

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Арженовский Алексей Григорьевич
Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина
Дата подписания: 03.05.2026 13:27:58
Уникальный программный ключ:
3097683b38557fe8e27027e8e64c5f15ba3ab904



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**
(ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина
Кафедра «Тракторы и автомобили»

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики
и энергетики имени В.П. Горячкина
А.Г. Арженовский
«25» июня 2025 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.04.02 «Статистическая динамика электромобилей»

для подготовки специалистов

ФГОС ВО

Специальность: 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства

Специализация: Автомобили и тракторы

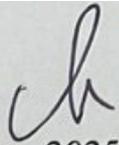
Курс 5

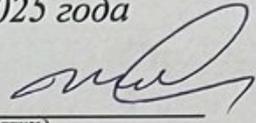
Семестр 9

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

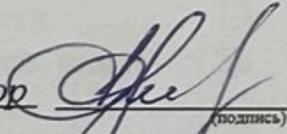
Москва, 2025

Разработчики: Митягин Григорий Евгеньевич, к.т.н., доцент 
(ФИО, ученая степень, ученое звание) «06» июня 2025 года

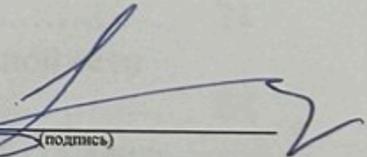
Рецензент: Майстренко Николай Александрович, к.т.н., доцент 
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)
«09» июня 2025 года

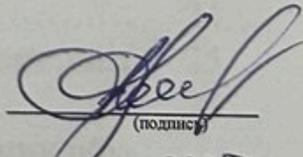
Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», профессионального стандарта 33.005 – Специалист по техническому диагностированию и контролю технического состояния автотранспортных средств при периодическом осмотре, профессионального стандарта 13.001 – Специалист в области механизации сельского хозяйства и учебного плана.

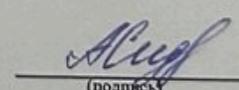
Программа обсуждена на заседании кафедры «Тракторы и автомобили», протокол № 13-24/25 от 17 июня 2025 года.

Заведующий кафедрой
«Тракторы и автомобили» Дидманидзе Отари Назирович, 
академик РАН, д.т.н., профессор (подпись)
(ФИО, ученая степень, ученое звание) «17» июня 2025 года

Согласовано:

Председатель учебно-методической
комиссии института механики и энергетики
имени В.П. Горячкина Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор 
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)
Протокол № 5 от 20 июня 2025 года

Заведующий выпускающей кафедрой
«Тракторы и автомобили» Дидманидзе Отари Назирович, 
академик РАН, д.т.н., профессор (подпись)
(ФИО, ученая степень, ученое звание) «25» июня 2025 г.

Зав.отделом комплектования ЦНБ / Сиворова Н.А. 
(подпись)

Содержание

	Стр.
Аннотация.....	4
1. Цель освоения дисциплины.....	5
2. Место дисциплины в учебном процессе.....	6
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	6
4. Структура и содержание дисциплины.....	6
4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ и по семестрам	6
4.2. Содержание дисциплины.....	10
4.3. Лекции и практические занятия.....	12
5. Образовательные технологии.....	17
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	19
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности	19
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	20
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	22
7.1. Основная литература.....	22
7.2. Дополнительная литература.....	22
7.3. Нормативно-правовые акты.....	23
7.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	24
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	24
9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	24
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	24
11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины.. Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	25 25
12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине.....	25

Аннотация
рабочей программы дисциплины
Б1.В.ДВ.04.02 «Статистическая динамика электромобилей»
ОПОП ВО по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»,
специализации «Автомобили и тракторы» (квалификация выпускника - специалист)

Цель освоения дисциплины: формирование у будущих инженеров комплекса теоретических знаний и практических навыков, необходимых для вероятностного анализа и прогнозирования поведения электромобиля как сложной динамической системы, находящейся под воздействием случайных факторов эксплуатации, таких как микропрофиль дороги, ветровые нагрузки и стохастический характер управляющих воздействий водителя, с последующим применением этих методов для решения ключевых прикладных задач: оценки и оптимизации плавности хода, управляемости и устойчивости, анализа энергоэффективности и прогнозирования запаса хода с заданной вероятностью, а также оценки надежности и долговечности его узлов и систем в условиях случайного нагружения, что в конечном итоге направлено на подготовку специалистов, способных обоснованно принимать проектные и конструкторские решения, направленные на создание конкурентоспособных, безопасных и надежных наземных транспортно-технологических средств.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в вариативную часть (по выбору) дисциплин учебного плана специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

Требование к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируется следующие компетенции: УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.5; ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1.

Краткое содержание дисциплины. Включает изучение особенностей электромобиля как объекта динамического анализа, учитывающего специфику его силовой установки, компоновки тяжелой батареи и систем рекуперации; освоение методов построения стохастических моделей внешних воздействий, таких как микропрофиль дороги и управляющие сигналы; разработку детерминированных и последующих статистических динамических моделей продольных, вертикальных и боковых колебаний кузова и колёс; проведение статистического анализа плавности хода, управляемости и устойчивости; оценку энергоэффективности и прогнозирования запаса хода на основе вероятностных моделей; исследование надёжности и усталостной долговечности узлов электромобиля в условиях случайного нагружения; а также знакомство с современными программными комплексами для проведения виртуальных статистических испытаний, что в совокупности позволяет комплексно оценивать и прогнозировать поведение электромобиля в реальных условиях эксплуатации.

Общая трудоемкость дисциплины 2 зачетных единицы (72 часа, в том числе практическая подготовка 4 часа).

Промежуточный контроль: зачет – 9 семестр.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Статистическая динамика электромобилей» является формирование у будущих инженеров комплекса теоретических знаний и практических навыков, необходимых для вероятностного анализа и прогнозирования поведения электромобиля как сложной динамической системы, находящейся под воздействием случайных факторов эксплуатации, таких как микропрофиль дороги, ветровые нагрузки и стохастический характер управляющих воздействий водителя, с последующим применением этих методов для решения ключевых прикладных задач: оценки и оптимизации плавности хода, управляемости и устойчивости, анализа энергоэффективности и прогнозирования запаса хода с заданной вероятностью, а также оценки надежности и долговечности его узлов и систем в условиях случайного нагружения, что в конечном итоге направлено на подготовку специалистов, способных обоснованно принимать проектные и конструкторские решения, направленные на создание конкурентоспособных, безопасных и надежных наземных транспортно-технологических средств.

Дисциплина рассчитана на подготовку специалистов, способных работать в современных меняющихся условиях, в ситуации постоянно совершенствующихся конструкций наземных транспортно-технологических средств для перевозки грузов и выполнения технологических операций, а также технологий обеспечения их работоспособности.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Статистическая динамика электромобилей» включена в блок дисциплин по выбору. Дисциплина «Статистическая динамика электромобилей» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта 33.005 – Специалист по техническому диагностированию и контролю технического состояния автотранспортных средств при периодическом осмотре, профессионального стандарта 13.001 – Специалист в области механизации сельского хозяйства, ОПОП ВО и Учебного плана по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Статистическая динамика электромобилей» являются:

- 1 курс, 1 семестр: химия;
- 1 курс, 2 семестр: безопасность жизнедеятельности;
- 2 курс, 3 семестр: основы электротехники, теория вероятности;
- 2 курс, 4 семестр: охрана труда;
- 3 курс, 5 семестр: электротехника и электропривод, эксплуатационные материалы;
- 3 курс, 6 семестр: эксплуатация наземных технологических средств, энергетические установки наземных транспортно-технологических средств, теория наземных транспортно-технологических средств, электрооборудование наземных транспортно-технологических средств;
- 4 курс, 7 семестр: эксплуатация наземных транспортных средств, энергетические установки наземных транспортно-технологических средств, надежность механических систем, электроника мехатронные системы наземных транспортно-технологических средств;
- 4 курс, 8 семестр: эксплуатация наземных транспортных средств, испытания наземных транспортно-технологических средств, нормативное обеспечение профессиональной деятельности, конструкция и техническая эксплуатация электромобилей и гибридных силовых установок.

