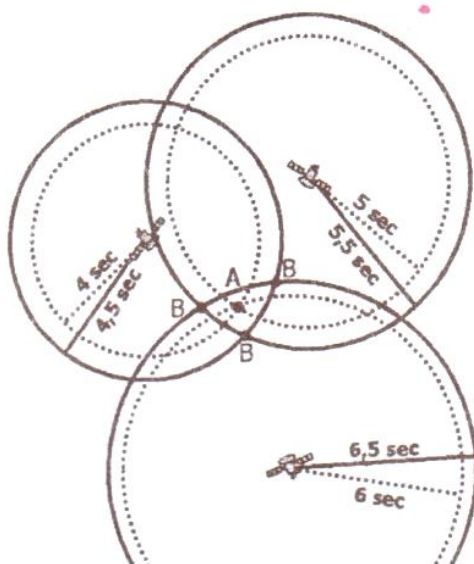


Рис. 1.6. Определение местоположения объекта с помощью 3-х спутников

В первом случае все окружности пересекаются (точка А), следовательно, есть решение системы уравнений (1.3) и координаты объекта могут быть вычислены.

Во втором случае нет общей точки пересечения окружностей, а следовательно, местоположение объекта не определено. Тогда контроллер навигационного приемника определяет, что часы идут неточно и начинает прибавлять или уменьшать время во всех измерениях до тех пор, пока не найдется единое решение системы уравнений. Таким образом, для получения информации о двух координатах транспортного средства необходимо как минимум три спутника, а для определения трех координат - четыре.

Исходя из вышесказанного, следует:

- в СНС координаты местоположения вычисляются по расстоянию от приемника ТС до нескольких спутников;
- расстояние до спутника определяется путем измерения промежутка времени, который требуется радиосигналу, чтобы дойти от спутника до приемника;
- для этого передатчик спутника и приемник ТС одновременно генерируют один и тот же код;
- время распространения сигнала от спутника до приемника определяется измерением запаздывания псевдослучайного кода передатчика спутника по отношению к такому же коду приемника;
- для определения местоположения ТС необходимо провести как минимум четыре измерения;

Таким образом, навигационный приемник выполняет следующие функции:

- принимает и запоминает эфемеридные данные спутников;
- определяет временную задержку t дальномерного кода;
- рассчитывает расстояния R до спутников по формуле (1.4);
- решает систему уравнений (1.3) и определяет координаты объекта (x_0, y_0, z_0) в инерциальной системе координат;
- переводит координаты объекта из инерциальной системы в неинерциальную систему координат в соответствии с формулами (1.1);
- пересчитывает эти координаты в географические по формулам (1.2) и находит долготу, широту и высоту над уровнем моря.

По этим координатам определяется местоположение транспортного средства на карте.

Для увеличения точности позиционирования в навигационном приемнике обрабатываются сигналы от дополнительных спутников.

Конструктивно приемники делятся на одноканальные и многоканальные. Одноканальные - самые простые и дешевые. В них информация от всех спутников обрабатывается последовательно, что требует значительного времени. Недостатками таких навигаторов являются низкая точность, невозможность измерения скорости, отсутствие информации на время расчетов.

В многоканальных приемниках (4, 8, 12, 16 каналов) одновременно ведется обработка сигналов всех спутников, находящихся в пределах видимости, что увеличивает точность позиционирования. Многие приемники могут быть настроены на работу как с ГЛОНАСС, так и с GPS.

Описание и технические характеристики отечественного навигационного

приемника МНП-М7 приведены в [1].

Для мониторинга местоположения ТС используются электронные карты. Электронная карта - это карта, существующая в виде компьютерного файла. Специальное программное обеспечение может отображать информацию из этого файла на экране дисплея, прокладывать маршруты движения и др.

Существует два вида электронных карт: растровые и векторные.

Растровые карты представляют собой цифровое изображение, получаемое путем сканирования обычной бумажной карты. Так же как и цифровая фотография, она является копией оригинала с точностью до элемента сканирования (пикселя). Растровые карты — это изображение местности, к которому привязываются географические координаты. Масштаб растровой карты напрямую зависит от исходного варианта: или это фотография со спутника, или отсканированная бумажная карта. Недостатком растровых карт является то, что они занимают очень большой объем памяти. Действительно, если отсканировать в полноцветном режиме карту размером 50x50 см с разрешением 508dpi, то получившийся файл будет иметь размер 75 Мб [3]. Недостатком растровых карт является также то, что по ним нельзя определить оптимальный маршрут движения, рассчитать профиль земной поверхности и т.п. Перечисленные недостатки существенно ограничивают применение растровых карт, однако в некоторых случаях их использование бывает оправдано из-за низких затрат на их производство.

Векторные карты представляют собой базу данных, в которой хранится информация об объектах, их координатах, взаимном месторасположении, характеристиках местности (горы, озера, дороги и т.п.) [1]. Основное отличие векторной карты от растровой состоит в том, что в программе хранится не само изображение, а данные, по которым карта местности воспроизводится на экране компьютера или навигатора по математическим формулам и алгоритмам, определяющим геометрическую форму, размер, цвет, местоположение объектов.

После определения навигационным приемником координат транспортного средства его изображение появляется на векторной карте местности, которая находится рядом с ТС. Количество отображаемых объектов определяется выбранным масштабом. При перемещении ТС соответственно изображение меняется: навигационная программа, анализируя новые координаты приемника, генерирует новое изображение на экране в соответствии с выбранным масштабом, настройками приемника.

Каждое перемещение по векторной карте означает перерисование всех видимых объектов. Поэтому для ускорения работы с векторной карты объект в зависимости от выбранного масштаба может быть отображен подробно, схематически или скрыт.

Поскольку векторные карты не содержат графических изображений, они занимают гораздо меньший объем памяти, чем растровые, а следовательно, быстрее работают. Безусловным преимуществом векторных карт является возможность отобразить на карте конкретные дома и другие объекты. Кроме того, векторные карты позволяют показывать разную детализацию объектов при

отображении карты в разных масштабах.

1.2.2. Датчики в системах инерциальной навигации

В ИНС используются миниатюрные акселерометры и гироскопы, построенные по микроэлектромеханической (МЭМС, или MEMS) технологии. Концепция МЭМС заключается в интеграции микромеханических структур датчиков - чувствительных элементов датчика (ЧЭ) с электронными схемами, которые обрабатывают сигнал с ЧЭ. Вся конструкция помещается на общей подложке и изготавливается по тем же технологиям, что и интегральные микросхемы (рис. 1.13).

Интегральные МЭМС-устройства имеют размеры от микрометров до миллиметров и обеспечивают высокий уровень надёжности.

Конструкция инерционных датчиков, построенных по технологии МЭМС, состоит из двух основных частей: микромеханического сенсора, чувствительного к ускорению или повороту (чувствительный элемент), и электронной схемы, преобразующей выходные сигналы этого сенсора в аналоговые или цифровые сигналы. При этом оба кристалла помещаются в один корпус (рис. 1.13).

Рассмотрим виды датчиков ИНС и принцип их действия.

Акселерометры

Принцип действия акселерометров основан на измерении смещения под воздействием ускорения инерционной массы датчика относительно корпуса и преобразовании его в пропорциональный электрический сигнал.

По количеству измеряемых одним акселерометром составляющих вектора ускорения акселерометры делятся на:

- однокомпонентные (одноосевые);
- двухкомпонентные (двухосевые);
- трехкомпонентные (трехосевые).

Можно выделить три вида автомобильных акселерометров [12]:

- пьезоэлектрические;
- пьезорезисторные;
- емкостные.

Рассмотрим, каким образом смещение инерционной массы акселерометров преобразуется в электрический сигнал.

Работа чувствительного элемента пьезоэлектрического акселерометра основана на пьезоэлектрическом эффекте материалов. Суть этого эффекта заключается в том, что при воздействии внешней силы на пьезоэлектрическую пленку она деформируется и между ее поверхностями возникает разность потенциалов, которая пропорциональна ускорению воздействующих на нее механических колебаний. Акселерометры такого типа используются обычно для измерения вибраций различных машин и механизмов

Чувствительным элементом пьезорезисторного акселерометра является пьезорезистор, сопротивление которого меняется при изменении внешнего давления, вызванного смещением инерционной массы прибора под действием ускорения. Пьезорезистор включается в измерительный мост (мост Уитстона),

выходное напряжение которого пропорционально ускорению.

Наиболее точным и надежным методом преобразования перемещения инерционной массы акселерометра в электрический сигнал является емкостной метод [13, 14].

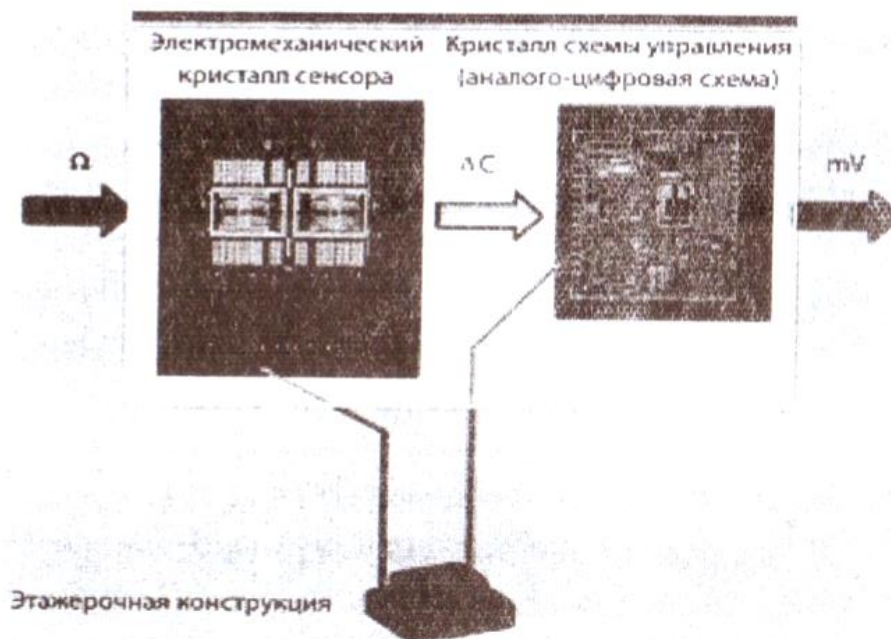


Рис. 1.13. Конструкция МЭМС-датчика

Принцип действия емкостного акселерометра заключается в следующем. Чувствительный элемент датчика представляет собой три пластины, которые образуют последовательное соединение двух конденсаторов (рис. 1.14а). При этом две крайние пластины жестко закреплены, а центральная пластина может смещаться под действием инерциальных сил.

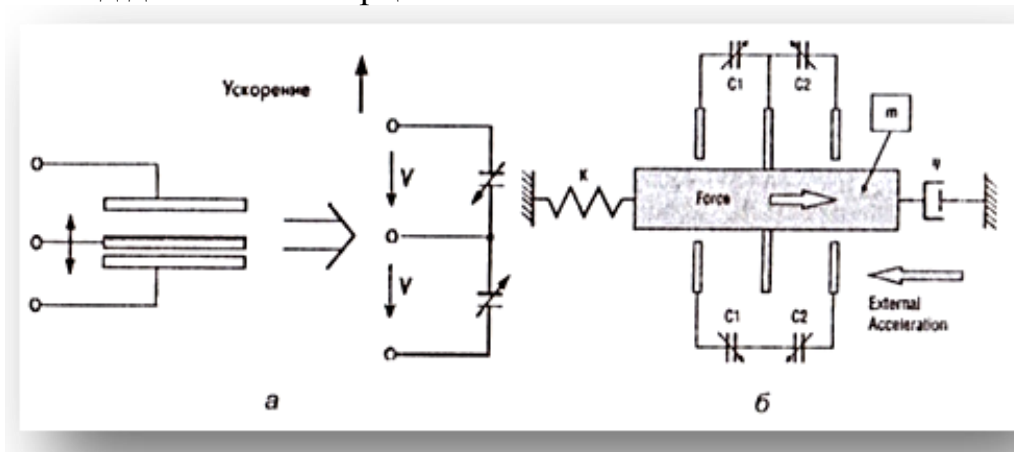


Рис. 1.14. Емкостной акселерометр: а - принцип действия; б – конструкция

Изменение расстояния между пластинами приводит к изменению емкости обоих конденсаторов и соответствующему изменению напряжения на выход датчика

На рис. 1.14б показана упрощенная конструкция датчика. Инерционная масса акселерометра m под воздействием ускорения, действующего на датчик, смещается относительно его неподвижной части. Выступ на инерционной массе образует подвижную обкладку конденсатора переменной емкости. На концах инерционной массы находится пружина K , ограничивающая ее перемещение и

обеспечивающая ее возврат в исходное положение, а также демпфер. Когда на систему действует внешнее ускорение, инерционная масса движется в сторону, противоположную направлению ускорения, и величина емкостей C_t , C_g меняется.



Рис. 1.15. МЭМС-датчики: а - акселерометр SMB380; б - гироскоп SAR150

В ИНС используются акселерометры емкостного типа. Примером такого датчика может служить трехосевой акселерометр *SMB380*, который имеет размеры $3 \times 3 \times 0,9$ мм, напряжение питания (2,6...3,6) В и интерфейс *SPI* или *Pc* для связи с внешними устройствами. Акселерометр имеет три диапазона измерения ускорений $\pm 2g$, $\pm 4g$, $\pm 8g$, которые устанавливаются программным путем. Внешний вид акселерометра показан на рис. 1.15а.

Гироскопы

Гироскопы представляют собой датчики угловой скорости, которые регистрируют вращение объекта в инерциальной системе координат. По количеству осей вращения гироскопы делятся на одно-, двух- и трехосевые. По принципу действия наиболее распространенными на сегодняшний день МЭМС-гироскопами являются вибрационные и оптические гироскопы.

Принцип действия всех гироскопов вибрационного типа основан на явлении ускорения Кориолиса [14]. Чувствительным элементом микромеханического гироскопа является инерционная масса, закрепленная внутри корпуса на пружинах (упругих консолях полупроводника и пр.). Эта чувствительная масса приводится в колебательное движение по одной из осей датчика. Эта ось называется осью возбуждения (входной осью).

Принцип действия вибрационного гироскопа показан на рис. 1.6. Здесь инерционной массой является пластина кремния 1, соединенная тонкими упругими перемычками (подвесками) 2 с основным кристаллом кремния 3. Инерционная масса 1 колеблется со скоростью и на подвесках 2 в направлении оси OX , которая является осью возбуждения. Ось OY , которая проходит через подвески, называют главной осью датчика (ось чувствительности). Если объект, на котором установлен гироскоп, начнет вращаться вокруг главной оси с угловой скоростью Q , то в системе возникнут силы Кориолиса, которые придадут инертной массе 1 ускорение Кориолиса «а», направленное вдоль оси OZ .

