



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ***

Направление подготовки (специальность)  
09.03.03 Прикладная информатика

Направленность (профиль/специализация) программы  
Информационные системы и технологии в управлении ИТ-проектами

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Бизнес-информатики и информационных технологий
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск  
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВПО по специальности 09.03.03 «Прикладная информатика», утвержденного приказом МО И Н РФ от 19 сентября 2017 года приказ № 922

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры бизнес-информатики и информационных технологий

«11» февраля 2020 г., протокол № 6.


Зав. кафедрой  Т.Н. Чусавина

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики и автоматизированных систем

«26» февраля 2020 г., протокол № 5.


Председатель  С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена: доцентом кафедры БИ и ИТ, кандидатом пед. наук

 Е.Н. Гусевой

Рецензент:

Директор Центра информационных технологий ООО «ПАРАДОКС»

 Ю.Н. Волцуков

**Лист актуализации рабочей программы**

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Бизнес-информатики и информационных

Протокол от 31 августа 2020 г. № 1  
Зав. кафедрой Чусавитина Г.Н. Чусавитина

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Бизнес-информатики и информационных

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Г.Н. Чусавитина

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Бизнес-информатики и информационных

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Г.Н. Чусавитина

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Бизнес-информатики и информационных

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Г.Н. Чусавитина

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

подготовка студентов по курсу «Математическое моделирование». В результате изучения курса студенты должны получить представление о применении имитационных моделей в области экономики, освоить методы анализа и оптимизации производственных процессов, научиться создавать имитационные модели предприятий и организаций, моделировать денежные и финансовые потоки фирмы.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Математическое моделирование является обязательной дисциплиной вариативной части Б1.О.23.

Для изучения дисциплины необходимы знания, умения, владения, сформированные в результате изучения дисциплин: «Теория вероятностей и математическая статистика» понятие о случайной величине потоке событий, законы распределения непрерывных и случайных величин; числовые характеристики дисперсия, математическое ожидание и др. «Теория систем и системный анализ»: понятие сложной системы, свойства сложных систем, представления об анализе и синтезе сложных систем. Предшествующими для данного курса являются дисциплины «Информационные системы и технологии», «Теория систем и системный анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика».

Знания, умения и владения, полученные при изучении дисциплины «Математическое моделирование» будут необходимы для подготовки студентов к изучению последующих дисциплин: «Технологическое предпринимательство», «Исследование операций и методы оптимизации».

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) Математическое моделирование обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-6	Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;
ОПК-6.1	Применяет методы теории систем и системного анализа, математического и статистического моделирования, исследования операций, дискретной и финансовой математики для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов
ОПК-6.2	Проводит расчеты основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 55 акад. часов;
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 1 акад. часов
- самостоятельная работа – 53 акад. часов;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час		Самостоятельная работа студентов	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лекции	Лаб. занятия				
<b>Раздел 1. Основы математического моделирования</b>							
1.1. Математическая модель. Классификация мат. моделей. Цели и задачи моделирования. Этапы разработки математических моделей. Постановка задачи математического моделирования.	5	1	2	2	Изучение учебной литературы	Опрос на лекции	ОПК-6
1.2. Методы принятия решений. Классификация математических моделей.		1	2	2	Создание математических моделей к лабораторной работе	Ответы на контрольные вопросы лабораторной	ОПК-6
1.3. Программные средства для разработки математических моделей.		2	4	4	Создание имитационной модели для СМО	Защита лабораторной работы	ОПК-6
Итого по разделу			8	8			
<b>Раздел 2. Статистические методы в математическом моделировании</b>							
2.1. Планирование компьютерного эксперимента. Метод Монте-Карло. Генерация случайных величин.	5	1	2	4	Выполнение лабораторной работы	Опрос на лекции	ОПК-6
2.2. Распределения дискретных и непрерывных случайных величин.		1	2	4	Выполнение лабораторной работы	Защита лабораторной работы	ОПК-6
Итого по разделу	12	6	4	8			
<b>Раздел 3. Математические модели в экономике</b>							
3.1. Моделирование систем массового обслуживания. Классификация СМО. Одноканальные и многоканальные СМО.	5	2	2	2	Создание имитационной модели для СМО	Защита лабораторной работы	ОПК-6
3.2. Оптимизация деятельности предприятия. Решение задачи минимизации производственных затрат фирмы		2	4	5	Создание имитационной модели в программе Арена	Защита лабораторной работы	ОПК-6
3.3. Теория игр. Матричные игры		2	4	5	Создание и анализ матричной модели «Жизнь»	Защита лабораторной работы	ОПК-6
Итого по разделу	16	6	10/2И	12			
<b>Раздел 4. Математические методы решения задач (линейное, нелинейное, динамическое программирование)</b>							

Раздел/тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час		Самостоятельная работа студентов	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лекции	Лаб. занятия				
4.1. Линейное программирование. Основные понятия и определения линейного программирования. Классификация ЗЛП.					Создание и анализ математических моделей ЛП	Защита лабораторной работы	ОПК-6
4.2. Нелинейное программирование. Постановка и решение задач нелинейного программирования.					Создание и анализ математических моделей НП	Защита лабораторной работы	ОПК-6
4.3. Динамическое программирование. Задачи о нахождении кратчайшего пути, задача распределения ресурсов, задачи о замене оборудования, задачи об инвестировании. Математическая модель задач динамического программирования.					Создание и анализ математических моделей ДП	Защита лабораторной работы	ОПК-6
4.4. Моделирование транспортных потоков. Сетевые модели. Задачи сетевого планирования					Создание и анализ математических моделей транспортных потоков	Защита лабораторной работы	ОПК-6 зу
Итого по разделу		6/4И	12/6И	25	Подготовка к зачету		
Итого по курсу	108	18/4И	36/8И	53		Зачет с оценкой	

## 5. Образовательные технологии

В ходе изучения дисциплины используются:

- возможности образовательного портала ФГБОУ ВО «МГТУ» для предоставления студентам методических материалов, графика самостоятельной работы, расписания консультаций, заданий для самостоятельного выполнения и рекомендуемых тем для самостоятельного изучения;

- традиционные технологии обучения в виде лекционных занятий с использованием мультимедийных средств и лабораторных практикумов в компьютерных классах вычислительного центра ФГБОУ ВО «МГТУ».