Дисциплина «Статистическая динамика электромобилей» является основополагающей для подготовки и выполнения выпускной квалификационной работы (дипломного проекта) в рамках государственной итоговой аттестации

Особенностью дисциплины является направленность на решение как практических вопросов, связанных с получением и применением альтернативных источников энергии на автомобильном транспорте и в сельскохозяйственном производстве, так и теоретических вопросов, связанных с влиянием аналогичных источников энергии на ресурс двигателя наземных транспортных средств.

Рабочая программа дисциплины «Статистическая динамика электромобилей» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	постановку основных элементов проблемной ситуации, составные элементы проблемной ситуации и связи между ними	анализировать составные элементы проблемной ситуации, выделяя их связи; осуществлять анализ проблемной ситуации	навыками анализа проблемной ситуации с выделением ее составных элементов и выявлением связей между ними
			УК-1.2 Находит и критически анализирует, определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации и разработки стратегии действий	методологию поиска и систематизации информации, необходимой для анализа динамического поведения электромобиля как сложной технической системы, включая источники специализированных данных (научные базы данных, техническая документация производителей, стандарты и патенты), а также ключевые принципы критической оценки достоверности, актуальности и полноты полученных сведений, таких как характеристики случайных воздействий, параметры математических моделей и результаты статистического моделирования, для выявления недостающих данных, препятствующих решению задач в области проектирования и	применять методы критического анализа для выявления противоречий, неопределенностей и пробелов в исходной информации, связанной с динамическими процессами электромобиля, формулировать четкие критерии для определения недостающих данных (например, статистических характеристик конкретного дорожного покрытия или точных параметров рекуперативного торможения), осуществлять целенаправленный поиск и отбор необходимой информации из авторитетных источников, а также синтезировать полученные разрозненные дан-	навыками самостоятельного поиска и комплексного критического анализа информации с использованием современных информационно-аналитических технологий, методами сравнительной оценки альтернативных источников данных и их верификации, а также технологиями эффективного структурирования полученных знаний для выявления латентных проблем и информационных дефицитов, позволяющими разрабатывать и аргументировать стратегию действий по восполнению выявленных пробелов

			оптимизации динамических характеристик электромобиля	ные в целостную информационную модель, достаточную для разработки обоснованной стратегии действий по построению адекватных динамических моделей, планированию виртуальных испытаний или принятию проектных решений	и решению поставленных задач в области статистической динамики, таких как обоснование выбора типа математической модели, методов статистической обработки результатов или направлений доработки конструкции
		УК-1.3 Рассматривает возможные варианты стратегии действий, оценивая их достоинства и недостатки, критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников	теоретические основы и практические методы формирования альтернативных стратегий действий при решении задач статистической динамики электромобилей, включая варианты выбора типа математической модели (детерминированная, стохастическая, линейная, нелинейная), методов статистического анализа (частотный, временной, метод Монте-Карло) и критериев оптимизации, а также принципы критической оценки надежности и достоверности источников информации, таких как данные натурных испытаний, результаты компьютерного моделирования, научные публикации и технические спецификации, и методологию работы с противоречивыми данными из разных источников для	разрабатывать и анализировать несколько альтернативных стратегий действий для решения прикладных задач дисциплины, таких как оценка плавности хода, управляемости или прогнозирования запаса хода, проводить сравнительный анализ их достоинств и недостатков по заданным критериям (точность, вычислительная эффективность, адекватность), критически оценивать надежность источников информации, выявлять и анализировать причины возникновения противоречий в данных (например, расхождение в спектральных плотностях дорожных покрытий из разных справоч-	навыками формирования множества альтернативных стратегий моделирования и анализа динамических процессов электромобиля, методиками сравнительной оценки их эффективности и применимости в конкретных условиях, техниками верификации и критического анализа источников информации на предмет их релевантности, авторитетности и объективности, а также методами работы с противоречивыми данными, включая их систематизацию, проверку и формирование обоснованных заключений для выбора оптимальной стратегии

				обоснованного выбора окончательной стратегии	ников или в параметрах моделей шин) и формировать синтезированное, взвешенное решение на основе всестороннего учета имеющейся, в том числе и противоречивой, информации	действий, позволяющей достигать поставленных целей в условиях неполной или неоднозначной информации
			УК-1.5 Определяет и оценивает последствия возможных вариантов стратегий действий	методику определения и оценки последствия реализации стратегий действий	выделять последствия возможных стратегий действий и определять влияние стратегий на последствия	навыком определения и опытом оценки последствий возможных вариантов стратегий действий
3.	ПКос-1	Способен разрабатывать перспективные планы и технологии эффективной эксплуатации наземных транспортно-технологических средств в агропромышленном комплексе с применением цифровых технологий	ПКос-1.3 Способен разрабатывать мероприятия по повышению производительности труда при эксплуатации наземных транспортно-технологических машин с учетом дорожных, производственных и социальных условий	теоретические основы и практические методики применения аппарата статистической динамики для анализа влияния динамических характеристик электроавтомобиля на ключевые показатели его эксплуатации, такие как энергоэффективность, скорость выполнения операций, износ шин и элементов ходовой части, а также надежность в целом, и понимать, как дорожные условия (микрорельеф, рельеф), производственные факторы (график работы, загрузка) и социальные аспекты (комфорт водителя, экологические требования) определяют критерии для разработки конкретных мероприятий по повышению производительности труда при эксплуатации наземных	проводить анализ динамических процессов электроавтомобиля для выявления факторов, лимитирующих его производительность (например, чрезмерные колебания кузова, снижающие среднюю скорость движения по неровной дороге, или неоптимальные режимы разгона/торможения, ведущие к перерасходу энергии), и разрабатывать конкретные мероприятия по их устранению, такие как оптимизация алгоритмов управления подвеской для увеличения плавности хода и безопасности, настройка стратегий рекуперативного торможения для сокращения времени цикла "разгон-	навыками использования методов статистического моделирования динамики электроавтомобиля для количественного прогнозирования влияния предлагаемых мероприятий (например, изменения демпфирования подвески или корректировки режима работы силовой установки) на интегральные эксплуатационные показатели машины – производительность, энергоэффективность и долговечность, а также методикой оценки экономического и социального эффекта от их внедрения, позволяющей аргументированно обосновывать разрабо-

				транспортно-технологических машин на электрической тяге	торможение" и снижения энергопотребления, или выработка рекомендаций по выбору оптимальных скоростных режимов движения для конкретных дорожных условий с целью минимизации динамических нагрузок и увеличения межсервисных интервалов	таные мероприятия по повышению производительности труда с учетом комплекса дорожных, производственных и социальных ограничений
4.	ПКос-3	Способен управлять производственной деятельностью в области технического обслуживания, ремонта и эксплуатации наземных транспортно-технологических средств	ПКос-3.1 Способен определять алгоритм достижения плановых показателей с определением ресурсов, обоснованием набора заданий для подразделений организации, участвующих в техническом обслуживании, ремонте и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин с применением цифровых технологий	методологию применения результатов статистико-динамического моделирования электромобиля для формирования обоснованных плановых показателей его эксплуатации, таких как прогнозируемый межремонтный пробег узлов ходовой части и тормозной системы, нормативы энергопотребления на различных маршрутах, а также регламенты технического обслуживания на основе прогноза усталостного износа, и понимать, как цифровые технологии, в частности, системы сбора телематической данных и программные комплексы для виртуальных испытаний, позволяют получать и актуализировать исходные статистические данные о нагрузках и условиях работы машин для последующего планирования	определять конкретный алгоритм достижения целевых плановых показателей, который включает в себя составление обоснованного перечня необходимых ресурсов (запасные части, человеческие ресурсы для проведения ТО, энергетические ресурсы), а также формулировку четких заданий для подразделений эксплуатации и технического сервиса, например, разработку дифференцированных графиков ТО для парка машин в зависимости от статистики их реальных нагрузок или заданий на мониторинг конкретных динамических параметров через телематические системы для предиктивного анализа состояния	навыками использования современных цифровых инструментов, таких как программные комплексы для статистического анализа данных (MATLAB, Python с библиотеками) и платформы для работы с телематикой, для сбора и обработки больших массивов эксплуатационной информации о динамических режимах работы машин, интерпретации полученных результатов для верификации и корректировки плановых показателей, а также методикой составления алгоритмизированных планов графиков работ и распределения ресурсов между подразделениями организации, обеспечивая тем самым до-