Поскольку скорость движения инертной массы 1 в процессе колебаний меняется по синусоидальному закону, то и ускорение вдоль оси OZ тоже будет меняться по синусоидальному закону с той же частотой. При этом инертная

масса 1 начнет колебаться в направлении также и этой оси (OZ), описывая в пространстве окружность. Амплитуда этих колебаний пропорциональна амплитуде угловой скорости вращения платформы Q, на которой установлен гироскоп. Поэтому, измеряя ее, можно вычислить скорость вращения объекта.

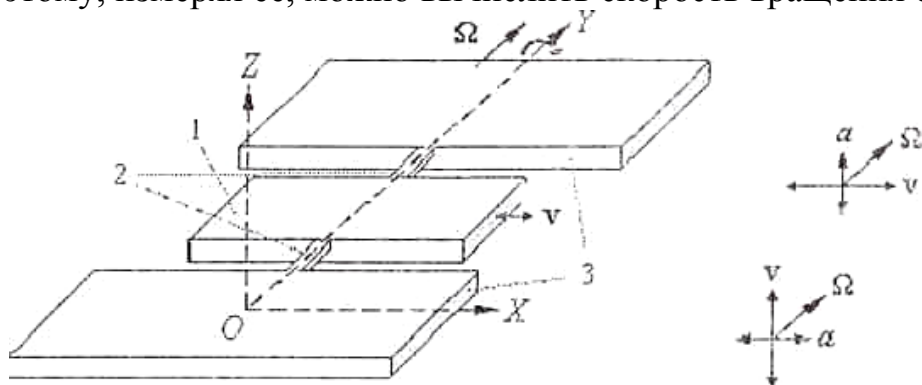


Рис. 1.16. Принцип действия вибрационного гироскопа

Микромеханические гироскопы, работающие по такому принципу, выпускаются промышленностью в виде небольших интегральных схем. На рис. 1.15б показан гироскоп SAR150, измеряющий угловую скорость в диапазоне ± 250 град/с при напряжении питания 4,5-5 В. Обмен информацией с другими устройствами осуществляется по интерфейсу SPI.

В настоящее время большое распространение получили также оптические гироскопы [15]. Принцип действия таких гироскопов основан на эффекте Саньяка, суть которого поясняется на рис. 1.17. Луч света с помощью расщепителя распространяется по круговому оптическому пути в двух противоположных направлениях (навстречу друг другу). Если при этом система находится в покое относительно инерциального пространства, то оба световых луча распространяются по оптическому пути одинаковой длины и фазовый сдвиг между ними равен нулю.

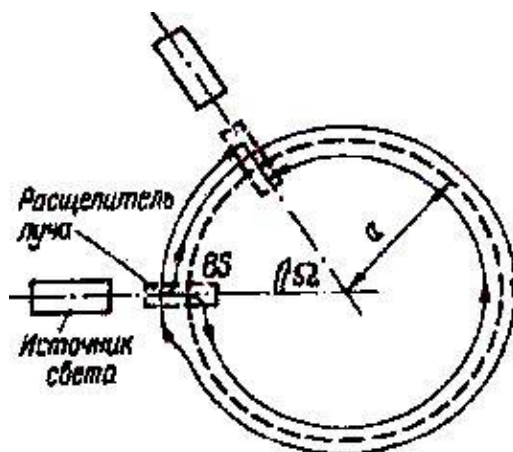


Рис. 1.17. Эффект Саньяка

Если же оптическая система вращается в инерциальном пространстве с угловой скоростью Q, то между световыми волнами возникает разность фаз, пропорциональная скорости вращения:

$$\Psi = \frac{4\pi r^2 \Omega}{c\lambda}$$

где k - волновое число; S - площадь, окаймленная оптическим путем; c - скорость света.

Это явление и называется эффектом Саньяка. Таким образом, измеряя разность фаз, можно получить угловую скорость вращения объекта, на котором установлен гироскоп, а ее интегрированием - информацию об угле поворота.

В зависимости от конструкции замкнутого оптического контура различают два вида оптических гироскопов:

- лазерный гироскоп;
- волоконно-оптический гироскоп.

Принцип действия лазерного гироскопа поясняется на рис. 1.18а [16].

В состав гироскопа входит оптический квантовый генератор (лазер), содержащий трубку 1 с активным газовым веществом и генератор накачки 2. Световые лучи, выходящие из трубки, распространяются по оптическому резонатору в противоположных направлениях и, отражаясь от зеркал 3, через полупрозрачное зеркало 4 выводятся за пределы контура. С помощью дополнительного зеркала 5 эти лучи совмещаются и попадают на фотоэлемент 6, где интерферируют друг с другом, создавая интерференционные полосы (рис. 1.18б).

Если резонатор не вращается, интерференционная картина стационарна. Вращение гироскопа с угловой скоростью ω совокруг оси, перпендикулярной плоскости резонатора, изменяет разность фаз встречных волн и приводит к перемещению интерференционных полос, которые начинают «бежать» тем быстрее, чем больше скорость вращения. Количество интерференционных полос, переместившихся мимо приемного отверстия фотоэлемента за фиксированный промежуток времени, определяет угловую скорость вращения гироскопа. Сигнал с фотоприемника через устройство формирования сигнала 7 поступает в микропроцессор 8, который рассчитывает угловую скорость вращения объекта и соответственно угол его поворота относительно оси, перпендикулярной плоскости оптического резонатора.

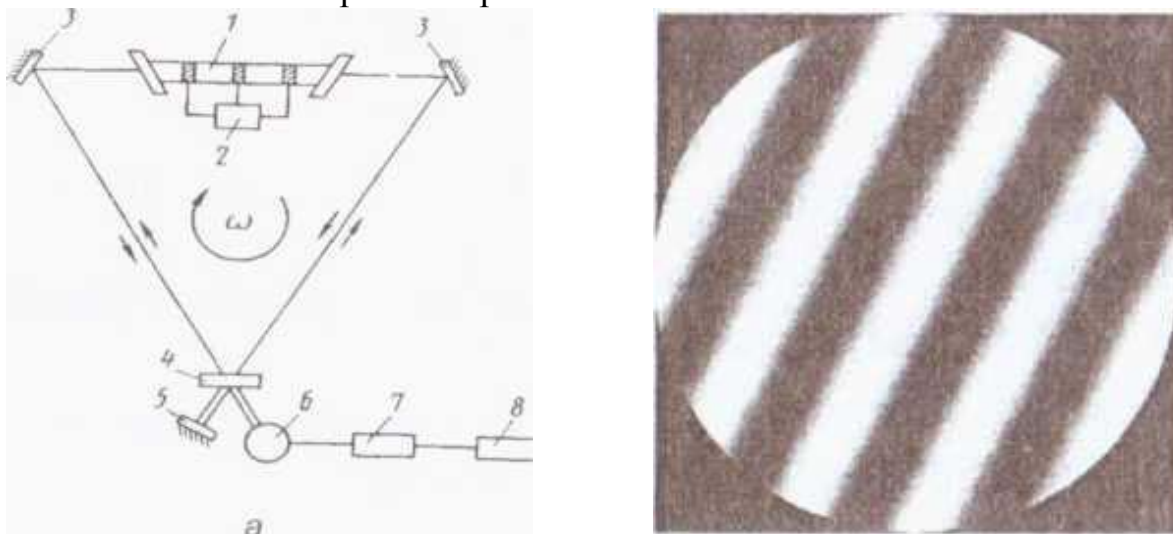


Рис. 1.18. Лазерный гироскоп: а - принцип действия; б - интерференционная картина

Волоконно-оптический гироскоп (ВОГ) (рис. 1.19) представляет собой интерферометр Саньяка (рис. 1.17), в котором круговой оптический контур за-

менен на катушку из длинного одномодового оптического волокна, что значительно увеличивает оптический контур. Благодаря этому, эффект Саньяка в ВОГ выражен сильнее, чем в лазерном гироскопе, и его чувствительность также выше. Длина оптического волокна равна нескольким сотням метров, а диаметр катушки составляет 10... 12 см.

Принцип действия ВОГ аналогичен работе лазерного гироскопа. Источник излучения испускает световой поток, который, проходя через специальную линзу, делится на два луча, направленных по оптическому контуру навстречу друг другу. Пройдя контур, лучи суммируются на фотодетекторе, образуя интерференционную картину, по которой устройство обработки сигнала определяет угловую скорость вращения Ω и угол поворота.

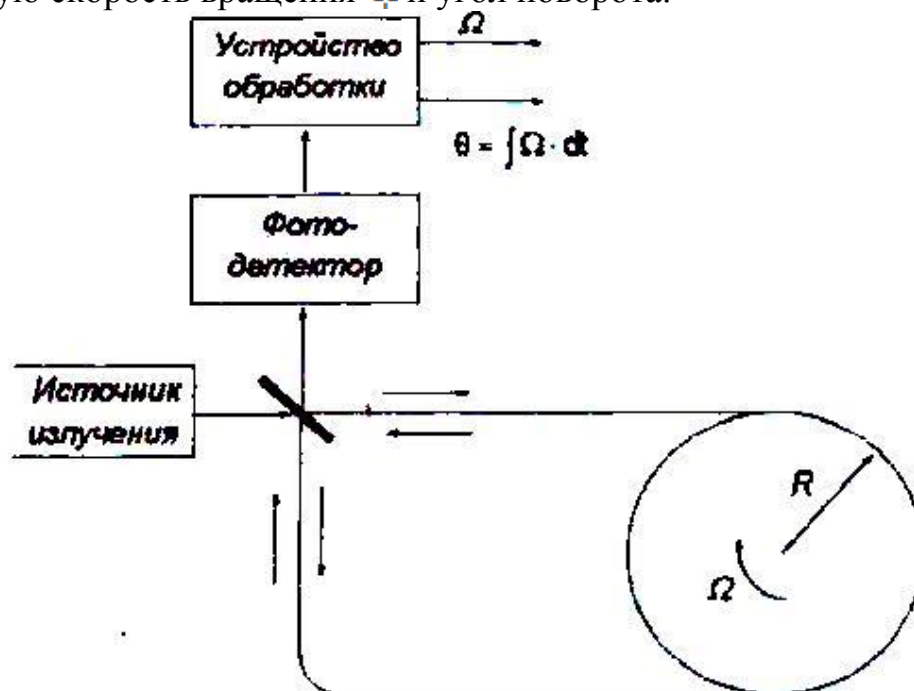


Рис. 1.19. Принцип действия волоконно-оптического гироскопа

Магнитные компасы

Направление движения транспортного средства можно определить также с помощью магнитных компасов. Как было показано в разделе 1.2.1, принцип действия датчиков курса заключается в измерении составляющих магнитного поля Земли и определении курса по формуле (1.6).

Чувствительным элементом электронных магнитных компасов является магнитометр. Магнитометры - датчики, способные измерять составляющие магнитного поля Земли. В современных магнитных компасах используются анизотропные магниторезистивные (АМР) датчики, представляющие собой специальные резисторы, сделанные из тонкой пермаллоевой пленки, помещенной на кремниевую пластину. При производстве датчиков пленка помещается в сильное магнитное поле для ориентации магнитных областей в одинаковом направлении, которое называется вектором намагничивания M .

Принцип действия АМР-датчиков основан на способности магниторезистивного материала (пермаллоевой пленки) изменять сопротивление в

зависимости от взаимной ориентации тока, протекающего через резистор, и вектора намагниченности (рис. 1.20) [17].

Если магниторезистор поместить во внешнее магнитное поле напряженности H , перпендикулярное направлению протекания тока то это поле повернет вектор намагниченности пленки M на угол α , значение которого зависит от величины и направления внешнего поля. При этом изменится сопротивление магниторезистора. В отсутствие внешнего магнитного поля направление тока и направление вектора намагниченности пермаллоя параллельны друг другу, угол $\alpha = 0^\circ$, и сопротивление резистора максимально. При увеличении напряженности поля H угол α увеличивается, а сопротивление R уменьшается.

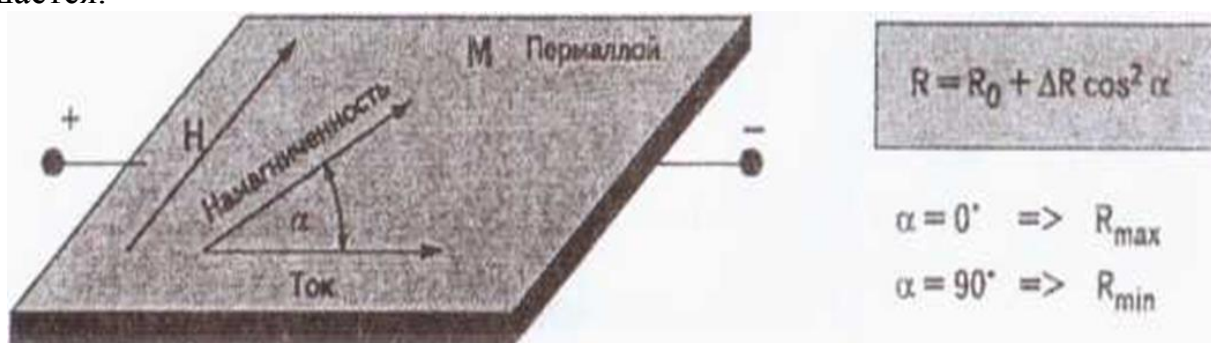


Рис. 1.20. Принцип действия магниторезистивного датчика

Функциональная схема магнитометра показана на рис. 1.21. Магниторезисторы, имеющие в состоянии покоя одинаковое сопротивление R , включаются в плечи измерительного моста. При этом мост сбалансирован, и напряжение на выходе датчика равно нулю. При воздействии на измерительный мост внешнего магнитного поля H вектор намагниченности в двух противоположно расположенных резисторах моста смещается по направлению тока, что вызывает увеличение их сопротивления. В оставшихся двух противоположно расположенных резисторах моста вектор намагниченности смещается против направления тока, в результате сопротивление их уменьшается. При этом происходит разбалансировка измерительного моста, и на выходе датчика появляется сигнал, пропорциональный величине внешнего магнитного поля.

