

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце

ФИО: Парлюк Екатерина Петровна

Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Дата подписания: 2022-07-13 13:52:38

Уникальный идентификатор документа:

7823a3d3181287ca51a86a4c69d33e1779345d45



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 тракторов и автомобилей

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики  
и энергетики имени В.П. Горячкина

Е.П. Парлюк

«» 2022 года

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.ДВ.01.01 «Математическое моделирование процессов  
функционирования автомобилей»**

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 23.04.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Направленность: Цифровизация автомобильного хозяйства

Курс 2

Семестр 4

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022

Разработчики: Пуляев Николай Николаевич, к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«29» августа 2022 года

Федоткин Роман Сергеевич, к.т.н.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«29» августа 2022 года

Рецензент: Алдошин Николай Васильевич, д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

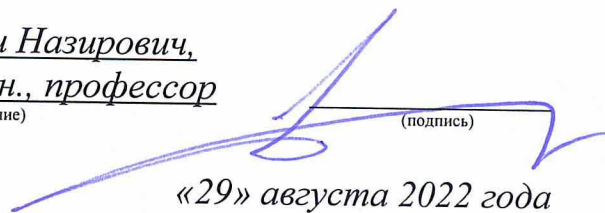
«29» 08 2022 года

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки **23.04.03** – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, 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 № 1-22/23 от 29 августа 2022 года.

Заведующий кафедрой

«Тракторы и автомобили» Дидманидзе Отари Назирович,  
академик РАН, д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«29» августа 2022 года

Согласовано:

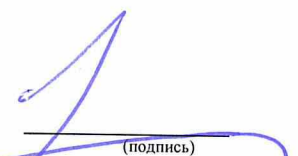
Председатель учебно-методической  
комиссии Института механики и энергетики  
имени В.П. Горячкина Парлюк Е.П., д.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

Протокол № 2 от «15» сентября 2022 года

Заведующий выпускающей кафедрой

«Тракторы и автомобили» Дидманидзе Отари Назирович,  
академик РАН, д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«15» 09 2022 года

Зав. отделом комплектования ЦНБ

  
(подпись)

## Содержание

	Стр.
Аннотация.....	4
1. Цель освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в учебном процессе.....	6
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	7
4. Структура и содержание дисциплины.....	7
4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ в семестре.	7
4.2. Содержание дисциплины.....	11
4.3. Лекции и практические занятия.....	14
5. Образовательные технологии.....	18
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....	19
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	19
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	23
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	26
7.1. Основная литература.....	26
7.2. Дополнительная литература.....	26
7.3. Нормативные правовые акты.....	27
7.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	27
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	28
9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.....	28
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	28
11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины.....	29
12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине.....	30

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
Б1.В.ДВ.01.01 «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» для подготовки магистров по направлению 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»,  
направленность «Цифровизация автомобильного хозяйства»**

**Цель освоения дисциплины:** получение студентами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области математического и динамического моделирования процессов работы транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов с разработкой расчетных схем и систем дифференциальных уравнений на основе исходных данных о подсистемах, а также современных методов имитационного моделирования процессов, статистической обработки и анализа полученных результатов, их интерпретации и сопоставления с расчетно-теоретическими и экспериментальными данными, управления отдельными характеристиками компонентов системы внутри модели для получения оптимальных выходных данных.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в перечень дисциплин по выбору вариативной части учебного плана направления подготовки 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», формируемую участниками образовательных отношений.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1.5; УК-2.4; УК-3.4; ПКос-5.2; ПКос-7.2.

**Краткое содержание:** Общие вопросы моделирования. Предмет теории моделирования. Роль и место моделирования в исследовании систем. Классификация и построение математических моделей. Математические схемы моделирования систем. Основные подходы к построению ММ систем. Программирование и общие правила записи программ. Основные численные методы решения дифференциальных уравнений. Методы решения дифференциальных уравнений с автоматическим изменением шага. Математическое моделирование процесса торможения автомобильного колеса. Математическая модель процесса торможения автомобильного колеса в составе АБС. Математическое моделирование работы тормозного механизма автомобиля. Динамические модели силовых передач. Математические модели, описывающие влияние факторов на показатели технической готовности автомобилей. Методика оценки адекватности математической модели.

Особенностью дисциплины является направленность на решение как практических вопросов, связанных с разработкой научно-обоснованных рекомендаций по эксплуатации техники в реальных производственных условиях, так и теоретических вопросов, связанных с научными подходами к определению конструкций и стратегий технической эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин.

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

**Промежуточный контроль:** зачет с оценкой.

## 1. Цель освоения дисциплины

Транспортные и транспортно-технологические машины (ТиТТМ) являются сложными объектами, поведение которых в динамике зависит от многих факторов. Эта особенность требует проведения заблаговременной количественной оценки всех факторов, влияющих на эффективность технической эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин, а также определения интенсивности и значимость их воздействия на рассматриваемую техническую систему в целом путем проведения математического моделирования. Только по итогам математического моделирования возможно принятие обоснованных инженерных решений по совершенствованию конструкции или изменению эксплуатационных свойств, рассматриваемых объектов.

При математическом моделировании проводится опосредованное практическое или теоретическое исследование объекта, при котором непосредственно изучается не сам интересующий нас объект, в силу сложности и высокой стоимости исследований на натуральных объектах, а некоторая вспомогательная искусственная или естественная система (модель), находящаяся в некотором объективном соответствии с познаваемым объектом, способная замещать его в определенных отношениях и дающая при её исследовании, в конечном счете, информацию о самом моделируемом объекте и процессах, происходящих с ним. Тем не менее, построение математической модели не исключает влияния человеческого фактора, что повышает требования к уровню подготовки специалистов, а также методам их подготовки и повышения квалификации.

Современным специалистам-эксплуатационникам сейчас требуются компетенции, связанные с современными методами владения математическим аппаратом, передовыми методами моделирования, сбора, анализа и обработки информации, а также способами перенесения результатов моделирования на реальные объекты при помощи цифровых технологий.

Целью освоения дисциплины «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» является освоение студентами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области математического и динамического моделирования процессов работы транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов с разработкой расчетных схем и систем дифференциальных уравнений на основе исходных данных о подсистемах (включая учет функций процессов внешнего возмущения, внутренних процессов, инерционных, упруго-демпфирующих и других свойств компонентов системы), а также современных методов имитационного моделирования процессов, статистической обработки и анализа полученных результатов, их интерпретации и сопоставления с расчетно-теоретическими и экспериментальными данными, управления отдельными характеристиками компонентов системы внутри модели для получения оптимальных выходных данных.

Дисциплина рассчитана на подготовку специалистов, способных работать в современных меняющихся условиях, в ситуации постоянно совершенствующихся конструкций транспортных и транспортно-технологических машин и технологий прогнозирования и обеспечения их работоспособности, что подразумевает решение следующих задач:

- изучение вопросов математического моделирования процессов функционирования транспортно-технологических машин и построения соответствующих моделей, подбора и обоснования набора оцениваемых и моделируемых параметров, выбора граничных условий моделирования, сопоставления результатов математического моделирования с теоретическими моделями;
- рассмотрение методов распространения результатов математического моделирования на реальные физические объекты с прогнозированием их технического состояния в реальных условиях эксплуатации в различных почвенно-климатических зонах РФ, а также методов коррекции получаемых моделей на основе данных об изменении функционирования реальных объектов.