						стижение заданных показателей надежности, производительности и эффективности эксплуатации парка электромобилей на основе объективных данных статистической динамики
	ПКос-6	Способен выполнять технологическое проектирование и контроль процессов обеспечения работоспособности наземных транспортно-технологических машин	ПКос-6.1 Способен организовать взаимодействие и распределение полномочий между инженерно-техническим персоналом предприятия сервиса наземных транспортно-технологических машин по разработке или адаптации типовых технологических процессов технического обслуживания, ремонта наземных транспортно-технологических машин	теоретические основы и практические подходы к использованию данных статистической динамики электромобилей для формирования объективных требований к технологическим процессам технического обслуживания и ремонта, а именно как результаты анализа статистических нагрузок, прогноза усталостной долговечности узлов подвески, тормозной системы и кузова, а также оценки влияния рекуперативного торможения на износ элементов трансмиссии позволяют научно обосновать периодичность, номенклатуру работ и методики контроля технического состояния, создавая базу для разработки или адаптации типовых технологических процессов, и понимать принципы организации взаимодействия между различными подразделениями (отдел главного конструктора, производственный отдел,	интерпретировать результаты статистико-динамического моделирования и анализа, такие как спектры нагружения критических узлов, данные о дисперсиях ускорений и прогнозы ресурса, для разработки технически и экономически обоснованных предложений по модернизации типовых технологических процессов ТО и ремонта, а также формулировать на их основе четкие задания для инженерно-технического персонала различных специальностей	навыками организации эффективного межфункционального взаимодействия между инженерно-техническими специалистами предприятия сервиса, используя в качестве универсального инструмента согласования позиций объективные данные статистической динамики – результаты моделирования, графики спектральных плотностей нагружения, гистограммы распределения нагрузок, что позволяет перевести обсуждение технологических процессов из субъективной плоскости в технически аргументированную, а также методикой подготовки технических заданий и регламентов работ для разных подразделений, обеспечи-

				отдел технического контроля) для внедрения этих процессов на предприятии сервиса		вая их скоординированные действия по разработке, внедрению и совершенствованию типовых технологических процессов ТО и ремонта, направленных на поддержание требуемых динамических и прочностных характеристик электромобилей, а также их жизненного цикла
--	--	--	--	--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа, в том числе практическая подготовка 4 часа), её распределение по видам работ в семестре представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость, час
	всего / в том числе практическая подготовка
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	72/4
1. Контактная работа	36,25/4
Аудиторная работа:	36,25/4
<i>в том числе:</i>	
<i>лекции</i>	18
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	18/4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25
2. Самостоятельная работа (СРС)	35,75
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, текущему контролю и т.д.)</i>	26,75
<i>подготовка к зачету</i>	9
Вид промежуточного контроля:	Зачет

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ (всего/*)	ПКР	
Тема 1 «Введение в статистическую динамику электромобилей. Особенности объекта исследования»	7/2	2	2/2	-	3
Тема 2 «Статистические модели внешних воздействий на электромобиль»	7	2	2	-	3
Тема 3 «Динамические модели электромобиля как объекта управления»	7	2	2	-	3
Тема 4 «Статистический анализ вертикальных колебаний электромобиля»	7	2	2	-	3
Тема 5 «Статистическая динамика продольного движения электромобиля»	7	2	2	-	3
Тема 6 «Статистический анализ управляемости и устойчивости электромобиля»	7	2	2	-	3
Тема 7 «Статистические методы оценки энергоэффективности и запаса хода»	7/2	2	2/2	-	3
Тема 8 «Надёжность и долговечность систем электромобиля при случайных нагрузках»	7	2	2	-	3
Тема 9 «Современные пакеты прикладных программ для статистического моделирования динамики электромобилей»	6,75	2	2	-	2,75
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	-	-	0,25	-

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ (всего/*)	ПКР	
Подготовка к зачёту	9	-	-	-	9
Всего за семестр	72/4	18	18/4	0,25	35,75
Итого по дисциплине	72/4	18	18/4	0,25	35,75

* в том числе практическая подготовка

Тема 1. Введение в статистическую динамику электромобилей. Особенности объекта исследования.

Данная тема служит введением в дисциплину, определяя её место в системе подготовки инженеров. Рассматриваются цели, задачи и основные понятия статистической динамики применительно к электромобилю как сложной динамической системе. Анализируются ключевые особенности электромобиля, отличающие его от транспортных средств с ДВС: наличие тяговой аккумуляторной батареи (ЛИА, Ni-MH и др.), электрического двигателя (асинхронного, синхронного) с системой управления, рекуперативного торможения, а также их влияние на массоинерционные параметры, распределение масс и динамические процессы. Обсуждаются источники случайных воздействий на электромобиль (микропрофиль дороги, ветер, случайные изменения режима движения) и необходимость их статистического описания для прогнозирования поведения системы.

Тема 2. Статистические модели внешних воздействий на электромобиль.

Тема посвящена математическому описанию случайных входных воздействий. Подробно рассматривается статистическое моделирование микропрофиля дороги как стационарного случайного процесса, его спектральные плотности и корреляционные функции. Изучаются модели случайных воздействий, связанных с аэродинамическими силами (порывы ветра). Анализируются статистические характеристики управляющих воздействий водителя (изменения положения педали акселератора/тормоза), которые для электромобиля имеют свою специфику (например, использование одной педали e-Pedal). Рассматриваются методы аппроксимации реальных воздействий типовыми стационарными и нестационарными случайными процессами.

Тема 3. Динамические модели электромобиля как объекта управления.

Построение детерминированных динамических моделей электромобиля, которые являются основой для последующего статистического анализа. Рассматриваются классические модели поддресоренных и неподдресоренных масс (двухмассовая модель), а также модели пространственных колебаний. Особое внимание уделяется учету специфики электромобиля: влияния расположения тяжелой аккумуляторной батареи в основании кузова на центр масс и моменты инерции, а также особенностей развесовки из-за компоновки тяговых электродвигателей. Составляются дифференциальные уравнения движения системы.

Тема 4. Статистический анализ вертикальных колебаний электромобиля.

На основе моделей, построенных в предыдущих темах, проводится статистический анализ вертикальных колебаний кузова и колёс. Исследуются передаточные функции системы "подвеска-дорожное возмущение". Определяются дисперсии, спектральные плотности и корреляционные функции ускорений, скоростей и перемещений поддресоренной и неподдресоренной масс. Оценивается плавность хода электромобиля и его влияние на комфорт пассажиров. Анализируется, как низкое расположение центра тяжести у электромобиля влияет на статистические показатели плавности хода и устойчивости.

Тема 5. Статистическая динамика продольного движения электромобиля.

Тема охватывает анализ случайных процессов при разгоне, торможении и движении с постоянной скоростью. Рассматриваются статистические характеристики времени и пути разгона, тормозного пути. Изучается динамика электромобиля при случайных изменениях режима движения (обгоны, перестроения). Особое внимание уделяется статистическому описанию процесса рекуперативного торможения и его вклада в общую энергоэффективность, а также влиянию на продольную динамику. Анализируются случайные колебания скорости движения.

Тема 6. Статистический анализ управляемости и устойчивости электромобиля

Данная тема посвящена исследованию случайных отклонений от заданного направления движения. Рассматриваются статистические модели боковых сил, возникающих при действии ветра и неровностей дороги. Анализируются дисперсии угла поворота управляемых колёс, бокового ускорения, угловой скорости и угла рыскания. Исследуется влияние компоновки (расположение тяговых двигателей на осях в полноприводных моделях) на статистические показатели устойчивости. Оценивается вероятность сохранения траектории при случайных внешних воздействиях

Тема 7. Статистические методы оценки энергоэффективности и запаса хода.