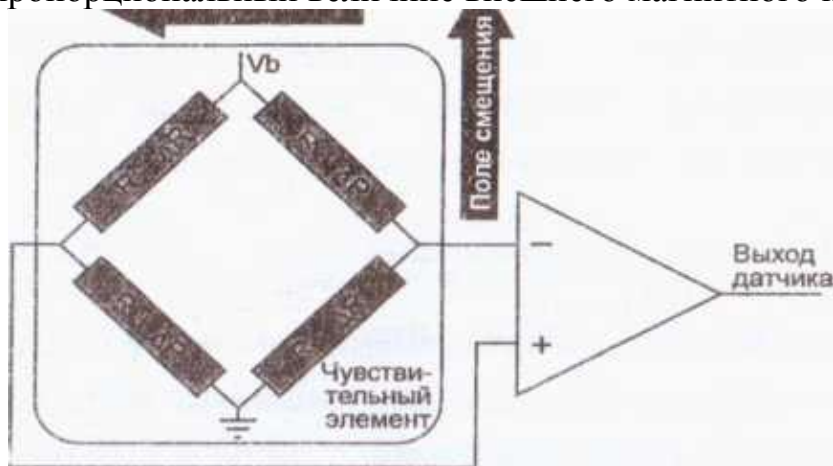


Рис. 1.21. Функциональная схема магнитометра

В настоящее время для автомобильной навигации выпускаются готовые

интегральные компасы, содержащие магнитометры, измеряющие магнитное поле по двум осям. Так, компания *Honeywell* выпускает магнитные компасы в сверхминиатюрном исполнении. Примером такого датчика может служить двухосевой электронный компас H/WC6352, выполненный в интегральном исполнении (рис. 1,22а).

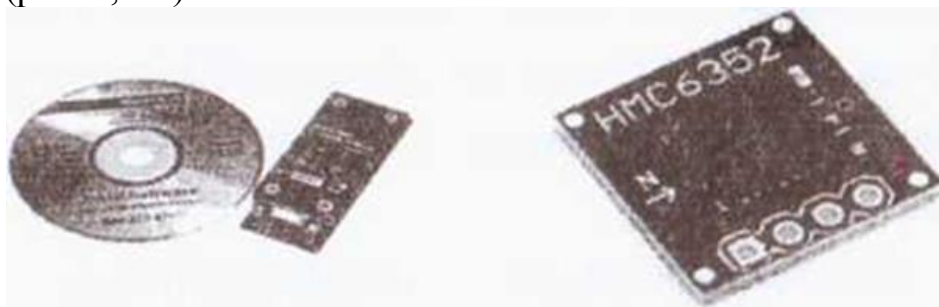


Рис. 1.22. Магнитные компасы: а - HMC6352; б - HMR3000

Корпус микросхемы имеет размеры 6,5x6,5x1,4 мм, напряжение питания - (2,7...5) В. Подключение к микроконтроллеру осуществляется через I2C-интерфейс, причем частоту передачи данных можно выбрать в диапазоне от 1 до 20 раз в секунду. На рис. 1.22б показана микросхема HMR3000, представляющая собой законченный электронный компасный модуль с компенсацией бокового и поперечного крена. Компас обеспечивает точность измерения курса 0,5° и диапазон измерения бокового и поперечного крена ±40°. Датчик имеет встроенную схему калибровки для компенсации ошибок измерения, вызванных окружающими ферромагнитными предметами (например, кузовом автомобиля). Связь компаса с внешними устройствами осуществляется по интерфейсам RS-232/485.

2 -практическое занятие.

Задачи и работа систем внешней и внутренней телематики транспортных средств (2 часа)

1.2. Системы внутренней телематики транспортного средства

Системы внутренней телематики, расположенные на борту автомобиля, обеспечивают решение транспортных задач при минимальном участии водителя. Типичная система внутренней телематики состоит из аппаратной части, бортовой компьютерной системы сбора, обработки данных и принятия решений и устройств, обеспечивающих связь ТС и внешней среды (рис 1.1).



Рис. 1.1. Структура внутренней телематической системы

1.2.1. Задачи, решаемые системами внутренней телематики

Телематические системы решают следующие основные задачи [2]:

А. Обеспечение надежности и безопасности работы автомобиля.

Б. Оптимизация выполнения транспортной задачи за счет средств, доступных водителю (информационные системы, навигационные системы, сервисные системы).

В. Дополнительная функциональность при эксплуатации ТС (экологическая безопасность, противоугонные системы, системы сигнализации, системы контроля скорости и предотвращения столкновений и другие).

А. Обеспечение надежности и безопасности работы автомобиля

Надежность современного транспортного средства, его техническая и экологическая безопасность контролируется бортовой компьютерной системой автомобиля, состоящей из множества бортовых микропроцессоров (микроконтроллеров), решающих различные задачи. К ним можно отнести системы управления двигателем и автоматической коробкой передач, а также системы безопасности автомобиля, такие как компьютерные системы управления тормозной системой, системой стабилизации, рулевого управления, световой сигнализации и другие [2].

Б. Оптимизация выполнения транспортной задачи

Оптимизация выполнения транспортной задачи за счет средств, доступных водителю, в современных автомобилях выполняется информационными, навигационными и оперативными сервисными системами [2].

К информационным системам относятся системы внутренней телематики, выполняющие:

- информирование водителя о препятствиях на дорогах и метеоусловиях, о состоянии поверхности проезжей части, данные о транспортных средствах, стоящих на обочине или проезжей части дороги транспортного средства;
- распознавание транспортной ситуации с помощью видеокамер, установленных на борту автомобиля (отслеживание края дороги, внутренней разделительной полосы и остальных частей дороги);
- распознавание дорожных знаков;
- дистанционный вызов внешней помощи (выработкой сигнала SOS либо автоматически при срабатывании подушек безопасности или другой контролируемой автоматически критической ситуации, либо нажатием специальной кнопки с последующей передачей данных о местоположении автомобиля и другой информации).

К навигационным системам относятся системы, осуществляющие связь с цифровой картой местности для определения текущего местоположения, характеристиках движения автомобиля, передаваемых в режиме реального времени. Такая информация является основой для получения высокого качества навигации транспортного средства, а также для оптимального управления транспортными потоками.

К оперативным сервисным системам относятся бортовые системы, которые позволяют нажатием специальной кнопки на лицевой панели обеспечить

связь с оператором с целью определения местоположения сервисной дорожной инфраструктуры (станция техобслуживания, гостиница и проч.) или связь с техником-механиком организации обслуживания и ремонта автомобиля для получения консультации по вопросу, связанному с техническим состоянием автомобиля. Сервисные системы устанавливаются на борту автомобиля, оборудованного информационной и навигационной системами.

В. Дополнительная функциональность при эксплуатации ТС

Под дополнительной функциональностью эксплуатации, систем внутренней телематики, подразумевается следующее:.

а) контроль и управление системами, обеспечивающими экологическую безопасность:

- контроль экологических параметров выбросов отработавших газов;
- измерение параметров работы топливной системы и системы зажигания;
- показания датчиков износа тормозных дисков, характеризующих экологическую составляющую по дисковой пыли;

б) противоугонный контроль:

- недопущение несанкционированного включения системы зажигания автомобиля;
- недопущение несанкционированного открывания дверей;
- недопущение нештатной частичной или полной декомплектации автомобиля;
- невозможность угона ТС;
- срабатывание системы сигнализации;

в) контроль скорости движения и предотвращение столкновений:

- автоматическое поддержание скорости;
- автоматическое поддержание расстояния между ТС;
- автоматическое ограничение скорости;
- автоматическое соблюдение дистанции;
- системы автоматической парковки;
- системы повышения комфорта вождения автомобиля.
- мониторинг состояния водителя;
- определение утомленного состояния водителя и недопущение засыпания;
- определение болезненного состояния или потери сознания водителем;
- определение состояния алкогольного опьянения

д) автоматическое направление ТС (включение режима автопилота) и другие.

Основные задачи, решаемые системами внутренней телематики для наглядности представлены на рис. 1.2 и рис. 1.3.

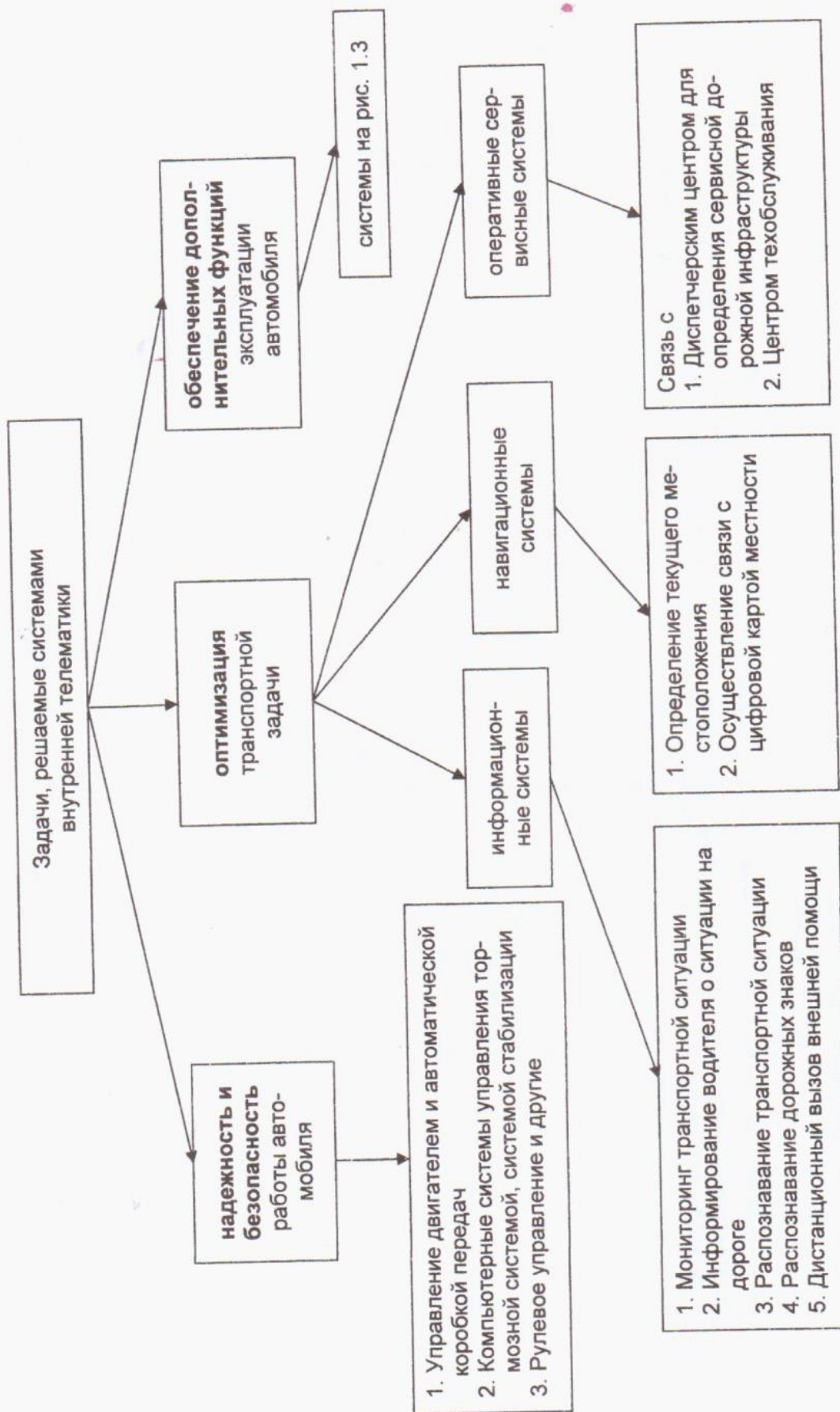


Рис. 1.2. Задачи, решаемые системами внутренней телематики

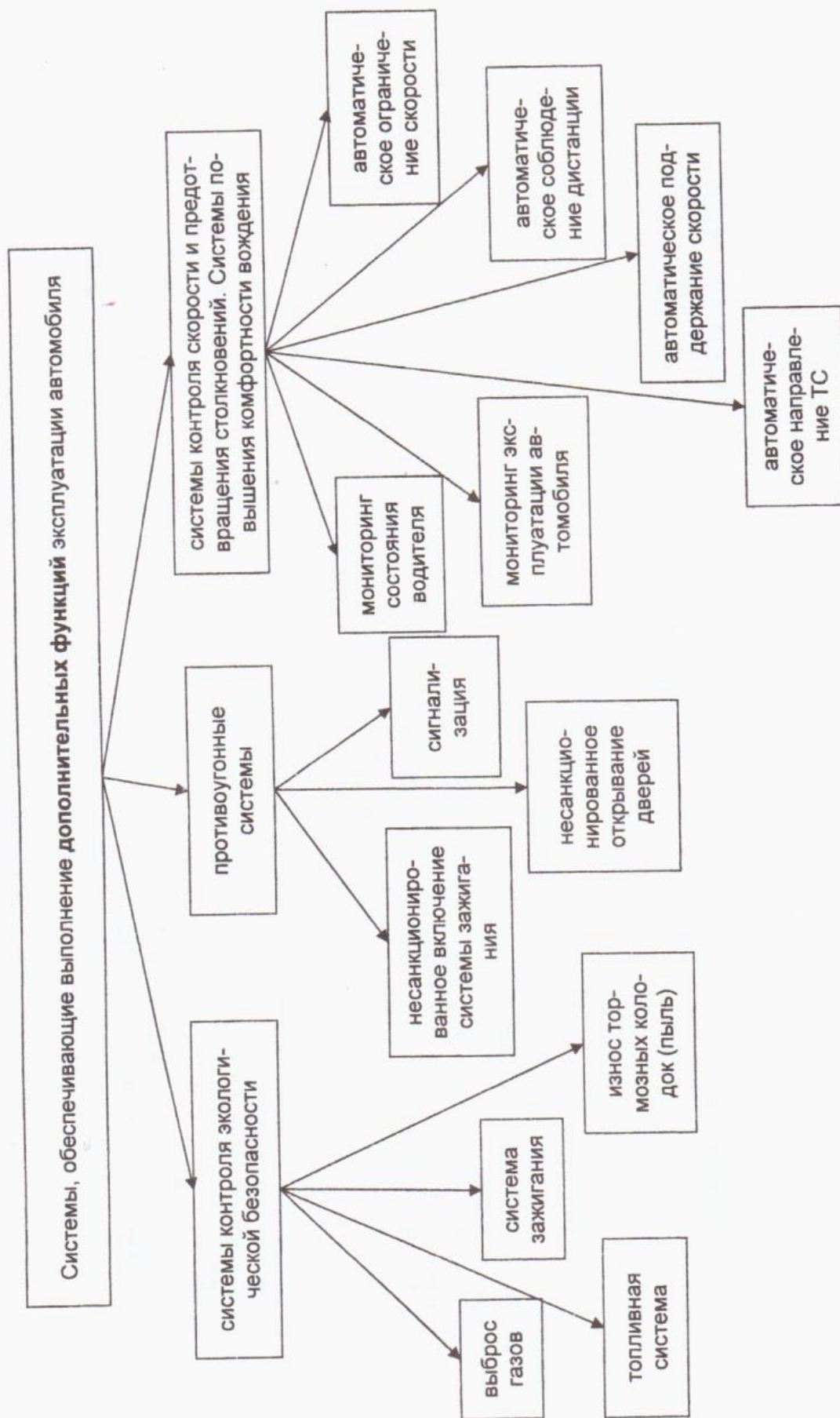


Рис. 1.3. Обеспечение системами внутренней телематики дополнительных функций эксплуатации автомобиля

1.2.2. Примеры работы систем внутренней телематики

Рассмотрим работу систем внутренней телематики в соответствии с приведенным выше перечнем решаемых задач.

