Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Маланичева Наталья Николаевна
Должность: директор филиала
Дата подписания: 23.10.2023 09:38:25
Уникальный программный ключ:
94732c3d953a82d495dcc5155d5c573883fedd18

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

(СамГУПС)

Филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде

РАССМОТРЕНА
на заседании Ученого совета филиала
СамГУПС в г. Нижнем Новгороде
протокол от 23 июня 2020 г. № 1

УТВЕРЖДАЮ
и.о. директора филиала
_____ Н. В. Пшениснов
09 июля 2020 г.

Математическое моделирование систем и процессов

рабочая программа дисциплины

Специальность 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация «Электроснабжение железных дорог»

Форма обучения: заочная

Нижний Новгород 2020

Программу составил: Архаров Е.В.

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов, специализация «Электроснабжение железных дорог» утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «27» марта 2018 г. № 217.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Общеобразовательные и профессиональные дисциплины»

Протокол от «18» апреля 2020 г. № 8

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, проф. _____ И.В. Каспаров
Подпись

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. Цели и задачи дисциплины

Дисциплина «Математическое моделирование систем и процессов» имеет своей целью дать студентам практические навыки в области построения и применения математических моделей. С этой целью особое внимание уделяется взаимосвязи данного предмета с другими изучаемыми дисциплинами.

Целями освоения учебной дисциплины «Математическое моделирование систем и процессов» являются:

– ознакомление студентов с базовыми понятиями математического аппарата, необходимого для создания моделей и их применения к решению как теоретических, так и практических задач;

– привитие студентам умения и привычки к самостоятельному изучению учебной литературы по математике и использования интернет ресурсов для поиска необходимой информации;

– развитие логического мышления и повышение общего уровня математической культуры и навыков работы с различными специализированными пакетами прикладных программ;

– выработка навыков решения прикладных задач и умения сформулировать задачи по специальности на математическом языке.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля).

Индикатор	Результаты освоения учебной дисциплины
ОПК-1. Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	
ОПК-1.2 Проводит эксперименты по заданной методике и анализирует их результаты	**Знать:** – методы и методики математического анализа и моделирования для проведения экспериментов.
	Уметь: – проводить эксперименты по заданной методике и анализировать результаты.
	Владеть: – навыками проведения экспериментов по заданной методике и анализа результатов.
ОПК-1.5 Использует физико-математический аппарат для разработки простых	**Знать:** - основы математического представления модели как системы
	Уметь: - проводить исследования объектов на основе представления

математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях	модели как системы.
	Владеть: - навыками построения и реализации основных математических алгоритмов, навыками анализа систем; -понятийным и формальным аппаратом математического моделирования для обоснованного использования простых моделей
ОПК-1.8 Использует математические методы и модели для описания и анализа технических систем и устройств, а также для решения инженерных задач в профессиональной деятельности	**Знать:** - методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной деятельности
	Уметь: - применять методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной деятельности
	Владеть: - методами математического анализа и моделирования профессиональной деятельности для обоснованного принятия решений
ОПК-10. Способен формулировать и решать научно-технические задачи в области своей профессиональной деятельности	
ОПК-10.1 Знает основные направления научно-исследовательской деятельности в эксплуатации объектов транспорта; принципы построения алгоритмов решения научно-технических задач в профессиональной деятельности	**Знать:** - основные принципы описания процессов как систем
	Уметь: - формализовать процессы, возникающие при эксплуатации объектов железнодорожного транспорта.
	Владеть: - принципами математического моделирования систем и процессов
ОПК-10.2 Владеет навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области проведения поиска и отбора информации, математического и имитационного моделирования транспортных объектов	**Знать:** - основные понятия методов математического моделирования, используемых в инженерной практике; - методы синтеза и исследования моделей, основы аналитического и численного моделирования, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств (MathCad), ориентированных на решение научных, проектных и технологических задач в области профессиональных интересов.
	Уметь: - читать специальную литературу, использующую математические модели задач естествознания и техники; - пользоваться литературой при самостоятельном изучении инженерных вопросов; - адекватно ставить задачи исследования и оптимизации на основе методов математического моделирования; - выбирать и применять методы и компьютерные системы моделирования.

	Владеть: – методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области; – методами построения математических моделей для типовых профессиональных задач, методами их решения с использованием современных программных средств компьютерного моделирования.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Математическое моделирование систем и процессов» относится к обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули).

Код дисциплины	Наименование дисциплины	Коды формируемых компетенций
Осваиваемая дисциплина		
Б1.О.18	Математическое моделирование систем и процессов	ОПК-1, ОПК-10
Предшествующие дисциплины		
Б1.О.08	Физика	ОПК-1
Б1.О.10	Математика	ОПК-1
Б1.О.12	Химия	ОПК-1
Дисциплины, осваиваемые параллельно		
Б1.О.10	Математика	ОПК-1
Б1.О.20	Инженерная экология	ОПК-1
Последующие дисциплины		
Б2.О.04(Пд)	Производственная практика, преддипломная практика	ОПК-10
Б3.01	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	ОПК-1, ОПК-10

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделяемых на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

3.1. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов по учебному плану	Курсы
		2
Общая трудоемкость дисциплины: - часов - зачетных единиц	 216 6	 216 6
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), часов	23	23
из нее аудиторные занятия, всего	23	23
в т.ч.:		
лекции	12	12

практические занятия		
лабораторные работы	8	8
КА	0,4	0,4
КЭ	2,6	2,6
Самостоятельная подготовка к экзаменам в период экзаменационной сессии (контроль)	10,4	10,4
Самостоятельная работа (всего), часов	182,6	182,6
в т.ч. на выполнение:		
контрольной работы		
расчетно-графической работы	18	18
реферата		
курсовой работы		
курсового проекта		
Виды промежуточного контроля	Экз, За	Экз, За
Текущий контроль (вид, количество)	РГР(1)	РГР(1)

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Темы и краткое содержание курса

Раздел 1. Введение в математическое моделирование

Основные понятия и определения. Задачи моделирования физических процессов и технологических систем. Математическая модель объекта моделирования; классификация моделей; основные этапы моделирования, требования, предъявляемые к математическим моделям.