Тема фокусируется на применении методов статистической динамики для решения одной из ключевых задач для электромобиля – прогнозирования запаса хода. Рассматриваются модели энергопотребления, учитывающие случайный характер дорожных условий, режимов движения и климатических факторов (использование климат-контроля). Проводится статистический анализ расхода энергии на преодоление сил сопротивления движению. Строятся вероятностные модели остаточного запаса хода, позволяющие оценить его с заданной доверительной вероятностью, что критически важно для практической эксплуатации

Тема 8. Надёжность и долговечность систем электромобиля при случайных нагрузках

Изучается применение методов статистической динамики для оценки надёжности и ресурса узлов электромобиля. Рассматриваются статистические модели нагружения наиболее ответственных элементов: подвески, рулевого управления, кузова, а также силового электрооборудования (инвертор, батарея). Анализируются усталостные повреждения при случайных колебаниях. Оценивается влияние виброн нагруженности на срок службы аккумуляторной батареи. Обсуждаются методы расчёта вероятности безотказной работы в течение заданного срока службы

Тема 9. Современные пакеты прикладных программ для статистического моделирования динамики электромобилей

Обзор современных инструментов для проведения виртуальных статистических испытаний. Рассматриваются возможности программных комплексов (на примере MATLAB/Simulink, Amesim, CarSim) для построения сложных многомассовых моделей, задания случайных входных воздействий и проведения статистического анализа выходных параметров (метод Монте-Карло). Обсуждаются преимущества компьютерного моделирования для оптимизации параметров электромобиля на ранних стадиях проектирования, позволяющие сократить объём дорогостоящих натурных испытаний

4.3 Лекции и практические занятия

В рамках изучения дисциплины «Статистическая динамика электромобилей» предусмотрено проведение лекций и практических занятий в которых рассматриваются прикладные вопросы, связанные с оценкой ресурсов, методами обоснования характеристик электромобилей.

Таблица 4

Содержание лекций, практических занятий и контрольных мероприятий

№ п/п	№ раздела, темы	№ и название лекционных и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Тема 1. Введение в статистическую динамику электромобилей. Особенности объекта исследования	Лекция № 1 «Электромобиль как объект статистической динамики: особенности и источники случайных воздействий»	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.5; ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1	дискуссия	2
		Практическое занятие № 1 (практическая подготовка) «Сравнительный анализ параметров электромобиля и автомобиля с ДВС как динамических систем»	ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1	устный опрос, деловая игра	2/2

№ п/п	№ раздела, темы	№ и название лекционных и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
2.	Тема 2. Статистические модели внешних воздействий на электромобиль	Лекция № 2 «Стохастические модели дорожного микропрофиля и управляющих воздействий»	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.5; ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1		2
		Практическое занятие № 2 «Расчёт и анализ спектральных характеристик типовых микропрофилей дорог»	ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1	устный опрос	2
3.	Тема 3. Динамические модели электромобиля как объекта управления	Лекция № 3 «Построение расчётных схем и дифференциальных уравнений движения электромобиля»	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.5; ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1		2
		Практическое занятие № 3 «Составление уравнений движения двухмассовой модели электромобиля с учётом положения батареи»	ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1	устный опрос	2
4.	Тема 4. Статистический анализ вертикальных колебаний электромобиля	Лекция № 4 «Критерии плавности хода и статистические характеристики вертикальных колебаний»	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.5; ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1		2
		Практическое занятие № 4. «Расчёт дисперсии вертикальных ускорений кузова электромобиля при движении по заданному микропрофилю»	ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1	устный опрос	2
5.	Тема 5. Статистическая динамика продольного движения электромобиля	Лекция № 5 «Статистические характеристики разгона, торможения и энергопотребления электромобиля»	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.5; ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1		2
		Практическое занятие № 5. «Статистическая оценка эффективности рекуперативного торможения в городском цикле движения»	ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1	устный опрос	2
	Тема 6. Статистический анализ управляемости и устойчивости электромобиля	Лекция № 6 «Статистические критерии оценки управляемости и устойчивости электромобиля»	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.5; ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1		2

№ п/п	№ раздела, темы	№ и название лекционных и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Практическое занятие № 6. «Анализ влияния развесовки на дисперсию угла рыскания электромотоцикла»	ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1		2
	Тема 7. Статистические методы оценки энергоэффективности и запаса хода	Лекция № 7 «Вероятностные модели энергопотребления и прогнозирования запаса хода электромотоцикла»	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.5; ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1		2
		Практическое занятие № 7. (практическая подготовка) «Расчёт доверительного интервала для запаса хода на основе статистических данных ездового цикла»	ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1	устный опрос, деловая игра	2/2
	Тема 8. Надёжность и долговечность систем электромотоцикла при случайных нагрузках	Лекция № 8 «Расчёт усталостной долговечности узлов электромотоцикла при случайном нагружении»	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.5; ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1		2
		Практическое занятие № 8. «Статистическая оценка ресурса элемента подвески по заданному спектру нагружения»	ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1	устный опрос	2
	Тема 9. Современные пакеты прикладных программ для статистического моделирования динамики электромотоциклов	Лекция № 9 «Виртуальные статистические испытания электромотоциклов: методы и программные комплексы»	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.5; ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1		2
		Практическое занятие № 9. «Разработка алгоритма статистического анализа динамики электромотоцикла в среде Simulink»	ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1	устный опрос	2

* в том числе практическая подготовка

Описание вопросов, предлагаемых студентам для самостоятельного обучения, представлено в таблице 5.

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1.	Тема 1 «Введение в статистическую динамику электромотоциклов. Особенности объекта исследования»	Цели, задачи и основные понятия статистической динамики применительно к электромотоциклу как сложной динамической системе. Ключевые особенности электромотоцикла, отличающие его от транспортных средств с ДВС: наличие тяговой аккумуляторной батареи (ЛИА, Ni-MH и др.), электрического двигателя (асинхронного, синхронного) с системой управления, рекуперативного

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		торможения, а также их влияние на массо-инерционные параметры, распределение масс и динамические процессы. Источники случайных воздействий на электромобиль (микропрофиль дороги, ветер, случайные изменения режима движения) и необходимость их статистического описания для прогнозирования поведения системы. (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.5; ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1)
2.	Тема 2 «Статистические модели внешних воздействий на электромобиль»	Статистическое моделирование микропрофиля дороги как стационарного случайного процесса, его спектральные плотности и корреляционные функции. Модели случайных воздействий, связанных с аэродинамическими силами (порывы ветра). Статистические характеристики управляющих воздействий водителя (изменения положения педали акселератора/тормоза), которые для электромобиля имеют свою специфику (например, использование одной педали e-Pedal). Методы аппроксимации реальных воздействий типовыми стационарными и нестационарными случайными процессами. (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.5; ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1)
3.	Тема 3 «Динамические модели электромобиля как объекта управления»	Построение детерминированных динамических моделей электромобиля, которые являются основой для последующего статистического анализа. Классические модели поддресоренных и неподдресоренных масс (двухмассовая модель), а также модели пространственных колебаний. Учет специфики электромобиля: влияния расположения тяжелой аккумуляторной батареи в основании кузова на центр масс и моменты инерции, а также особенностей развесовки из-за компоновки тяговых электродвигателей. Составление дифференциальных уравнений движения системы. (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.5; ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1)
4.	Тема 4 «Статистический анализ вертикальных колебаний электромобиля»	Статистический анализ вертикальных колебаний кузова и колёс. Передаточные функции системы "подвеска-дорожное возмущение". Дисперсии, спектральные плотности и корреляционные функции ускорений, скоростей и перемещений поддресоренной и неподдресоренной масс. Плавность хода электромобиля и его влияние на комфорт пассажиров. Анализ влияния низкого расположения центра тяжести у электромобиля влияет на статистические показатели плавности хода и устойчивости. (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.5; ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1)
5.	Тема 5 «Статистическая динамика продольного движения электромобиля»	Случайные процессы при разгоне, торможении и движении с постоянной скоростью. Статистические характеристики времени и пути разгона, тормозного пути. Динамика электромобиля при случайных изменениях режима движения (обгоны, перестроения). Статистическое описание процесса рекуперативного торможения и его вклада в общую энергоэффективность, а также влиянию на продольную динамику. Анализ случайных колебаний скорости движения. (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.5; ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1)
	Тема 6 «Статистический анализ управляемости и устойчивости электромобиля»	Случайные отклонения от заданного направления движения. Статистические модели боковых сил, возникающих при действии ветра и неровностей дороги. Дисперсии угла поворота управляемых колёс, бокового ускорения, угловой скорости и угла рыскания. Влияние компоновки (расположение тяговых двигателей на осях в полноприводных моделях) на статистические показатели

