

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

Институт машиностроения и автомобильного транспорта  
(Наименование института)



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

Еткин А. И.

2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ**  
**НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ**  
(наименование дисциплины)

**направление подготовки / специальность**

23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов  
(код и наименование направления подготовки (специальности))

**направленность (профиль) подготовки**

Надежность автотранспортных средств в эксплуатации  
(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир

2022 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Математическое моделирование рабочих процессов на автомобильном транспорте» является изучение студентами математического аппарата, используемого в решении производственных задач автомобильного транспорта с применением ЭВМ.

Задачи: получение знаний о целях, задачах и методах исследований; получение знаний о методах моделирования и их применения для моделирования процессов и систем; получение знаний о теории массового обслуживания; сформировать у обучающихся способности разрабатывать математические модели явлений и объектов, относящихся к профилю деятельности; сформировать у обучающихся способности применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы; сформировать у обучающихся владение методиками моделирования производственных процессов; сформировать у обучающихся компетенции по оценке эффективности функционирования систем массового обслуживания.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование рабочих процессов на автомобильном транспорте» относится к обязательной части учебного плана.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
1	2	3	4
ОПК-1. Способен ставить и решать научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей с учетом последних достижений науки и техники	ОПК-1.1. Знает как формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки; ОПК-1.2. Умеет применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы; ОПК-1.3. Владеет навыками решения научно-технических задач в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей с учетом последних достижений науки и техники.	Знает как формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки Умеет применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы Владеет навыками решения научно-технических задач в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей с учетом последних достижений науки и техники.	Практико-ориентированное задание, КП

1	2	3	4
<p>ОПК-4. Способен проводить исследования, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность при решении инженерных и научно-технических задач, включающих планирование и постановку эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов</p>	<p>ОПК-4.1. Знает основные направления научно-исследовательской деятельности в сфере эксплуатации объектов транспорта, а также принципы построения алгоритмов решения научно-технических задач в профессиональной деятельности; ОПК-4.2. Умеет анализировать и осуществлять интерпретацию полученных результатов, а также критически оценивать выполненную работу; ОПК-4.3. Владеет навыками организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской деятельности при решении инженерных и научно-технических задач, включающих планирование и постановку эксперимента.</p>	<p>Знает основные направления научно-исследовательской деятельности в сфере эксплуатации объектов транспорта, а также принципы построения алгоритмов решения научно-технических задач в профессиональной деятельности. Умеет анализировать и осуществлять интерпретацию полученных результатов, а также критически оценивать выполненную работу. Владеет навыками организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской деятельности при решении инженерных и научно-технических задач, включающих планирование и постановку эксперимента.</p>	<p>Практико-ориентированное задание, КП</p>
<p>ОПК-5. Способен применять инструментарий формализации научно-технических задач, использовать прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования систем и процессов</p>	<p>ОПК-5.1. Знает как выявлять основные характеристики исследуемого объекта и описывать их по установленной форме; ОПК-5.2. Умеет осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности в зависимости от поставленной цели; ОПК-5.3. Владеет знаниями современных информационных технологий для сбора и обработки информации, способов интерпретации полученных данных, основных возможностей применения прикладных программных средств для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов.</p>	<p>Знает как выявлять основные характеристики исследуемого объекта и описывать их по установленной форме. Умеет осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности в зависимости от поставленной цели. Владеет знаниями современных информационных технологий для сбора и обработки информации, способов интерпретации полученных данных, основных возможностей применения прикладных программных средств для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов.</p>	<p>Практико-ориентированное задание, КП</p>
<p>ПК-1. Способен к управлению деятельностью по ТО и ремонту АТС в сервисном центре</p>	<p>ПК-1.1. Знает организацию деятельности сервисного центра по ТО и ремонту АТС; ПК-1.2. Умеет формировать стратегии развития сервиса АТС и их компонентов; ПК-1.3. Владеет знаниями анализа эффективности деятельности сервисного центра.</p>	<p>Знает организацию деятельности сервисного центра по ТО и ремонту АТС. Умеет формировать стратегии развития сервиса АТС и их компонентов. Владеет знаниями анализа эффективности деятельности сервисного центра.</p>	<p>Практико-ориентированное задание, КП</p>