Раздел 2. Математическое программирование

Задачи линейного программирования. Основная задача линейного программирования. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования. Транспортная задача. Задачи нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа. Градиентные методы оптимизации. Динамическое программирование. Понятие об оптимальном управлении. Принцип оптимальности.

Раздел 3. Методы решения инженерных задач

Основы теории погрешностей. Численные методы решения скалярных уравнений. Численные методы решения систем линейных и нелинейных уравнений. Аппроксимация функций. Метод наименьших квадратов. Интерполирование функций. Численное интегрирование. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Численные методы решения систем уравнений в частных производных.

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Названия разделов и тем	Всего часов по учебному плану	Виды учебных занятий			
		Контактная работа (Аудиторная работа)			СРС
		ЛК	ПЗ	ЛБ	
Раздел 1. Введение в математическое моделирование	63	2			61
Раздел 2 Математическое программирование	70	5		4	61
Раздел 3 Методы решения инженерных задач	69,6	5		4	60,6
КА	0,4				
КЭ	2,6				
Контроль	10,4				
Всего	**216**	**12**		**8**	**182,6**

4.3. Тематика практических занятий

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

4.4. Тематика лабораторных работ

Тема лабораторной работы	Количество часов
	всего
Математическое программирование	4
Методы решения инженерных задач	4
Всего	**8**

4.5. Тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

4.6. Тематика расчетно-графических работ

Тема: Математическое программирование и методы решения инженерных задач.

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

5.1. Распределение часов по темам и видам самостоятельной работы

Разделы и темы	Всего часов по учебному плану	Вид самостоятельной работы
Раздел 1. Введение в математическое моделирование	61	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний. Подготовка к электронному тестированию
Тема 1 Математическое про-	61	Самостоятельное изучение отдельных

граммирование		тем учебной литературы. Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний. Подготовка к электронному тестированию
Тема 2 Методы решения инженерных задач	60,6	Самостоятельное изучение отдельных тем учебной литературы. Выполнение расчетно-графической работы. Подготовка к промежуточной аттестации и текущему контролю знаний. Подготовка к электронному тестированию
Всего	**182,6**	

5.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов с указание места их нахождения:

- учебная литература – библиотека филиала
- методические рекомендации по выполнению расчетно-графической работы;
- методические рекомендации по самостоятельной работе – сайт филиала.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

Вид оценочных средств	Количество
Текущий контроль	
РГР	1
Курсовая работа	Учебным планом не предусмотрено
Курсовой проект	Учебным планом не предусмотрено
Промежуточный контроль	
Экзамен	1
Зачет	1

Фонд оценочных средств представлен в приложении к рабочей программе.

7. Перечень основной и дополнительной литературы

7.1 Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Голубева Н.В.	Математическое моделирование систем и процессов: учебное пособие	Санкт-Петербург : Издательство Лань, 2016. - 192 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/76825	[Электронный ресурс]
Л1.2	Солоп С.А., Кулькин А.Г.	Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие	Ростов-на-Дону : РГУПС, 2017. — 172 с.- Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/129321	[Электронный ресурс]

Л1.3	Василенко, М. Н.	Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие	Санкт-Петербург : ПГУПС, 2016. — 61 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/91103	[Электронный ресурс]
7.2 Дополнительная литература				
Л2.1	С. В. Карасев, Д. В. Осипов, Д. А. Сивицкий.	Математическое моделирование систем и процессов на транспорте : учебное пособие	Новосибирск : СГУПС, 2020. — 136 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/164609	[Электронный ресурс]
Л2.2	Горбачев, Д. В. Новиков, С. В. Белоусов	Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие	Санкт-Петербург : ПГУПС, 2017. — 54 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/101571	[Электронный ресурс]

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

1. Официальный сайт филиала
2. Электронная библиотечная система
3. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Лекционные занятия составляют основу теоретического обучения, включают в себя систематизированные основы знаний по дисциплине, концентрируют внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах. Студентам рекомендуется конспектировать предлагаемый материал, для этого на занятиях необходимо иметь письменные принадлежности.

2. Лабораторные работы являются дополнением лекционных курсов и самостоятельной работы обучающихся, а также средством проверки усвоения ими знаний, даваемых на лекции и в процессе изучения рекомендуемой литературы. Лабораторные работы включают решение задач разного уровня. При подготовке к лабораторным работам по дисциплине необходимо ознакомиться с лекционным материалом на соответствующую тему.

3. Самостоятельная работа студентов по изучению дисциплины является основным видом учебных занятий. Умение самостоятельно работать необходимо для успешного овладения курсом. В рамках самостоятельной работы студент должен выполнить расчетно-графическую работу. Вариант расчетно-графической работы выбирается в соответствии с последней цифрой шифра зачетной книжки студента. Выполнение и защита расчетно-графической работы являются непременным условием для допуска к зачету и экзамену. Во время выполнения расчетно-графической работы можно получить групповые или индивидуальные консультации у преподавателя.

10. Перечень информационных технологий, программного обеспечения и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии и программное обеспечение:

- для проведения лекций, демонстрации презентаций и ведения интерактивных занятий: MS PowerPoint;
- для выполнения лабораторных работ - Microsoft Office Professional 2007 (лицензия № 43571 763 от 06.03.2008)
- для самостоятельной работы студентов: Windows 7 и выше, Microsoft Office 2010 и выше.