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		устойчивости. Вероятность сохранения траектории при случайных внешних воздействиях (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.5; ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1)
	Тема 7 «Статистические методы оценки энергоэффективности и запаса хода»	Методы статистической динамики для решения одной из ключевых задач для электромобиля – прогнозирования запаса хода. Модели энергопотребления, учитывающие случайный характер дорожных условий, режимов движения и климатических факторов (использование климат-контроля). Статистический анализ расхода энергии на преодоление сил сопротивления движению. Вероятностные модели остаточного запаса хода, позволяющие оценить его с заданной доверительной вероятностью, что критически важно для практической эксплуатации (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.5; ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1)
	Тема 8 «Надёжность и долговечность систем электромобиля при случайных нагрузках»	Методов статистической динамики для оценки надёжности и ресурса узлов электромобиля. Статистические модели нагружения наиболее ответственных элементов: подвески, рулевого управления, кузова, а также силового электрооборудования (инвертор, батарея). Усталостные повреждения при случайных колебаниях. Влияние вибронгруженности на срок службы аккумуляторной батареи. Методы расчёта вероятности безотказной работы в течение заданного срока службы (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.5; ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1)
	Тема 9 «Современные пакеты прикладных программ для статистического моделирования динамики электромобилей»	Современных инструменты для проведения виртуальных статистических испытаний. Возможности программных комплексов (на примере MATLAB/Simulink, Amesim, CarSim) для построения сложных многомассовых моделей, задания случайных входных воздействий и проведения статистического анализа выходных параметров (метод Монте-Карло). Преимущества компьютерного моделирования для оптимизации параметров электромобиля на ранних стадиях проектирования, позволяющие сократить объём дорогостоящих натурных испытаний (УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.5; ПКос-1.3; ПКос-3.1; ПКос-6.1)

5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Статистическая динамика электромобилей» в совокупности с традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологией обучения используются элементы современных технологий.

Для организации процесса освоения студентами дисциплины используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной) и современной (проблемного обучения) технологиям:

- основные формы теоретического обучения: лекции, индивидуальные и групповые консультации;
- основные формы практического обучения: практические занятия, включающие практическую подготовку;
- дополнительные формы организации обучения: самостоятельная работа студентов.

В рамках учебного курса предусмотрена инновационная деятельность, имитирующая реальную работу специалистов по исследованию и внедрению транспортно-технологических средств на новых источниках энергии. Также предусмотрены встречи с представителями российских компаний, осуществляющих научную деятельность, проводящих инновационные исследования и разработки в рамках направлений, связанных с разработкой и эксплуатацией комбинированных энергоустановок наземных транспортно-технологических машин.

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Электромобиль как объект статистической динамики: особенности и источники случайных воздействий	Л	лекция-дискуссия (проблемное обучение)
2.	Сравнительный анализ параметров электромобиля и автомобиля с ДВС как динамических систем	ПЗ	деловая игра (проблемное обучение)
3.	Расчёт доверительного интервала для запаса хода на основе статистических данных ездового цикла	ПЗ	деловая игра (проблемное обучение)

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Текущий контроль успеваемости представляет собой проверку усвоения учебного материала, регулярно осуществляемую на протяжении семестра.

Текущий контроль знаний студентов в рамках дисциплины «Статистическая динамика электромобилей» может представлять собой: устный опрос (групповой или индивидуальный).

При текущем контроле успеваемости акцент делается на установлении подробной, реальной картины студенческих достижений и успешности усвоения ими учебной программы на данный момент времени. Промежуточная аттестация может проводиться по результатам текущего контроля. В рамках каждого из данных типов контроля (аттестации) могут быть задействованы разные виды контроля. Основным видом контроля является устный опрос.

Промежуточная аттестация, как правило, осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины. Подобный контроль помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, в некоторых случаях – даже формирование определенных профессиональных компетенций. Формой промежуточной аттестации являются зачет.

6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы для устного опроса (текущий контроль):

1. Как расположение тяговой АКБ влияет на центр масс и момент инерции кузова электромобиля по сравнению с автомобилем с ДВС?
2. Назовите два основных фактора, которые приводят к иному распределению масс по осям у электромобиля.
3. Как наличие рекуперативного торможения изменяет характер силового воздействия на колеса при замедлении?
4. Объясните, почему момент инерции ротора электродвигателя оказывает меньшее влияние на разгонную динамику, чем маховик ДВС.
5. Какие новые источники случайных вибраций появляются у электромобиля по сравнению с автомобилем с ДВС?
6. Что физически означает высокочастотная составляющая в спектре микропрофиля дороги?
7. Как тип дорожного покрытия (например, асфальт vs брусчатка) отражается на виде его спектральной плотности?
8. Почему для статистического анализа динамики системы важно, чтобы модель микропрофиля была стационарным случайным процессом?
9. Как скорость движения автомобиля влияет на частотный диапазон возбуждения от дороги?
10. Объясните, почему спектральную плотность считают более информативной характеристикой, чем корреляционную функцию, для анализа отклика подвески.

11. Какие силы и моменты действуют на подрессоренную массу в двухмассовой модели?
12. Как изменение массы неподдресоренных элементов (например, из-за мотор-колёс) влияет на частотные характеристики подвески?
13. В каком уравнении и каким образом отражается низкое положение центра тяжести автомобиля?
14. Объясните физический смысл каждого слагаемого в дифференциальном уравнении движения неподдресоренной массы.
15. Как повлияет на коэффициенты в уравнениях движения увеличение жёсткости пружины подвески?
16. Какова последовательность расчёта дисперсии ускорения кузова, если известна спектральная плотность микропрофиля?
17. Почему дисперсия ускорения является интегральной оценкой плавности хода?
18. Как собственная частота колебаний подрессоренной массы влияет на величину дисперсии ускорения?
19. Каким образом демпфирование в амортизаторе влияет на дисперсию ускорения в разных частотных диапазонах?
20. Объясните, почему для оценки комфорта важна именно дисперсия ускорения, а не дисперсия перемещения кузова.
21. Какие случайные факторы в городском цикле движения сильнее всего влияют на долю рекуперированной энергии?
22. Как частота и интенсивность торможений в цикле движения влияют на общую эффективность рекуперации?
23. Почему даже в идеальных условиях рекуперация не может вернуть 100% кинетической энергии?
24. Как последовательность "разгон-торможение" в городском потоке позволяет применять статистические методы для оценки энергопотребления?
25. Каким образом стратегия торможения (соотношение рекуперативного и фрикционного тормозного момента) влияет на статистику энергосбережения?
26. Как смещение центра масс автомобиля вперед или назад влияет на характер недостаточной/избыточной поворачиваемости?
27. Объясните, почему изменение развесовки влияет на дисперсию угла рыскания при действии бокового ветра.
28. Как расположение тяговых электродвигателей на осях (передний, задний, полный привод) влияет на стабилизирующий момент при случайном возмущении?
29. Какая развесовка (передняя, задняя, нейтральная) является предпочтительной с точки зрения минимизации дисперсии угла рыскания и почему?
30. Как инерционные свойства роторов двигателей, расположенных на осях, могут влиять на поперечную динамику?
31. Что такое доверительный интервал запаса хода и какова его практическая ценность для водителя?
32. Какие два ключевых параметра определяют ширину доверительного интервала для запаса хода?
33. Как увеличение дисперсии расхода энергии в ездовом цикле влияет на ширину доверительного интервала?
34. Объясните, почему для прогноза запаса хода необходимо знать не только средний расход, но и закон его распределения.
35. Как использование климат-контроля или движение в горной местности может быть учтено в вероятностной модели запаса хода?
36. Что такое кривая усталости (кривая Велера) и как она используется в расчетах долговечности?
37. Объясните суть линейной гипотезы суммирования повреждений Палмгрена-Майнера.
38. Почему для оценки ресурса при случайном нагружении необходимо знать не только дисперсию, но и форму спектра нагрузки?
39. Как увеличение жёсткости подвески может повлиять на усталостный ресурс её элементов?