1	2	3	4
<p>ПК-5. Способен к управлению проведением испытаний и исследований АТС и их компонентов</p>	<p>ПК-5.1. Знает особенности планирования испытаний и исследований АТС и их компонентов;  ПК-5.2. Умеет организовать испытания и исследования АТС и их компонентов;  ПК-5.3. Владеет навыками подготовки предложений по материально-техническому, методическому и метрологическому обеспечению испытаний и исследований АТС и их компонентов и развитию инфраструктуры испытаний и исследований.</p>	<p>Знает особенности планирования испытаний и исследований АТС и их компонентов.  Умеет организовать испытания и исследования АТС и их компонентов.  Владеет навыками подготовки предложений по материально-техническому, методическому и метрологическому обеспечению испытаний и исследований АТС и их компонентов и развитию инфраструктуры испытаний и исследований.</p>	<p>Практико-ориентированное задание, КП</p>
<p>ПК-6. Готов управлять деятельностью по испытаниям и исследованиям АТС и их компонентов в организации</p>	<p>ПК-6.1. Знает тенденции развития АТС и их компонентов, инфраструктуру испытаний и исследований АТС и их компонентов, методы проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;  ПК-6.2. Умеет:  ПК-6.2.1. Руководить комплексом испытаний и исследований АТС и их компонентов в соответствии с планами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ организации;  ПК-6.2.2. Взаимодействовать с внешними организациями по вопросам испытаний и исследований АТС и их компонентов;  ПК-6.3. Владеет:  ПК-6.3.1. Навыками подготовки системных рекомендаций по улучшению конструкторско-технологической документации;  ПК-6.3.2. Навыками организации материально-технического, методического и метрологического обеспечения испытаний и исследований АТС и их компонентов и планирование развития инфраструктуры испытаний и исследований АТС и их компонентов.</p>	<p>Знает тенденции развития АТС и их компонентов, инфраструктуру испытаний и исследований АТС и их компонентов, методы проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.  Умеет руководить комплексом испытаний и исследований АТС и их компонентов в соответствии с планами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ организации;  взаимодействовать с внешними организациями по вопросам испытаний и исследований АТС и их компонентов.  Владеет навыками подготовки системных рекомендаций по улучшению конструкторско-технологической документации; навыками организации материально-технического, методического и метрологического обеспечения испытаний и исследований АТС и их компонентов и планирование развития инфраструктуры испытаний и исследований АТС и их компонентов.</p>	<p>Практико-ориентированное задание, КП</p>

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет:

1) для очной формы обучения: 3 зачетных единиц, 108 часов;

2) для очно-заочной формы обучения: 3 зачетных единиц, 108 часов.

#### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Введение. Место и роль методов моделирования в решении задач автомобильного транспорта. Классификация методов моделирования	3	1-2	2				6	
2	Вероятностные законы и их инженерное приложение. Обработка статистических данных. Критерии согласия	3	3-4	2		2	2	6	
3	Случайные функции и случайные процессы. Их классификация. Марковские случайные процессы	3	5-6	2		2	2	6	Рейтинг-контроль № 1
4	Теория массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания.	3	7-8	2				6	
5	Оценка эффективности функционирования систем массового обслуживания	3	9-10	2		2	2	6	
6	Решение задач теории массового обслуживания методом Монте-Карло	3	11-12	2		2	2	6	Рейтинг-контроль № 2
7	Моделирование оптимальной периодичности технических воздействий	3	13-15	3		2	2	7	
8	Моделирование методами сетевого планирования	3	16-18	3		2	2	8	Рейтинг-контроль № 3
Всего за 3 семестр:				18		12	12	51	Экзамен (27)
Наличие в дисциплине КП/КР									КП
Итого по дисциплине				18		12	12	51	Экзамен (27)