Программное обеспечение для проведения практических занятий:

- Графический редактор MS Excel;
- Программы компьютерной математики MathCAD.
- КОМПАС – 3D версии V18 лицензионное соглашение ДЛ-13-00297

Профессиональные базы данных,
используемые для изучения дисциплины (свободный доступ)

1. Общероссийский математический портал (информационная система) - http://www.mathnet.ru

2. Mathcad – обучающий ресурс - http://www.exponenta.ru/soft/Mathcad/learn/learn.asp

3. Портал интеллектуального центра – научной библиотеки им. Е.И. Овсянкина https://library.narfu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=500&Itemid=569&lang=ru

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

11.1. Требования к аудиториям (помещениям, кабинетам) для проведения занятий с указанием соответствующего оснащения занятий с указанием соответствующего оснащения

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (для проведения занятий лекционного типа) - аудитория № 604 соответствует требованиям охраны труда по освещенности, количеству рабочих (посадочных) мест студентов и качеству учебной доски, а также требованиям пожарной безопасности. Освещенность рабочих мест соответствует действующим СНиПам.

Оборудование: специализированная мебель: столы ученические - 11 шт., стулья ученические –23 шт., доска настенная – 1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт.

Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: (экран, проектор, ноутбук).

Учебно-наглядные пособия - комплект презентаций.

11.2. Перечень лабораторного оборудования

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета (для проведения лабораторных работ, промежуточной аттестации, индивидуальных консультаций) Лаборатория Компьютерный класс № 2 (аудитория № 411).

Оборудование: специализированная мебель: столы ученические - 25 шт., стулья ученические –31 шт., доска настенная – 1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт.

Технические средства обучения: компьютеры – 17 шт., видеопанель – 1шт.

Приложение к рабочей программе

ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения учебной дисциплины

1.1. Перечень компетенций

ОПК-1: способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования.

Индикатор ОПК-1.2. Проводит эксперименты по заданной методике и анализирует их результаты.

Индикатор ОПК-1.5. Использует физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях.

Индикатор ОПК-1.8: использует математические методы и модели для описания и анализа технических систем и устройств, а также для решения инженерных задач в профессиональной деятельности.

ОПК-10. Способен формулировать и решать научно-технические задачи в области своей профессиональной деятельности.

Индикатор ОПК-10.1. Знает основные направления научно-исследовательской деятельности в эксплуатации объектов транспорта; принципы построения алгоритмов решения научно-технических задач в профессиональной деятельности.

Индикатор ОПК-10.2. Владеет навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области проведения поиска и отбора информации, математического и имитационного моделирования транспортных объектов.

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения учебной дисциплины

Наименование этапа	Содержание этапа (виды учебной работы)	Коды формируемых на этапе компетенций
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	Лекции, самостоятельная работа студентов с теоретической базой, лабораторные занятия	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.8) ОПК-10 (ОПК-10.1, ОПК-10.2)
Этап 2. Формирование умений	Лабораторные работы	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.8) ОПК-10 (ОПК-10.1, ОПК-10.2)
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	Выполнение расчетно-графической работы	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.8) ОПК-10 (ОПК-10.1, ОПК-10.2)
Этап 4. Проверка усвоенного материала	Защита расчетно-графической работы, зачет, экзамен	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.8)

		ОПК-10 (ОПК-10.1, ОПК-10.2)

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

2.1. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции	Код компетенции	Показатели оценивания компетенций	Критерии	Способы оценки
Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.8) ОПК-10 (ОПК-10.1, ОПК-10.2)	- посещение лекционных занятий; - ведение конспекта лекций; - участие в обсуждении теоретических вопросов тем на каждой лабораторной работе.	- наличие конспекта лекций по всем темам, вынесенным на лекционное обсуждение; - активное участие студента в обсуждении теоретических вопросов.	Устный ответ
Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.8) ОПК-10 (ОПК-10.1, ОПК-10.2)	- выполнение лабораторных работ	- успешное самостоятельное выполнение лабораторных работ	Отчет по лабораторной работе
Этап 3. Формирование навыков практического использования знаний и умений	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.8) ОПК-10 (ОПК-10.1, ОПК-10.2)	- наличие правильно выполненной расчетно-графической работы	- расчетно-графическая работа имеет положительную рецензию и допущена к защите	Расчетно-графическая работа
Этап 4. Проверка усвоенного материала	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.8) ОПК-10 (ОПК-10.1, ОПК-10.2)	- успешная защита расчетно-графической работы; - зачет - экзамен	- ответы на все вопросы по расчетно-графической работе; - ответы на основные и дополнительные вопросы зачета, экзамена	устный ответ

2.2. Критерии оценивания компетенций по уровню их сформированности

Код компетенции	Уровни сформированности компетенций		
	базовый	средний	высокий
ОПК-1 (ОПК-1.2)	**Знать:** методы математического моделирования для теоретиче-	**Знать:** средства математического моделирования для теоретиче-	**Знать:** методы математического анализа и модели-

	ского и экспериментального исследования объектов, процессов **Уметь:** применять методы математического моделирования для анализа систем и процессов. **Владеть**: методами теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов.	ского и экспериментального исследования объектов, процессов **Уметь:** применять средства математического моделирования для решения конкретных типовых профессиональных задач. **Владеть:** средствами теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов.	рования для проведения экспериментов **Уметь:** применять методы математического анализа и моделирования при проведении экспериментов. **Владеть:** методами и средствами для теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов.
ОПК-1 (ОПК-1.5)	**Знать:** физико-математические основы математические методы оценки надежности подвижного состава. **Уметь:** применять математические методы оценки надежности подвижного состава. **Владеть**: математическими методами оценки надежности подвижного состава.	**Знать:** статистические методы оценки надежности подвижного состава. **Уметь:** применять статистические методы оценки надежности подвижного состава. **Владеть:** статистическими методами оценки надежности подвижного состава.	**Знать:** методы анализа надежности подвижного состава. **Уметь:** применять методы анализа надежности подвижного состава. **Владеть:** методами анализа надежности подвижного состава.
ОПК-1 (ОПК-1.8)	**Знать:** основные методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной деятельности. **Уметь:** применять методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в простых задач. **Владеть**: методами математического анализа и моделирования профессиональной деятельности для обоснованного принятия решений в простых задачах.	**Знать:** основные методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной деятельности. **Уметь:** применять методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений при решении типовых задач. **Владеть**: методами математического анализа и моделирования профессиональной деятельности для обоснованного принятия решений в типовых зада-	**Знать:** основные методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной деятельности. **Уметь:** комбинировать методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной деятельности. **Владеть**: методами математического анализа и моделирования профес-