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение персональных аналитических задач на лабораторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. При проведении лабораторных занятий предусматривается использование информационных технологий:

- электронного демонстрационного материала по темам, требующим иллюстрации работы программных продуктов: MS Power Point, MS Excel, Arena компании Rockwell Software.
- кейс-технологии (в начале обучения каждый студент получает кейс, содержащий пакет учебной литературы).

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Математическое моделирование» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

1. Для формирования новых теоретических и фактических знаний используются лекции:
  - *обзорные* – для рассмотрения общих вопросов математической логики и теории алгоритмов, для систематизации и закрепления знаний;
  - *информационные* – для ознакомления с основными принципами математической логики, формализации понятия алгоритма, основными понятиями теории сложности алгоритмов;
  - *проблемные* - для развития исследовательских навыков и изучения способов решения задач.
2. Для приобретения новых фактических знаний и практических умений используются лабораторные занятия:
  - компьютерный практикум;
  - разбор результатов тематических контрольных работ, анализ ошибок, совместный поиск вариантов рационального решения учебной проблемы.
3. Для приобретения новых теоретических и фактических знаний, когнитивных и практических умений используется самостоятельная работа:
  - самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций;
  - подготовка к аудиторным контрольным работам;
  - выполнение индивидуальных домашних заданий;
  - выполнение курсовой работы.
4. Для проведения занятий в интерактивной форме:
  - ориентация студентов на образовательные интернет-ресурсы.
  - работа в команде.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала, конспектирование лекций. Оформление отчетов по лабораторным работам.

Оценочные средства для проведения текущего контроля по дисциплине и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов выложены на образовательный портал (<http://newlms.magtu.ru/>).

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Рейзлин, В. И. Математическое моделирование: учебное пособие для вузов / В. И. Рейзлин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 126 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08475-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/viewer/matematicheskoe-modelirovanie-451402>
2. Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12249-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/viewer/vvedenie-v-matematicheskoe-modelirovanie-447100>

### **б) Дополнительная литература:**

1. Советов, Б. Я. Моделирование систем: учебник для академического бакалавриата / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — 7-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 343 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3916-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/viewer/modelirovanie-sistem-425228>

### **в) Методические указания:**

1. Гусева, Е. Н. Математическое и имитационное моделирование : учебное пособие / Е. Н. Гусева ; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2017. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3154.pdf&show=dcatalogues/1/1136482/3154.pdf&view=true> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
2. Гусева Е.Н. Имитационное моделирование социально-экономических процессов. – Магнитогорск: изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. – 25с.

### **г) Программное обеспечение**

#### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии	Официальный сайт
Microsoft Windows	Д-775-14 от 24.06.2014	11.10.2021 27.07.2018 20.05.2017	
Microsoft Office	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно	
PTC	Д-1662-13 от 22.11.2013		<a href="#">Mathcad Education - University Edition (200 pack)</a>
Anylogic	Д-895-14 от 14.07.2014	бессрочно	<a href="#">AnyLogic University</a>
Arena		бессрочно	<a href="https://www.arenasimulation.com/academicArena_v15.1">https://www.arenasimulation.com/academicArena_v15.1</a>
Far менеджер	свободно распространяемое	бессрочно	



7Zip	свободно распространяемое	бессрочно	
------	---------------------------	-----------	--

### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа

Специализированная (учебная) мебель (столы, стулья, доска аудиторная), мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран) для презентации учебного материала по дисциплине;

Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Специализированная (учебная) мебель (столы, стулья, доска аудиторная), персональные компьютеры объединенные в локальные сети с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, оснащенные современными программно-методическими комплексами

Аудитории для самостоятельной работы (компьютерные классы; читальные залы библиотеки)

Специализированная (учебная) мебель (столы, стулья, доска аудиторная), персональные компьютеры объединенные в локальные сети с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, оснащенные современными программно-методическими комплексами

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Мебель (столы, стулья, стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации), персональные компьютеры

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач и выполнения упражнений, которые определяет преподаватель для студента.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала и выполнения домашних заданий с консультациями преподавателя.

**Пример задания на лабораторную работу**

Создайте имитационную модель системы, используя различные законы распределения. На станции техобслуживания работает  $a$  мастеров. Каждые  $b$  минут приезжает клиент. Время обслуживания одного клиента составляет  $c$  минут. Промоделировать работу станции техобслуживания в течение рабочей смены. Рассмотреть 3 варианта законов распределения (взять любые три из таблицы). Сделать вывод о лучшем и худшем сочетаниях законов распределения. Неизвестные параметры законов распределения выбрать по своему усмотрению. Рассмотреть один закон распределения с различными параметрами. Рассмотреть заданные законы распределения с различными отклонениями, промоделировать работу для 1, 3 и 10 рабочих смен.