**Тематический план  
форма обучения – очно-заочная**

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Введение. Место и роль методов моделирования в решении задач автомобильного транспорта. Классификация методов моделирования	3	1-2	2				6	
2	Вероятностные законы и их инженерное приложение. Обработка статистических данных. Критерии согласия	3	3-4	2		2	2	6	
3	Случайные функции и случайные процессы. Их классификация. Марковские случайные процессы	3	5-6	2		2	2	6	Рейтинг-контроль № 1
4	Теория массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания.	3	7-8	2				6	
5	Оценка эффективности функционирования систем массового обслуживания	3	9-10	2		2	2	6	
6	Решение задач теории массового обслуживания методом Монте-Карло	3	11-12	2		2	2	6	Рейтинг-контроль № 2
7	Моделирование оптимальной периодичности технических воздействий	3	13-15	3		2	2	7	
8	Моделирование методами сетевого планирования	3	16-18	3		2	2	8	Рейтинг-контроль № 3
Всего за 3 семестр:				18		12	12	51	Экзамен (27)
Наличие в дисциплине КП/КР									КП
Итого по дисциплине				18		12	12	51	Экзамен (27)

**Содержание лекционных занятий по дисциплине**

**Раздел 1.** Общие принципы моделирования. Математические модели на основе математических функций.

Тема 1. Введение. Место и роль методов моделирования в решении задач автомобильного транспорта. Классификация методов моделирования.

Курс «Математическое моделирование рабочих процессов на автомобильном транспорте» как одна из важнейших комплексных прикладных дисциплин, охватывающих вопросы организации и управления автомобильным производством. Структура курса.

Особенности самостоятельной работы. Отчетность за курс. Рекомендуемая литература. Определение модели и цели моделирования. Виды и принципы построения математических моделей. Примеры детерминированных и стохастических моделей. Место и роль методов моделирования в решении задач автомобильного транспорта.

Тема 2. Алгоритмы решения инженерных задач.

Последовательность подготовки и этапы решения инженерных задач на ЭВМ. Математическая формулировка задачи. Алгоритм. Словесное и графическое описание алгоритма. Блок-схема. Типы структур алгоритмов. Программа. Подготовка исходных данных. Решение задач на ЭВМ.

Тема 3. Регрессионный и корреляционный анализы.

Опытные данные. Методы обработки опытных данных. Регрессионный анализ. Общие положения. Математические модели линейных и нелинейных регрессий. Задачи регрессионного анализа. Парные линейные регрессии. Параболические регрессии. Множественные регрессии. Способы установления теоретических регрессий. Метод наименьших квадратов. Задачи автомобильного транспорта, приводящие к установлению теоретических регрессий и их реализация на ЭВМ. Понятие корреляционной зависимости. Определение тесноты связи. Коэффициент парной и множественной корреляции и его свойства. Область применения корреляционных методов на автомобильном транспорте.

**Раздел 2.** Вероятностные законы и их инженерное приложение. Статистическая обработка экспериментальных данных.

Тема 1. Решение задач автомобильного транспорта методами теории вероятности и математической статистики.

Случайная величина. Определение генеральной и выборочной совокупности. Примеры. Основные характеристики выборочной и генеральной совокупностей и методы их расчета. Теория вероятности и математическая статистика.

Тема 2. Законы распределения дискретной случайной величины.

Основные вероятностные законы, описывающие распределение дискретных случайных величин. Плотность вероятности и функция распределения случайных величин, их графики. Числовые характеристики вероятностных законов. Область применения вероятностных законов в отрасли автомобильного транспорта.

Тема 3. Законы распределения непрерывной случайной величины.

Основные вероятностные законы, описывающие распределение непрерывных случайных величин. Плотность вероятности и функция распределения случайных величин, их графики. Числовые характеристики вероятностных законов. Область применения вероятностных законов в отрасли автомобильного транспорта.

Тема 4. Статистическая обработка экспериментальных данных. Статистическая оценка гипотез. Критерии согласия.

