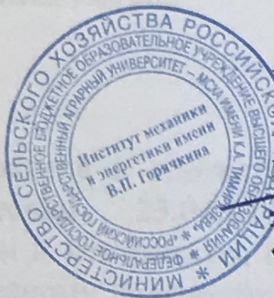


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Апатенко Алексей Сергеевич  
Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Дата подписания: 20-10-2023 16:38:19  
Уникальный программный ключ:  
966df42f20792acade08f7f8f984d66d010981da



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  
А.С. Апатенко

«29» октября 2023 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: 2023

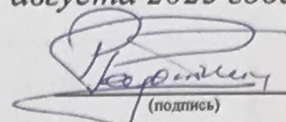
Москва, 2023

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

  
(подпись)

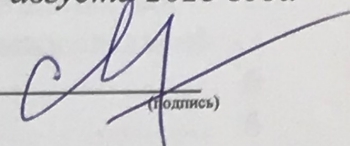
«28» августа 2023 года

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

  
(подпись)

«28» августа 2023 года

Рецензент: Казанцев Сергей Павлович, д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

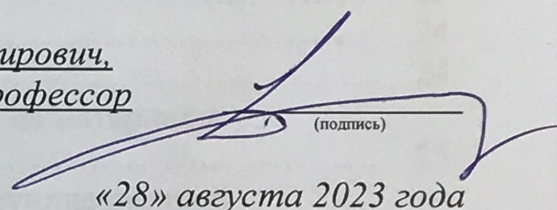
«29» августа 2023 года

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 № 1-23/24 от 28 августа 2023 года.

Заведующий кафедрой

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

  
(подпись)

«28» августа 2023 года

Согласовано:

Председатель учебно-методической  
комиссии Института механики и энергетики  
имени В.П. Горячкина Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор

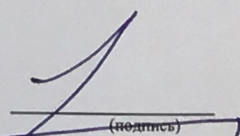
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

Протокол № 1 от 28 августа 2023 года

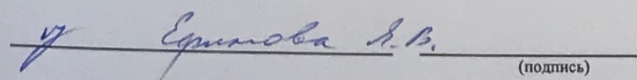
Заведующий кафедрой

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

  
(подпись)

«28» августа 2023 года

Зав. отделом комплектования ЦНБ

  
(подпись)

## Содержание

	Стр.
Аннотация.....	4
1. Цель освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в учебном процессе.....	5
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 в семестре.	6
4.2. Содержание дисциплины.....	9
4.3. Лекции и практические занятия.....	12
4.4. Расчетно-графическая работа.....	16
5. Образовательные технологии.....	17
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....	17
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	18
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	21
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	23
7.1. Основная литература.....	23
7.2. Дополнительная литература.....	24
7.3. Нормативные правовые акты.....	24
7.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	25
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	25
9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.....	25
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	26
11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины.....	27
12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине.....	27

**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 изучения дисциплины** заключается: в овладении студентами знаниями и умениями в области современных прикладных методов математического, динамического и имитационного моделирования, используемых в их дальнейшей практической работе по данному направлению.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в вариативную по выбору часть 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, расчетно-графическая работа.

### **1. Цель освоения дисциплины**

Транспортные и транспортно-технологические машины (ТиТТМ) являются сложными объектами, на которые по-разному действуют ряд факторов. Эта особенность требует проведения научных исследований, позволяющих

проводить количественную оценку всех факторов, влияющих на эффективность технической эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин. Только по итогам выполнения научных изысканий 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.

Предметом учебной дисциплины «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» являются методы научных исследований, связанные с математическим моделированием процессов функционирования автомобилей. Освоив теоретический курс и выполнив исследования по выбранной теме, магистрант сможет освоить методику разработки математических моделей, получит возможность формулировать цели и задачи ставящиеся при моделировании функциональных процессов, подбирать и обосновывать набор оцениваемых и моделируемых параметров, сопоставлять результаты математического моделирования с теоретическими моделями, формулировать выводы и рекомендации по итогам проделанной работы.

Цель изучения дисциплины заключается: в овладении студентами знаниями и умениями в области современных методов прикладной математики, используемых в их дальнейшей практической работе по данному направлению.

В состав задач при изучении дисциплины «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» входят: воспитание у студентов прикладной математической культуры; развитие необходимой интуиции и эрудиции в вопросах приложения математических методов на практике; развитие логического и алгоритмического мышления; выработка первичных навыков математического исследования прикладных задач.

Основными задачами изучения дисциплины являются: ознакомление студентов с ролью математики в современной жизни и особенно в современной технике, с характерными чертами математических методов изучения реальных задач; становление и развитие понятий у студентов, связанных с теорией построения математической модели механических систем автомобиля, вычислительных методах, и созданию практических навыков применения в области основ компьютерного моделирования.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» включена в часть учебного плана направления подготовки 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», формируемую участниками образовательных отношений. Дисциплина «Мате-

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: математическая статистика и теория случайных процессов, программное обеспечение для моделирования и проектирования систем и процессов, аналитические и численные методы решения организационно-управленческих задач при эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин.