## 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» включена в перечень дисциплин по выбору вариативной части учебного плана. Дисциплина «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» 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 направлению 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (направленность «Цифровизация автомобильного хозяйства»).

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» являются курсы:

- 1 курс, 1 семестр: «Математическая статистика и теория случайных процессов», «Программное обеспечение для моделирования и проектирования систем и процессов».
- 1 курс, 2 семестр «Data science на автомобильном транспорте», «Аналитические и численные методы планирования эксперимента».

Дисциплина «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» является основополагающей для подготовки и выполнения выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации) в рамках государственной итоговой аттестации.

Особенностью дисциплины является направленность на решение как теоретических вопросов математического моделирования реальных процессов функционирования транспортно-технологических машин, так и практических вопросов, связанных с методами прогнозирования технического состояния объектов по результатам моделирования.

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенно-

стей 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.

## **4. Структура и содержание дисциплины**

### **4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре**

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 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-1.5 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
2.	УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.4 Разрабатывает план реализации проекта с использованием инструментов планирования	возможные варианты реализации проекта на каждом этапе, методы планирования проектов, в том числе посредством цифровых онлайн-планировщиков типа Google Tasks, MS To-Do др., а также цифровых инструментов планирования и управления проектами – CRM-программы Мегэплан, Vipulse и др.	оценивать достоинства и недостатки различных вариантов реализации проектов; обосновывать варианты «дорожных карт» реализации проектов, в том числе посредством цифровых онлайн-планировщиков типа Google Tasks, MS To-Do др., а также цифровых инструментов планирования и управления проектами – CRM-программы Мегэплан, Vipulse и др.	способностью предлагать варианты решения реализации проекта; навыками выбора оптимальной траектории реализации проекта, навыками использования цифровых онлайн-планировщиков типа Google Tasks, MS To-Do др., а также цифровых инструментов планирования и управления проектами – CRM-программы Мегэплан, Vipulse и др.
3.	УК-3	Способен организовать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для дости-	УК-3.4 Организует дискуссии по заданной теме и обсуждение результатов работы команды с привлечением оппонентов разрабо-	особенности совместной работы в команде, виды и способы обмена информацией для обеспечения командной работы,	эффективно взаимодействовать с членами команды, находить и использовать резервы повышения эффективности за счет	методами взаимодействия с другими членами команды, в том числе в виде обмена информацией, знаниями и опы-



		жения поставленной цели	таннным идеям	в том числе посредством цифровых сервисов и технологий демонстрации материалов и презентаций дискуссий, а также дистанционных технологий типа Яндекс.Телемост, Zoom и др. для проведения дискуссий, программного обеспечения типа TeamViewer для удаленного подключения к рабочему столу ПК.	цифровых сервисов и технологий демонстрации материалов и презентаций, дистанционных технологий типа Яндекс.Телемост, Zoom и др., программного обеспечения типа TeamViewer для удаленного подключения к рабочему столу ПК.	том, демонстрации результатов и презентации работы, в том числе посредством цифровых сервисов и технологий демонстрации материалов и презентаций, дистанционных технологий типа Яндекс.Телемост, Zoom и др., программного обеспечения типа TeamViewer для удаленного подключения к рабочему столу ПК.
4.	ПКос-5	Способен организовывать и проводить оценку новых и усовершенствованных образцов наземных-транспортно-технологических машин, разрабатывать рекомендации по повышению эксплуатационных свойств	ПКос-5.2 Способен проводить оценку функциональных, энергетических и технических параметров наземных транспортно-технологических машин с подготовкой протоколов испытаний	методы, средства и приемы сбора данных о функциональных, энергетических и технических параметрах наземных транспортно-технологических машин, включая поиск информации на различных интернет-ресурсах, сайтах производителей транспортно-технологических машин, электронных библиотечных системах и т.д. или экспериментально с применением аналого-цифровых преобразователей и современного	проводить оценку, анализировать, обобщать, оформлять и описывать полученные данные о функциональных, энергетических и технических параметрах, находить решения и подтверждения предполагаемых выводов посредством математического моделирования, динамического и имитационного моделирования в САМ-системах MatLab, MathCad и их аналогах, а также обработки сигналов контрольно-измерительного оборудования с помощью специа-	навыками описания результатов и формулирования выводов по итогам обработки получаемых данных о функциональных, энергетических и технических параметрах, прогнозирования развития событий и моделирования оцениваемых процессов в других условиях с применением САМ-систем MatLab, MathCad и их аналогах

				контрольно-измерительного оборудования, а также методики подготовки документации по результатам испытаний	лизированного программного обеспечения.	
5.	ПКос-7	Способен выполнять технологическое проектирование производственно-технической базы предприятий сервиса наземных транспортно-технологических машин	ПКос-7.2 Способен собирать данные, необходимые для выработки мероприятий по проектированию новой, реконструкции или модернизации действующей производственно-технической базы сервиса наземных транспортно-технологических машин	требования к технологическому проектированию организаций, эксплуатирующих транспортные и транспортно-технологические машины; показатели, характеризующие потенциал повышения эксплуатационных показателей транспортных и транспортно-технологических машин; способы сбора и обработки информации; технологический процесс технического обслуживания и ремонта, включая инновационные цифровые технологии сервиса машин; требования оперативно-постовых карт; требования правил и инструкций по охране труда, промышленной санитарии, пожарной и экологической безопасности	собирать и обрабатывать информацию, полученную из различных источников, в том числе специализированных интернет-изданий, научных публикаций; внедрять инновационные цифровые методы и средства диагностирования, обслуживания ремонта новых систем транспортных и транспортно-технологических машин; работать с прикладным программным обеспечением, применять цифровые и информационные технологии; разрабатывать нормативно-техническую документацию различного назначения	способами сбора и обработки информации о технологических процессах технического обслуживания и ремонта, содержании и требованиях операционно-постовых карт и другой нормативно-технической документации; навыками работы в прикладных программах и базах данных технологий

Таблица 2

## Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость, час
	всего / в том числе практическая подготовка
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>72/4</b>
<b>1. Контактная работа</b>	<b>24,35/4</b>
<b>Аудиторная работа:</b>	<b>24,35/4</b>
<i>в том числе:</i>	
<i>лекции (Л)</i>	12
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	12/4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>47,65</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, текущему и промежуточному контролю, подготовка расчетно-графической работы и т.д.)</i>	20,65
<i>Расчетно-графическая работа (РГР)</i>	18
<i>Подготовка к зачету с оценкой</i>	9
Вид промежуточного контроля:	Зачет с оценкой