Таблица 1 – Варианты индивидуальных заданий

Вариант	a	b	c
1	3	Экспоненциальная величина со средним значением 5	Равномерное распределение в диапазоне 3-7
2	3	Равномерное распределение в диапазоне 4-7	Экспоненциальная величина со средним значением 8
3	4	Гауссовское распределение с мат ожиданием 6 и СКО 1	Дискретное равномерное распределение в диапазоне 5-8
4	4	Распределение Пуассона со средним значением 3	Дискретное равномерное распределение в диапазоне 8-12
5	2	Дискретное равномерное распределение в диапазоне 4-8	Экспоненциальная величина со средним значением 7
6	2	Экспоненциальная величина со средним значением 8	Гауссовское распределение с мат ожиданием 9 и СКО 2
7	4	Равномерное распределение в диапазоне 6-9	Гауссовское распределение с мат ожиданием 7 и СКО 1
8	3	Гауссовское распределение с мат ожиданием 4 и СКО 1	Равномерное распределение в диапазоне 3-6
9	5	Распределение Пуассона со средним значением 12	Гауссовское распределение с мат ожиданием 10 и СКО 2
10	4	Дискретное равномерное распределение в диапазоне 12-15	Гауссовское распределение с мат ожиданием 10 и СКО 1
11	3	Экспоненциальная величина со средним значением 7	Дискретное равномерное распределение в диапазоне 5-10
12	2	Равномерное распределение в диапазоне 4-10	Гауссовское распределение с мат ожиданием 8 и СКО 1
13	5	Гауссовское распределение с мат ожиданием 5 и СКО 0,5	Экспоненциальная величина со средним значением 6
14	4	Распределение Пуассона со	Равномерное распределение в

		средним значением 5	диапазоне 4-7
15	3	Дискретное равномерное распределение в диапазоне 3-7	Гауссовское распределение с мат. ожиданием 5 и СКО 1

**Пример задания на лабораторную работу  
«Моделирование работы морского порта»**

В морском порту имеются два причала: старый и новый. У старого причала одновременно могут швартоваться два судна. Здесь работают два порталных крана, производящие разгрузку — погрузку судна за  $40 \pm 10$  ч. У нового причала имеется место для пяти судов. Здесь работают три крана, производящие разгрузку — погрузку за  $20 \pm 5$  ч. Суда прибывают в акваторию порта каждые  $5 \pm 3$  ч, причем около 40% из них составляют суда, имеющие приоритет в обслуживании. В ожидании места у причала судно бросает якорь на рейде. Для швартовки и отхода судна от причала требуется по 1 часу времени. Судам, имеющим приоритет в обслуживании, место у причала предоставляется в первую очередь. Разгрузку — погрузку судна всегда производит один кран.

Смоделировать процесс начала навигации в морском порту при условии, что в акваторию порта зашли 150 судов. Подсчитать число судов, обслуженных на каждом причале, и зафиксировать максимальное количество судов на рейде. Определить среднее время ожидания места у причала отдельно для судов, имеющих и не имеющих приоритета в обслуживании, а также коэффициенты загрузки порталных кранов. Построить графики, отображающие динамику разгруженных кораблей и занятости кранов. Создать имитационную модель, проанализировать результаты.

**7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования		
ОПК-6.1	Применяет методы теории систем и системного анализа, математического и статистического моделирования, исследования операций, дискретной и финансовой математики для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов	<p style="text-align: center;">Вопросы к зачету</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие математической модели. Процесс моделирования. Этапы построения модели.</li> <li>2. Функции математических моделей. Классификация математических моделей.</li> <li>3. Постановка математической модели для экономической задачи.</li> <li>4. Применение метода Монте-Карло в процессе разработки имитационных моделей.</li> <li>5. Способы генерации случайных чисел в различных программных средствах (MicrosoftExcel).</li> <li>6. Программные средства для разработки математических моделей.</li> <li>7. Компьютерный эксперимент. Эндогенные, экзогенные переменные, факторы, реакции. Математическая и компьютерная модели.</li> <li>8. Простейший поток событий. Понятие, примеры потоков событий. Свойства и характеристики потока событий.</li> <li>9. Имитация работы объекта экономики в трех измерениях: информационный, финансовый и материальный потоки на предприятии.</li> <li>10. Задачи оптимизации производства. Комбинация ресурсов, минимизирующая издержки фирмы (геометрическое решение)</li> <li>11. Объект экономики как система массового обслуживания. Виды и характеристики СМО.</li> <li>12. Марковский случайный процесс. Понятие, примеры. Граф состояний системы, характеристики состояний системы.</li> <li>13. Характеристики СМО. Интенсивность потока заявок, относительная пропускная способность, абсолютная пропускная способность, Вероятность отказа.</li> <li>14. Одноканальная система массового обслуживания с ожиданием.</li> <li>15. Одноканальная система массового обслуживания с отказами.</li> <li>16. Однопродуктовая статическая модель управления запасами Уилсона и ее допущения.</li> <li>17. Система управления запасами. Оптимальный размер заказа по Уилсону.</li> <li>18. Имитационное моделирование деятельности фирмы. Основные этапы.</li> <li>19. Структурный анализ экономических процессов.</li> <li>20. Моделирование динамических систем. Накопитель, уровень, темп изменения уровня ресурсов.</li> <li>21. Становление системного подхода</li> <li>22. Три описания систем</li> <li>23. Суть системного подхода</li> <li>24. Структура системного подхода</li> <li>25. Функциональное описание систем</li> <li>26. Морфологическое описание систем</li> <li>27. Информационное описание систем</li> <li>28. Что означает слово «система?»</li> <li>29. Принципы системного подхода.</li> <li>30. Где впервые был широко применен системный подход?</li>   <li>31. Сложная система – это...</li> <li>32. Опишите модель состава системы</li> </ol> <p>Сформулируйте определение для структурной модели системы Совокупность взаимосвязанных элементов, обладающих свойствами, отличными от свойств отдельных элементов это?</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства			
		33. На каких этапах системного анализа используются системные диаграммы 34. Математическая модель – это... 35. В каких двух формах существуют компьютерные модели? 36. Каковы цели моделирования? 37. Назовите основные функции моделей 38. Линейное программирование -это метод решения задач ... 39. Нелинейное программирование -это метод решения задач ... 40. Соотнесите перечисленные виды моделей с их интерпретацией			
1	Статистические модели	А	это модели, в которых все фигурирующие переменные непрерывны		
2	Динамические модели	Б	это модели, все переменные и параметры которых являются дискретными величинами		
3	Детерминированные модели	В	модели, которые учитывают случайные факторы, например, случайные отклонения параметров от своих номинальных значений из-за технологических разбросов, температурных и временных изменений		
4	Стохастические (вероятностные) модели	Г	в данных моделях игнорируются или моделируются весьма примитивно многие свойства, присущие реальным объектам (например, задержка и нагрузочная способность логических элементов).		
5	Дискретные модели	Д	модели, в которых предоставлена информация о состояниях системы и процессах смены состояний.		
6	Непрерывные модели	Е	модели, в которых предоставлена информация об одном состоянии системы.		
41. 1е, 2д, 3г, 4в, 5б, 6а 42. 1е, 2д, 3г, 4в, 5а, 6б 43. 1е, 2г, 3д, 4в, 5б, 6а		44. Что представляет собой транзакт? 45. Что такое сервер? 46. Что представляет собой очередь? 47. Какие существуют дисциплины очереди? 48. Установите соответствие между основными компонентами СМО и их определением:			
1	входной поток поступающих требований на обслуживание	А	определяет принцип, в соответствии с которым поступающие на вход обслуживающей системы требования подключаются из очереди к процедуре обслуживания.		
2	дисциплина очереди	Б	определяет последовательность моментов поступления требований на обслуживание и количество таких требований в каждом очередном поступлении «вероятностное распределение моментов поступления требований».		