		чах.	сиональной деятельности для обоснованного принятия решений в профессиональных задач задачах.
ОПК-10 (ОПК-10.1)	**Знать:** принципы построения математических моделей систем и процессов. **Уметь:** строить алгоритмы решения технических задач. **Владеть**: методами исследования подвижного состава.	**Знать:** методы анализа данных. **Уметь:** применять методы анализа экспериментальных данных при решении типовых задач. **Владеть:** методами анализа экспериментальных данных по подвижному составу.	**Знать:** современные способы моделирования. подвижного состава **Уметь:** применять способы моделирования подвижного состава. **Владеть:** современными способами моделирования подвижного состава.
ОПК-10 (ОПК-10.2)	**Знать:** методы математического и имитационного моделирования транспортных объектов. **Уметь:** применять методы математического и имитационного моделирования транспортных объектов при решении научно-технических задач. **Владеть**: методами математического и имитационного моделирования транспортных объектов.	**Знать:** способы математического и имитационного моделирования подвижного состава**.** **Уметь:** применять способы математического и имитационного моделирования для анализа систем и процессов. **Владеть:** навыками применения математического и имитационного моделирования для решения типовых задач.	**Знать:** пакеты прикладных программа, используемых для математического и имитационного моделирования транспортных объектов. **Уметь:** применять пакеты прикладных программа, используемых для математического и имитационного моделирования транспортных объектов. **Владеть:** пакетами пакеты прикладных программа, используемых для математического и имитационного моделирования транспортных объектов.

2.3. Шкалы оценивания формирования индикаторов достижения компетенций

а) Шкала оценивания экзамена

Шкала оценивания	Критерии оценивания
оценка **«отлично»**	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на высоком уровне и студент отвечает на все дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов. Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Оперирует приобретенными знаниями, умениями и навыками, в том числе в ситуациях повышенной сложности. Отвечает на все вопросы билета без наводящих вопросов со стороны преподавателя. Не испытывает затруднений при ответе на дополнительные вопросы. Задачу решил правильно.
оценка **«хорошо»**	- Один индикатор достижения компетенции сформирован на высоком уровне, а другие индикаторы достижения компетенции сформированы на среднем уровне; - все индикаторы достижений компетенции сформированы на среднем уровне, но студент аргументированно отвечает на все дополнительные вопросы; - один индикатор достижений компетенции сформирован на среднем уровне, а другие на базовом уровне, но студент уверенно отвечает на все дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов. Студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне. Оперирует приобретенными знаниями, умениями и навыками; его ответ представляет грамотное изложение учебного материала по существу; отсутствуют существенные неточности в формулировании понятий; правильно применены теоретические положения, подтвержденные примерами. На два теоретических вопроса студент дал полные ответы, на третий - при наводящих вопросах преподавателя. При ответе на дополнительные вопросы допускает неточности. Задачу решил.
оценка **«удовлетворительно»**	- Все индикаторы достижений компетенции сформированы на базовом уровне; - один индикатор достижения компетенции сформирован на базовом уровне, другие на среднем уровне, но студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но проблемы не носят принципиального характера. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений и навыков показателям и критериям оценивания индикаторов достижения компетенции на формируемом дисциплиной уровне: допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний по ряду вопросов. Затрудняется отвечать на дополнительные вопросы. Задачу решил на 50%.
оценка **«неудовлетворительно»**	Индикаторы достижения компетенции сформированы на уровне ниже базового и студент затрудняется ответить на

	дополнительные вопросы. Теоретическое содержание дисциплины освоено частично. Студент демонстрирует явную недостаточность или полное отсутствие знаний, умений и навыков на заданном уровне сформированности индикаторов достижения компетенции.

б) Шкала оценивания зачета

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на уровне не ниже базового и студент отвечает на дополнительные вопросы - прочно усвоил предусмотренный программой материал; - правильно, аргументировано ответил на все вопросы; - показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов; - без ошибок выполнил практическое задание
Незачтено	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на уровне ниже базового и студент затрудняется ответить на дополнительные вопросы. Выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.

в) Шкала оценивания расчетно-графической работы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на уровне не ниже базового. Все расчеты выполнены верно и имеют необходимые пояснения.
Незачтено	Все индикаторы достижений компетенции сформированы на уровне ниже базового. В расчетах допущены ошибки, необходимые пояснения отсутствуют.

3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Код компетенции	Этапы формирования компетенции	Типовые задания (оценочные средства)
ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.5, ОПК-1.8) ОПК-10 (ОПК-10.1,	Этап 1. Формирование теоретической базы знаний	- дискуссия: вопросы для обсуждения
	Этап 2. Формирование умений (решение задачи по образцу)	- лабораторные работы (методические рекомендации для проведения лабораторных занятий)
	Этап 3. Формирование	- расчетно-графическая работа: пе-

ОПК-10.2)	навыков практического использования знаний и умений	речень вопросов и задач по вариантам (методические рекомендации)
	Этап 4. Проверка усвоенного материала	- защита расчетно-графической работы; - вопросы к зачету, экзамену (приложение 1)

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков

Экзамен

Проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. Экзамен проходит в форме собеседования по билетам, в которые включаются теоретические вопросы. При выставлении оценок учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Аудиторное время, отведенное студенту, на подготовку – 30 мин.

Зачет

Зачет проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. Зачет проходит в форме собеседования по вопросам, в которые включаются теоретические вопросы и задача. При выставлении оценок учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Аудиторное время, отведенное студенту, на подготовку – 30 мин.

Расчетно-графическая работа

Это внеаудиторный вид самостоятельной работы студентов. Расчетно-графическая работа включает в себя теоретические вопросы и задачи, охватывающих основные вопросы дисциплины. Работа выполняется по вариантам, согласно последней и предпоследней цифре шифра и сдается на проверку.