## 4.2. Содержание дисциплины

Таблица 3

## Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ (всего/*)	ПКР	
Раздел 1. Общие вопросы математического моделирования процессов.					
Тема 1. Общие вопросы моделирования. Предмет теории моделирования.	2	1	-	-	1
Тема 2. Роль и место моделирования в исследовании систем. Классификация и построение математических моделей	4	1	2	-	1
Тема 3. Математические схемы моделирования систем. Основные подходы к построению ММ систем	4	1	1	-	2
Тема 4. Программирование и общие правила записи программ	4	1	1	-	2
Тема 5. Основные численные методы решения дифференциальных уравнений	4	1	1	-	2
Тема 6. Методы решения дифференциальных уравнений с автоматическим изменением шага	4	1	1	-	2
Раздел 2. Прикладное математическое моделирование процессов в транспортных средствах.					
Тема 7. Математическое моделирование процесса торможения автомобильного колеса. Математическая модель процесса торможения автомо-	4	1	1/1	-	2

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ (всего/*)	ПКР	
бильного колеса в составе АБС					
Тема 8. Математическое моделирование работы тормозного механизма автомобиля	4	1	1/1	-	2
Тема 9. Математическое моделирование процесса торможения автомобиля (плоская модель)	4	1	1/1	-	2
Тема 10. Математические модели динамической нагруженности силовых передач и транспортных средств при их движении по неровностям пути	4	1	1/1	-	2
Тема 11. Математические модели, описывающие влияние факторов на показатели технической готовности автомобилей	5	1	2	-	2
Тема 12. Методика оценки адекватности математической модели	1,65	1	-	-	0,65
Контактная работа на промежуточном контроле	0,35	-	-	0,35	-
Подготовка расчетно-графической работы	18	-	-	-	18
Подготовка к зачету с оценкой	9	-	-	-	9
Всего за семестр	72/4	12	12/4	0,35	47,65
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>72/4</b>	<b>12</b>	<b>12/4</b>	<b>0,35</b>	<b>47,65</b>

\* в том числе практическая подготовка

## **Раздел 1. Общие вопросы математического моделирования процессов.**

**Тема 1. Общие вопросы моделирования. Предмет теории моделирования.** Цели и задачи дисциплины. Что такое математическое моделирование. Основные этапы математического моделирования: построение модели; решение математической задачи, к которой приводит модель; интерпретация полученных следствий из математической модели; проверка адекватности модели; модификация математической модели.

**Тема 2. Роль и место моделирования в исследовании систем. Классификация и построение математических моделей.** Классификация математической модели по разным критериям. Теория графов. Математические модели детерминистические и вероятностно-статистические. Построение математической модели. Рассмотрение элементарной задачи механики. Допущения при построении математической модели

**Тема 3. Математические схемы моделирования систем. Основные подходы к построению ММ систем.** Непрерывно-детерминированные модели. Дискретно-детерминированные модели. Непрерывно-стохастические модели. Методы теории массового обслуживания. Имитационное моделирование систем. Процедура имитационного моделирования. Имитация функционирования системы. Обобщённые алгоритмы имитационного моделирования. Алгоритм моделирования по принципу особых состояний. Методы определения характеристик моделируемых систем. Измеряемые характеристики моделируемых систем. Расчёт математического ожидания и дисперсии выходной характеристики. Расчёт среднего по времени значения выходной характеристики

**Тема 4. Программирование и общие правила записи программ.** Алгоритмы. Описательный алгоритм. Графический алгоритм. Язык программирования: команды; операторы; подпрограммы; комментарии; организация ввода текущих переменных; организация начала циклов; построение тела циклов; организация конца циклов; вывод результатов на печать или экран.

**Тема 5. Основные численные методы решения дифференциальных уравнений.** Метод Эйлера – Коши – простейший метод первого порядка для численного интегрирования дифференциальных уравнений. Метод Эйлера – Коши с итерациями. Модифицированный метод Эйлера второго порядка, реализуемый рекуррентными формулами. Метод трапеций – одна из модификаций метода Эйлера второго порядка. Метод Рунге – Кутта. Общий алгоритм методов.

**Тема 6. Методы решения дифференциальных уравнений с автоматическим изменением шага.** Автоматическое изменение шага в ходе решения систем дифференциальных уравнений. Метод Рунге-Куты с автоматическим изменением шага.

**Раздел 2. Прикладное математическое моделирование процессов в транспортных средствах.**

**Тема 7. Математическое моделирование процесса торможения автомобильного колеса.** Расчетная схема процесса торможения колеса с эластичной шиной, запись уравнения динамики. Алгоритм решения математического описания процесса торможения автомобильного колеса. Математическая модель шины; математическая модель тормозного механизма; математическое описание работы тормозных механизмов и модулятора АБС.

**Тема 8. Математическое моделирование работы тормозного механизма автомобиля.** Математическое описание тормозного механизма. Инерционность тормозного механизма, зона нечувствительности тормозного механизма. Метод кусочно-линейной аппроксимации.

**Тема 9. Математическое моделирование функционирования электрооборудования автомобиля.** Расчетная схема электрооборудования автомобиля. Энергетический баланс автомобиля, влияние факторов на работу элементов, входящих в электрооборудование автомобиля. Комбинированные энергетические установки.

**Тема 10. Математические модели динамической нагруженности силовых передач и транспортных средств при их движении по неровностям пути.** Крутильные колебания силовых передач. Устойчивость в математической модели. Описание функции рельефа опорной поверхности дороги, инерционных и упруго-демпфирующих характеристик элементов транспортного средства. Разработка динамической и математической моделей движения транспортного средства. Разработка имитационной модели движения транспортного средства.

**Тема 11. Математические модели, описывающие влияние факторов на показатели технической готовности автомобилей.** Постановка задачи, определение действующих факторов, Особенности воздействия объективных и субъективных факторов. Построение имитационной модели. Расчет модели по фиксированным сочетаниям инструментов.

**Тема 12. Методика оценки адекватности математической модели.** Методика проведения оценки адекватности математической модели. Требование адекватности в математической модели. Критерий Фишера. Дисперсия адекватности. Дисперсия повторяемости.

### 4.3. Лекции и практические занятия

В рамках изучения дисциплины «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» предусмотрено проведение лекций и практических занятий. Главной целью практических занятий по дисциплине является: закрепить теоретические знания, получить практические навыки выполнения работ по математическому моделированию процессов функционирования автомобилей. В каждом практическом занятии студенту необходимо выполнить наложение связей, задание внешних условий, выполнение расчета, замер характеристик, просмотр графиков, численных результатов и наложение реальных графиков на расчетные. Практические занятия проходят как в классическом формате, так и в виде дискуссии, обсуждения.