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																											
		3	механизм обслуживания	В	определяется характеристиками самой процедуры обслуживания и структурой обслуживающей системы.																								
49. Установите соответствие между различными системами и транзактами:																													
<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>Банк</td> <td>А</td> <td>покупатели</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Магазин</td> <td>Б</td> <td>комплектующие</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Больница</td> <td>В</td> <td>звонки клиентов</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Машина</td> <td>Г</td> <td>заказы</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Узел связи</td> <td>Д</td> <td>пациенты</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Завод</td> <td>Е</td> <td>клиенты</td> </tr> </table>						1	Банк	А	покупатели	2	Магазин	Б	комплектующие	3	Больница	В	звонки клиентов	4	Машина	Г	заказы	5	Узел связи	Д	пациенты	6	Завод	Е	клиенты
1	Банк	А	покупатели																										
2	Магазин	Б	комплектующие																										
3	Больница	В	звонки клиентов																										
4	Машина	Г	заказы																										
5	Узел связи	Д	пациенты																										
6	Завод	Е	клиенты																										
а) 1г, 2е, 3д, 4а, 5в, 6б; б) 1е, 2а, 3д, 4б, 5в, 6г; в) 1е, 2б, 3д, 4в, 5г, 6б																													
<p>1) <b>Построить математическую модель для задачи:</b> Малое предприятие изготавливает три вида изделий. Прибыль от первого изделия - <math>P_1</math> рублей, от второго - <math>P_2</math> рублей, от третьего - <math>P_3</math>. Для их производства используются три вида ресурсов. Коэффициенты <math>a_{ij}</math> – это технологические коэффициенты, показывающие количество затрат сырья на производство единицы продукции. Переменные <math>b_1, b_2, b_3</math> – общие запасы ресурсов на предприятии. Найти оптимальный план выпуска изделий, обеспечивающий предприятию максимальную прибыль.</p>																													
<p>2) <b>Определить математический метод для решения подобной задачи:</b>  <math>F(x_1, x_2) = x_1c_1 + x_2c_2 \Rightarrow \max</math>  <math>a_{11}x_1 + a_{12}x_2 \leq b_1</math>  <math>a_{21}x_1 + a_{22}x_2 \leq b_2</math>  <math>a_{31}x_1 + a_{32}x_2 \leq b_3</math>  <math>a_{41}x_1 + a_{42}x_2 \leq b_4</math>  <math>x_1 \geq 0; x_2 \geq 0</math></p>																													
<p>3) <b>Пример задания:</b> Предприятие реализует выпускаемую продукцию, сбыт которой носит сезонный характер. Коэффициенты сезонности сбыта в каждом квартале: 0,54; 1,6; 0,83; 0,64. Себестоимость единицы продукции составляет 25 руб., а цена, по которой она реализуется, — 40 руб. В каждом квартале затраты на торговый персонал составляют 8 000 руб., а затраты на рекламу — 10 000 руб. Косвенные затраты составляют 15 % от выручки. Пусть ожидаемое число продаж <math>x</math> зависит от коэффициента сезонности <math>k</math> и затрат на рекламу <math>r</math> следующим образом: <math>x = 35k(r + 3000)^{1/2}</math>. Требуется определить, как влияет распределение затрат на рекламу на динамику прибыли от продажи продукции.</p>																													
<p>4) С чьим именем связано зарождение такой науки как Математические методы поиска оптимального решения (математическое программирование)?</p> <p>а) Л.В. Канторович  б) А. Смит  в) Л. Вальрас  г) Р. Солоу</p>																													
<p>5) Какие задачи решаются методом динамического программирования?  6) Какие из перечисленных моделей можно отнести к динамическим?  а) имитационные модели  б) аналоговые модели  в) оптимизационные модели  г) вероятностные модели  д) символьные модели</p>																													
<p>7) Какие задачи решаются методом нелинейного программирования?  8) <b>Пример задания:</b> выполнить статистический анализ для 100 результатов эксперимента (таблица с данными прилагается). Рассчитать числовые характеристики: среднее арифметическое; медиану; моду; дисперсию; среднее квадратичное отклонение; эксцесс; асимметрию распределения. Построить полигон частот. Определить тип выборочного распределения.</p>																													