Статистические и вариационные ряды. Гистограмма. Статистическая функция распределения. Последовательность обработки статистических данных, распределенных по вероятностному закону. Статистическая гипотеза. Критерии согласия Пирсона, Колмогорова, Романовского и др., их роль при обработке статистических данных.

**Раздел 3.** Случайные процессы и их характеристики. Системы массового обслуживания.

Тема 1. Случайные функции и случайные процессы. Их классификация. Марковские случайные процессы.

Определение и задачи теории массового обслуживания. Основные понятия теории случайных функций. Случайные процессы, и их характеристика. Основные типы случайных процессов автомобильного транспорта. Случайный процесс с дискретными состояниями и дискретным временем. Случайный процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем. Основные характеристики и граф состояний. Вывод дифференциальных уравнений, описывающих случайные процессы. Предельные вероятности состояний и их вычисление. Разновидности потока случайных событий. Характеристики Пуассоновского потока событий. Процесс гибели и размножения.

Тема 2. Теория массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания.

Основные понятия теории массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания (СМО): одноканальные, многоканальные; без ожидания, с ожиданием, с ограниченным временем ожидания; замкнутые, открытые; однофазные, многофазные; упорядоченные, неупорядоченные. Основные компоненты системы массового обслуживания. Реализация систем массового обслуживания на ЭВМ.

Тема 3. Оценка эффективности функционирования систем массового обслуживания.

Показатели функционирования СМО: вероятностные (вероятность отказа, вероятность нахождения в СМО не более  $i$  требований, вероятность отсутствия очереди, вероятность наличия очереди, вероятность того, что все посты заняты, вероятность обслуживания), количественные (среднее число свободных обслуживающих каналов, среднее число требований занятых обслуживающих каналов, среднее число требований в очереди, среднее число требований в обслуживающей системе, среднее число требований, получающих отказ за единицу времени), временные (среднее время ожидания начала обслуживания, среднее время обслуживания), качественные (коэффициент занятости каналов, коэффициент простоя каналов). Методы расчета показателей функционирования одноканальных и многоканальных систем массового обслуживания с отказами и ожиданиями.

Тема 4. Решение задач теории массового обслуживания методом Монте-Карло

Частные вопросы моделирования случайных процессов СМО. Алгоритм решения задачи по определению числовых характеристик СМО. Исследование характеристик функционирования станции технического обслуживания автомобилей методом Монте-Карло.

Тема 5. Моделирование оптимальной периодичности технических воздействий.

Методы определения (корректирования) периодичности технических воздействий: простейшие (методы аналогии по прототипу); аналитические, основанные на результатах наблюдений и основных закономерностях ТЭА; имитационные, основанные на моделировании случайных процессов. Имитационное моделирование оптимальной периодичности технических воздействий по допустимому уровню безотказности. Имитационное моделирование оптимальной периодичности технических воздействий по экономическим показателям.

Тема 6. Моделирование методами сетевого планирования.

Элементы сетевых графиков. Правила построения сетевых графиков. Процесс построения сетевых графиков. Расчет параметров сетевой модели: расчет продолжительности полного пути, расчет времени наступления событий, расчет времени выполнения работ. Сетевой график ремонта автомобилей. Оптимизация и преимущества сетевых моделей.

### **Содержание практических/лабораторных занятий по дисциплине**

**Раздел 2.** Вероятностные законы и их инженерное приложение. Статистическая обработка экспериментальных данных.

Тема 2. Законы распределения дискретной случайной величины.

Основные вероятностные законы, описывающие распределение дискретных случайных величин. Расчет плотности вероятности и функции распределения случайных величин, построение графиков. Расчет числовых характеристик вероятностных законов. Область применения вероятностных законов в отрасли автомобильного транспорта.

Тема 3. Законы распределения непрерывной случайной величины.

Основные вероятностные законы, описывающие распределение непрерывных случайных величин. Расчет плотности вероятности и функции распределения случайных величин, построение графиков. Расчет числовых характеристик вероятностных законов. Область применения вероятностных законов в отрасли автомобильного транспорта.