Таблица 4

#### Содержание лекций, практических занятий и контрольные мероприятия

№ раздела, темы	№ и название практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов*
Раздел 1. Общие вопросы математического моделирования процессов				<b>12</b>
Тема 1. Общие вопросы моделирования. Предмет теории моделирования.	Лекция № 1 «Общие вопросы моделирования»	УК-1.5 УК-2.4		1
Тема 2. Роль и место моделирования в исследовании систем. Классификация и построение математических моделей	Лекция № 2 «Роль и место моделирования в исследовании систем»	УК-1.5 УК-2.4		1
	Практическое занятие № 1 «Основы моделирования в среде GPSS World. Главное меню, панель инструментов, ввод модели, настройка»	УК-1.5 УК-2.4	устный опрос	1
	Практическое занятие № 2 «Основы моделирования в среде GPSS World. Основные составляющие системы. Основные этапы моделирования. Моделирование в интерактивном режиме»	УК-1.5 УК-2.4	устный опрос	1
Тема 3. Математические схемы моделирования систем. Основные подходы к построению ММ систем	Лекция № 3 «Математические схемы моделирования систем. Основные подходы к построению ММ систем»	УК-1.5 УК-2.4 УК-3.4		1
	Практическое занятие № 3 «Моделирование производственных и непроизводствен-	УК-1.5 УК-2.4 УК-3.4	устный опрос	1

№ раздела, темы	№ и название практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов*
	ных систем. Моделирование систем массового обслуживания»			
Тема 4. Программирование и общие правила записи программ	Лекция № 4 «Программирование и общие правила записи программ»	УК-1.5 УК-2.4 УК-3.4		1
	Практическое занятие № 4 «Основы моделирования в среде Matlab Simulink/Simscape. Основные составляющие системы»	УК-1.5 УК-2.4 УК-3.4	устный опрос	1
Тема 5. Основные численные методы решения дифференциальных уравнений	Лекция № 5 «Основные численные методы решения дифференциальных уравнений»	УК-1.5 УК-2.4 УК-3.4		1
	Практическое занятие № 5 «Математическое моделирование процесса колебаний груза на пружине»	ПКос-5.2 ПКос-7.2	устный опрос	1
Тема 6. Методы решения дифференциальных уравнений с автоматическим изменением шага	Лекция № 6 «Методы решения дифференциальных уравнений с автоматическим изменением шага»	ПКос-5.2 ПКос-7.2		1
	Практическое занятие № 6 «Математическое моделирование процесса колебаний груза на пружине с учетом трения»	ПКос-5.2 ПКос-7.2	устный опрос	1
<b>Раздел 2. Прикладное математическое моделирование процессов в транспортных средствах</b>				
<b>12/4</b>				
Тема 7. Математическое моделирование процесса торможения автомобильного колеса. Математическая модель процесса торможения автомобильного колеса в составе АБС	Лекция № 7 «Математическое моделирование процесса торможения автомобильного колеса. Математическая модель процесса торможения автомобильного колеса в составе АБС»	ПКос-5.2 ПКос-7.2		1
	Практическое занятие № 7 (практическая подготовка) «Математическое моделирование процесса торможения автомобильного колеса (плоская модель). Математическое моделирование процесса торможения автомобильного колеса в составе АБС»	ПКос-5.2 ПКос-7.2	устный опрос, деловая игра	1
Тема 8. Математическое моделирование работы тормозного механизма автомобиля	Лекция № 8 «Математическое моделирование работы тормозного механизма автомобиля»	ПКос-5.2 ПКос-7.2		1
	Практическое занятие № 8 (практическая подготовка)	ПКос-5.2 ПКос-7.2	устный опрос, деловая игра	1

№ раздела, темы	№ и название практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов*
	«Математическое моделирование работы тормозного механизма автомобиля»			
Тема 9. Математическое моделирование функционирования электрооборудования автомобиля	Лекция № 9 «Математическое моделирование функционирования электрооборудования автомобиля»	ПКос-5.2 ПКос-7.2		1
	Практическое занятие № 9 (практическая подготовка) «Математическое моделирование функционирования электрооборудования автомобиля»	ПКос-5.2 ПКос-7.2	устный опрос, деловая игра	1
Тема 10. Динамические модели силовых передач	Лекция № 10 Математические модели динамической нагрузки силовых передач и транспортных средств при их движении по неровностям пути	ПКос-5.2 ПКос-7.2		1
	Практическое занятие № 10 (практическая подготовка) «Моделирование динамической нагрузки транспортного средства при движении по неровностям пути или работы силовых передач»	ПКос-5.2 ПКос-7.2	устный опрос, деловая игра	1
Тема 11. Математические модели, описывающие влияние факторов на показатели технической готовности автомобилей	Лекция № 11 «Математические модели, описывающие влияние факторов на показатели технической готовности автомобилей»	ПКос-5.2 ПКос-7.2		1
	Практическое занятие № 11 «Моделирование работы участка цеха. Моделирование системы управления запасами»	ПКос-5.2 ПКос-7.2	устный опрос, деловая игра	1
	Практическое занятие № 12 «Моделирование работы автозаправочной станции»	ПКос-5.2 ПКос-7.2	устный опрос, деловая игра	1
Тема 12. Методика оценки адекватности математической модели	Лекция № 12 «Методика оценки адекватности математической модели»	ПКос-5.2 ПКос-7.2	устный опрос	1

\* из них 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
Раздел 1. Общие вопросы математического моделирования процессов.		
1.	Тема 1. Общие вопросы моделирования. Предмет теории моделирования.	Цели и задачи дисциплины. Что такое математическое моделирование. Основные этапы математического моделирования: построение модели; решение математической задачи, к которой приводит модель; интерпретация полученных следствий из математической модели; проверка адекватности модели; модификация математической модели (УК-1.5, УК-2.4).
2.	Тема 2. Роль и место моделирования в исследовании систем. Классификация и построение математических моделей	Классификация математической модели по разным критериям. Теория графов. Математические модели детерминистические и вероятностно-статистические. Построение математической модели. Рассмотрение элементарной задачи механики. Допущения при построении математической модели (УК-1.5, УК-2.4).
3.	Тема 3. Математические схемы моделирования систем. Основные подходы к построению ММ систем	Непрерывно-детерминированные модели. Дискретно-детерминированные модели. Непрерывно-стохастические модели. Методы теории массового обслуживания. Имитационное моделирование систем. Процедура имитационного моделирования. Имитация функционирования системы. Обобщённые алгоритмы имитационного моделирования. Алгоритм моделирования по принципу особых состояний. Методы определения характеристик моделируемых систем. Измеряемые характеристики моделируемых систем. Расчёт математического ожидания и дисперсии выходной характеристики. Расчёт среднего по времени значения выходной характеристики (УК-1.5, УК-2.4, УК-3.4)
4.	Тема 4. Программирование и общие правила записи программ	Алгоритмы. Описательный алгоритм. Графический алгоритм. Язык программирования: команды; операторы; подпрограммы; комментарии; организация ввода текущих переменных; организация начала циклов; построение тела циклов; организация конца циклов; вывод результатов на печать или экран (УК-1.5, УК-2.4, УК-3.4).
5.	Тема 5. Основные численные методы решения дифференциальных уравнений	Метод Эйлера – Коши – простейший метод первого порядка для численного интегрирования дифференциальных уравнений. Метод Эйлера – Коши с итерациями. Модифицированный метод Эйлера второго порядка, реализуемый рекуррентными формулами. Метод трапеций – одна из модификаций метода Эйлера второго порядка. Метод Рунге – Кутта. Общий алгоритм методов (УК-1.5, УК-2.4, УК-3.4, ПКос-5.2 ПКос-7.2).
6.	Тема 6. Методы решения дифференциальных уравнений с автоматическим изменением шага	Автоматическое изменение шага в ходе решения систем дифференциальных уравнений. Метод Рунге – Кутта с автоматическим изменением шага (ПКос-5.2, ПКос-7.2).
Раздел 2. Прикладное математическое моделирование процессов в транспортных средствах.		
7.	Тема 7. Математическое моделирование процесса торможения автомобильного колеса. Математическая модель процесса торможения автомобиль-	Расчетная схема процесса торможения колеса с эластичной шиной, запись уравнения динамики. Алгоритм решения математического описания процесса торможения автомобильного колеса. Математическая модель шины; математическая модель тормозного механизма; математическое описание работы тормозных механизмов и модулятора АБС (ПКос-5.2, ПКос-7.2).