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																																																																																																																		
		<p><b>Пример задания 1:</b> Фирма производит три вида продукции. Для изготовления каждого из них необходимо затратить рабочее время, машинное время и сырье. Затраты указанных ресурсов на единицу продукции приведены в следующей таблице.</p> <table border="1" data-bbox="491 353 1471 510"> <thead> <tr> <th>Вид продукции</th> <th>Рабочее время, ч/ед. продукции</th> <th>Машинное время, ч/ед. продукции</th> <th>Сырье, ед., сырья / ед. продукции</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>В расчете на один рабочий день имеются следующие ресурсы: рабочее время - 24 ч, машинное время - 12 ч, сырье - 18 ед. Единица первого вида продукции стоит 16 ден. ед., второго - 20 ден. ед., третьего - 18 ден. ед. Сколько продукции каждого вида нужно изготовить, чтобы максимизировать доход от произведенной за день продукции.</p> <p><b>Пример задания 2:</b> Имеется два вида корма I и II, содержащие питательные вещества (витамины) <math>S_1</math>, <math>S_2</math> и <math>S_3</math>. Содержание числа единиц питательных веществ в 1 кг каждого вида корма и необходимый минимум питательных веществ приведены в таблице (цифры условные).</p> <table border="1" data-bbox="491 788 1471 1003"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Питательное вещество (витамин)</th> <th rowspan="2">Необходимый минимум питательных веществ</th> <th colspan="2">Число единиц питательных веществ в 1 кг корма</th> </tr> <tr> <th>I</th> <th>II</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>S_1</math></td> <td>9</td> <td>3</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td><math>S_2</math></td> <td>8</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td><math>S_3</math></td> <td>12</td> <td>1</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> <p>Стоимость 1 кг корма I и II соответственно равна 4 и 6 ден. ед. Составьте дневной рацион, имеющий минимальную стоимость, в котором содержание питательных веществ каждого вида было бы не менее установленного предела.</p> <p><b>Пример задания 3:</b> создать в Арене имитационную модель системы массового обслуживания.</p> <p>В цех поступают заготовки через <math>a</math> минут. Вначале деталь обрабатывается на токарном станке в течение <math>b</math> минут. Далее деталь обрабатывается на фрезерном станке <math>c</math> минут и на шлифовальном станке <math>d</math> минут. Время перемещения между операциями составляет <math>(1 \pm 0,2)</math> минуты. Определить оптимальное количество токарных, фрезерных и шлифовальных станков. Частота подачи заготовок может варьироваться в пределах 10% от исходного значения.</p> <p>Таблица – Варианты индивидуальных заданий</p> <table border="1" data-bbox="587 1406 1385 1921"> <thead> <tr> <th>№</th> <th><math>a</math></th> <th><math>b</math></th> <th><math>c</math></th> <th><math>d</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td><math>2 \pm 1</math></td><td><math>7 \pm 3</math></td><td><math>3 \pm 1</math></td><td><math>6 \pm 4</math></td></tr> <tr><td>2</td><td><math>2 \pm 0.5</math></td><td><math>5 \pm 2</math></td><td><math>3 \pm 1</math></td><td><math>4 \pm 2</math></td></tr> <tr><td>3</td><td><math>2 \pm 0.3</math></td><td><math>8 \pm 2</math></td><td><math>5 \pm 2</math></td><td><math>6 \pm 4</math></td></tr> <tr><td>4</td><td><math>1 \pm 0.3</math></td><td><math>9 \pm 1</math></td><td><math>4 \pm 1</math></td><td><math>7 \pm 3</math></td></tr> <tr><td>5</td><td><math>2 \pm 0.4</math></td><td><math>10 \pm 1</math></td><td><math>8 \pm 2</math></td><td><math>3 \pm 1</math></td></tr> <tr><td>6</td><td><math>1.5 \pm 0.5</math></td><td><math>6 \pm 1</math></td><td><math>5 \pm 1</math></td><td><math>3 \pm 2</math></td></tr> <tr><td>7</td><td><math>3 \pm 1</math></td><td><math>7 \pm 3</math></td><td><math>5 \pm 2</math></td><td><math>6 \pm 3</math></td></tr> <tr><td>8</td><td><math>3 \pm 0.5</math></td><td><math>11 \pm 2</math></td><td><math>5 \pm 1</math></td><td><math>6 \pm 3</math></td></tr> <tr><td>9</td><td><math>3 \pm 1</math></td><td><math>12 \pm 3</math></td><td><math>7 \pm 1</math></td><td><math>4 \pm 2</math></td></tr> <tr><td>10</td><td><math>3 \pm 0.5</math></td><td><math>9 \pm 2</math></td><td><math>3 \pm 1</math></td><td><math>5 \pm 2</math></td></tr> <tr><td>11</td><td><math>3 \pm 1.2</math></td><td><math>8 \pm 3</math></td><td><math>6 \pm 1</math></td><td><math>7 \pm 1</math></td></tr> <tr><td>12</td><td><math>3 \pm 0.7</math></td><td><math>7 \pm 1</math></td><td><math>3 \pm 1</math></td><td><math>5 \pm 2</math></td></tr> <tr><td>13</td><td><math>4 \pm 1.5</math></td><td><math>10 \pm 2</math></td><td><math>8 \pm 3</math></td><td><math>5 \pm 3</math></td></tr> <tr><td>14</td><td><math>4 \pm 1</math></td><td><math>12 \pm 2</math></td><td><math>5 \pm 1</math></td><td><math>4 \pm 1</math></td></tr> <tr><td>15</td><td><math>4 \pm 0.5</math></td><td><math>10 \pm 3</math></td><td><math>6 \pm 