После проверки расчетно-графическая работа возвращается студентам для подготовки ее защите.

Защита расчетно-графической работы проводится на экзаменационной сессии и является основанием для допуска студента к экзамену. При защите расчетно-графической работы студенты должны ответить на теоретические вопросы по тематике расчетно-графической работы.

Тема РГР: Математическое программирование и методы решения инженерных задач.

Дискуссия

При проведении дискуссии студентам для обсуждения предлагаются вопросы по теме, отведенной на практическое или лабораторное занятие (согласно рабочей программе учебной дисциплины). При ответе на вопрос студент должен раскрыть тему, указать размерности используемых физических величин и их смысл.

Лабораторная работа

Лабораторные работы – метод репродуктивного обучения, направленный на углубление и закрепление знаний, практических навыков, овладение современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификацион-

ной характеристикой специалиста, состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Проведение лабораторных работ позволяет студентам освоить основы математического и имитационного моделирования систем и процессов, а также их анализа на основе решения типовых профессиональных задач.

Приложение 1

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

Вопросы для проверки уровня обученности «ЗНАТЬ»

1. В чем состоят особенности динамических задач оптимизации?
2. Приведите примеры динамической задачи оптимизации.

3.Что такое управление и переменная состояния в динамических моделях?

2. В чем состоит метод динамического программирования в многошаговых задачах оптимизации?
3. Как формулируется задача по подбору эмпирических формул.
4. Геометрическая интерпретация задачи построения эмпирической формулы.
5. Функции, используемые для построения эмпирических формул.
6. Выбор наилучшей функции.
7. Какой процесс называется случайным? Приведите примеры.
8. Как на практике определить интенсивность порождающего потока случайных событий?
9. Что называется плотностью вероятности перехода системы из состояния в состояние?
10. Как составляется система линейных алгебраических уравнений с неизвестными предельными вероятностями по размеченному графу состояний системы?
11. Как составляется система линейных алгебраических уравнений с неизвестными предельными вероятностями по матрице плотностей вероятностей перехода?
12. Генерирование случайных чисел. Генерирование случайных чисел, распределенных по экспоненциальному закону распределения.
13. Генерирование случайных чисел. Генерирование случайных чисел, распределенных по нормальному закону распределения.
14. Генерирование случайных чисел. Псевдослучайные числа. Генерирование последовательности равномерно распределенных случайных чисел.
15. Как имитируется расстояние между двумя случайными событиями пуассоновского потока? Как на практике определить интенсивность порождающего потока случайных событий?
16. Как обеспечить требуемый выходной параметр статической модели, управляя входными воздействиями на нее? Напишите алгоритм, нарисуйте схему реализации.
17. Как определить необходимое число итераций в статистическом эксперименте для достижения заданной точности?

Вопросы для проверки уровня обученности «УМЕТЬ»

1. Как осуществляется описание случайного характера суточных объемов вагонопотоков законами распределения вероятностей отличными от нормального.

2. Как определяется оптимальная стратегия и цена игры. Решение игр в чистых стратегиях и седловые точки матрицы игры.
3. В каком случае интенсивность входящего потока заявок существенно зависит от состояний замкнутой *n*-канальной СМО? Перечислите отличия замкнутых СМО от разомкнутых.
4. Как осуществляется Обработка статистических данных. Частота, относительная частота, плотность относительной частоты.
5. Как на практике используются критерии согласия Пирсона и Колмогорова. Приведите пример.
6. Как осуществляется статистическое моделирование случайных величин.
7. Сформулируйте математическую модель транспортной задачи, необходимое и достаточное условия разрешимости, свойства системы ограничений, опорное решение.

Вопросы для проверки уровня обученности «ВЛАДЕТЬ»

Студент должен владеть способностью решать задачи профессиональной деятельности методов математического и имитационного моделирования с применением пакетов прикладных программ.

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ

1. В чем состоят особенности динамических задач оптимизации?
2. Что такое управление и переменная состояния в динамических моделях?
3. Сформулируйте принцип оптимальности Беллмана
4. Как формулируется задача по подбору эмпирических формул.
5. Выбор наилучшей функции.
6. Орграфы. Основные определения. Матрицы орграфов. Орцепи и орциклы.
7. Неориентированные графы. Основные определения. Полный граф Kn. Матрицы графов. Циклы, цепи. Достижимость. Связность.
8. Эйлеровы и гамильтоновы графы. Задача Эйлера.
9. Деревья, лес. Остовное дерево графа. Цикломатическое и хроматическое числа графа.
10. Что понимается под системами массового обслуживания (СМО) и для чего они предназначены?
11. В чем стоит цель, предмет задачи теории СМО?
12. Какие блоки включает схема СМО?
13. Что понимается под характеристикой эффективности работы СМО?
14. Случайный процесс (СП) какого типа протекает в СМО?
15. Какой процесс называется случайным? Приведите примеры.
16. Какой СП называется Марковским?
17. Что представляет собой граф состояний системы?
18. Какие СП называются дискретными?
19. Какие СП называются непрерывными?
20. Дайте определение состояния без выхода, без входа.
21. Какая система называется эргодической?
22. Дайте определение СП с дискретным и непрерывным временем.
23. Что называется Марковской цепью?
24. Что собой представляют вероятности состояний?
25. Какая Марковская цепь называется однородной (неоднородной)?
26. Дайте определение вероятностей состояний системы, в которой протекает Марковский случайный процесс с непрерывным временем.
27. Что называется плотностью вероятности перехода системы из состояния в состояние?
28. Дайте определение однородного и неоднородного Марковского дискретного процесса с непрерывным временем.
29. Какова физическая интерпретация предельных вероятностей состояний дискретной Марковской системы с непрерывным временем?
30. На какие классы делятся СМО в зависимости от характера потоков?
31. На какие классы делятся СМО в зависимости от числа каналов?
32. На какие классы делятся СМО в зависимости от дисциплины обслуживания?
33. На какие классы делятся СМО в зависимости от ограничения потока заявок?