40. Каким образом низкочастотные и высокочастотные составляющие в спектре нагружения вносят вклад в усталостное повреждение?
41. Опишите логическую последовательность создания модели для статистического анализа (от входного воздействия к выходным характеристикам).
42. Какой блок в Simulink typically используется для генерации случайного сигнала с заданной спектральной плотностью?
43. Для каких целей в статистической модели используется блок "To Workspace" или "Scope" с сохранением данных?
44. Каковы основные этапы проведения серии статистических испытаний по методу Монте-Карло в Simulink?
45. Какой математический аппарат (блоки) используется внутри Simulink для расчёта дисперсии и корреляционной функции выходного сигнала?

В рамках освоения дисциплины «Статистическая динамика электромобилей» отдельно контролируемых форм самостоятельной работы не предусмотрено.

Примерный перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет), включает следующие

1. Цель, задачи и место дисциплины "Статистическая динамика электромобилей" в системе подготовки инженера.
2. Ключевые особенности электромобиля, влияющие на его динамические процессы (компоновка, батарея, двигатели, рекуперация).
3. Классификация и источники случайных воздействий на электромобиль в процессе эксплуатации.
4. Математическое описание микропрофиля дороги как стационарного случайного процесса.
5. Корреляционная функция и спектральная плотность случайного процесса: определение и физический смысл применительно к дорожным воздействиям.
6. Статистические характеристики управляющих воздействий водителя электромобиля и их отличие от автомобиля с ДВС.
7. Расчётная схема двухмассовой модели подвески электромобиля и её особенности.
8. Влияние расположения тяговой аккумуляторной батареи на массо-инерционные характеристики и центр масс электромобиля.
9. Дифференциальные уравнения движения двухмассовой модели подвески.
10. Передаточные функции динамической системы "подвеска-дорожное возмущение".
11. Критерии оценки плавности хода и их связь со статистическими характеристиками.
12. Методика определения дисперсии вертикальных ускорений кузова при заданной спектральной плотности микропрофиля.
13. Особенности статистического анализа продольного движения электромобиля по сравнению с автомобилем с ДВС.
14. Статистические характеристики времени и пути разгона электромобиля.
15. Статистические характеристики тормозного пути электромобиля с учётом рекуперативного торможения.
16. Влияние рекуперативного торможения на продольную динамику и энергобаланс электромобиля.
17. Модели боковых случайных воздействий (ветер, неровности) на управляемость.
18. Статистические показатели управляемости и устойчивости (дисперсии угла рыскания, бокового ускорения).
19. Влияние компоновки и развесовки, характерной для электромобилей, на показатели устойчивости.
20. Факторы, определяющие энергопотребление электромобиля, и их случайный характер.
21. Вероятностные модели для прогнозирования остаточного запаса хода электромобиля.
22. Понятие доверительного интервала для запаса хода и его практическое значение.
23. Задачи статистической динамики в оценке надёжности и долговечности узлов электромобиля.

24. Статистические модели нагружения элементов подвески и кузова.
25. Основы расчёта усталостной долговечности при случайном нагружении.
26. Особенности нагружения и оценки ресурса тяговой аккумуляторной батареи.
27. Преимущества виртуальных статистических испытаний по сравнению с натурными.
28. Роль программных комплексов (MATLAB/Simulink, CarSim) в статистическом моделировании динамики.
29. Сущность и этапы метода статистических испытаний (Монте-Карло).
30. Понятие стационарного и эргодического случайного процесса. Примеры в динамике электромобиля.
31. Сравнительный анализ передаточных функций для оценки плавности хода и управляемости.
32. Как учитывается низкое расположение центра тяжести электромобиля в уравнениях движения?
33. Специфика моделирования управляющего воздействия при использовании режима "одной педали" (e-Pedal).
34. Статистический анализ колебаний неподрессоренных масс и его влияние на сцепление шин с дорогой.
35. Оценка вероятности сохранения заданной траектории движения при действии бокового ветра.
36. Как случайный характер дорожного профиля влияет на тепловой режим работы силовой электроники (инвертора)?
37. Постановка задачи оптимизации параметров подвески электромобиля по статистическим критериям.
38. Влияние рекуперативного торможения на температурный режим и износ фрикционных тормозных механизмов.
39. Алгоритм проведения статистического анализа динамики электромобиля в среде Simulink.
40. Перспективы развития методов статистической динамики для автономных электромобилей.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Статистическая динамика электромобилей» применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

Критерии оценки знаний устанавливаются в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке, исходя из действующих учебных планов и программ с учетом характера конкретной дисциплины, а также будущей практической деятельности выпускника:

«**Зачет**» выставляется студенту, если он демонстрирует глубокие знания программного материала; исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно излагает программный материал, не затрудняясь с ответом при видоизменении задания; грамотно обосновывает принятые решения; самостоятельно обобщает и излагает материал, не допуская ошибок; свободно оперирует основными теоретическими положениями по проблематике излагаемого материала, компетенции, закрепленные за дисциплиной, сформированы на достаточном уровне и выше.

«**Незачет**» ставится, если студент не знает значительной части программного материала; допускает грубые ошибки при изложении программного материала; с большими затруднениями решает ситуационные и практические задачи, компетенции, закрепленные за дисциплиной, сформированы на недостаточном уровне или не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Дидманидзе О.Н. и др. Использование суперконденсаторов в системах электрооборудования тягово-транспортных средств – М.: ООО «УМЦ «Триада», 2005. – 160 с. (50 экз.)
2. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили: теория и технологические свойства: учебник / Г.М. Кутьков. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 506 с. (20 экз.)
3. Дидманидзе О.Н., Солнцев А.А., Митягин Г.Е. Техническая эксплуатация автомобилей. Учебник. – М.: ФГБНУ «Росинформротех», 2017. – 565 с. (120 экз.)

4. Богатырев, А.В. Автомобили: учебник / А. В. Богатырев, Ю.К. Есеновский-Лашков, М.Л. Насоновский – М.: ИНФРА-М, 2014. – 655 с. (25 экз.)
5. Бирюков, В. В. Гибридные транспортные средства : учебник / В. В. Бирюков. — Новосибирск : НГТУ, 2021. — 252 с. — ISBN 978-5-7782-4491-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/216176> (дата обращения: 06.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2 Дополнительная литература

1. Рославцев А.В., Ноздрин А.В. Теория движения тягово-транспортных средств с комбинированной энергоустановкой. – М. : УМЦ «ТРИАДА», 2007. – 44 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/full/s18012022-td.pdf/info>
2. Бирюков, В. В. Энергетические аспекты функционирования транспортных систем: монография / В. В. Бирюков. — Новосибирск : НГТУ, 2014. — 264 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118077> (дата обращения: 06.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Ярославцев, М. В. Энергоэффективный тяговый привод городского безрельсового транспорта: учебное пособие / М.В. Ярославцев, Н.И. Щуров, В.Н. Аносов. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 136 с.— Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118066> (дата обращения: 06.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Забудский Е.И. Электрические машины. Ч. 4: Машины постоянного тока / Е.И. Забудский. – М. : ФГБОУ ВПО МГАУ, 2014. – 160 с. (40 экз.)
5. Забудский Е.И. Электрические машины. Ч. 2: Асинхронные машины / Е.И. Забудский. – М. : ООО "Мегаполис", 2017. – 304 с. (25 экз.)
6. Забудский Е.И. Электрические машины: учебное пособие для вузов. Ч. 3. Синхронные машины / Е.И. Забудский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Мегаполис, 2019. – 295 с. (7 экз.)
7. Карманов, И. В. Использование нечеткой логики в инженерной деятельности : учебно-методическое пособие / И. В. Карманов. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2021. — 80 с. — ISBN 978-5-7579-2521-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/264866> (дата обращения: 06.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Бобронников, В. Т. Системный анализ и управление организационно-техническими системами : монография / В. Т. Бобронников, Д. А. Козорез. — Москва : МАИ, 2024. — 188 с. — ISBN 978-5-4316-1160-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/454388> (дата обращения: 06.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Колесников, В. В. Моделирование характеристик и дефектов трехфазных асинхронных машин : учебное пособие / В. В. Колесников. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 144 с. — ISBN 978-5-8114-2673-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210077> (дата обращения: 06.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3 Нормативные правовые акты

1. ГОСТ Р 41.100-99 (Правила ЕЭК ООН № 100) Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения аккумуляторных электромобилей в отношении конкретных требований к конструкции и функциональной безопасности
2. ГОСТ 15.011-96 Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения.
3. ГОСТ 15.101-98 Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ
4. ГОСТ 15.201-2000 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство

5. ГОСТ 15.311-90 Система разработки и постановки продукции на производство. Постановка на производство продукции по технической документации иностранных фирм
6. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств». Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г.
7. Федеральный закон Российской Федерации от 08.08.2001 г. № 128-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности».