2</math></td><td><math>8 \pm 4</math></td></tr> </tbody> </table> <p>Провести моделирование в течение суток. Выполнить анализ выходной статистики и заполнить таблицу 1, предложив оптимальный режим работы многоканальной СМО. Таблица 2 – Результаты имитационного эксперимента</p>	Вид продукции	Рабочее время, ч/ед. продукции	Машинное время, ч/ед. продукции	Сырье, ед., сырья / ед. продукции	1	2	4	2	2	2	3	3	3	4	2	1	Питательное вещество (витамин)	Необходимый минимум питательных веществ	Число единиц питательных веществ в 1 кг корма		I	II	$S_1$	9	3	1	$S_2$	8	1	2	$S_3$	12	1	6	№	$a$	$b$	$c$	$d$	1	$2 \pm 1$	$7 \pm 3$	$3 \pm 1$	$6 \pm 4$	2	$2 \pm 0.5$	$5 \pm 2$	$3 \pm 1$	$4 \pm 2$	3	$2 \pm 0.3$	$8 \pm 2$	$5 \pm 2$	$6 \pm 4$	4	$1 \pm 0.3$	$9 \pm 1$	$4 \pm 1$	$7 \pm 3$	5	$2 \pm 0.4$	$10 \pm 1$	$8 \pm 2$	$3 \pm 1$	6	$1.5 \pm 0.5$	$6 \pm 1$	$5 \pm 1$	$3 \pm 2$	7	$3 \pm 1$	$7 \pm 3$	$5 \pm 2$	$6 \pm 3$	8	$3 \pm 0.5$	$11 \pm 2$	$5 \pm 1$	$6 \pm 3$	9	$3 \pm 1$	$12 \pm 3$	$7 \pm 1$	$4 \pm 2$	10	$3 \pm 0.5$	$9 \pm 2$	$3 \pm 1$	$5 \pm 2$	11	$3 \pm 1.2$	$8 \pm 3$	$6 \pm 1$	$7 \pm 1$	12	$3 \pm 0.7$	$7 \pm 1$	$3 \pm 1$	$5 \pm 2$	13	$4 \pm 1.5$	$10 \pm 2$	$8 \pm 3$	$5 \pm 3$	14	$4 \pm 1$	$12 \pm 2$	$5 \pm 1$	$4 \pm 1$	15	$4 \pm 0.5$	$10 \pm 3$	$6 \pm 2$	$8 \pm 4$
Вид продукции	Рабочее время, ч/ед. продукции	Машинное время, ч/ед. продукции	Сырье, ед., сырья / ед. продукции																																																																																																																	
1	2	4	2																																																																																																																	
2	2	3	3																																																																																																																	
3	4	2	1																																																																																																																	
Питательное вещество (витамин)	Необходимый минимум питательных веществ	Число единиц питательных веществ в 1 кг корма																																																																																																																		
		I	II																																																																																																																	
$S_1$	9	3	1																																																																																																																	
$S_2$	8	1	2																																																																																																																	
$S_3$	12	1	6																																																																																																																	
№	$a$	$b$	$c$	$d$																																																																																																																
1	$2 \pm 1$	$7 \pm 3$	$3 \pm 1$	$6 \pm 4$																																																																																																																
2	$2 \pm 0.5$	$5 \pm 2$	$3 \pm 1$	$4 \pm 2$																																																																																																																
3	$2 \pm 0.3$	$8 \pm 2$	$5 \pm 2$	$6 \pm 4$																																																																																																																
4	$1 \pm 0.3$	$9 \pm 1$	$4 \pm 1$	$7 \pm 3$																																																																																																																
5	$2 \pm 0.4$	$10 \pm 1$	$8 \pm 2$	$3 \pm 1$																																																																																																																
6	$1.5 \pm 0.5$	$6 \pm 1$	$5 \pm 1$	$3 \pm 2$																																																																																																																
7	$3 \pm 1$	$7 \pm 3$	$5 \pm 2$	$6 \pm 3$																																																																																																																
8	$3 \pm 0.5$	$11 \pm 2$	$5 \pm 1$	$6 \pm 3$																																																																																																																
9	$3 \pm 1$	$12 \pm 3$	$7 \pm 1$	$4 \pm 2$																																																																																																																
10	$3 \pm 0.5$	$9 \pm 2$	$3 \pm 1$	$5 \pm 2$																																																																																																																
11	$3 \pm 1.2$	$8 \pm 3$	$6 \pm 1$	$7 \pm 1$																																																																																																																
12	$3 \pm 0.7$	$7 \pm 1$	$3 \pm 1$	$5 \pm 2$																																																																																																																
13	$4 \pm 1.5$	$10 \pm 2$	$8 \pm 3$	$5 \pm 3$																																																																																																																
14	$4 \pm 1$	$12 \pm 2$	$5 \pm 1$	$4 \pm 1$																																																																																																																
15	$4 \pm 0.5$	$10 \pm 3$	$6 \pm 2$	$8 \pm 4$																																																																																																																