Тема 4. Обработка статистических данных. Проверка гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности по критерию Пирсона.



Статистические и вариационные ряды. Гистограмма. Статистическая функция распределения. Последовательность обработки статистических данных, распределенных по вероятностному закону. Статистическая гипотеза. Критерии согласия Пирсона, Колмогорова, Романовского.

**Раздел 3.** Случайные процессы и их характеристики. Системы массового обслуживания. Тема 3. Оценка эффективности функционирования систем массового обслуживания.

Расчет показателей функционирования СМО: вероятность отказа, вероятность нахождения в СМО не более  $i$  требований, вероятность отсутствия очереди, вероятность наличия очереди, вероятность того, что все посты заняты, вероятность обслуживания, среднее число свободных обслуживающих каналов, среднее число требований занятых обслуживающих каналов, среднее число требований в очереди, среднее число требований в обслуживающей системе, среднее число требований, получающих отказ за единицу времени, среднее время ожидания начала обслуживания, среднее время обслуживания, коэффициент занятости каналов, коэффициент простоя каналов. Методы расчета показателей функционирования одноканальных и многоканальных систем массового обслуживания с отказами и ожиданиями.

Тема 4. Решение задач теории массового обслуживания методом Монте-Карло.

Моделирование дискретной случайной величины методом Монте-Карло. Моделирование полной группы событий. Моделирование непрерывной случайной величины. Расчет систем массового обслуживания с отказами методом Монте-Карло.

Тема 5. Моделирование потребности предприятия в запасных частях.

Оптимизация оборотного фонда агрегатов автотранспортного предприятия. Нахождение целевой функции. Расчет вероятности того, что все агрегаты свободны. Расчет вероятности того, что все агрегаты заняты. Расчет среднего числа автомобилей в накопителе. Расчет среднего числа свободных агрегатов.

Тема 6. Моделирование методами сетевого планирования.

Элементы сетевых графиков. Правила построения сетевых графиков. Процесс построения сетевых графиков. Расчет параметров сетевой модели: расчет продолжительности полного пути, расчет времени наступления событий, расчет времени выполнения работ. Сетевой график ремонта автомобилей. Оптимизация сетевых моделей.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

**5.1. Текущий контроль успеваемости** осуществляется в виде рейтинг-контролей, посредством развернутых ответов на вопросы:

**- рейтинг-контроль №1:**

1. Случайные величины. Понятие случайной величины, вероятности события. Законы распределения случайной величины.

2. Системы случайных величин. Законы распределения системы случайных величин. Корреляционное отношение, коэффициент корреляции, корреляционный момент.

3. Понятие регрессии. Уравнение регрессии.

4. Случайные процессы. Понятия случайной функции, случайного процесса. Характеристики случайных процессов.

5. Понятие о стационарном случайном процессе. Условие стационарности в терминах вероятностных характеристик. Спектральная плотность стационарного случайного процесса. Эргодическое свойство стационарных случайных процессов.

6. Понятия: генеральная совокупность, выборка, параметр, оценка параметра. Условия, которым должны удовлетворять оценки параметров статистических характеристик. Доверительный интервал, доверительная вероятность.

7. Точечные и интервальные оценки математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения случайной величины.
8. Точечная и интервальная оценки коэффициента корреляции.
9. Оценивание линейной регрессии.
10. Оценивание спектральной плотности случайного процесса.
11. Оценивание характеристик случайных процессов, в том числе и эргодических.
12. Приведите классификацию случайных процессов.
13. Перечислите основные характеристики случайных процессов.
14. Дайте определение Марковскому случайному процессу.
15. Статистическая оценка гипотез. Критерии согласия, их краткая характеристика. Критерии согласия Пирсона, Романовского, Колмогорова.