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	ного колеса в составе АБС	
8.	Тема 8. Математическое моделирование работы тормозного механизма автомобиля	Математическое описание тормозного механизма. Инерционность тормозного механизма, зона нечувствительности тормозного механизма. Метод кусочно-линейной аппроксимации (ПКос-5.2, ПКос-7.2).
9.	Тема 9. Математическое моделирование функционирования электрооборудования автомобиля	Расчетная схема электрооборудования автомобиля. Энергетический баланс автомобиля, влияние факторов на работу элементов, входящих в электрооборудование автомобиля. Комбинированные энергетические установки (ПКос-5.2, ПКос-7.2).
10.	Тема 10. Математические модели динамической нагруженности силовых передач и транспортных средств при их движении по неровностям пути.	Крутильные колебания силовых передач. Устойчивость в математической модели. Описание функции рельефа опорной поверхности дороги, инерционных и упругодемпфирующих характеристик элементов транспортного средства. Разработка динамической и математической моделей движения транспортного средства. Разработка имитационной модели движения транспортного средства (ПКос-5.2, ПКос-7.2).
11.	Тема 11. Математические модели, описывающие влияние факторов на показатели технической готовности автомобилей	Постановка задачи, определение действующих факторов, Особенности воздействия объективных и субъективных факторов. Построение имитационной модели. Расчет модели по фиксированным сочетаниям инструментов (ПКос-5.2, ПКос-7.2).
12.	Тема 12. Методика оценки адекватности математической модели	Методика проведения оценки адекватности математической модели. Требование адекватности в математической модели. Критерий Фишера. Дисперсия адекватности. Дисперсия повторяемости (ПКос-5.2, ПКос-7.2).

## 5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» 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, лекции-дискуссии, индивидуальные и групповые консультации;
- основные формы практического обучения: практические занятия;
- дополнительные формы организации обучения: самостоятельная работа студентов.

В рамках учебного курса предусмотрена деятельность, имитирующая реальную работу специалистов научно-исследовательских организаций. Также предусмотрены встречи с представителями российских компаний, осуществля-

ющих научную деятельность, проводящих инновационные исследования и разработки в рамках направлений, связанных с конструкцией и эксплуатацией транспортных и транспортно-технологических машин.

Таблица 6

**Применение активных и интерактивных образовательных технологий**

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Математическое моделирование процесса торможения автомобильного колеса	ПЗ деловая игра
2.	Математическое моделирование работы тормозного механизма автомобиля	ПЗ деловая игра
3.	Математическое моделирование функционирования электрооборудования автомобиля	ПЗ деловая игра
4.	Математическое моделирование динамической нагруженности транспортного средства при движении по неровностям пути или работы силовых передач	ПЗ деловая игра
5.	Моделирование работы участка цеха. Моделирование системы управления запасами	ПЗ деловая игра
6.	Моделирование работы автозаправочной станции	ПЗ деловая игра

**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 «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» может представлять собой: устный опрос (групповой или индивидуальный); проверку выполнения расчетно-графической работы; контроль самостоятельной работы студентов (в письменной или устной форме).

При текущем контроле успеваемости акцент делается на установлении подробной, реальной картины студенческих достижений и успешности усвоения ими учебной программы на данный момент времени.

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

В рамках обучения по дисциплине «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» не предусмотрено выполнение отдельно контролируемых и учитываемых видов работы. Однако для практического представления достижений студента рекомендуется участие с докладами на студенческих научных конференциях, а также публикация результатов работы в рамках выбранного направления.

Выполнение расчетно-графической работы рекомендуется осуществлять применительно к современным транспортно-технологическим машинам, их системам, агрегатам и узлам, а также оборудованию для технического обслужи-

вания и ремонта (предпочтительно на материалах, рассматриваемых студентами в рамках выполнения выпускной квалификационной работы на предыдущей ступени обучения) или с использованием условного варианта. Вариант работы формируется индивидуально, включает данные об объекте исследования в виде транспортно-технологической машины, ее систем и агрегатов, а также изучаемых процессах, характеристика (функция) опорной поверхности, почвенного фона, инерционные, упругие, демпфирующие и другие характеристики компонентов транспортно-технологических машин.

Расчетно-графическая работа может содержать следующие задания в зависимости от набора информации, находящейся в распоряжении студента:

1. Составление расчетной схемы и динамической модели движения транспортно-технологической машины с различными типами движителей по неровностям опорной поверхности в соответствии с определенным вариантом задания и на основе исходных данных.
2. Разработка системы дифференциальных уравнений на основе динамической модели. Их решение с применением расчетных программ.
3. Разработка и решение имитационной модели процесса в САМ-системах MatLab Simulink/Simscape.
4. Сопоставление результатов расчета с применением математической и имитационной модели.
5. Корректировка исходных данных для получения оптимальных выходных характеристик.

### **Примерный перечень вопросов, выносимый на текущую аттестацию (устный опрос):**

#### **Раздел 1. Общие вопросы математического моделирования процессов.**

##### **Тема 1. Общие вопросы моделирования. Предмет теории моделирования.**

1. Для каких целей применяется математическое моделирование процессов в технике и технологиях?
2. Какие можно выделить основные этапы математического моделирования?
3. Что такое динамическая модель? Приведите пример.
4. Что такое математическая модель? Приведите пример.
5. Что такое имитационная модель? Приведите пример.
6. Приведите общие принципы интерпретации полученных следствий из математической модели.
7. Сформулируйте общие принципы проверки адекватности и достоверности разрабатываемых математических моделей.

##### **Тема 2. Роль и место моделирования в исследовании систем. Классификация и построение математических моделей.**

1. Приведите систему классификации математических моделей по различным критериям.
2. Расскажите о роли теории графов в математическом моделировании процессов.

3. Приведите основные понятия теории графов. Дайте им определения.
4. Сформулируйте основные свойства графов.
5. Сформулируйте основные сведения о двудольных и ориентированных графах.
6. Дайте определение ациклическим графам.
7. Сформулируйте основные сведения о плоских и планарных графах.
8. Дайте характеристику математическим моделям детерминистического и вероятностно-статистического типа.
9. Расскажите об основных принципах построения математической модели.
10. Какие допущения принимаются при математическом моделировании? Каким образом они учитываются?