34.На какие классы делятся СМО в зависимости от количества этапов обслуживания?
35.Кто впервые занимался исследованием многоканальных СМО с отказами?
36.Как называется модель случайного процесса, протекающего в многоканальной СМО с отказами?
37.Что понимается под «потоком обслуживаний» заявок?
38.Как выглядит размеченный граф для многоканальной СМО с отказами?
39.Какие вероятности состояний СМО называются предельными и какой режим функционирования они характеризуют?
40.Что представляет собой приведенная интенсивности входящего потока и какова единица измерения этого показателя?
41.Перечислите основные предельные характеристики эффективности функционирования n-канальной СМО с отказами.
42.Дайте определение вероятностей состояний системы, в которой протекает Марковский случайный процесс с непрерывным временем.
43.Дайте определение однородного и неоднородного Марковского дискретного процесса с непрерывным временем.
44.Замкнутая многоканальная СМО.

Вопросы для проверки уровня обученности УМЕТЬ

1. Как составляется система линейных алгебраических уравнений с неизвестными предельными вероятностями по размеченному графу состояний системы?
2. Как составляется система линейных алгебраических уравнений с неизвестными предельными вероятностями по матрице плотностей вероятностей перехода?
3. Определите размеченный граф состояний системы, в которой протекает Марковский случайный процесс с непрерывным временем
4. Функции, используемые для построения эмпирических формул.
5. Метод наименьших квадратов.
6. Геометрическая интерпретация задачи построения эмпирической формулы.
7. В чем состоит метод динамического программирования в многошаговых задачах оптимизации?
8. Приведите примеры динамической задачи оптимизации.
9. Генерирование случайных чисел. Генерирование случайных чисел, распределенных по экспоненциальному закону распределения.
10. Генерирование случайных чисел. Генерирование случайных чисел, распределенных по нормальному закону распределения.
11. Генерирование случайных чисел. Псевдослучайные числа. Генерирование последовательности равномерно распределенных случайных чисел.
12. Как имитируется расстояние между двумя случайными событиями пуассоновского потока? Как на практике определить интенсивность порождающего потока случайных событий?
13. Как обеспечить требуемый выходной параметр статической модели, управ-

ляя входными воздействиями на нее? Напишите алгоритм, нарисуйте схему реализации.

14. Как определить необходимое число итераций в статистическом эксперименте для достижения заданной точности?

15. Как рассчитать рейтинг проекта в экспертизе методом Кемени? Как рассчитать объективность эксперта?

16. Как составляется система линейных алгебраических уравнений с неизвестными предельными вероятностями по размеченному графу состояний системы?

Вопросы для проверки уровня обученности ВЛАДЕТЬ

1. Задана матрица P_1 вероятностей перехода дискретной цепи Маркова из i – го в j – ое состояние за один шаг (i, j = 1,2) . Распределение вероятностей по состояниям в начальный момент t = 0 определяется вектором $\bar{q}$. Найти : 1. матрицу P_2 перехода цепи из состояния i в состояние j за два шага;

$$P = \begin{pmatrix} 0{,}1 & 0{,}9 \\ 0{,}2 & 0{,}8 \end{pmatrix}, \qquad \vec{q} = (0{,}7;\, 0{,}3).$$

2. Задана матрица P_1 вероятностей перехода дискретной цепи Маркова из i – го в j – ое состояние за один шаг (i, j = 1,2) . Распределение вероятностей по состояниям в начальный момент t = 0 определяется вектором $\bar{q}$. Найти : 1. матрицу P_2 перехода цепи из состояния i в состояние j за два шага;

$$P = \begin{pmatrix} 0{,}1 & 0{,}9 \\ 0{,}2 & 0{,}8 \end{pmatrix}, \qquad \vec{q} = (0{,}7;\, 0{,}3).$$

3. Задана матрица P_1 вероятностей перехода дискретной цепи Маркова из i – го в j – ое состояние за один шаг (i, j = 1,2) . Распределение вероятностей по состояниям в начальный момент t = 0 определяется вектором $\bar{q}$. Найти : 1. матрицу P_2 перехода цепи из состояния i в состояние j за два шага;

$$P = \begin{pmatrix} 0{,}7 & 0{,}3 \\ 0{,}5 & 0{,}5 \end{pmatrix}, \qquad \vec{q} = (0{,}5;\, 0{,}5).$$

4. Задана матрица P_1 вероятностей перехода дискретной цепи Маркова из i – го в j – ое состояние за один шаг (i, j = 1,2) . Распределение вероятностей по состояниям в начальный момент t = 0 определяется вектором $\bar{q}$. Найти : 1. матрицу P_2 перехода цепи из состояния i в состояние j за два шага;

$$P = \begin{pmatrix} 0{,}4 & 0{,}6 \\ 0{,}9 & 0{,}1 \end{pmatrix}, \qquad \vec{q} = (0{,}2;\, 0{,}8).$$

5. Задана матрица P_1 вероятностей перехода дискретной цепи Маркова из i – го в j – ое состояние за один шаг (i, j = 1,2) . Распределение вероятностей по состояниям в начальный момент

t = 0 определяется вектором $\bar{q}$. Найти : 1. матрицу P_2 перехода цепи из состояния i в состояние j за два шага; $P = \begin{pmatrix} 0{,}9 & 0{,}1 \\ 0{,}2 & 0{,}8 \end{pmatrix}$, $\vec{q} = (0{,}5; 0{,}5)$.

6. Задана матрица P_1 вероятностей перехода дискретной цепи Маркова из i – го в j – ое состояние за один шаг (i, j = 1,2) . Распределение вероятностей по состояниям в начальный момент t = 0 определяется вектором $\bar{q}$. Найти : 1. матрицу P_2 перехода цепи из состояния i в состояние j за два шага; $P = \begin{pmatrix} 0{,}3 & 0{,}7 \\ 0{,}9 & 0{,}1 \end{pmatrix}$, $\vec{q} = (0{,}3; 0{,}7)$.