I. Системы внутренней телематики, обеспечивающие решение оптимизационных задач.

А. Система мониторинга транспортной ситуации

Идея работы системы состоит в следующем: информация от видеокамер, установленных на транспортном средстве, обрабатывается и сопоставляется с другими данными транспортного средства, такими как карта местности, скорость движения и др. [3]. На основании результатов сопоставления выполняются операции, соответствующие поставленной задаче мониторинга.

Информацию, получаемую с видеокамер, можно классифицировать следующим образом:

- распознавание транспортной ситуации (отслеживание края, внутренней разделительной полосы и остальных частей дороги). Данные с видеокамер сопоставляются с данными цифровой карты, которая дает информацию о последующем направлении дороги. В результате производится идентификация препятствий на дороге и своевременное оповещение водителя;
- распознавание дорожных знаков;
- ночное видение в сумерках и темноте. Основой таких систем являются термокамеры, которые снимая данные температуры объекта способны надежно распознать пешехода и другие живые препятствия.

Примером мониторинговой системы распознавания транспортной ситуации служит прототип автопилота автомобильного концерна Toyota [5]. Система самостоятельно оценивает ситуацию на дороге: контролирует действия других участников дорожного движения, распознает сигналы светофора и разметку на дороге. В основу работы положен оптический дальномер LIDAR, размещенный на крыше авто (Lexus LS). В процессе движения он автоматически разворачивается на 360 градусов и распознает все объекты, которые находятся в его зоне видимости (примерно 70 м). Кроме того, система оснащена тремя цветными профессиональными камерами, датчиками, установленными в передней и боковой части машины и GPS-приемником.

Б. Система навигации транспортного средства. Система навигации основана на применении комбинации методов навигации, использующих такие устройства как компас, датчики на колесах автомобиля и сигналы спутниковой системы ГЛОНАСС (GPS), позволяющие использовать информацию о том, где в данный момент находится ТС [3].

На транспортном средстве устанавливается навигационный приемник, который принимает сигналы одновременно с нескольких спутников навигационной системы, находящихся на орбите Земли.

При наличии в зоне видимости одновременно четырех спутников в приемнике определяются координаты, высота, скорость, курс транспортного средства и текущее время. Помимо основных данных, могут рассчитываться и предоставляться пользователю дополнительные данные (пройденное и остав-

шееся расстояние, время прибытия к цели и проч.). Выходные данные при необходимости могут отображаться на экране прибора внутри ТС, а также при необходимости параллельно выдаваться через устройство сопряжения в канал связи с диспетчерским центром. Подробно средства навигации и методы обнаружения местоположения ТС будут рассмотрены в следующих главах настоящего пособия.

II. Системы внутренней телематики, обеспечивающие выполнение дополнительных функций эксплуатации ТС. Из всех разновидностей систем, обеспечивающих дополнительные функции эксплуатации ТС, остановимся на системах контроля скорости и предотвращения столкновений, а также системы повышения комфортности вождения.

A. Система автоматического направления

Система автоматического направления (САН) в случае опасности (обледенение или буксирование, сон или снижение внимательности водителя и т.п.) передают управление транспортным средством автопилоту [3] и, с помощью адаптивно выбранных параметров автомобиля, может найти оптимальное решение возникшей критической ситуации.

Б. Система автоматического ограничения скорости

Примером системы автоматического направления может служить система автоматического ограничения скорости, которая позволяет при необходимости снизить скорость транспортного средства, на основании распознавания дорожных знаков и другой дополнительной информации.

В. Системы распознавания утомленного или болезненного состояния водителя

Работы по созданию систем распознавания утомленного состояния водителя проводятся сегодня ведущими производителями автомобилей. Система позволяет определить утомленное состояние и засыпание водителя, по изменениям его физиологических параметров. При обнаружении отклонения физиологических параметров водителя от заданных значений, система вырабатывает сигнал «тревоги», который активизирует систему пробуждения (звуковой сигнал, вибрации, световую индикацию и проч.). Интерес представляет и система определения нештатного состояния водителя, которая несколько шире по функциональным возможностям, нежели описанная выше. В случае если система определит не только факт засыпания, но и факт плохого самочувствия, которое затруднит или не позволит водителю продолжить управление транспортным средством (потеря сознания, потеря ориентации и проч.), производится оповещение о ситуации участников дорожного движения, выведение автомобиля из движения и остановка на обочине.

Г. Системы предупреждения столкновений

Транспортные средства, оснащенные системой предупреждения столкновений, передают друг другу сообщения, осуществляют оценку ситуации и рекомендуют водителям принять оптимальные меры для решения возникшей проблемы [3]. В некоторых случаях, система помимо оценки ситуации «берет управление на себя» и вырабатывает управляющие воздействия на систему управления ТС, предупреждая тем самым столкновение.

Примером такой системы служит активная система предупреждения столкновений (Active City Stop), устанавливаемая на автомобилях Ford, которая обеспечивает предотвращение столкновений на скоростях до 15 км/ч, снижает последствия от аварии, при разгоне не более чем до 30 км/ч [7]. В систему входит датчик, который вырабатывает сигнал, в случае если расстояние до идущего впереди автомобиля становится критическим. Система оценивает ситуацию и если «посчитает», что столкновение неизбежно, активизируется: вырабатывает сигналы - коды управляющего воздействия на электронные схемы управления конкретными исполнительными механизмами, в результате чего ТС может самостоятельно начать замедление или остановиться.

Дальнейшее развитие систем телематики будет иметь смежный характер, т.е. происходить как в направлении развития технической составляющей систем, так и в направлении оптимизации взаимодействия водителя и автомобиля. Круг вопросов, рассматриваемых при разработке подобных систем, будет касаться также и психологии и физиологии человека, медицины и многих других отраслей человеческих знаний.

1.3. Системы внешней телематики

Внешние (инфраструктурные) системы, решают задачи мониторинга транспортной ситуации и предназначены для принятия решений и управления работой транспорта в целом. Кроме информации самого транспортного средства и его записывающих устройств, внешние системы используют и информацию, хранимую вне транспортного средства.

В работе внешних систем телематики огромную роль играют вопросы информационного взаимодействия между ТС и диспетчерским информационным центром посредством беспроводного соединения.

Такое взаимодействие возможно при наличии не только бортового компьютера и его специального программного обеспечения, но и при наличии технически развитой компьютерной сети, а также информационных технологий и программных приложений, обеспечивающих информационное взаимодействие отдельных частей телематической системы, управление базами данных. Работа систем внешней телематики обеспечивается современной инструментальной подсистемой телематики.

1.3.1. Задачи, решаемые системами внешней телематики

Достижения науки и техники последних лет, позволили расширить круг вопросов, решаемых системами телематики, а это в свою очередь привело к созданию огромного количества приложений и внедрению систем телематики во многие сферы народнохозяйственной деятельности, такие как пассажирские и грузовые перевозки, нефтегазовая отрасль, энергетика, здравоохранение, ЖКХ, МЧС и другие.

Системы внешней телематики позволяют решать следующие задачи:

- Оптимизация работы и повышение эффективности использования автотранспорта, путем ГЛОНАСС (GPS) слежения, управления и анализа текущего состояния контролируемых объектов:

- контроль и управление работой общественного пассажирского транспорта;
- дистанционный контроль и управление грузоперевозками;
- повышение эффективности использования транспортных средств и специальной техники.
- Управление дорожным движением:
 - организация безопасности движения ТС;
 - оптимизация светофорного регулирования.
- Оповещение о чрезвычайной ситуации.
- Дистанционная диагностика и ремонт автомобиля.

Для наглядности задачи, решаемые системами телематики, представлены в виде диаграммы (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Задачи, решаемые внешними системами телематики

В общем случае суть работы внешних телематических систем можно представить как решение двух задач: задачи многомерного мониторинга различных параметров и задачи принятия решений для управления работой транспорта на основе полученных данных.

Решение задач внешней телематики технически обеспечивается:

- элементной базой систем внутренней телематики (установленных на борту ТС);
- беспроводными устройствами передачи данных (от ТС к внешним системам);
- элементной базой систем внешней телематики:
 - беспроводными сетями передачи данных;
 - компьютерными сетями диспетчерских центров или центров управления движением ТС;
 - серверами;
 - сетью интернет.

Функционирование внешних телематических систем обеспечивается использованием новейших IT технологий и систем управления базами данных (СУБД), позволяющих выполнять задачи принятия решений, на основе полученной информации.

Кроме того, работа внешних телематических систем обеспечивается дополнительным линейным оборудованием, устанавливаемым на дороге, таким как

1. остановочные павильоны, информационные табло и киоски, платежные информационные терминалы - для пассажирских перевозок; оборудование стояночных терминалов - для грузовых перевозок;
2. светофоры и информационные табло - для систем управления транспортными потоками;
3. устройства мониторинга транспортных потоков, состояния дороги, метеоданных и другими устройствами.

В общем, системы, обеспечивающие работу внешних телематических систем можно условно разбить на подсистемы мониторинга и подсистемы принятия решения с последующим регулированием и оповещением для обеспечения транспортной работы.

Подсистемы мониторинга обеспечивают мониторинг состояния транспортного средства, предмета перевозки, дорожной ситуации и проч. Подсистемы, ориентированные на обеспечение транспортной работы решают задачи позиционирования, оптимизации работы транспорта (маршрутизации, перенаправления, исполнения расписания и проч.), обеспечения информацией о дорожных сервисах и оперирование ею и многие другие задачи.

Приведем неполный перечень функций, которые выполняют внешние телематические системы:

- дистанционное определение местоположения, направления и скорости движения ТС, времени стоянок, автопробега;
- отображение на экране монитора диспетчерского центра местоположения транспортного средства на карте местности;
- определение режимов работы и эксплуатации ТС;
- дистанционный контроль параметров работы ТС - уровня топлива, температурных параметров, отклонений от допустимых значений параметров и прочих;
- запись полученных показателей работы ТС в «черный ящик» - бортовое устройство памяти- с возможностью последующего (при необходимости - дистанционного) считывания записанных данных;
- дистанционное определение режимов и параметров работы ТС при срабатывании контрольных устройств или датчиков;
- дистанционное обнаружение неисправности ТС;
- связь со службами экстренного реагирования активизированием специальной кнопки;
- голосовая связь водителя ТС с диспетчером, осуществляемая по инициативе обеих сторон;

- регистрация и сохранение данных о параметрах работы и эксплуатации ТС в «черном ящике»;
- сохранение различных видов данных эксплуатации ТС в единой базе данных на сервере;
- обмен сообщениями с мобильным телефоном водителя с возможностью сохранения всех сообщений в базе данных;
- передача на диспетчерские пункты внеочередных сообщений об изменении состояния объектов при срабатывании контрольных устройств или датчиков (нажатии водителем тревожной кнопки, изменении режима работы дополнительного оборудования, длительном простое объекта, входе объекта в определенную зону или выходе из нее);
- формирования отчетов;
- выполнение статистического анализа деятельности автопарка и многие другие функции.

3 - практическое занятие.

Компоненты цифровых устройств (2 часа)

В цифровых схемах помимо логических элементов и триггеров применяется множество устройств построенных на них. Это устройства хранения данных - регистры, средства счета количества импульсов - счетчики, устройства выполняющие шифрацию и дешифрацию данных, арифметико-логические операции и сравнение данных, а также коммутаторы, преобразователи кодов и множество других устройств.

5.1. Регистры

Регистры предназначены для хранения данных, представленных в двоичном коде. Регистры являются простейшими элементами оперативной памяти. Различают регистры следующих типов:

- параллельным приемом и параллельной выдачей информации;
- с параллельным приемом и последовательной выдачей;
- с последовательным приемом и параллельной выдачей;
- с последовательным приемом и последовательной выдачей (регистры сдвига);
- комбинированные, сочетающие в себе все выше перечисленные возможности.

Рассмотрим трехразрядный регистр с параллельным приемом и параллельной выдачей данных (рис. 5.1). В регистре предусмотрен сброс всех триггеров подачей сигнала «Сброс» на все входы R триггеров T_2-T_0 .

Трехбитный параллельный двоичный код $A_2A_1A_0$ поступает на входы D-триггеров T_2 , T_1 , и T_0 соответственно. На рис. 5.1 изображены триггеры с дополнительным входом R (*reset*) - для возможности сбрасывания триггеров в состояние 0 (в этом случае говорят, что регистр сброшен). С приходом сигнала на входы C , триггеры устанавливаются в соответствующее пришедшей кодовой комбинации состояние и на выходах $Q_2.Q_1.Q_0$ появляется записанная информация. Если на входах $A_2A_1A_0$ изменится информация, но при этом сигнал «За-

пись» будет не активен ($C = 0$), то записанная информация будет сохраняться.