**- рейтинг-контроль №2:**

1. Назовите основные характеристики случайного процесса с дискретными состояниями и дискретным временем.
2. Дайте определение предельным вероятностям состояний.
3. Перечислите признаки по которым подразделяются СМО.
4. Назовите основные исходные параметры, которые используются при анализе работы СМО.
5. Запишите основные вероятностные показатели функционирования СМО.
6. Изобразите размеченный граф состояний многоканальной СМО с ожиданием.
7. Типы систем массового обслуживания.
8. Что такое модель гибели и размножения?
9. Чем определяется пропускная способность системы?
10. Какие задачи автомобильного транспорта позволяют решать методы теории массового обслуживания?
11. Приведите классификацию систем массового обслуживания.
12. Изобразите размеченный граф состояний многоканальной СМО с отказами.
13. Запишите формулы подсчета среднего числа занятых каналов и среднего числа заявок, стоящих в очереди.
14. Закон больших чисел.
15. Метод Монте-Карло.

**- рейтинг-контроль №3:**

1. Назовите методы определения оптимальной периодичности технических воздействий.
2. Перечислите преимущества имитационного моделирования.
3. Какие основные этапы статистического моделирования?
4. Какие типы задач автомобильного транспорта целесообразно решать методом статистического моделирования?
5. Особенности метода определения периодичности технических воздействий по допустимому уровню безотказности элементов автомобиля.
6. Особенности технико-экономического метода определения оптимальной периодичности технических воздействий.
7. Назначение сетевого планирования.
8. Элементы сетевых графиков и их отображение на сетевой модели.
9. Перечислите основные правила построения сетевых графиков.
10. Каковы основные этапы построения сетевых графиков?
11. Преимущества сетевых моделей.
12. Параметры сетевых моделей для полного пути и способы их вычисления.
13. Параметры сетевых моделей для событий и способы их вычисления.
14. Параметры сетевых моделей для работ и способы их вычисления.
15. Допустимый срок наступления события и резерв времени события.

## 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен).

1. Математическая модель. Преимущества, недостатки, примеры. Классификация математических моделей.
2. Алгоритм. Словесные, графические алгоритмы. Блок-схема алгоритма.
3. Регрессионный анализ. Виды регрессий. Линеаризация аналитических зависимостей.
4. Парная регрессия. Метод наименьших квадратов.
5. Множественная регрессия. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
6. Корреляционный анализ. Коэффициенты парной и множественной корреляции.
7. Случайная величина. Примеры дискретной и непрерывной случайной величины. Законы распределения случайной величины.
8. Генеральная и выборочная совокупности, их характеристики и взаимосвязь. Понятие математической статистики и теории вероятностей.
9. Вычисление основных числовых характеристик случайной величины, заданной статистическими данными и интервальным вариационным рядом.
10. Биномиальный закон распределения дискретной случайной величины.
11. Закон распределения дискретной случайной величины Пуассона.
12. Закон равномерного распределения вероятностей.
13. Нормальный закон распределения вероятностей.
14. Показательный (экспоненциальный) закон распределения вероятностей.
15. Закон распределения вероятностей Вейбулла.
16. Статистическая оценка гипотез. Критерии согласия, их краткая характеристика.
17. Марковские случайные процессы, их классификация. Граф состояний.
18. Марковские цепи.
19. Непрерывные цепи Маркова, уравнения Колмогорова для вычисления вероятностей состояний, мнемоническое правило.
20. Финальные вероятности состояний.
21. Основные свойства случайных потоков событий, интенсивность потока.
22. Процесс гибели и размножения.
23. Системы массового обслуживания, примеры, компоненты.
24. Основные факторы, определяющие функциональные возможности СМО; критерии эффективности функционирования СМО; виды СМО.
25. Одноканальная модель с пуассоновским входным потоком и с экспоненциальным распределением длительности обслуживания.
26. Одноканальная система массового обслуживания с ожиданием.
27. Многоканальная система массового обслуживания с отказами.
28. Многоканальная система массового обслуживания с ожиданием.
29. Многоканальная система массового обслуживания с ограниченным временем ожидания.
30. Моделирование систем массового обслуживания.
31. Метод Монте-Карло.
32. Определение периодичности технических воздействий по допустимому уровню безотказности элементов автомобиля.
33. Технико-экономический метод определения оптимальной периодичности технических воздействий.
34. Основные правила и этапы построения сетевых графиков.
35. Расчёт параметров сетевой модели.
36. Сетевой график ремонта автомобиля.
37. Оптимизация сетевого графика по времени и по ресурсам. Преимущества сетевых моделей.