7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Для самостоятельной работы в рамках практических занятий по дисциплине «Статистическая динамика электромобилей» используются методические рекомендации и типовые инструкции по эксплуатации и ремонту электромобилей и гибридных транспортных средств, пособия по работе в прикладных программах.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Для проведения аудиторных занятий, а также самостоятельной работы в рамках дисциплины «Статистическая динамика электромобилей» можно использовать учебные и справочные ресурсы, размещенные в сети Интернет:

- <http://elib.timacad.ru> (открытый доступ)
- <http://www.academia-moscow.ru/catalogue> (открытый доступ)
- <http://rucont.ru/efd/> (открытый доступ)
- <http://znanium.com/bookread> (открытый доступ)
- <https://e.lanbook.com/book> (открытый доступ)
- <https://dokipedia.ru> (открытый доступ)
- <http://docs.cntd.ru> (открытый доступ)
- <http://www.minenergo.gov.ru/activity/vie/> (открытый доступ)
- http://www.energsovet.ru/bul_stat.php?idd=210 (открытый доступ)
- http://www.gigavat.com/netradicionnaya_energetika_v_rossii.php (открытый доступ)
- <http://www.twirpx.com> (открытый доступ)
- <http://www.energy-fresh.ru/> (открытый доступ)
- <http://government.ru/news/10228/> (открытый доступ)
- http://agropraktik.ru/blog/Renewable_Energy/ (открытый доступ)

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Специальных требований к программному обеспечению учебного процесса не предусмотрено. При проведении лекций, практических занятий и самостоятельной работы достаточно возможностей типовых программ, поставляемых вместе с компьютерной техникой (Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel и другие), а также стандартных Internet-браузеров).

Таблица 7

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Наименование программы	Тип программы
1	Тема 1 «Введение в статистическую динамику электромобилей. Особенности объекта исследования»	Microsoft Office Word Microsoft Office PowerPoint Microsoft Office Excel Quizlet, Learnis, Kahoot.com Яндекс.Телемост, Zoom	Оформительская Презентация Расчетная Контрольные Коммуникационные
2	Тема 2 «Статистические модели внешних воздействий на электромобиль»	Microsoft Office Word Microsoft Office PowerPoint Microsoft Office Excel Quizlet, Learnis, Kahoot.com Яндекс.Телемост, Zoom	Оформительская Презентация Расчетная Контрольные Коммуникационные
3	Тема 3 «Динамические модели электромобиля как	Microsoft Office Word Microsoft Office PowerPoint	Оформительская Презентация

	объекта управления»	Microsoft Office Excel Quizlet, Learnis, Kahoot.com Яндекс.Телемост, Zoom	Расчетная Контрольные Коммуникационные
4	Тема 4 «Статистический анализ вертикальных колебаний электромобиля»	Microsoft Office Word Microsoft Office PowerPoint Microsoft Office Excel Quizlet, Learnis, Kahoot.com Яндекс.Телемост, Zoom	Оформительская Презентация Расчетная Контрольные Коммуникационные
5	Тема 5 «Статистическая динамика продольного движения электромобиля»	Microsoft Office Word Microsoft Office PowerPoint Microsoft Office Excel Quizlet, Learnis, Kahoot.com Яндекс.Телемост, Zoom	Оформительская Презентация Расчетная Контрольные Коммуникационные
6	Тема 6 «Статистический анализ управляемости и устойчивости электромобиля»	Microsoft Office Word Microsoft Office PowerPoint Microsoft Office Excel Quizlet, Learnis, Kahoot.com Яндекс.Телемост, Zoom	Оформительская Презентация Расчетная Контрольные Коммуникационные
7	Тема 7 «Статистические методы оценки энергоэффективности и запаса хода»	Microsoft Office Word Microsoft Office PowerPoint Microsoft Office Excel Quizlet, Learnis, Kahoot.com Яндекс.Телемост, Zoom	Оформительская Презентация Расчетная Контрольные Коммуникационные
8	Тема 8 «Надёжность и долговечность систем электромобиля при случайных нагрузках»	Microsoft Office Word Microsoft Office PowerPoint Microsoft Office Excel Quizlet, Learnis, Kahoot.com Яндекс.Телемост, Zoom	Оформительская Презентация Расчетная Контрольные Коммуникационные
9	Тема 9 «Современные пакеты прикладных программ для статистического моделирования динамики электромобилей»	Microsoft Office Word Microsoft Office PowerPoint Microsoft Office Excel Mes-Dea Elithion Lithiumate PRO MATLAB/Simulink, Amesim, CarSim или др. (в зависимости от возможности использования) Quizlet, Learnis, Kahoot.com Яндекс.Телемост, Zoom	Оформительская Презентация Расчетная Диагностическая Диагностическая Моделирование Контрольные Коммуникационные

Для повышения наглядности практических занятий возможно использование видеоматериалов по организации сборочного производства комбинированных энергоустановок и электромобилей, их испытаний и примеров практического применения.

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Сведения о необходимом технологическом оборудовании и специализированных аудиториях приведены в таблице 8.

Таблица 8

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
---	---

<p>Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием (26/232)</p>	<p>Аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации, занятий практического типа Доска аудиторная 3-х элем. - 1 шт., Комплект стендов по устройству легкового автомобиля - 1 шт., Проектор - 1 шт., Световое оборудование базовый комплект «Дорожные знаки», -1 шт., Стенд системы управления - 1 шт., Стенд схема газобалон. устан. автомоб. - 1 шт., Стол компьютерный -1 шт., Экран - 1 шт., Экран на штативе - 1 шт., Стулья - 75 шт., Стол ученический 2-х местный - 38 шт., Стол, стул преподавателя-1 шт.</p>
<p>Компьютерный класс (26/228а)</p>	<p>Аудитория для проведения занятий семинарского типа, проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы Видеомагнитофон - 1 шт., Видеопроектор BE - 1 шт.; Доска аудиторная ДН-38 - 1 шт.; Журнальный стол - 1 шт.; Доска настенная 3-элементная - 1 шт.; Компьютер в комплекте - 1 шт.; Компьютер - 10 шт.*; Кресло офисное. - 1 шт., Монитор-1 шт., Монитор ЖК LG - 12 шт.; Монитор УАМА - 1 шт.; Стол эргономичный - 1 шт., Телевизор 5695 - 1 шт.; Стулья - 22 шт., Стол-12 шт., Стол, стул преподавателя -1 шт. Антивирусная защита Касперского, Windows, Microsoft Office</p>
<p>Лаборатория диагностики и технической эксплуатации электромобилей* (26/144)</p>	<p>Комплект оборудования «Лаборатория электромобиль» (410124000603294)*: многофункциональное зарядное «Кулон -912», станция электрорядная «Фора ЭЗС-АС», лабораторный блок питания «Instek SPS-1820», токовые клещи «Fluke i410», токовые клещи «APPA-A18P», измеритель внутреннего сопротивления ХИТ «Мегарон МЕГА-303», осциллограф-мультиметр «АКИП-4125/1А», мультиметр цифровой «АКИП-2203», нагрузочная вилка для АКБ «НВ-04», блок ускоренного разряда батарей «Ballu ВНР-М-15», трехфазная электрическая нагрузка, зарядное устройство для литий ионных батарей «Thunder Sky», переносной компьютер HP Laptop Model 14-dk0004ur, комплект источников питания и потребителей (двигатели, контроллеры, модули бортового питания), комплект инструментов «JTC K6172», телевизор LG 55UK6200PLA, телевизор LG 28TK410V-PZ, инструментальная тележка JTC</p>
<p>Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова</p>	<p>Помещения для самостоятельной работы – аудитории для проведения планируемой учебной, учебно-исследовательской, научно-исследовательской работы студентов, выполняемой во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия: 9 читальных залов, организованных по принципу от-</p>