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

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» 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.

### **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 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, выработать 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 решения реализации проекта, методы планирования проектов.	оценить достоинства и недостатки различных вариантов реализации проектов; обосновывать варианты «дорожных карт» реализации проектов.	способностью предлагать варианты решения реализации проекта; навыками выбора оптимальной траектории реализации проекта
3.	УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.4 Организует дискуссии по заданной теме и обсуждение результатов работы команды с привлечением оппонентов разработанным идеям	принципы и приемы организации дискуссий, в том числе с использованием программ доля организации конференций (Яндекс.Телемост, Webinar, Zoom и др.)	организовывать офлайн и онлайн мероприятия, подготавливать и настраивать программно-аппаратные средства визуализации выступлений, управлять дискуссионным процессом	навыками организации и проведения дискуссий по заданной теме и обсуждения результатов работы в группах различной численности, в том числе с использованием цифровых инструментов
4.	ПКос-5	Способен организовывать и проводить оценку новых и усовершенствованных образцов	ПКос-5.2 Способен проводить оценку функциональных, энергетических и технических параметров	методы, средства и приемы сбора данных о функциональных, энергетических и технических параметрах	обобщать, оформлять и описывать полученные данные о функциональных,	навыком описания результатов и формулирования выводов по итогам обработки по-

		наземных-транспортно-технологических машин, разрабатывать рекомендации по повышению эксплуатационных свойств	наземных транспортно-технологических машин с подготовкой протоколов испытаний	рах наземных транспортно-технологических машин, методики подготовки документации	энергетических и технических параметрах, находить решения и подтверждения предполагаемых выводов	лучаемых данных о функциональных, энергетических и технических параметрах, прогнозирования развития событий и моделирования оцениваемых процессов в других условиях
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; перечень показателей, характеризующих потенциал повышения эксплуатационных показателей транспортных и транспортно-технологических машин; способы сбора и обработки информации; технологический процесс технического обслуживания и ремонта; 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 изданий, научных публикаций; внедрять методы и средства диагностирования, обслуживания ремонта новых систем транспортных и транспортно-технологических машин; работать с прикладными программами, применять информационные технологии; разрабатывать нормативно-техническую документацию различного назначения	способами сбора и обработки информации о технологических процессах технического обслуживания и ремонта, содержании и требованиях оперативно-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 контролю 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	-	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	-	2
Тема 9. Математическое моделирование процесса торможения автомобиля (плоская модель)	4/1	1	1/1	-	2
Тема 10. Математические модели динамической нагруженности силовых передач и транспортных средств при их движении по неровностям пути	4/1	1	1/1	-	2
Тема 11. Математические модели, описывающие влияние факторов на показатели технической готовности автомобилей	5/2	1	2/2	-	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	12	12/4	0,35	47,65
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>72</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 лабораторно-практических занятий и контрольных мероприятий

№ раздела, темы	№ и название практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов*
Раздел 1. Общие вопросы математического моделирования процессов.				
Тема 1. Общие вопросы моделирования. Предмет теории моделирования.	Лекция № 1 «Общие вопросы моделирования»	УК-1.5 УК-2.4	лекция-дискуссия	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	лекция-дискуссия	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	блиц-опрос, представление отчета	1
Тема 3. Математические схемы моделирования систем. Основные подходы к построению ММ	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 производ-	УК-1.5 УК-2.4	устный опрос	1

№ раздела, темы	№ и название практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов*
Раздел 1. Общие вопросы математического моделирования процессов.				
систем	ственных и непродуцированных систем. Моделирование систем массового обслуживания»	УК-3.4		
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
Раздел 2. Прикладное математическое моделирование процессов в транспортных средствах.				
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 «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 «Математическое моделиро-	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*
Раздел 1. Общие вопросы математического моделирования процессов.				
	вание 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 «Математическое моделирование функционирования электрооборудования автомобиля»	ПКос-5.2 ПКос-7.2	устный опрос, деловая игра	1/1
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 «Моделирование динамической нагрузки транспортного средства при движении по неровностям пути или работы силовых передач»	ПКос-5.2 ПКос-7.2	устный опрос, деловая игра	1/1
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	1/1
	Практическое занятие № 12 «Моделирование работы автозаправочной станции»	ПКос-5.2 ПКос-7.2	устный опрос, деловая игра	1/1
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.

## 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	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

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	модель процесса торможения автомобильного колеса в составе АБС	работы тормозных механизмов и модулятора АБС (ПКос-5.2, ПКос-7.2).
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).