**5.3. Самостоятельная работа обучающегося.** Осуществляется путём работы над курсовым проектом под контролем преподавателя, с применением рекомендуемой литературы.

Задание на курсовой проект

Выполнить расчет основных параметров технического состояния тормозных систем (удельная тормозная сила передней оси автомобиля, удельная тормозная сила задней оси автомобиля, общая удельная тормозная сила, коэффициент неравномерности тормозных сил передней оси, коэффициент неравномерности тормозных сил задней оси); расчет основных числовых характеристик выборочной совокупности; обработать опытные данные по нормальному закону распределения; проверить принадлежность опытных данных к нормальному закону распределения. Исходные данные по вариантам, требования к комплектности и оформлению представлены в методических указаниях к курсовому проекту.

Пример исходных данных представлен в таблице

Тормозная сила передней оси, Н		Тормозная сила задней оси, Н		Коэффициент неравномерности передней оси	Коэффициент неравномерности задней оси	Вес, приходящийся на переднюю ось, Н	Вес, приходящийся на заднюю ось, Н	Вес автомобиля, Н
$R_{x1л}$	$R_{x1п}$	$R_{x2л}$	$R_{x2п}$	$K_{Н1}$	$K_{Н2}$	$G_1$	$G_2$	$G_a$
2860	2580	2270	2220	0,0979	0,0220	6300	4200	10500
5170	5020	4130	4160	0,0290	0,0072	13200	9500	22700
2600	2880	1850	1700	0,0972	0,0811	9200	6500	15700
4390	3940	4050	4210	0,1025	0,0380	12500	10900	23400
3280	3380	2360	2780	0,0296	0,1511	11400	8800	20200
2090	2350	1630	2010	0,1106	0,1891	8200	5600	13800
2970	2600	1410	1660	0,1246	0,1506	8100	5400	13500
3380	3310	2570	2890	0,0207	0,1107	10700	8500	19200
2230	2230	1570	1580	0,0000	0,0063	8400	7300	15700
3770	3640	2600	2980	0,0345	0,1275	13100	8500	21600
1980	2090	2440	2130	0,0526	0,1270	7900	5200	13100
2600	2180	1460	1570	0,1615	0,0701	7300	4800	12100
3110	2960	1880	1910	0,0482	0,0157	6700	4100	10800
2820	3160	2660	2740	0,1076	0,0292	10100	7900	18000
3510	3760	3100	2800	0,0665	0,0968	11200	10200	21400
2610	2110	1750	1440	0,1916	0,1771	5700	3200	8900
2180	1850	2020	1840	0,1514	0,0891	6200	5500	11700
1940	2160	2040	1940	0,1019	0,0490	5700	5700	11400
2370	1950	1880	1560	0,1772	0,1702	6000	6500	12500
2810	3060	2270	2310	0,0817	0,0173	8500	7400	15900
2130	2060	1720	1400	0,0329	0,1860	7900	5500	13400
2680	2760	1760	1770	0,0290	0,0056	6900	4500	11400
2070	2020	1110	1460	0,0242	0,2397	6600	4700	11300
2720	2460	1910	1560	0,0956	0,1832	8000	5800	13800
2960	2540	2650	2460	0,1419	0,0717	9200	8900	18100
2170	2220	1580	1780	0,0225	0,1124	6600	4400	11000
1940	1600	1060	1320	0,1753	0,1970	3400	2000	5400
3140	2940	1860	1670	0,0637	0,1022	8800	5400	14200
2180	2270	2160	2040	0,0396	0,0556	4200	4900	9100