### **Тема 3. Математические схемы моделирования систем. Основные подходы к построению математических моделей систем.**

1. Дайте характеристику непрерывно-детерминированным моделям. Приведите примеры.
2. Дайте характеристику дискретно-детерминированным моделям. Приведите примеры.
3. Дайте характеристику непрерывно-стохастическим моделям. Приведите примеры.
4. Приведите основные принципы и методы теории массового обслуживания.
5. Поясните практический смысл имитационного моделирования систем.
6. Опишите последовательность действий по разработке имитационной модели.
7. Какие существуют обобщённые алгоритмы имитационного моделирования?
8. Дайте характеристику алгоритму моделирования по принципу особых состояний.
9. Какие характеристики и показатели функционирования систем можно измерить с помощью математической и имитационной модели?
10. Каким образом производится расчёт характеристик случайных величин: математического ожидания, среднего квадратического отклонения и дисперсии выходной характеристики?

### **Тема 4. Программирование и общие правила записи программ.**

1. Что такое алгоритмы и алгоритмизация?
2. Что такое описательный и графический алгоритмы?
3. Расскажите о назначении языков программирования и их основных понятиях.
4. Перечислите особенности программирования на языке САМ-системы Matlab.
5. Расскажите об общих принципах математического моделирования в среде Matlab Simulink.
6. Расскажите об общих принципах математического моделирования в среде Matlab Simscape.

### **Тема 5. Основные численные методы решения дифференциальных уравнений.**

1. Приведите общие сведения о математических методах интегрирования дифференциальных уравнений.
2. Дайте характеристику метода Эйлера-Коши первого порядка для численного интегрирования дифференциальных уравнений.
3. Дайте характеристику метода Эйлера-Коши с итерациями.

4. Дайте характеристику модифицированному методу Эйлера второго порядка, реализуемого рекуррентными формулами.
5. Дайте характеристику метода трапеций.
6. Дайте характеристику метода Рунге-Кутты.
7. Сформулируйте общий алгоритм методов решения дифференциальных уравнений.

### **Тема 6. Методы решения дифференциальных уравнений с автоматическим изменением шага.**

1. Поясните суть метода автоматического изменения шага в ходе решения систем дифференциальных уравнений.
2. Объясните суть метода Рунге-Куты с автоматическим изменением шага.
3. Приведите примеры использования метода Рунге-Куты с автоматическим изменением шага при решении задач математического моделирования.

### **Раздел 2. Прикладное математическое моделирование процессов в транспортных средствах.**

#### **Тема 7. Математическое моделирование процесса торможения автомобильного колеса.**

1. В чем состоит физический смысл разработки математической модели процесса торможения колеса с эластичной шиной?
2. Изобразите расчетную схему процесса торможения колеса с эластичной шиной.
3. Запишите уравнения динамики процесса торможения колеса с эластичной шиной.
4. Опишите алгоритм математического описания процесса торможения автомобильного колеса.
5. Что будет представлять из себя математическая модель шины?
6. Что будет представлять из себя математическая модель тормозного механизма и привода?
7. Опишите математическую модель работы тормозных механизмов и модулятора АБС.

#### **Тема 8. Математическое моделирование работы тормозного механизма автомобиля.**

1. Опишите особенности математической модели тормозного механизма.
2. Как учитывается в математической модели инерционность тормозного механизма?
3. Как учитывается в математической модели зона нечувствительности тормозного механизма?
4. В чем состоит метод кусочно-линейной аппроксимации?

#### **Тема 9. Математическое моделирование функционирования электрооборудования автомобиля.**

1. Опишите расчетную схему электрооборудования автомобиля.
2. Запишите уравнение энергетического баланса автомобиля.
3. Какие энергетические установки называются гибридными? Приведите примеры.
4. Какие энергетические установки называются комбинированными? Приведите примеры.

5. Опишите последовательность создания математической модели функционирования электрооборудования автомобиля.

**Тема 10. Математические модели динамической нагруженности силовых передач и транспортных средств при их движении по неровностям пути.**

1. Что такое крутильные колебания в силовых передачах транспортных средств?

2. Приведите пример составления математического описания крутильных колебаний в трансмиссиях транспортных средств.

3. Как математически описывается рельеф опорной поверхности (почвенного фона, дороги)?

4. Как учитываются в математической модели инерционные и упруго-демпфирующие характеристики элементов транспортного средства?

5. Объясните последовательность составления динамической модели движения транспортного средства.

6. Объясните последовательность составления математической модели движения транспортного средства.

7. Объясните принципы составления имитационной модели движения транспортного средства в среде MatLab Simulink/Simscape.

**Тема 11. Математические модели, описывающие влияние факторов на показатели технической готовности автомобилей.**

1. Охарактеризуйте математические модели, описывающие влияние факторов на показатели технической готовности автомобилей.

2. Каким образом производится моделирование работы участка цеха автотранспортного предприятия?

3. Каким образом производится моделирование работы моделирование работы автозаправочной станции?

4. Сформулируйте основные отличительные особенности математических моделей, описывающих работу организаций, от моделей процессов функционирования техники.

**Тема 12. Методика оценки адекватности математической модели.**

1. Опишите методику оценки адекватности разработанной математической модели.

2. Какие существуют требования проверки адекватности математической модели?

3. Как проводят оценку адекватности разработанной математической модели с помощью критерия Фишера?

4. Что такое дисперсия адекватности?

5. Что такое дисперсия повторяемости?

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

При сессионном промежуточном мониторинге акцент делается на подведении итогов работы студента в семестре и определенных административных выводах из этого. При этом знания и умения студента не обязательно подвергаются контролю заново; промежуточная аттестация может проводиться по результатам

текущего контроля. Промежуточный контроль, 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 является зачет с оценкой.

Для допуска к зачету с оценкой необходимо выполнить и представить материалы по вопросам, вынесенным на самостоятельную подготовку и по пропущенным темам.

**Примерный перечень вопросов к зачету с оценкой  
включает следующие:**

1. Начертите типовую расчетную схему моделируемого объекта и дайте пояснения.
2. Приведите пример описания взаимосвязи между элементами моделируемой системы дифференциально-алгебраическими уравнениями.
3. Начертите типовую блок-схему последовательности действий при выполнении расчетов на моделях.
4. Составьте упрощенную математическую модель процесса.
5. Объясните, как можно отредактировать ранее сохраненную программу математической модели в среде Matlab.
6. Объясните, каким образом импортировать данные программы для использования другими программами.
7. Объясните, каким образом использовать функции встроенной библиотеки программной среды.
8. Поясните, какими методами и как выполняют обработку и анализ результатов моделирования.
9. Сформулируйте последовательность создания динамической, математической и имитационной моделей.
10. Приведите примеры и поясните алгоритмы и программы элементарных вычислений.
11. Перечислите и поясните основные приемы математического моделирования процессов функционирования автомобилей.
12. Поясните суть метода Эйлера численного интегрирования дифференциальных уравнений.
13. Поясните известные методы отладки программ в процессе моделирования процессов функционирования автомобилей.
14. Опишите принципы моделирования процессов деформирования упругих элементов.
15. Опишите принципы моделирования процессов демпфирования/сопротивления, создаваемого гидравлическим амортизатором.
16. Опишите принципы моделирования процессов нарастания и снижения параметра с использованием заданных функциональных зависимостей.
17. Опишите принципы моделирования процессов с использованием метода кусочно-линейной аппроксимации.