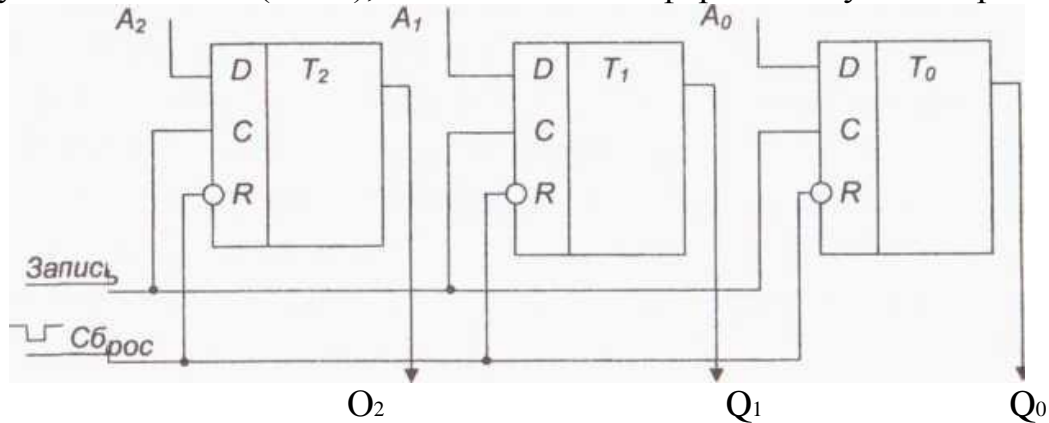


Рис. 5.1. Регистр с параллельным приемом и параллельной выдачей информации

Регистры могут быть выполнены и на других триггерах.

Задание. Попробуйте построить регистр с параллельным приемом и последовательной выдачей на RS-триггерах или D-триггерах самостоятельно, также постройте самостоятельно регистр с последовательным приемом и параллельной выдачей информации.

Рассмотрим в качестве примера микросхему восьмиразрядного регистра памяти К555ИР9, условное обозначение которой приведено на рис. 5.2.

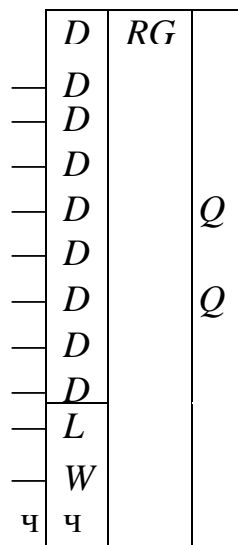


Рис-5.2. Восьмиразрядный регистр памяти микросхема К555ИР9

Микросхема К555ИР9 - это восьмиразрядный сдвигающий регистр с параллельным вводом и последовательной выдачей, а также с последовательным вводом и последовательной выдачей. Вход *D0* служит для последовательного приема данных, восемь входов *D1-D8* - для приема параллельного кода, записываемого в регистр.

Микросхема может работать в двух режимах: параллельная запись и сдвиг. Выбор режима осуществляется подачей сигнала на вход *L*. При $L = 0$ - происходит параллельный ввод данных со входов *D1-D8* во внутренние триггеры регистра по сигналу *WR*, при $L = 1$ осуществляется сдвиг данных, посту-

пающих на вход DO по отрицательному фронту импульсов C .

Если данные вводятся в микросхему в параллельном коде, то производится их сдвиг и последовательная выдача на выход Q . Последовательный и параллельный ввод данных производится при подаче тактовых импульсов на входы C . На два выхода микросхемы Q и \bar{Q} выводятся прямое и инверсное значение последнего разряда сдвигающего регистра.

5.2. Счетчики

Счетчики предназначены для подсчета количества пришедших на вход импульсов. Счетчики бывают суммирующие, если счет идет по нарастанию, и вычитающие, счет в которых ведется в обратном порядке. Если в процессе работы счетчик может быть переключен с суммирования на вычитание и наоборот, то он называется реверсивным. На выходе счетчика формируется двоичный код, в соответствии с номером пришедшего импульса.

Вход счетчика (рис. 5.3а) обозначается буквой C , выходы – $Q_0 Q_1 Q_2$, где Q_0 - младший разряд двоичного кода. Вход R используется для принудительного сброса счетчика в 0 (вспомните, R - от английского слова *reset*).

Понятие «разрядность счетчика» относится к количеству его выходов, если выходов три, то счетчик называют трехразрядным. Бывают счетчики различной разрядности (рис. 5.3). Количество выходных разрядов связано с максимальным двоичным числом N , код которого может быть получен при подсчете импульсов, соотношением $N = (2^n - 1)$, где n - разрядность счетчика. Например, 3-разрядный двоичный счетчик может считать до $(2^3 - 1) = 7$. После прихода восьмого импульса такой счетчик сбрасывается в состояние 0, а затем счет возобновляется.

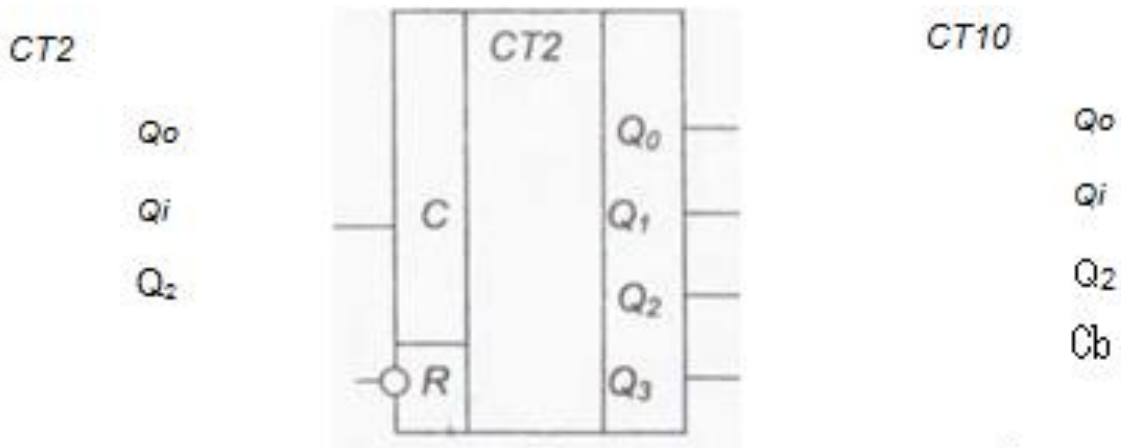


Рис. 5.3. Примеры счетчиков: а) трехразрядный двоичный счетчик; б) четырехразрядный двоичный счетчик; в) двоично-десятичный счетчик

Число, соответствующее количеству импульсов, поступивших на вход счетчика, при котором счетчик «возвращается» в исходное состояние, называется модулем счета. Модуль счета, обычно, обозначают буквой M .

Например, максимальный модуль счета двухразрядного счетчика равен $M = 2^2 = 4$, трехразрядного - $M = 2^3 = 8$ и т.д. В общем случае для n -разрядного счетчика - $M = 2^n$.

Рассмотрим, какой двоичный код будет на выходе трехразрядного двоич-

ного счетчика после прихода импульса №12. После прихода восьмого импульса счетчик сбросится, а затем начнет считать заново. Значит, на выходе счетчика после 12 импульса появится двоичный код числа 4, а именно: 100 (вспомните принцип 8-4-2-1). Двоичный код числа $12_{(10)} = 1100$, получается, что на выходе трехразрядного счетчика появятся только три младших бита этого кода, а именно: $100_{(2)}$. А для старшего бита у счетчика просто нет вывода.

Код, получаемый на выходе двоичного счетчика, соответствует шестнадцатеричной системе. Как вы думаете, почему?

Бывают счетчики двоично-десятичные (рис. 5.3в), которые для простоты называют десятичными. В условном обозначении таких счетчиков, в поле, отведенной под название устройства, используются символы «СТ10». Такие счетчики ведут десятичный счет в двоичной системе, поэтому с приходом каждого десятого импульса они сбрасываются, а затем возобновляют счет, модуль счета $M = 10$.

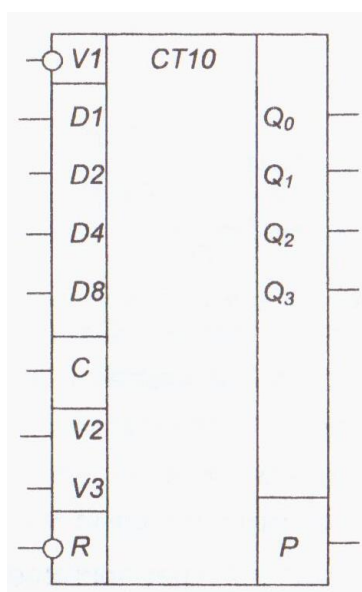


Рис. 5.4. Условное обозначение двоично-десятичного счетчика К155ИЕ9

Разновидностей счетчиков много. Рассмотрим работу счетчика с предустановкой - возможностью предварительного занесения в счетчик модуля счета (константа $D1-D8$) на примере микросхемы четырехразрядного двоично-десятичного счетчика К155ИЕ9 (рис. 5.4).

Микросхема производит двоично-десятичный счет импульсов, поступающих на вход C , при наличии сигналов $V2V3 = 11$. Модуль счета счетчика К155ИЕ9 равен 10 ($M = 10$), т.е. счет ведется от 0 до 9, с приходом 10-го импульса счетчик сбрасывается. При напряжении низкого уровня на одном из входов $V2V3$ на выходе счетчика сохраняется предыдущее состояние.

Если требуется изменить модуль счета, то сначала в счетчик загружают двоичную константу N , соответствующую новому модулю по сигналу $V1 = 0$. Новый модуль счета M рассчитывается по формуле:

$$M = 10 - N,$$

где N - константа, загруженная в счетчик через входы предустановки $D1-D8$.

Например, если код $D_8D_4D_2D_1 = 0011_{(2)} = 3_{(10)}$, то $M = 10 - 3 = 7$.

Это означает, что счетчик будет считать до 6, а с приходом 7-го импульса сбрасываться в 0.

Назначение выводов микросхемы:

C - счетный вход;

V2 - разрешение счета;

V3 - разрешение счета;

V1 - вход загрузки константы со входов предустановки *D*, *-D₈*;

R - вход установки счетчика в 0. Сигнал *R* = 0 сбрасывает счетчик в 0;

D1-D8 - входы предустановки;

P - перенос. Сигнал *P* = 1 появляется на выходе схемы после к прихода 9-го импульса (когда код на выходах *Q0Q1Q2Q3* - 1001) и держится до окончания первого импульса.

5.3. Шифраторы, дешифраторы

Дешифраторы - это цифровые устройства, предназначенные для расшифровки двоичного кода (рис. 5.56). Дешифрация происходит следующим образом. На вход дешифратора поступает двоичный код, а на выходе, номер которого соответствует пришедшему коду, появляется сигнал логической 1.

Например, на вход дешифратора (рис. 5.56) пришел код 101, следовательно, на выходе №5 появится сигнал логической 1. Количество входов *n* и выходов *N* дешифратора связано соотношением $N = 2^n - 1$.

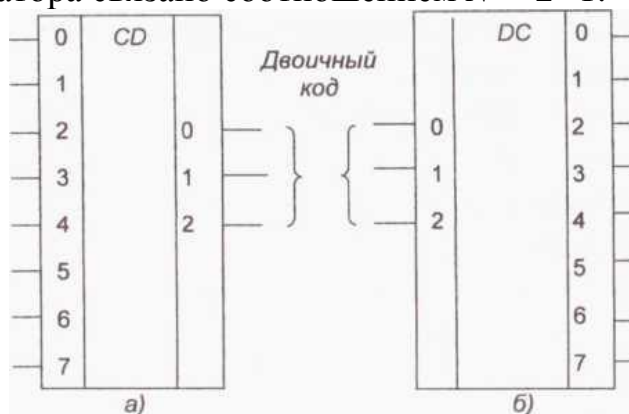


Рис. 5.5. Условные обозначения дешифратора и шифратора: а) шифратор; б) дешифратор

Шифратор - это устройство, функционально противоположное дешифратору: на выходах шифратора появляется двоичный код, соответствующий номеру того входа, на который пришел сигнал логической 1. Соотношение количества входов и выходов шифратора определите самостоятельно. Примером использования шифратора может служить калькулятор. От нажатия клавиши появляется электрический сигнал, который поступает на вход шифратора, находящегося внутри. На выходе шифратора появляется двоичный код символа, соответствующего нажатой клавише. Определите самостоятельно, как работает дешифратор, если на вход поступили кодовые комбинации 111 и 001.

5.4. Мультиплексоры, демультиплексоры

Мультиплексоры - это электронные коммутаторы, соединяющие один из ин-

формационных входов с единственным выходом. Для того чтобы узнать, какой именно вход из множества подлежит соединению с выходом, в мультиплексорах есть так называемые адресные входы. На адресные входы поступает двоичный код номера входа, подлежащего коммутации (рис. 5.6).

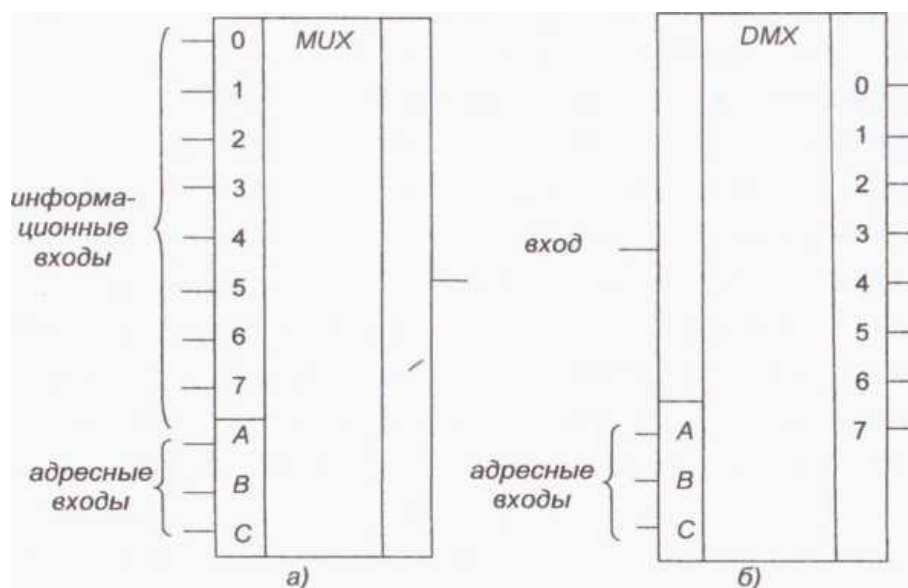


Рис. 5.6. Условные обозначения мультиплексора и демультиплексора: а) мультиплексор; б) демультиплексор

Рассмотрим, какое напряжение будет на выходе мультиплексора, если на информационные входы поступает код 10011101, а на адресные входы ABC - соответственно двоичный код 101. Согласно двоичному коду на адресных входах коммутации подлежит информационный вход №5. Это означает, что вход №5 будет соединен с выходом мультиплексора и на выходе появится «0». Обратите внимание, в поступившем коде 10011101 младшим - нулевым разрядом - является крайний разряд справа. Количество информационных входов N и адресных входов k и связано соотношением $N = 2^k - 1$.