#### 4.4. Расчётно-графическая работа

В рамках обучения по дисциплине «Математическое моделирование процессов функционирования автомобилей» предусмотрено выполнение расчетно-графической работы, включающей несколько этапов, определяемых индивидуальным заданием. Первый этап связан с исследованием и моделированием процессов, характерных для транспортных и транспортно-технологических машин в целом, а также исследованием и моделированием процессов, характерных для отдельно взятого (по индивидуальному заданию) агрегата, узла или системы. Второй этап строится на опыте, полученном на первом этапе, но применительно к группе машин, указанных в индивидуальном задании. Задание на расчетно-графическую работу дается индивидуально, материалы для первого и второго этапа подбираются обучающимся, если он готов это сделать самостоятельно или предлагаются руководителем магистерской диссертации исходя из целей, которые были поставлены перед студентом-магистрантом.



## 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, включающие практическую подготовку;
- 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, осуществляющих 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.

Примерный перечень вопросов, выносимый на текущую аттестацию:

#### **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 ABS.

### **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 <b>«отлично»</b> 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</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку <b>«хорошо»</b> 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</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – хороший (средний)</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает студент, частично с пробелами 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</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – достаточный</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; не показал 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. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>не сформированы</b>

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

## 7.1 Основная литература

1. Асякина, Л. К. Основы научных исследований : учебное пособие / Л. К. Асякина, Л. С. Дышлюк, Н. С. Величкович. – Кемерово : КемГУ, 2021. – 81 с. – ISBN 978-5-8353-2790-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/186347>
2. Методология научного исследования : учебник для вузов / Н. А. Слесаренко, Е. Н. Борхунова, С. М. Борунова [и др.]; под редакцией Н. А. Слесаренко. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 268 с. – ISBN 978-5-8114-7204-8. – Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/156383>
3. Пархоменко, Н. А. Основы научных исследований : учебное пособие / Н. А. Пархоменко. – Омск: Омский ГАУ, 2020. – 80 с. – ISBN 978-5-89764-853-5. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/170287>

## 7.2 Дополнительная литература

1. Автомобильные перевозки: учебник. (под. ред. проф. Дидманидзе О.Н.). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 564 с. (20 экз.)
2. Дидманидзе О.Н, Солнцев А.А., Митягин Г.Е. и др. Техническая эксплуатация автомобилей. Учебник. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 564 с.
3. Гайдар С.М. Планирование и анализ эксперимента: учебник. – М.: Росинформагротех, 2015. – 548 с. (20 экз.)
4. Левшин А.Г. Планирование и организация эксперимента: Учебное пособие/ А.Г. Левшин, А.А. Левшин, А.Е. Бутузов, Н.А. Майстренко – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. – 65 с. (10 экз.)
5. Основы теории эксперимента: учебное пособие для вузов / О. А. Горленко, Н. М. Борбаць, Т. П. Можяева, А. С. Проскурин. — 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2021. — 180 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12808-6. Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/475786>
6. Панова, Е. А. Введение в теорию эксперимента: учебное пособие / Е. А. Панова. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2020. – 55 с. – ISBN 978-5-9967-1922-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/162480>

## 7.3 Нормативные правовые акты

- ГОСТ 7.32-2017 Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
- ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Общие требования к текстовым документам (с Изменением №1)
- ГОСТ 2.004-88 Единая система конструкторской документации. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ
- ГОСТ 2.104-2006 Единая система конструкторской документации. Основные надписи
- ГОСТ 2.106-96 Единая система конструкторской документации. Текстовые до-



кументы (с Изменением №1 от 28.02.2006)

ГОСТ 2.109-73 Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам (с Изменением №1 от 28.02.2006)

ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин

ГОСТ 2.111-2013 Единая система конструкторской документации. Нормоконтроль

ГОСТ 7.1-2003 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления

ГОСТ 7.9-95 (ИСО 214-76) Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация. Общие требования

ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин

ГОСТ 15.011-96 Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок проведения патентных исследований

Р 50.1.029-2001 Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Интерактивные электронные технические руководства. Общие требования к содержанию, стилю и оформлению.

#### **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 имитационного 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://dikipedia.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	Оформительская Презентация Расчетная
2	Раздел 2. Прикладное математическое моделирование процессов в транспортных средствах.	MatLab	Расчетная

## 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

	<p>типа, проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы: видеомаягнитофон - 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</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 открытого доступа и оснащенных Wi-Fi и Интернет-доступом, в том числе 5 компьютеризированных читальных залов.</p>

\* 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 изучаемого 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. Рекомендуется 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 предпросмотр выступления для студенческой научной конференции, организуемой в университете в четном семестре учебного года (как правило, в марте или апреле) или на кафедре «Тракторы и автомобили» (как правило, в январе). Успешное выступление на конференции (для случая участия в конференции до сессии) с занятием призовых мест по институту или университету 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 курса. 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

\_\_\_\_\_  
(подпись)

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

\_\_\_\_\_  
(подпись)