	крытого доступа и оснащенных Wi-Fi и Интернет-доступом, в том числе 5 компьютеризированных читальных залов.
Общежитие №4.	Комната для самоподготовки

* оборудование используется для практической подготовки

11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторная и внеаудиторная) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

- практические занятия, включая практическую подготовку (занятия семинарского типа);
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- самостоятельная работа обучающихся.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Попуски аудиторных занятий не рекомендуются. Студент, пропустивший занятия обязан пояснить причину своего отсутствия и в зависимости от вида пропущенного занятия должен самостоятельно подготовить и представить на проверку материал, выбывший из-за пропуска, дополнительно представив его в виде краткого устного сообщения в рамках темы пропущенной лекции или ответив на контрольные вопросы в отдельно отведенное время при пропуске практического занятия.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Основу теоретического обучения студентов составляют лекции. Они дают систематизированные знания студентам о наиболее сложных и актуальных проблемах обеспечения технической эксплуатации транспортных средств с комбинированной энергоустановкой и электромобилей. На лекциях особое внимание уделяется не только усвоению студентами изучаемых проблем, но и стимулированию их активной познавательной деятельности, творческого мышления, развитию научного мировоззрения, профессионально-значимых свойств и качеств.

На занятиях излагается теоретический материал: даются термины и определения, обосновывается необходимость внедрения современных гибридных технологий во все сферы транспорта и сельского хозяйства. Рассматривается методика оптимизации конструкции и компоновочного решения транспортного средства с комбинированной энергетической установкой или полностью электрического в зависимости от назначения и сферы использования.

На *практических занятиях* излагается теоретический материал: даются термины и определения, обосновывается необходимость исследования и обоснования определенных параметров и характеристик электромобилей и КЭУ. Рассматривается методика оптимизации конструкции и компоновочного решения транспортного средства на альтернативных источниках энергии в зависимости от назначения и сферы использования.

Излагаемый материал может показаться студентам сложным, поскольку включает знания, почерпнутые преподавателем из различных естественно-научных дисциплин, науки и техники. Осуществляя учебные действия на лекционных занятиях, студенты должны внимательно воспринимать действия преподавателя, запоминать складывающиеся образы, мыслить, добиваться понимания изучаемого предмета, применения знаний на практике. Студенты должны аккуратно вести конспект если преподавателем не предлагается специально подготовленный раздаточный или презентационный материал. В случае недопонимания какой-либо части предмета следует задать вопрос в установленном порядке преподавателю. В процессе работы на лекции необходимо так же выполнять в конспектах модели изучаемого предмета (рисунки, схемы, формулы и т.д.), которые использует преподаватель. Лекционное занятие должно быть содержательным, проблемным, диалоговым, интересным, эффективным, отличаться новизной рассмотрения учебных вопросов.

На практических занятиях проводится практическая подготовка. Их главной задачей является углубление и закрепление теоретических знаний у студентов, формирование и развитие у них умений и навыков применения знаний для успешного решения задач. Практическое занятие проводится в соответствии с планом. В плане указываются тема, время, место, цели и задачи занятия, обсуждаемые вопросы.

Практические занятия целесообразно проводить в интерактивной форме. Эффективно при этом использовать имеющееся на кафедре оборудование и рабочие места. Преподаватель оценивает решения и проводит анализ результатов.

Использование компьютерной техники подразумевает применение программного обеспечения и специальных программ для аудиторного обучения и самостоятельного изучения отдельных тем дисциплины. Для этого кафедре следует обеспечить преимущественно сертифицированное программное обеспечение и поверенное и испытанное оборудование для всех форм занятий по дисциплине.

Для подготовки к аудиторным занятиям можно рекомендовать современные программные продукты: для подготовки презентационного материала – Canva.com, Microsoft Office PowerPoint и их аналоги; для подготовки контрольных заданий различных видов – Quizlet, Learnis, Kahoot.com и другие; для работы в онлайн формате – Яндекс.Телемост, Zoom и их аналоги.

Непосредственно на практических занятиях рекомендуется использовать цифровые средства диагностики автомобилей Autel Diagnostics, Launch Tech, Torque и другие, предоставленные на мобильные устройства студентов; для обработки и визуализации экспериментальных данных или сведений из специализированных баз – Jupyter Notebook, Google Colab, Tableau, Microsoft Office Excel, Statistika, Power BI, MathLab и другие онлайн и офлайн программные продукты (в зависимости от их доступности).

Для этого кафедре следует обеспечить преимущественно сертифицированное программное обеспечение и поверенное и испытанное оборудование для всех форм занятий по дисциплине.

Одной из форм применения программного обеспечения является размещение электронных учебных пособий, контрольных заданий и примерных вопросов на информационном портале «Тимиразевка» с созданием соответствующего раздела по дисциплине на виртуальном диске.

Для эффективного проведения практических занятий по дисциплине кафедре целесообразно разработать рабочую тетрадь с изложением всех элементов учебного процесса (тематического плана дисциплины, описания лабораторных занятий, индивидуальных контрольных заданий и др.).

Подготовка студентов к практическому занятию включает:

- заблаговременное ознакомление с планом занятия;
- изучение рекомендованной литературы, в том числе представленной в электронной форме;
- освоение своей роли как участника деловой игры.

При проведении практических занятий уделяется особое внимание заданиям, предполагающим не только воспроизведение студентами знаний, но и направленных на развитие у них практических умений и навыков, а так же творческого мышления, научного мировоззрения, профессиональных представлений и способностей.

Студент должен быть готов к устным опросам на учебных занятиях. Одобряется и поощряется инициативные выступления с докладами по темам лабораторных занятий как на самих занятиях, так и на научно-практических конференциях. Попуски аудиторных занятий не рекомендуются.

Самостоятельная работа студентов предполагает проработку лекционного материала, подготовку к практическим занятиям по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых тем предмета, подготовку докладов и сообщений на секции научной конференции, выполнение домашнего задания. При организации самостоятельной работы, следует обратить особое внимание на регулярность изучения основной и дополнительной литературы, конспекта лекций, а также выполнения домашних заданий. В период изучения литературных источников необходимо так же вести конспект. В случае затруднений необходимо обратиться к преподавателю за разъяснениями.

Для успешного аудиторного и самостоятельного изучения дисциплины на занятиях целесообразно информировать студентов о наличии и возможности использования различных отрас-

левых баз данных, информационно-справочных и поисковых ресурсов по средствам управления техническим состоянием наземных транспортных машин, техническому сервису в агропромышленном комплексе и на автомобильном транспорте.

Преподавание дисциплины основано на максимальном использовании активных форм обучения и самостоятельной работы студентов. Для этого используются методические рекомендации, позволяющие студентам под руководством преподавателей (путём консультаций) самостоятельно осуществлять поиск необходимой информации и принимать обоснованные решения по конкретным ситуациям. Рекомендуется посещение автомобильных, промышленных, экологических и агропромышленных выставок с последующей групповой дискуссией по результатам посещения.

Формой проверки знаний в конце курса является зачет, который должен оценить работу студента, выявить уровень полученных им теоретических знаний и развития творческого мышления, наличие навыков самостоятельной работы и умение применять полученные знания на практике.

Зачет сдается в период зачетной недели. Форму проведения зачета (устно, письменно) определяет преподаватель по согласованию с заведующим кафедрой.

Устный зачет проводится по предварительно запланированным вопросам. Перечень вопросов, выносимых на зачет, доводится преподавателем до студентов не позднее, чем за десять дней до начала зачетной недели.

На зачет студент должен явиться с зачетной книжкой, которую предъявляет в начале зачета преподавателю, а также с ручкой и листом бумаги для письменного ответа.

Подготовка к ответу составляет не более 25 минут.

Во время зачета преподаватель может задавать дополнительные вопросы с целью выяснения качественного уровня освоения учебного курса. При проведении зачета могут быть использованы технические средства, программы данного курса, справочная литература. Основой для определения итогов зачета служит уровень усвоения студентом материала, предусмотренного учебной программой данной дисциплины.

Преподаватель не имеет права принимать зачет без зачетной ведомости и зачетной книжки.

Программу разработал:

Митягин Григорий Евгеньевич, к.т.н., доцент

(подпись)