Демультиплексор - устройство функционально противоположное мультиплексору. Демультиплексор имеет один информационный вход, с которого пришедший сигнал может поступить на один из множества выходов, какой именно определяется двоичным кодом на адресных входах.

Задача. На вход демультиплексора поступает сигнал логической 1, на каком выходе появится сигнал, если на адресные входы пришла кодовая комбинация 011?

Условное обозначение микросхемы мультиплексора К155КП7 приведено на рис. 5.7.

Назначение выводов микросхемы:

D_0-D_7 - информационные входы;

A, B, C - адресные входы;

S - вход стробирования;

Q и \bar{Q} - прямой и инверсный выходы.

Вход стробирования S - инверсный. Если на входе стробирования $S = 1$,

то на прямом выходе 0 независимо от сигналов на входах. При $S = 0$, на прямом выходе появляется сигнал, с того входа, адрес которого поступил на адресные входы A, B, C . На инверсном выходе сигнал всегда противоположен сигналу, появившемуся на прямом выходе.

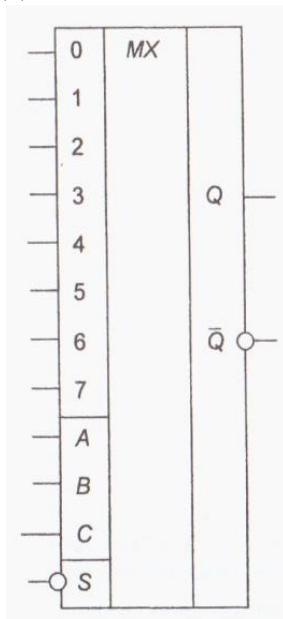


Рис. 5.7. Условное обозначение микросхемы мультиплексора К155КП7

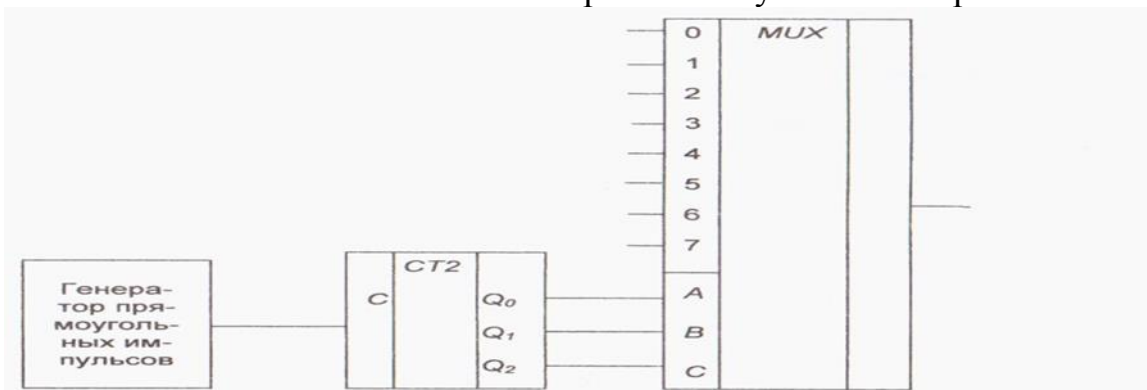


Рис. 5.8. код в последовательный код с помощью мультиплексора

Задача. По схеме, представленной на рис. 5.8 определить, какие сигналы появятся на выходе после прихода 6 импульса с генератора импульсов.

Схема, представленная на рис. 5.8, позволяет преобразовать параллельный код, пришедший на входы с 0 по 7 мультиплексора, в последовательный, с периодом следования импульсов, равным периоду следования импульсов генератора.

5.5 Индикаторы, кодопреобразователи

Индикаторы предназначены для световой индикации символов, в соответствии с пришедшим двоичным кодом.

Внутри микросхемы находится кодопреобразователь, который преобразует входной двоичный код в выходные сигналы, управляющие работой семи-сегментного индикатора (рис. 5.9). Внутри такого индикатора в каждом сегменте находится светоизлучающий диод. В соответствии с пришедшим на вход кодом, зажигаются те светодиоды, которые должны быть задействованы в индикации соответствующего символа.

Например, если на вход поступил код 1001, то включаются светодиоды *a*, *b*, *c*, *d*, *f*, *g*. Самостоятельно определите, на каких выходах кодопреобразователя появятся сигналы, если входной код - 0111?

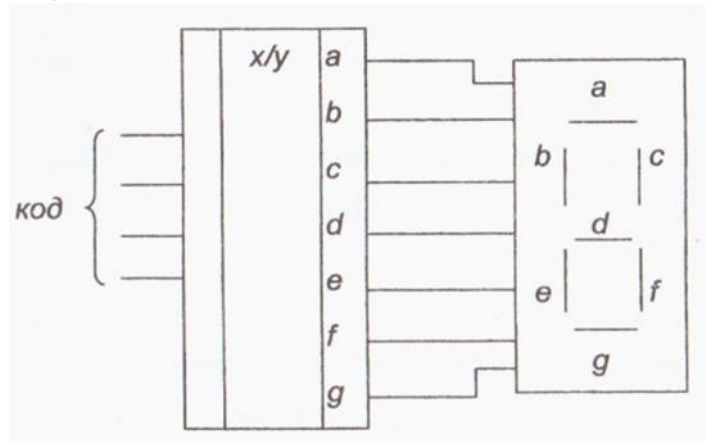


Рис. 5.9. Кодопреобразователь и семисегментный индикатор

5.6 Сумматоры

Сумматоры - это схемы, предназначенные для арифметического сложения двух чисел (рис. 5.10а), представленных двоичным кодом одинаковой разрядности.

На выходе сумматора формируется двоичный код суммы и бит переноса. Можно увеличить разрядность складываемых чисел путем наращивания схемы - соединения нескольких сумматоров (рис. 5.10б).

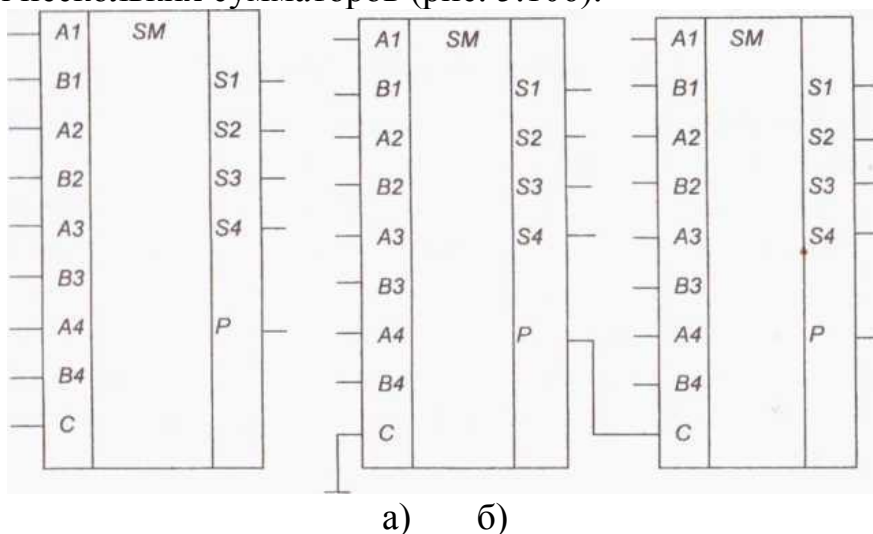


Рис. 5.10. Сумматоры: а) условное обозначение четырехразрядного двоичного сумматора К155ИМ3; б) схема наращивания сумматоров

Назначение выводов микросхемы сумматора К155ИМ3 (рис. 5.10) таково: *A1-A4*, *B1-B4* - входы на которые поступают четырехразрядные двоичные коды слагаемых *A* и *B*; *C* - вход переноса, *S1-S4* - выходы четырехразрядного кода результата, *P* - выход переноса. Вход *C* используется, если при сложении нужно учесть единицу переноса (рис. 5.10б).

Для увеличения разрядности слагаемых используется схема наращивания сумматоров (рис. 5.10б). Сложение двух однобайтовых слагаемых происходит следующим образом. Младшие биты слагаемых (младшие тетрады) поступают

на информационные входы ($A1-A4$, $B1-B4$) микросхемы $DD1$, старшие - на информационные входы микросхемы $DD2$. Девятиразрядный результат сложения формируется на выходах $S1-S4$ микросхем $DD1$ и $DD2$, и выходе P микросхемы $DD2$. Вход C микросхемы $DD1$ - заземлен, так как при сложении младших тетрад слагаемых не было «более младших разрядов», следовательно не могло быть и переноса. Выход P микросхемы DD , соединен со входом C микросхемы DDJ , так как при сложении старших тетрад должна учитываться единица переноса, если таков возникнет, из младших разрядов. Например, при сложении шестнадцатеричных восьмиразрядных чисел $A9 + 87$ (рис. 5.11) возникнет единица переноса из младшей тетрады результата и из старшей, которые показаны стрелкам.

5.7. Арифметико-логическое устройство

Арифметико-логическое устройство (АЛУ) предназначено для выполнения арифметических и логических операций над двоичными числами, которые называются операндами. На информационные входы микросхемы $A0-A3$ и $B0-B3$ поступают операнды, вид выполняемой операции задается двоичным кодом, поступающим на входы $S0-S3$. Отдельный вход - M служит для определения вида операции: если $M = 0$, то над операндами будет выполнена арифметическая операция, если $M = 1$, то логическая. Так как входов, задающих код операции 4, то количество четырехразрядных двоичных кодов, поступающих на эти входы ($S0-S3$), а, следовательно, и выполняемых операций равно $2^4 = 16$. Получается, что можно выполнить 16 арифметических операций (при $M = 1$) и 16 логических (при $M = 0$), т.е. всего 32 операции. Условное графическое изображение микросхемы четырехразрядного АЛУ - 564КПЗ - представлено на рис. 5.12.

На выводы $F0-F3$ - выводится результат выполненной операции. Вход P_n и выход P_{n+1} - вход бита переноса и выход переноса соответственно выполненной операции.

Вход P_n задействуется, если микросхема используется не одна, а в составе АЛУ большей разрядности, в этом случае на P_n поступает бит переноса из микросхемы, выполняющей арифметическую операцию с более младшими разрядами. Выход переноса P_{n+1} предусмотрен для случая, когда результат выполнения операции над 4-разрядными операндами получается пятиразрядным. На выходе $A = B$ появляется 1, если операнды $A0-A3$ и $B0-B3$ - равны.

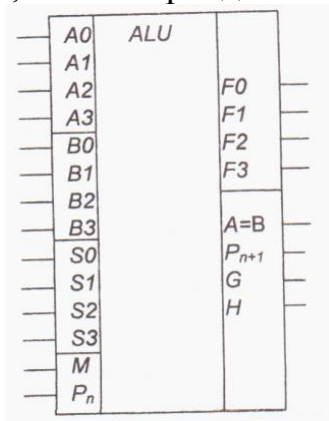


Рис. 5.12. Условное графическое обозначение ИМС 564КПЗ

5.8. Цифровой компаратор

Цифровой компаратор предназначен для сравнения операндов, поступающих на его вход.

На вход компаратора $A0-A3$ и $B0-B3$ поступают двоичные коды чисел, подлежащих сравнению. В зависимости от результата сравнения $A-B$, $A>B$ и $A<B$ на одном из трех выходов появляется сигнал логической 1 (рис. 5.13).

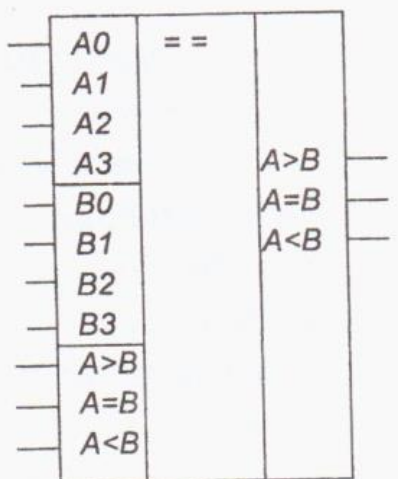


Рис. 5.13. Условное обозначение компаратора

4 - практическое занятие.

Кабельные линии связи. Шина CAN. (2 часа)

На современных автомобилях увеличивается количество различных систем управления, обеспечивающих работу узлов и агрегатов автомобиля, его безопасность и комфортность. К ним относятся, например, система управления двигателем, система управления работой коробки передач, антиблокировочная система, противобуксовочная система, система курсовой устойчивости, система климат - контроля и многие другие. При работе все эти системы должны постоянно обмениваться между собой данными. Так, блок управления двигателем обменивается данными с антиблокировочной системой тормозов, автоматической коробкой передач, системой пассивной безопасности, противоугонной системой, и др.

Таким образом, усложнение бортовой электронной сети современного автомобиля, увеличение количества исполнительных устройств, датчиков, контроллеров и, как следствие, объема информации, которой они обмениваются, привели к необходимости создания высокотехнологичной коммуникационной сети автомобиля. Ею стала шина CAN, по которой происходит обмен данными между системами управления практически на всех современных автомобилях.

CAN (*Controller Area Network* (англ.) - локальная сеть контроллеров) был разработан в 1987 году фирмой BOSCH. Шина CAN представляет собой два сигнальных провода (третий провод - общий) и объединяет в одну сеть отдельные электронные системы управления автомобиля для обмена между собой информацией (рис.2.1). Шина CAN двунаправленная, т.е. любой блок управления может как принимать, так и передавать информацию, необходимую для других систем [3]. Важно еще и то, что CAN является открытой системой и к

ней может подключаться дополнительное оборудование.

Шина CAN используется также для ввода и вывода диагностической информации, что значительно облегчает и ускоряет процесс диагностики. Для этих целей служит единый унифицированный разъем *OBD*.

С шиной CAN работают также современные охранные системы, получающие по ней информацию об отпирании дверей, капота и багажника, включения зажигания, срабатывания датчика объема и т.д.



Рис. 2.1. Соединение устройств по CAN - шине

В телематических системах мониторинга состояния ТС информацию о различных параметрах работы транспортного средства получают также по шине CAN. Это может быть информация о скорости движения автомобиля, скорости вращения коленчатого вала, уровне бензина в баке, состоянии тормозной системы и т.д.

Использование шины CAN на автомобильном транспорте позволяет:

- производить обмен данными между электронными системами управления автомобиля;
- проводить диагностику неисправностей различных узлов и агрегатов автомобиля;
- выполнять установку современной сигнализации;
- обеспечить получение необходимой информации для систем транспортной телематики.