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
1	2	3
<b>Основная литература</b>		
1. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов: учебное пособие для вузов / Н. В. Голубева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-8721-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/179611">https://e.lanbook.com/book/179611</a> (дата обращения: 25.08.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	2021	<a href="https://e.lanbook.com/book/179611">https://e.lanbook.com/book/179611</a> (дата обращения: 25.08.2021)
2. Алпатов, Ю. Н. Моделирование процессов и систем управления: учебное пособие для вузов / Ю. Н. Алпатов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 140 с. — ISBN 978-5-8114-8770-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/180815">https://e.lanbook.com/book/180815</a> (дата обращения: 25.08.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	2021	<a href="https://e.lanbook.com/book/180815">https://e.lanbook.com/book/180815</a> (дата обращения: 25.08.2021)
3. Петров, А. В. Моделирование процессов и систем : учебное пособие / А. В. Петров. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1886-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/168879">https://e.lanbook.com/book/168879</a> (дата обращения: 25.08.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	2021	<a href="https://e.lanbook.com/book/168879">https://e.lanbook.com/book/168879</a> (дата обращения: 25.08.2021)
<b>Дополнительная литература</b>		
1. Баженов М.Ю. Моделирование производственных процессов: методические указания к лабораторным работам / М.Ю. Баженов; Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2013. – 99 с.	2013	<a href="http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/2427">http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/2427</a> (дата обращения: 25.08.2021)
2. Горлач, Б. А. Теория вероятностей и математическая статистика: учебно-методическое пособие / Б. А. Горлач. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1429-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/168478">https://e.lanbook.com/book/168478</a> (дата обращения: 25.08.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	2021	<a href="https://e.lanbook.com/book/168478">https://e.lanbook.com/book/168478</a> (дата обращения: 25.08.2021)
3. Горлач, Б. А. Теория вероятностей и математическая статистика. Практикум для студентов технических и экономических специальностей вузов: учебное пособие для вузов / Б. А. Горлач, С. В. Подклетнова. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 116 с. — ISBN 978-5-8114-6736-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/162372">https://e.lanbook.com/book/162372</a> (дата обращения: 25.08.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	2021	<a href="https://e.lanbook.com/book/162372">https://e.lanbook.com/book/162372</a> (дата обращения: 25.08.2021)

## **6.2. Периодические издания**

1. Журнал «Автотранспортное предприятие» (ISSN: 2076-3050).
2. Журнал «Компьютерные исследования и моделирование» (ISSN: 2076-7633).
3. Журнал «Математическое моделирование и численные методы» (ISSN: 2309-3684).

## **6.3. Интернет-ресурсы**

1. <http://window.edu.ru> – бесплатная электронная библиотека онлайн «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».
2. <https://ru.wikipedia.org> – свободная общедоступная мультязычная универсальная интернет-энциклопедия.
3. <http://elibrary.ru> – научная электронная библиотека.

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для реализации дисциплины «Математическое моделирование рабочих процессов на автомобильном транспорте» имеются помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Лекционные занятия проводятся в аудиториях: 319-2.

Практические занятия проводятся в аудиториях 317-2, 311-2.

Рабочую программу составил доцент кафедры АТ, к.т.н. Баженов М.Ю.

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Рецензент

(представитель работодателя)

Исполнительный директор НОЦ ОБДД Ермолаев Ю. Н.

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АТ

Протокол № 18 от 27.06.2022 года

Заведующий кафедрой АТ, к.т.н., доцент Кириллов А. Г.

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

на заседании учебно-методической комиссии направления 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Протокол № 02 от 27.06.2022 года

Председатель комиссии зав. кафедрой АТ, к.т.н., доцент Кириллов А. Г.

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ НА АВТОМОБИЛЬНОМ  
ТРАНСПОРТЕ»**

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой, к.т.н., доцент Кириллов А. Г. \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой, к.т.н., доцент Кириллов А. Г. \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой, к.т.н., доцент Кириллов А. Г. \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой, к.т.н., доцент Кириллов А. Г. \_\_\_\_\_



**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ****в рабочую программу дисциплины  
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ  
НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ**

образовательной программы направления подготовки: 23.04.03 – *Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов*, направленность: *Надежность автотранспортных средств в эксплуатации*

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

*Подпись*

*ФИО*