7. Задана матрица P_1 вероятностей перехода дискретной цепи Маркова из i – го в j – ое состояние за один шаг (i, j = 1,2) . Распределение вероятностей по состояниям в начальный момент t = 0 определяется вектором $\bar{q}$. Найти : 1. матрицу P_2 перехода цепи из состояния i в состояние j за два шага; $P = \begin{pmatrix} 0{,}4 & 0{,}6 \\ 0{,}5 & 0{,}5 \end{pmatrix}$, $\vec{q} = (0{,}9; 0{,}1)$.

8. Задана матрица P_1 вероятностей перехода дискретной цепи Маркова из i – го в j – ое состояние за один шаг (i, j = 1,2) . Распределение вероятностей по состояниям в начальный момент t = 0 определяется вектором $\bar{q}$. Найти : 1. матрицу P_2 перехода цепи из состояния i в состояние j за два шага; $P = \begin{pmatrix} 0{,}8 & 0{,}2 \\ 0{,}2 & 0{,}8 \end{pmatrix}$, $\vec{q} = (0{,}1; 0{,}9)$.

9. Задана матрица P_1 вероятностей перехода дискретной цепи Маркова из i – го в j – ое состояние за один шаг (i, j = 1,2) . Распределение вероятностей по состояниям в начальный момент t = 0 определяется вектором $\bar{q}$. Найти : 1. матрицу P_2 перехода цепи из состояния i в состояние j за два шага; $P = \begin{pmatrix} 0{,}6 & 0{,}4 \\ 0{,}7 & 0{,}3 \end{pmatrix}$, $\vec{q} = (0{,}2; 0{,}8)$.

10.Задана матрица P_1 вероятностей перехода дискретной цепи Маркова из i – го в j – ое состояние за один шаг (i, j = 1,2) . Распределение вероятностей по состояниям в начальный момент t = 0 определяется вектором $\bar{q}$. Найти: 1. матрицу P_2 перехода цепи из состояния i в состояние j за два шага; $P = \begin{pmatrix} 0{,}1 & 0{,}9 \\ 0{,}2 & 0{,}8 \end{pmatrix}$, $\vec{q} = (0{,}4; 0{,}6)$

11.Решить транспортную задачу при заданных матрице смежности $c := \begin{pmatrix} 4 & 11 & 31 & 7 \\ 2 & 23 & 9 & 85 \\ 86 & 29 & 20 & 56 \\ 7 & 31 & 18 & 6 \end{pmatrix}$ предложении $a := \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 30 \\ 50 \end{pmatrix}$ и спросе $b := \begin{pmatrix} 180 \\ 100 \\ 10 \\ 90 \end{pmatrix}$

12. Решить транспортную задачу при заданных матрице смежности $c := \begin{pmatrix} 8 & 7 & 4 \\ 1 & 9 & 5 \end{pmatrix}$ предложении $a := \begin{pmatrix} 2 \\ 98 \end{pmatrix}$ и спросе

13. Решить транспортную задачу при заданных матрице смежности $c := \begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 5 \end{pmatrix}$ предложении $a := \begin{pmatrix} 20 \\ 40 \end{pmatrix}$ и спросе $b := \begin{pmatrix} 10 \\ 20 \\ 30 \end{pmatrix}$

14. Решить транспортную задачу при заданных матрице смежности $c := \begin{pmatrix} 3 & 2 & 6 & 1 \\ 2 & 10 & 1 & 5 \\ 7 & 4 & 8 & 9 \end{pmatrix}$ предложении $a := \begin{pmatrix} 35 \\ 15 \\ 40 \end{pmatrix}$ и спросе

15. Решить транспортную задачу при заданных матрице смежности $c := \begin{pmatrix} 3 & 2 & 6 & 1 \\ 2 & 3 & 0 & 5 \\ 7 & 4 & 8 & 9 \end{pmatrix}$ предложении $a := \begin{pmatrix} 35 \\ 15 \\ 40 \end{pmatrix}$ и спросе $b := \begin{pmatrix} 40 \\ 0 \\ 30 \\ 20 \end{pmatrix}$

16. Решить транспортную задачу при заданных матрице смежности $c := \begin{pmatrix} 3 & 2 & 6 & 1 \\ 2 & 3 & 0 & 5 \\ 7 & 4 & 8 & 9 \end{pmatrix}$ предложении $a := \begin{pmatrix} 50 \\ 0 \\ 40 \end{pmatrix}$ и спросе $b := \begin{pmatrix} 10 \\ 30 \\ 30 \\ 20 \end{pmatrix}$

17. Решить транспортную задачу при заданных матрице смежности $c := \begin{pmatrix} 0 & 2 & 6 & 1 \\ 2 & 3 & 1 & 5 \\ 7 & 2 & 8 & 4 \end{pmatrix}$ предложении $a := \begin{pmatrix} 50 \\ 2 \\ 38 \end{pmatrix}$ и спросе $b := \begin{pmatrix} 1 \\ 30 \\ 39 \\ 20 \end{pmatrix}$

18. Решить транспортную задачу при заданных матрице смежности $c := \begin{pmatrix} 1 & 2 & 4 & 1 \\ 2 & 3 & 1 & 5 \\ 3 & 2 & 4 & 4 \end{pmatrix}$ предложении $a := \begin{pmatrix} 50 \\ 30 \\ 10 \end{pmatrix}$ и спросе $b := \begin{pmatrix} 30 \\ 30 \\ 10 \\ 20 \end{pmatrix}$

19. Решить транспортную задачу при заданных матрице смежности $c := \begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 & 3 \\ 5 & 3 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 4 & 2 \end{pmatrix}$ предложении $a := \begin{pmatrix} 90 \\ 30 \\ 40 \end{pmatrix}$ и спросе $b := \begin{pmatrix} 70 \\ 30 \\ 20 \\ 40 \end{pmatrix}$

20. Решить транспортную задачу при заданных матрице смежности $c := \begin{pmatrix} 4 & 21 & 5 & 7 \\ 2 & 11 & 6 & 85 \\ 86 & 29 & 20 & 56 \\ 7 & 31 & 18 & 6 \end{pmatrix}$ предложении $a := \begin{pmatrix} 20 \\ 100 \\ 30 \\ 50 \end{pmatrix}$ и спросе $b := \begin{pmatrix} 0 \\ 100 \\ 10 \\ 90 \end{pmatrix}$

21. Максимизировать заданную целевую функцию Z, трехмерный график, на котором изобразить плоскости ограничений и плоскость рассчитанной ЦФ.