Шины CAN широко используются не только на автомобильном транспорте, но и в авиации, на морских судах и железнодорожном транспорте, в гидравлическом оборудовании, медицинском оборудовании, при автоматизации производственных процессов, в бытовых приборах, а также в текстильной и перерабатывающей промышленности, и многих других отраслях.

Работа шины CAN описывается протоколом стандарта ISO1189, разработанным Международной организацией по стандартизации ISO (International Standards Organization).

Из-за различных требований, предъявляемых к скорости, объему и важности передачи данных, существует несколько разновидностей шины CAN. Так, при обмене данными между одними устройствами транспортного средства требуется высокоскоростная передача большого объема данных, а для других - достаточна невысокая скорость передачи данных или ее небольшой объем.

В автомобилях нашли применение следующие виды шины CAN:

- шина CAN силового агрегата (скоростной канал), которая позволяет пе-

редавать информацию в режиме реального времени со скоростью 500 кбит/с и служит для обмена информацией между блоками управления двигателя и трансмиссии;

- шина CAN системы «Комфорт» (медленный канал). Она позволяет передавать информацию со скоростью 100 кбит/с и служит для связи между блоками управления, входящими в систему «Комфорт»;
- шина CAN информационно-командной системы (медленный канал), передающая информацию со скоростью до 10 кбит/с. Примерный состав CAN шин, соединяющих системы современного автомобиля, представлен в табл. 2.1.

Таблица 2.1

CAN-шина силового агрегата	CAN-шина системы «Комфорт»	CAN-шина информационно-командной системы
Электронный блок управления двигателя	Комбинация приборов	Навигационная система
Электронный блок управления КПП	Блок управления системы "Комфорт"	Комбинация приборов
Блок управления подушками безопасности	Электронные блоки дверей	Система звуковоспроизведения
Электронный блок управления АБС	Электронный блок контроля парковочной системы	Информационная система
Блок управления электроусилителя руля	Блок управления стеклоочистителей	
Блок управления ТНВД	Контроль давления в шинах	
Датчик угла поворота рулевого колеса		
Электронный замок зажигания		

Приведенные в таблице элементы и блоки по своему составу могут отличаться в зависимости от марки автомобиля.

Для подавления отраженного от конца линии сигнала шина скоростного канала с обоих концов нагружена на сопротивления 120 Ом. Шины медленного канала через сопротивления подключены к источникам напряжения (это следует учитывать при работе с этими шинами).

2.2. Обмен данными по шине CAN.

Функциональная схема обмена данными по шине CAN

Работа каждого узла и агрегата автомобиля управляется микроконтроллером, в память которого «защита» соответствующая программа. Для выполнения алгоритма управления разными узлами и агрегатами часто требуются показания одних и тех же датчиков. Блок управления, имеющий в своем составе

ве соответствующий датчик (например, датчик скорости), передает данные этого датчика другим блокам по шине CAN.

Структурная и функциональная схема, поясняющие работу системы обмена данными по шине CAN, представлены на рис.2.2,а,б.

Схема состоит из:

- электронной системы управления узлами и агрегатами автомобиля;
- контроллера CAN;
- трансивера (приемопередающего устройства);
- шины CAN.

Электронная система управления узлами и агрегатами автомобиля предназначена для контроля параметров работы узла и управления его работой, а также выдачи на шину CAN данных, требуемых другим устройствам.

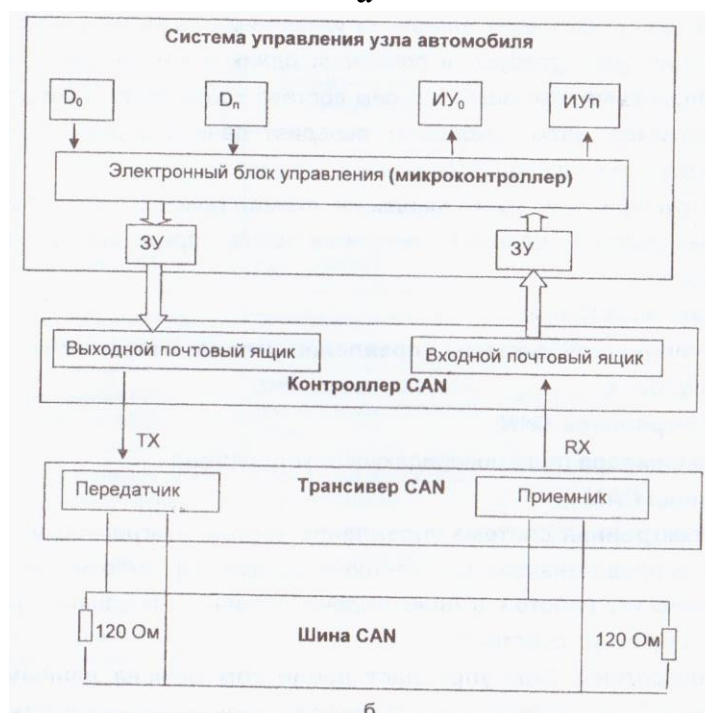
Контроллер CAN управляет процессом обмена данными по шине CAN в соответствии с правилами, называемыми протоколом CAN. Контроллер CAN, получая данные от электронного блока управления, запрошенные другими блоками, формирует требуемый формат данных, управляет работой трансивера в соответствии с протоколом CAN.

Трансивер - устройство, обеспечивающее прием и передачу данных с шины CAN. Трансивер состоит из приемника и передатчика.

Шина CAN - совокупность проводов, обеспечивающих передачу данных между системами управления узлами автомобиля.



а



б

Рис. 2.2. Системы обмена данными по шине CAN: а - структурная схема; б - функциональная схема

В настоящее время, организация бортовой сети CAN для передачи данных возможна в трех вариантах:

- микроконтроллер ЭБУ со встроенным CAN - контроллером + CAN - трансивер;
- микроконтроллер ЭБУ + С/4Л/-контроллер + СЛ/У-трансивер;
- СЛЛ/-контроллер + СЛА/-трансивер.

В современных автомобилях используются первый и второй варианты организации сети. Третья структура требует управления CAN-контроллером извне.

Рассмотрим подробнее работу отдельных блоков системы обмена данными по шине CAN.

2.2.1. Система управления узлами автомобиля

Все системы управления узлами и агрегатами автомобиля (рис.2.2) состоят из:

- электронного блока управления ЭБУ;
- датчиков, определяющих параметры работы узлов, D_0 - D_n ;
- исполнительных устройств ИУ₀ - ИУ_п.

«Мозгом» системы управления является электронный блок управления (ЭБУ), который представляет собой микроконтроллер. Работа соответствующего узла контролируется датчиками D_0 - D_n , данные с которых преобразуются в двоичный код и поступают на ЭБУ. ЭБУ обрабатывает информацию датчиков в соответствии с программой, записанной в ПЗУ контроллера, и вырабатывает управляющий сигнал, который поступает на соответствующее исполнительное устройство ИУ. Так как данные датчиков могут понадобиться также другим узлам и агрегатам автомобиля, то они записываются еще в дополнительные запоминающие устройства (ЗУ) для дальнейшей их передачи по шине CAN.

Помимо решения задач контроля и управления работой узлов автомобиля ЭБУ выполняет также диагностику системы управления, определяет наличие неисправностей элементов системы (датчиков, исполнительных механизмов), включает сигнализатор неисправности и формирует коды неисправностей, которые хранятся в памяти ЭБУ.

В качестве примера системы управления узлами ТС рассмотрим антиблокировочную систему тормозов (ABS). В состав системы входят датчики угловой скорости, которые, будучи установленными на каждое колесо, фиксируют текущее значение частот вращения колеса. Эти данные преобразуются в двоичный код и поступают в ЭБУ системы. На основании сигналов датчиков электронный блок управления выявляет ситуацию блокирования колеса и в соответствии с установленным программным обеспечением формирует управляющие воздействия на исполнительные устройства системы. Исполнительными устройствами ABS являются электромагнитные клапаны и электродвигатель насоса обратной подачи гидравлического блока системы.

ЭБУ ведет постоянный контроль параметров работы устройств системы и в случае выхода этих параметров за допустимые пределы формирует код ошибки и включает соответствующую сигнализацию на панели прибора.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите сокращенные обозначения электронных систем управления двигателем.
2. Перечислите сокращенные обозначения систем управления трансмиссией автомобилей.
3. Какие системы относятся к системам активной и пассивной безопасности?

Использованная литература

1. Bosch. Automotive Handbook. 5th Edition / Автомобильный справочник. Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО«КЖИ За рулем», 2004.– 992 с.
2. Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 /Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова.– НТ Пресс, 2008. – 576 с.

V. БАНК КЕЙСОВ

Проблема- механический датчик –центробежного измерителя скорости (ЦИС) система автоматического регулирования (САР) частоты вращения ДВС имеет недостатки - большая масса и соответст-венная инерционность, люфты, зазоры, наличие пружины ухудшает ее динамические и качественные показатели. Для решения указанной проблемы необходимо, на основе изучения последних достижений по разработке аппаратных средств автоматизаций, в т.ч. датчиков, исполнительных устройств и т. п., сравнительного их анализа выбрать электронные или электрические аппаратные средства для САР частоты вращения ДВС в замен механических и составит функциональные и структурные схемы.

1. Исходная принципиальная схема САР частоты вращения ДВС

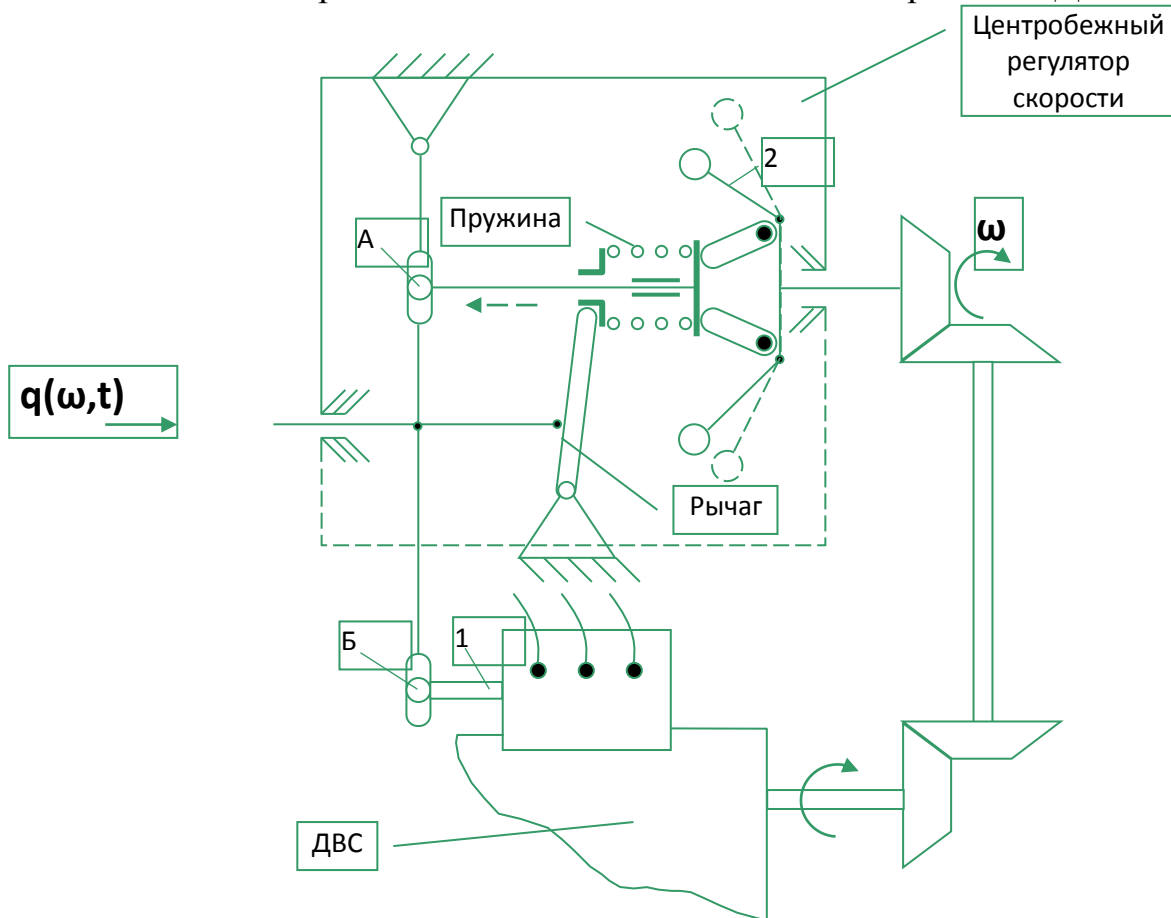
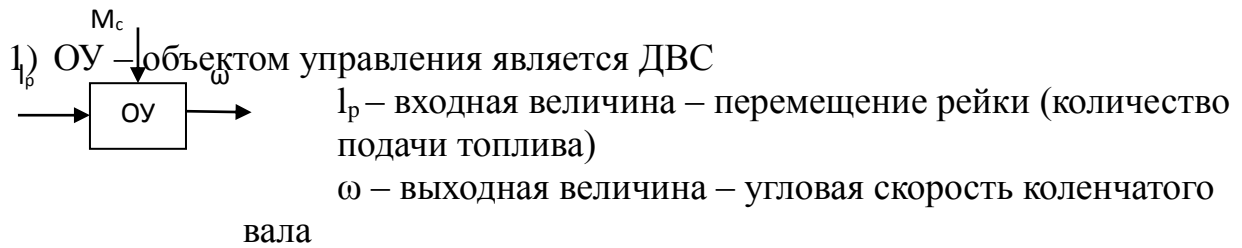


Рис. 5.1 Принципиальная схема САР частотой вращения ДВС

Описание принципа работы:

При вращении вала двигателя, в центробежном регуляторе частоты вращения, вращаются два шарообразных грузика 2 центробежного измерителя скорости(ЦИС). При увеличении частоты вращения грузики расходятся в стороны, пружина сжимается перемещая рычаг в точке А, рычаг в свою очередь перемещает рейку топливного насоса 1 в точке Б, уменьшая подачу топлива. Когда частота вращения уменьшается, грузики 2 опускаются, пружина разжимается и по средствам рычага заслонка увеличивает подачу топлива в двигатель.