18. Опишите принципы моделирования процессов взаимодействия шины с опорной поверхностью.
19. Опишите принципы моделирования процессов колебаний подрессоренных масс транспортных средств с учетом характеристик упруго-демпфирующих элементов систем подрессоривания и виброизоляции.
20. Опишите принципы моделирования процесса запаздывания в срабатывании элемента системы.
21. Опишите принципы моделирования инерционность элемента динамической системы.
22. Опишите принципы моделирования «сухого трения» в элементах систем.

Критерии выставления оценок во время зачета с оценкой представлены в таблице 7.

Таблица 7

### Критерии выставления оценок на зачете с оценкой

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, глубоко и прочно освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, излагающий его исчерпывающе, последовательно, системно и логически стройно; не затрудняется с ответом при видоизменении задания; справляется с нестандартными задачами, вопросами и другими видами применения знаний; при изложении материала владеет терминологией и символикой изучаемой дисциплины; показывает разносторонние знания основной и дополнительной литературы; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и логически правильно излагающий теоретический материал, не допускающий существенных неточностей в ответе на вопрос; владеющий терминологией и символикой изучаемой дисциплины при изложении материала; усвоивший основную литературу, рекомендованную программой дисциплины; обладающий основными профессиональными компетенциями; в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний)</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с проблемами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал только по обязательному минимуму содержания предмета, определенному программой дисциплины; знания основной литературы, рекомендованной программой, отрывочны и не системны. Студент допускает неточности в ответе, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении материала, четкость и убедительность ответа выражена слабо, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный</b>
Минимальный уровень «2»	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; не показал

Оценка	Критерии оценивания
(неудовлетворительно)	<p>правильного понимания существа экзаменационных вопросов; не знает значительной части основного материала; допускает принципиальные ошибки при выполнении типовых практических заданий, основная литература по проблемам курса не усвоена, практические навыки не сформированы.</p> <p><b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы</b></p>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Худяков Е.В., Липатов А.А. Имитационное моделирование процессов и систем в АПК : учебное пособие – М.: ИКЦ «Колос-с», 2021. – 256 с. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – URL: <http://elib.timacad.ru/dl/full/s03032022im.pdf/info>.
2. Хлюстов В.К. Основы научных исследований : учебное пособие / В.К. Хлюстов, Т.В. Хлюстова ; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева. – М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2022. – 171 с. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – URL: <http://elib.timacad.ru/dl/full/r20220517HlustovNI.pdf/info>.
3. Дегтярев В. Г. Математическое моделирование : учебное пособие / В. Г. Дегтярев. – Санкт-Петербург : ПГУПС, 2021. – 86 с. – ISBN 978-5-7641-1611-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/222530>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Маликов Р. Ф. Основы математического моделирования : учебное пособие для вузов / Р. Ф. Маликов. – 2-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 403 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-15279-1. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/488153>.
2. Моделирование систем и процессов : учебник для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 450 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-7322-8. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/489154>.
3. Поливаев, О. И. Испытание сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок : учебное пособие / О. И. Поливаев, О. М. Костиков. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 280 с. – ISBN 978-5-8114-2108-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/209738>.

### **7.3. Нормативные правовые акты**

1. ГОСТ 27.002-2015 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.
2. 2 ГОСТ 20911-89 Техническая диагностика. Термины и определения.
3. ГОСТ 27.310-95 Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения.
4. ГОСТ 33997-2016 Колесные транспортные средства. Требования к безопасности в эксплуатации и методы проверки.
5. ГОСТ 18322-2016 Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения.
6. ОСТ 37.001.082-92. Подготовка предпродажная легковых автомобилей.
7. РД 37.001.268-99. Рекомендации по предпродажной подготовке грузовых автомобилей и автобусов.
8. РД 37.009.026-92. Положение о техническом обслуживании и ремонте автотранспортных средств, принадлежащих гражданам (легковые и грузовые автомобили, автобусы, минитрактора).
9. Р 3112199-0240-84. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта.
10. Правила оказания услуг (выполнения работ) по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств. Утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 11.04.2001 № 290 (с изменениями на 31 января 2017 года).
11. Правила проведения технического осмотра транспортных средств. Утверждены Постановлением Правительства РФ от 5 декабря 2011 года № 1008 «О проведении технического осмотра транспортных средств» (редакция от 12.02.2018 года).
12. РД-200-РСФСР-15-0179-83. Руководство по организации технологического процесса работы службы технического контроля АТП и объединений.
13. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности колесных транспортных средств. ТР ТС 018/2011 (с изменениями на 11 июля 2016 года).
14. ГОСТ 2.051-2013 ЕСКД. Электронные документы. Общие положения.
15. ГОСТ 2.601-2013 ЕСКД. Эксплуатационные документы.
16. Р 50.1.029-2001 Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Интерактивные электронные технические руководства. Общие требования к содержанию, стилю и оформлению.
17. Р 50.1.029-2001 Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Интерактивные электронные технические руководства. Требования к логической структуре базы данных.

### **7.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

Для самостоятельного выполнения расчетно-графической работы по дисциплине «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» используются методические рекомендации по выполнению имитаци-

онного моделирования в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин.

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

Для проведения аудиторных занятий, а также самостоятельной работы в рамках дисциплины «Методика подготовки магистерской диссертации» 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)

<http://www.autostat.info> (открытый доступ)

<https://dokipedia.ru> (открытый доступ)

<http://docs.cntd.ru> (открытый доступ)

<https://www.launchrus.ru/site/assets/files/> (открытый доступ)

[https://www.autel-russia.ru/service\\_and\\_support](https://www.autel-russia.ru/service_and_support) (открытый доступ)

<https://colab.research.google.com> (открытый доступ)

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Специальных требований к программному обеспечению учебного процесса не предусмотрено. Для проведения практических занятий и самостоятельной работы достаточно возможностей типовых программ, поставляемых вместе с компьютерной техникой (Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel и другие), дополнительно устанавливаемых программных продуктов CAD/CAM-систем Mathcad, MatLab и GPSS Word (в версиях для студентов), а также стандартных Internet-браузеров).

Таблица 8

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы
1	Раздел 1. Общие вопросы математического моделирования процессов.	Microsoft Office Word Microsoft Office PowerPoint Microsoft Office Excel Яндекс.Телемост, Zoom	Оформительская Презентация Расчетная Коммуникационные
2	Раздел 2. Прикладное математическое моделирование процессов в транспортных средствах.	MatLab Яндекс.Телемост, Zoom	Расчетная Коммуникационные

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

Сведения о необходимом технологическом оборудовании и специализированных аудиториях приведены в таблице 9.

Таблица 9

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием (26/232)	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.
Компьютерный класс (26/228а)	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 ВЕ - 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
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова	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 открытого 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:

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

Виды и формы отработки пропущенных занятий.