На графике показать точку оптимума. $Z=9x_1+10x_2+16x_3$, $18x_1+15x_2+12x_3\leq 360$, $6x_1+4x_2+8x_3\leq 192$, $-10x_1+3x_2+3x_3\leq 30$, $x_1\geq 0$, $x_2\geq 0$, $x_3\geq 0$.

22.Максимизировать заданную целевую функцию Z, трехмерный график, на котором изобразить плоскости ограничений и плоскость рассчитанной ЦФ. На графике показать точку оптимума

23.$Z=7x_1+12x_2+14x_3$, $28x_1+25x_2+22x_3\leq 560$, $4x_1-40x_2+6x_3\leq 100$, $-10x_1+30x_2+5x_3\leq 50$, $x_1\geq 0$, $x_2\geq 0$, $x_3\geq 0$

24.Максимизировать заданную целевую функцию Z, трехмерный график, на котором изобразить плоскости ограничений и плоскость рассчитанной ЦФ. На графике показать точку оптимума

25.$Z=2x_1+3x_2+4x_3$, $-5x_1+6x_2+7x_3\leq 20$, $8x_1-9x_2+10x_3\leq 30$, $11x_1+12x_2-13x_3\leq 40$, $x_1\geq 0$, $x_2\geq 0$, $x_3\geq 0$

26.Максимизировать заданную целевую функцию Z, трехмерный график, на котором изобразить плоскости ограничений и плоскость рассчитанной ЦФ. На графике показать точку оптимума

27.$Z=3x_1+4x_2+2x_3$, $15x_1-16x_2+17x_3\leq 120$, $-18x_1+19x_2+20x_3\leq 130$, $21x_1+22x_2-23x_3\leq 140$, $x_1\geq 0$, $x_2\geq 0$, $x_3\geq 0$

28.Максимизировать заданную целевую функцию Z, трехмерный график, на котором изобразить плоскости ограничений и плоскость рассчитанной ЦФ. На графике показать точку оптимума

29.$Z=3x_1+4x_2+2x_3$, $15x_1+16x_2-17x_3\leq 120$, $18x_1-19x_2+20x_3\leq 130$, $-21x_1+22x_2+23x_3\leq 140$, $x_1\geq 0$, $x_2\geq 0$, $x_3\geq 0$

30.Графически и аналитически решить задачу максимизации целевой функции Z. Найти оптимальное решение с учетом стоимости ресурсов.

31.$Z=2{,}4x_1+2x_2$, $2x_1+5x_2\leq 35$, $6x_1+x_2\leq 33$, $6x_1+5x_2\leq 45$, $x_1\geq 0$, $x_2\geq 0$. Стоимость ресурсов $c_1 = 7{,}2; c_2 = 5{,}5; c_3 = 8$

32.В отделе k телефонных аппаратов. Среднее число поступающих в отдел вызовов равно λ вызовов в час. Входной поток простейший. Время переговоров распределено по показательному закону и в среднем составляет T минут. Определить:

1) вероятность отказа в переговорах;
2) абсолютную пропускную способность системы;
3) относительную пропускную способность;
4) среднее число занятых аппаратов;
5) коэффициент загрузки оборудования $\frac{\bar{k}}{k}\cdot 100\%$.

Как изменятся эти показатели работы системы, если в отделе добавить еще один аппарат? Сколько аппаратов необходимо добавить, чтобы отказ получали не более 10 % вызовов?

$k = 3$, $\lambda = 20$, $T = 10$.

33.В отделе k телефонных аппаратов. Среднее число поступающих в отдел вызовов равно λ вызовов в час. Входной поток простейший. Время пере-

говоров распределено по показательному закону и в среднем составляет T минут. Определить:

1) вероятность отказа в переговорах;
2) абсолютную пропускную способность системы;
3) относительную пропускную способность;
4) среднее число занятых аппаратов;
5) коэффициент загрузки оборудования $\frac{\bar{k}}{k} \cdot 100\%$.

Как изменятся эти показатели работы системы, если в отделе добавить еще один аппарат? Сколько аппаратов необходимо добавить, чтобы отказ получали не более 10 % вызовов?

$k = 2$, $\lambda = 15$, $T = 12$.

34.В отделе k телефонных аппаратов. Среднее число поступающих в отдел вызовов равно λ вызовов в час. Входной поток простейший. Время переговоров распределено по показательному закону и в среднем составляет T минут. Определить:

1) вероятность отказа в переговорах;
2) абсолютную пропускную способность системы;
3) относительную пропускную способность;
4) среднее число занятых аппаратов;
5) коэффициент загрузки оборудования $\frac{\bar{k}}{k} \cdot 100\%$.

Как изменятся эти показатели работы системы, если в отделе добавить еще один аппарат? Сколько аппаратов необходимо добавить, чтобы отказ получали не более 10 % вызовов?

$k = 2$, $\lambda = 8$, $T = 15$

35.В отделе k телефонных аппаратов. Среднее число поступающих в отдел вызовов равно λ вызовов в час. Входной поток простейший. Время переговоров распределено по показательному закону и в среднем составляет T минут. Определить:

1) вероятность отказа в переговорах;
2) абсолютную пропускную способность системы;
3) относительную пропускную способность;
4) среднее число занятых аппаратов;
5) коэффициент загрузки оборудования $\frac{\bar{k}}{k} \cdot 100\%$.

Как изменятся эти показатели работы системы, если в отделе добавить еще один аппарат? Сколько аппаратов необходимо добавить, чтобы отказ получали не более 10 % вызовов?

$k = 4$, $\lambda = 24$, $T = 10$.