2. Функциональных элементы исходной схемы САР



Функциональные элементы:

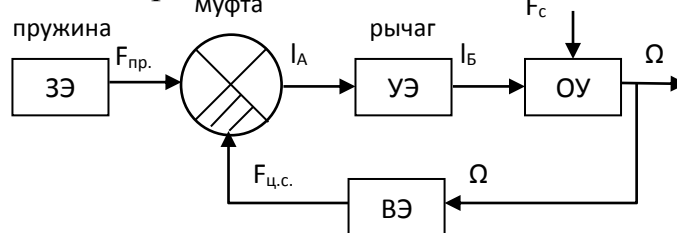
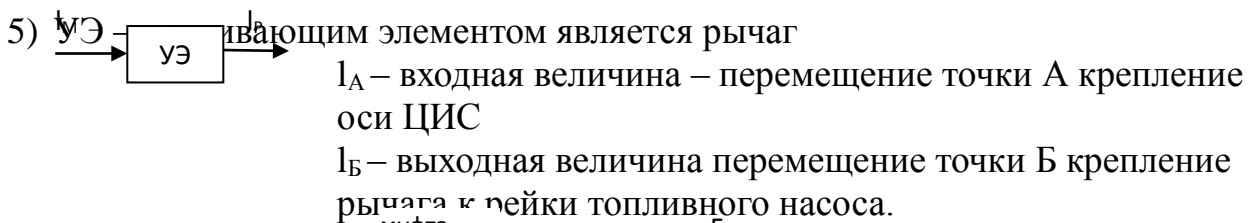
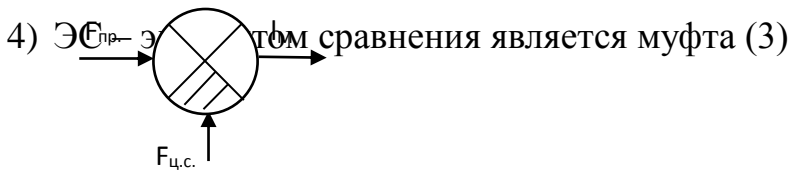
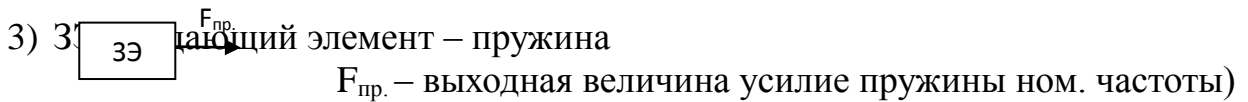
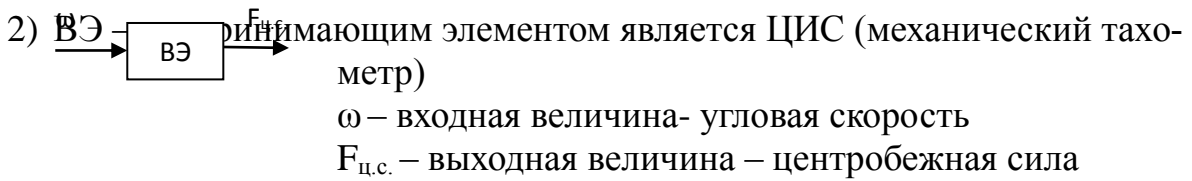


Рис. 5.2 Функциональная схема САР

Необходима подобрать и заменить морально устаревшие функциональные элементы:

ВЭ – воспринимающий элемент

УпрЭ – управляющий элемент взамен ЗЭ, ЭС и УЭ

ИЭ – исполнительный элемент для перемещения рейки топливного насоса.

3. Изучения и анализ последних достижений по разработке электронных аппаратных средств автоматизаций, в т.ч. датчиков, управляющих и исполнительных устройств по их результатам составит таблицы сравнительного анализа

Таблица сравнительного анализа датчиков, управляющих
и исполнительных устройств

№	Наименование датчика (управляющих и исполнительных)	Преимущества	Недостатки	Источник	Премичание
1	2	3	4	5	6
2					
3					
...					

По результатам сравнительного анализа выбираются соответствующие элементы и составляется функциональная схема модернизированной САР.

VI. ТЕМЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

Слушатель во время подготовки самостоятельной работы по данной дисциплине должен:

- изучить главы и содержание учебника и учебных пособий по предмету;
- освоить по раздаточному материалу определенные части лекций;
- работать над темами модуля с использованием специальной литературы;
- глубоко изучить главы предмета, связанные с выполнением учебно-научной работой;
- использовать интерактивные методы обучения, дистанционное обучение.

Темы самостоятельных работ:

1. Основные компоненты электронных и микропроцессорных систем автомобиля
2. Микропроцессорные системы зажигания
3. Вариаторные автоматические коробки передач
4. Системы распределения крутящего момента
5. Электронные системы рулевого управления
6. Электрогидравлическая тормозная система автомобиля
7. Электропневматическая тормозная система
8. Антипробуксовочные системы автомобиля
9. Комплексные системы безопасности автомобиля
10. Системы управления подвеской автомобиля
11. Основные компоненты электронных и микропроцессорных систем тракторов ф. CLAAS
12. Основные компоненты электронных и микропроцессорных систем зерноуборочных комбайнов ф. CLAAS
13. Бортовые системы контроля автомобилей «GM Uzbekistan» Matiz, Nexia, Lasseti
14. Навигационные системы автомобилей
15. Назначение системы Климат-контроль.
16. Назначение системы Круиз-контроль.
17. Элементы активной электронной системы рулевого управления.
18. Назначение системы курсовой устойчивости.
19. Задачи и устройство системы автоматического управления подвеской.

VII. ГЛОССАРИЙ

<i>Термин</i>	<i>Определение на русском языке</i>	<i>Definition in English</i>
Активная система управления подвеской	Активная система управления подвеской – подвеска, способная самостоятельно изменять свои характеристики в зависимости от дорожных условий.	Active Body Control (ABC) system – suspension that capable to change characteristics independently depending on road conditions.
Анти-Блокировочная система	Анти-Блокировочная система - система управления тормозами, которая в нештатных ситуациях (движение автомобиля по мокрому или по обледенелому асфальту) обеспечивает управляемость автомобилем (предотвратить его занос и обеспечить устойчивость) при торможении за счет устранения блокировки (полного затормаживания) колес.	Anti-Blocking System- It is system of control brake, which in not on the regular staff situation secure control automobile when it is breaking with cleaning block system driving wheel. (Functioning automobile on wet asphalted road or covered-ice, avert it and secure stability)
Алгоритм управления	Совокупность предписаний (правил), ведущих к правильному выполнению алгоритма функционирования	control algorithm – the whole set of instructions leading compliance with operation algorithm.
Алгоритм функционирования	совокупность предписаний (правил), ведущих к правильному выполнению технологического процесса.	operation algorithm - the whole set of instructions leading compliance with technological process.
Бортовая диагностическая система	Автомобильный экологический стандарт бортового диагностирования, например .OBD-II бортовая диагностическая система предназначена для обнаруживая ухудшений работы средств доочистки токсичных выбросов двигателя..	Onboard diagnostic-I «OBD-I» and «OBD-II» - automotive ecological board diagnostication, e,g; «OBD-II» board diagnostic system meant for discovering reduction of operation

<i>Термин</i>	<i>Определение на русском языке</i>	<i>Definition in English</i>
Система адаптивного круиз-контроля	Система адаптивного круиз-контроля - поддержания заданной скорости автомобиля, определяет дистанцию до впереди идущего автомобиля, относительную скорость и с помощью соответствующих исполнительных механизмов корректируют скорость своего автомобиля без вмешательства водителя.	Adaptive cruise control system (ACC) – maintenance speed which was/will be given determine distance between automobile, relative speed and with help conformity executors mechanism correction speed each automobile.
Системы автоматического определения местоположения транспортного средств	Системы автоматического (автоматизированного) определения местоположения транспортного средств	Automatic Vehicle Location system – determination transports situation.
CAN	Информационная сеть контролеров- стандарт промышленной сети, ориентированный на объединение в единую сеть различных исполнительных устройств и датчиков, разработан компанией Robert Bosch GmbH в середине 1980-х годов. Является стандартом для транспортной автоматике.	Controller Area Network- standart of industry network orientation on unification to deference executive appliances to single network and sensors. This standart was developed by Robert Bosch GmbH company in the middle of 1980 years. Standart also is for transport automatic machinery.
Глобальная навигационная спутниковая система GPS - Global Positioning System	Трекер –стройство приёма-передачи данных для спутникового мониторинга объектов, к которому оно прикрепляется, спутниковая система навигации для точного определения местонахождения объекта, разработана, реализована и эксплуатируется	Global Positioning System - Positioning System, an accurate worldwide navigational and surveying facility based on the reception of signals from an array of orbiting satellites

<i>Термин</i>	<i>Определение на русском языке</i>	<i>Definition in English</i>
	Министерством обороны США.	
ГЛОНАСС	Глобальная Навигационная Спутниковая Система, разработана по заказу Министерства обороны РФ.	Glonass - global navigation satellite system Russian version of Global Positioning System an accurate worldwide navigational and surveying facility
<i>GSM Groupe Spécial Mobile,</i>	Глобальный цифровой стандарт для мобильной сотовой связи, разработан под эгидой Европейского института стандартизации электро-связи (<i>ETSI</i>) в конце 80-х годов.	Global System (or Standard) for Mobile, a standardized international system for digital mobile telecom-munication
Датчик	первичный преобразователь — элемент, преобразующий контролируемую величину в сигнал, удобный для измерения, передачи, хранения и регистрации, а также для воздействия им на управляемые процессы.	sensor is a device used to measure some quantity of interest and produce a signal (usually electrical) representing that measurement.
Информация	сообщение и процесс передачи сообщений, сведений; снимаемая, уменьшаемая часть неопределенности, неупорядоченности, разнообразия.	acts provided or learned about something or someone; data, information, intelligence
Индикатор	указатель, прибор (устройство, элемент), отображающий ход процесса или состояние объекта в форме, удобной для визуального восприятия человеком.	An indicator is a measurement or value which gives you an idea of what something is like.
Коэффициент усиления, передаточный коэффициент	параметр линейного элемента (системы) направленного действия, численно равный отношению приращения выходного сигнала к вызвавшему его	Amplification, coefficient of amplification, amplification coefficient, gain coefficient, amplification constant, gain constant, amplification factor, gain

<i>Термин</i>	<i>Определение на русском языке</i>	<i>Definition in English</i>
	приращению входного сигнала.	
Мехатроника	mechatronics от mechanics и electronics - мехатроника направление, связанное с применением в робототехнике управляемых электроникой электромеханических устройств.	mechatronics from mechanics и electronics - technology combining electronics and mechanical engineering. Origin: 1980s: blend of mechanics and electronics.
Лазер оптический квантовый излучатель- генератор (ОКГ)	прибор, в котором осуществляется генерация монохроматических (одноцветных, одной частоты) электромагнитных волн оптического диапазона.	laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)- the device. which generation of monochromatic (one-colour, one frequency) electromagnetic wave optical range.
Осциллограмма	кривая какого-либо электрического процесса, записанная посредством осциллографа.	oscillogram, oscilloscope picture, oscilloscope pattern, oscilloscope trace, trace, tracing

VIII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Goering C.E., Stone M.L., Smith D.W. and Turnquist P.K. Off- road vehicle engineering principle. USA, ASABE,2006 – 474 p.
2. Srivastava A. K., Goering C. E., Rohrbach R.P., Buckmaster D. R. Engineering principles of agricultural machines. ASABE, 2006 -559 p.
3. Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – НТ Пресс, 2008. – 576 с.
4. Bosch Automotive Handbook. 5th Edition / Автомобильный справочник. Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО«КЖИ За рулем», 2004.– 992 с.
5. Борщенко Я.А., Васильев В.И. Электронные и микропроцессорные системы автомобилей: Учебное пособие. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2007. – 207 с.
6. Bishop R.H. Mechatronics. A Introduction.Taulor & Francis, 2006.
7. Васильев, А.П. Эксплуатация автомобильных дорог. В 2 т.: учебник для студ. высших учеб.заведений / А.П. Васильев. - М.: Издательский центр «Академия», 2010. - 320 с.
8. Власов, В.М. Информационные технологии на автомобильном транспорте / В.М. Власов, А.Б. Николаев, А.В. Постолиит, В.М. Приходько. - М.: Наука, 2006. - 288 с.
9. Власов, В.М. Интеллектуальные транспортные системы в автомобильно-дорожном комплексе / В.М. Власов, В.М. Приходько, С.В. Жанказиев, А.М. Иванов. - М.: МАДИ. – М.: ООО «МЭЙЛЕР», 2011. – 487 с.
10. Геоинформатика транспорта / Б.А. Лёвин, В.М. Круглов, С.И. Матвеев [и др.]. – М.: ВИНТИ РАН, 2006. – 336 с.
11. ГОСТ Р 54023-2010. Глобальная навигационная спутниковая система. Система навигационного диспетчерского контроля выполнения государственного заказа на содержание федеральных автомобильных дорог. Назначение, состав и характеристики подсистемы картографического обеспечения.
12. Горев, А.Э. Информационные технологии на транспорте. Электронная идентификация автотранспортных средств и транспортного оборудования: учеб. пособие / А.Э. Горев. – СПб: Гос. архит.-строит. ун-т, 2010. - 86 с.

13. Жанказиев, С.В. Телематика на автомобильном транспорте/ В.М. Власов, С.В. Жанказиев, А.Б. Николаев, В.М. Приходько. – М.: МАДИ, 2003. – 173 с.

Интернет ресурсы:

1. Официальный сайт ЗАО "НПП Транснавигация" [Электронный ресурс] - Режим доступа - <http://www.transnavi.ru> - Загл. с экрана.
2. Официальный сайт ЗАО "Сантэл-Навигация" [Электронный ресурс] - Режим доступа - <http://www.santel-navi.ru>- Загл. с экрана.
3. Устройство, диагностика и ремонт систем управления [Электронный ресурс]: Статьи издательства, / Издательство Легион-Автодата;. – Электрон.дан. – Москва: Издательство Легион-Автодата, 2006. – Режим доступа: <http://www.autodata.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
4. The OBD-II Home Page [Электронный ресурс];, / V&V Electronics;. – Электрон. дан. – V&V Electronics, 2006. – Режим доступа: <http://www.obdii.com>, свободный. – Загл. с экрана. – яз. англ.
5. On-Board Diagnostics (OBD) [Электронный ресурс];, / EPA - Environmental Protection Agency;. – Электрон. дан. – United States Environmental Protection Agency, 2006. – Режим доступа: <http://www.epa.gov/obd/index.htm>, свободный. – Загл. с экрана. – яз. англ.
6. www.ziyonet.uz
7. www.edu.uz
8. <http://systemsauto.ru/feeding/feeding.html>
9. http://systemsauto.ru/another/automatic_driving.html
10. <http://www.cartest.omega.kz/system.html>, свободный. – Загл. с экрана. – яз.рус.