Пропуски 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**

Формами организации учебного процесса по дисциплине, согласно структуре, являются лекционные и практические занятия (в том числе практическая подготовка), консультации и самостоятельная работа студентов.

Основу теоретического обучения студентов составляют лекции. Они дают систематизированные знания студентам о наиболее сложных вопросах математического моделирования и прототипирования. 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 лекциях излагается теоретический материал: даются термины и определения. Чтение лекций целесообразно сопровождать демонстрацией презентаций, видеоклипов и т.п. Для этого в лекционной аудитории рекомендуется иметь проекционное оборудование, интерактивную доску и т.п.

Излагаемый материал может показаться студентам сложным, поскольку включает знания, почерпнутые преподавателем из различных отраслей экономики, науки и техники. Осуществляя учебные действия на лекционных занятиях, студенты должны внимательно воспринимать действия преподавателя, запоминать складывающиеся образы, мыслить, добиваться понимания изучаемо-

го предмета, применения знаний на практике, при решении учебно-профессиональных задач. Студенты должны аккуратно вести конспект. 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, чертежи и т.д.), которые использует преподаватель.

Лекционное занятие должно быть содержательным, проблемным, диалоговым, интересным, эффективным, отличаться новизной рассмотрения учебных вопросов.

По наиболее сложным проблемам учебной дисциплины проводятся практические занятия, в том числе 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. Подготовка студентов к практическому занятию включает:

- заблаговременное ознакомление с планом занятия;
- изучение рекомендованной литературы и конспекта лекций.

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 также творческого мышления, научного мировоззрения, профессиональных представлений и способностей.

Студент должен быть готов к контрольным опросам на каждом учебном занятии. Одобряется и поощряется инициативные выступления с докладами по темам практических занятий. Пропуски аудиторных занятий не рекомендуются.

Практические занятия целесообразно проводить в интерактивной форме или в форме практической подготовки. Для этого предложить студентам решить индивидуальные задания. 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 универсальных программ для аудиторного обучения и самостоятельного изучения отдельных тем дисциплины. Для этого кафедре следует обеспечить преимущественно сертифицированное программное обеспечение и проверенное и испытанное оборудование для всех форм занятий по дисциплине.

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

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

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.

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. Рекомендуются посещение автомобильных, промышленных, экологических и агропромышленных выставок с последующей групповой дискуссией по результатам посещения.

Для успешного аудиторного и самостоятельного изучения дисциплины на занятиях целесообразно информировать студентов о наличии и возможности использования различных отраслевых баз данных, информационно-справочных и поисковых ресурсов по средствам управления техническим состоянием ТиТТМ, техническому сервису в агропромышленном комплексе и на автомобильном транспорте.

Формой проверки знаний в конце курса является зачет с оценкой, 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.

Обязательным условием допуска к зачету с оценкой является, активное участие в работе на практических занятиях, подготовка и выступления на студенческих научных конференциях. Успешное выступление на конференции (в случае участия до сессии) с публикацией материалов доклада и/или занятием призовых мест может быть основанием для выставления высокой оценки на зачете с оценкой без дополнительного опроса.

Зачет с оценкой сдается в период экзаменационной сессии по заранее составленному графику. Форму проведения зачета с оценкой (устно или письменно) определяет преподаватель по согласованию с заведующим кафедрой. Устный зачет с оценкой проводится по предварительно запланированным вопросам. Перечень вопросов, выносимых на зачет с оценкой, доводится преподавателем до студентов не позднее, чем за десять дней до начала зачетной недели.

На зачет с оценкой студент должен явиться с зачетной книжкой, которую предъявляет в начале зачета с оценкой преподавателю, а также с ручкой и листом бумаги для письменного ответа. Подготовка к ответу составляет не более 30 минут.

Во время зачета с оценкой преподаватель может задавать дополнительные вопросы с целью выяснения качественного уровня освоения учебного кур-



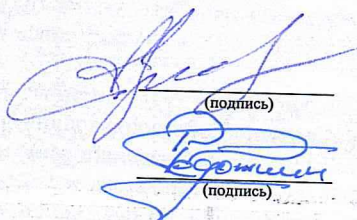
са. При проведении зачета с оценкой могут быть использованы технические средства, программы данного курса, справочная литература. Основой для определения итогов зачета с оценкой служит уровень усвоения студентом материала, предусмотренного учебной программой данной дисциплины.

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

**Программу разработали:**

Пуляев Николай Николаевич, к.т.н., доцент

Федоткин Роман Сергеевич, к.т.н., доцент



(подпись)

(подпись)

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины**  
**Б1.В.ДВ.01.01 «Математическое моделирование процессов**  
**функционирования автомобилей» ОПОП ВО по направлению 23.04.03**  
**«Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»**  
**направленность «Цифровизация автомобильного хозяйства»**  
**(квалификация выпускника – магистр)**

Алдошиным Николаем Васильевичем, заведующим кафедрой сельскохозяйственных машин ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» ОПОП ВО по направлению 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», направленности «Цифровизация автомобильного хозяйства» (магистратура) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре сельскохозяйственных машин (разработчики – Пуляев Николай Николаевич, доцент кафедры тракторы и автомобили, кандидат технических наук; Федоткин Роман Сергеевич, доцент кафедры тракторы и автомобили, кандидат технических наук).

Рассмотрев представленные материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 06 марта 2015 года № 161. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного цикла – Б1.В.ДВ.01.01.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» закреплено 3 универсальные УК 1.5, УК 2.4, УК 3.4 и 2 профессиональные ПКос-5.2 и ПКос-7.2 компетенции. Дисциплина «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Представленные компетенции не вызывают сомнения в свете профессиональной значимости и соответствия содержанию дисциплины.

5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. **Содержание учебной дисциплины**, представленной Программы, соответствует требованиям к Программам в части соответствия и ориентации на область профессиональной деятельности, а также запросам экономики и рынка труда.

7. Общая трудоёмкость дисциплины «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» составляет 2 зачётных единицы (72 часа, в том числе практическая подготовка 4 часа).

8. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 23.04.03 «Эксплуатация

транспортно-технологических машин и комплексов» и возможность дублирования в содержании отсутствует. Дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов в профессиональной деятельности магистра по данному направлению подготовки.

9. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемых при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

10. Программа дисциплины «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» предусматривает лекции и практические занятия.

11. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

12. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в деловых играх, работа над домашним заданием в форме расчетно-графической работы и аудиторных заданий), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины по выбору вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС направления 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

13. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

14. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника (базовый учебник и учебные пособия), дополнительной литературой – 3 наименования и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

15. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

16. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей».

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» ОПОП ВО по направлению 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», направленность «Цифровизация автомобильного хозяйства» (квалификация выпускника – магистр), разработанная доцентом кафедры тракторы и автомобили, кандидатом технических наук Пуляевым Н.Н. и доцентом кафедры тракторы и автомобили, кандидатом технических наук Федоткиным Р.С. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Алдошин Н.В., заведующий кафедрой сельскохозяйственных машин ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор технических наук, профессор

  
(подпись)

« 29 » 08 2022 г.