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																																																																																				
		Количество станков	1	2	Оптимальный вариант																																																																																	
		Занятость 1 станка																																																																																				
		Занятость 2 станка																																																																																				
		Занятость 3 станка																																																																																				
		Процент обр. деталей																																																																																				
		Стоимость простоя																																																																																				
		Процент простоя																																																																																				
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Становление системного подхода</li> <li>2. Три описания систем</li> <li>3. Суть системного подхода</li> <li>4. Структура системного подхода</li> <li>5. Функциональное описание систем</li> <li>6. Морфологическое описание систем</li> <li>7. Информационное описание систем</li> <li>8. Что означает слово «система?»</li> <li>9. Принципы системного подхода.</li> <li>10. Где впервые был широко применен системный подход?</li> </ol>																																																																																				
		<p><b>Пример задания:</b> создать в Арене модель СМО</p> <p>В цех поступают заготовки через <math>a</math> минут. Вначале деталь обрабатывается на токарном станке в течение <math>b</math> минут. Далее деталь обрабатывается на фрезерном станке <math>c</math> минут и на шлифовальном станке <math>d</math> минут. Время перемещения между операциями составляет <math>(1 \pm 0,2)</math> минуты. Определить оптимальное количество токарных, фрезерных и шлифовальных станков. Частота подачи заготовок может варьироваться в пределах 10% от исходного значения.</p>																																																																																				
		<p>Таблица – Варианты индивидуальных заданий</p>																																																																																				
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Вариант</th> <th><math>a</math></th> <th><math>b</math></th> <th><math>c</math></th> <th><math>d</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td><math>2 \pm 1</math></td><td><math>7 \pm 3</math></td><td><math>3 \pm 1</math></td><td><math>6 \pm 4</math></td></tr> <tr><td>2</td><td><math>2 \pm 0,5</math></td><td><math>5 \pm 2</math></td><td><math>3 \pm 1</math></td><td><math>4 \pm 2</math></td></tr> <tr><td>3</td><td><math>2 \pm 0,3</math></td><td><math>8 \pm 2</math></td><td><math>5 \pm 2</math></td><td><math>6 \pm 4</math></td></tr> <tr><td>4</td><td><math>1 \pm 0,3</math></td><td><math>9 \pm 1</math></td><td><math>4 \pm 1</math></td><td><math>7 \pm 3</math></td></tr> <tr><td>5</td><td><math>2 \pm 0,4</math></td><td><math>10 \pm 1</math></td><td><math>8 \pm 2</math></td><td><math>3 \pm 1</math></td></tr> <tr><td>6</td><td><math>1,5 \pm 0,5</math></td><td><math>6 \pm 1</math></td><td><math>5 \pm 1</math></td><td><math>3 \pm 2</math></td></tr> <tr><td>7</td><td><math>3 \pm 1</math></td><td><math>7 \pm 3</math></td><td><math>5 \pm 2</math></td><td><math>6 \pm 3</math></td></tr> <tr><td>8</td><td><math>3 \pm 0,5</math></td><td><math>11 \pm 2</math></td><td><math>5 \pm 1</math></td><td><math>6 \pm 3</math></td></tr> <tr><td>9</td><td><math>3 \pm 1</math></td><td><math>12 \pm 3</math></td><td><math>7 \pm 1</math></td><td><math>4 \pm 2</math></td></tr> <tr><td>10</td><td><math>3 \pm 0,5</math></td><td><math>9 \pm 2</math></td><td><math>3 \pm 1</math></td><td><math>5 \pm 2</math></td></tr> <tr><td>11</td><td><math>3 \pm 1,2</math></td><td><math>8 \pm 3</math></td><td><math>6 \pm 1</math></td><td><math>7 \pm 1</math></td></tr> <tr><td>12</td><td><math>3 \pm 0,7</math></td><td><math>7 \pm 1</math></td><td><math>3 \pm 1</math></td><td><math>5 \pm 2</math></td></tr> <tr><td>13</td><td><math>4 \pm 1,5</math></td><td><math>10 \pm 2</math></td><td><math>8 \pm 3</math></td><td><math>5 \pm 3</math></td></tr> <tr><td>14</td><td><math>4 \pm 1</math></td><td><math>12 \pm 2</math></td><td><math>5 \pm 1</math></td><td><math>4 \pm 1</math></td></tr> <tr><td>15</td><td><math>4 \pm 0,5</math></td><td><math>10 \pm 3</math></td><td><math>6 \pm 2</math></td><td><math>8 \pm 4</math></td></tr> </tbody> </table>					Вариант	$a$	$b$	$c$	$d$	1	$2 \pm 1$	$7 \pm 3$	$3 \pm 1$	$6 \pm 4$	2	$2 \pm 0,5$	$5 \pm 2$	$3 \pm 1$	$4 \pm 2$	3	$2 \pm 0,3$	$8 \pm 2$	$5 \pm 2$	$6 \pm 4$	4	$1 \pm 0,3$	$9 \pm 1$	$4 \pm 1$	$7 \pm 3$	5	$2 \pm 0,4$	$10 \pm 1$	$8 \pm 2$	$3 \pm 1$	6	$1,5 \pm 0,5$	$6 \pm 1$	$5 \pm 1$	$3 \pm 2$	7	$3 \pm 1$	$7 \pm 3$	$5 \pm 2$	$6 \pm 3$	8	$3 \pm 0,5$	$11 \pm 2$	$5 \pm 1$	$6 \pm 3$	9	$3 \pm 1$	$12 \pm 3$	$7 \pm 1$	$4 \pm 2$	10	$3 \pm 0,5$	$9 \pm 2$	$3 \pm 1$	$5 \pm 2$	11	$3 \pm 1,2$	$8 \pm 3$	$6 \pm 1$	$7 \pm 1$	12	$3 \pm 0,7$	$7 \pm 1$	$3 \pm 1$	$5 \pm 2$	13	$4 \pm 1,5$	$10 \pm 2$	$8 \pm 3$	$5 \pm 3$	14	$4 \pm 1$	$12 \pm 2$	$5 \pm 1$	$4 \pm 1$	15	$4 \pm 0,5$	$10 \pm 3$	$6 \pm 2$	$8 \pm 4$
Вариант	$a$	$b$	$c$	$d$																																																																																		
1	$2 \pm 1$	$7 \pm 3$	$3 \pm 1$	$6 \pm 4$																																																																																		
2	$2 \pm 0,5$	$5 \pm 2$	$3 \pm 1$	$4 \pm 2$																																																																																		
3	$2 \pm 0,3$	$8 \pm 2$	$5 \pm 2$	$6 \pm 4$																																																																																		
4	$1 \pm 0,3$	$9 \pm 1$	$4 \pm 1$	$7 \pm 3$																																																																																		
5	$2 \pm 0,4$	$10 \pm 1$	$8 \pm 2$	$3 \pm 1$																																																																																		
6	$1,5 \pm 0,5$	$6 \pm 1$	$5 \pm 1$	$3 \pm 2$																																																																																		
7	$3 \pm 1$	$7 \pm 3$	$5 \pm 2$	$6 \pm 3$																																																																																		
8	$3 \pm 0,5$	$11 \pm 2$	$5 \pm 1$	$6 \pm 3$																																																																																		
9	$3 \pm 1$	$12 \pm 3$	$7 \pm 1$	$4 \pm 2$																																																																																		
10	$3 \pm 0,5$	$9 \pm 2$	$3 \pm 1$	$5 \pm 2$																																																																																		
11	$3 \pm 1,2$	$8 \pm 3$	$6 \pm 1$	$7 \pm 1$																																																																																		
12	$3 \pm 0,7$	$7 \pm 1$	$3 \pm 1$	$5 \pm 2$																																																																																		
13	$4 \pm 1,5$	$10 \pm 2$	$8 \pm 3$	$5 \pm 3$																																																																																		
14	$4 \pm 1$	$12 \pm 2$	$5 \pm 1$	$4 \pm 1$																																																																																		
15	$4 \pm 0,5$	$10 \pm 3$	$6 \pm 2$	$8 \pm 4$																																																																																		
		<p>Провести моделирование в течение суток. Выполнить анализ выходной статистики и заполнить таблицу 1, предложив оптимальный режим работы многоканальной СМО.</p>																																																																																				
		<p>Таблица 2 – Результаты имитационного эксперимента</p>																																																																																				
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Количество станков</th> <th>Т-1 Ф-1 Ш-1</th> <th>Т-2 Ф-2 Ш-2</th> <th>Т-3 Ф-3 Ш-3</th> <th>Оптимальный вариант</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Коэф. зан. токар. ст.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Количество станков	Т-1 Ф-1 Ш-1	Т-2 Ф-2 Ш-2	Т-3 Ф-3 Ш-3	Оптимальный вариант	Коэф. зан. токар. ст.																																																																										
Количество станков	Т-1 Ф-1 Ш-1	Т-2 Ф-2 Ш-2	Т-3 Ф-3 Ш-3	Оптимальный вариант																																																																																		
Коэф. зан. токар. ст.																																																																																						



Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																																																	
		Коэф. зан. шлиф. ст.																																																	
		Коэф. зан фрез. ст.																																																	
		Процент обр. деталей																																																	
		Стоимость простоя																																																	
		Процент простоя																																																	
		<p style="text-align: center;"><b>Пример задания: Модель транспортной задачи.</b></p> <p>Пусть имеется <math>N</math> предприятий-производителей, выпустивших продукцию в количестве <math>b_0, \dots, b_{N-1}</math> тонн. Эту продукцию требуется доставить <math>m</math> потребителям в количестве <math>a_0, \dots, a_{m-1}</math> тонн каждому. Известны тарифы – затраты на перевозку 1 тонны товара от производителей к каждому потребителю. Требуется разработать такой план перевозок, чтобы потребители получили нужное количество товаров с наименьшими затратами на транспортировку.</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;"><b>A</b></td> <td style="text-align: center;"><b>B</b></td> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>C</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">210</td> <td style="text-align: center;">230</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">11</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">23</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">270</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">24</td> <td style="text-align: center;">13</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">170</td> <td style="text-align: center;">160</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">24</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">180</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p><i>Решить задачу двумя способами:</i> в Microsoft Excel и в любом математическом пакете.</p> <p><b>Задание 2.</b> Смоделировать в Арене систему массового обслуживания. Настроить анимацию модели. Предложить для нее оптимальный режим работы.</p> <p style="text-align: center;">Модель продовольственного магазина</p> <p>Небольшой продовольственный магазин состоит из трех прилавков и одной кассы на выходе из магазина. Время между приходами покупателей распределено экспоненциально со средним значением 75 сек. Войдя в магазин, каждый из покупателей берет корзину и может обойти один или несколько прилавков, отбирая продукты. Вероятность обхода конкретного прилавка приведена в таблице. Время, требуемое для обхода прилавка и число покупок, выбранных у прилавка, распределены равномерно. Подробная информация по каждому из прилавков также приведена в таблице.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Прилавок</th> <th>Вероятность покупок у прилавка</th> <th>Время, затраченное на покупки у прилавка (сек)</th> <th>Число покупок, сделанных у прилавка (штук)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0.78</td> <td style="text-align: center;">120±60</td> <td style="text-align: center;">3±1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">0.55</td> <td style="text-align: center;">150±30</td> <td style="text-align: center;">4±1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">0.82</td> <td style="text-align: center;">120±45</td> <td style="text-align: center;">5±1</td> </tr> </tbody> </table> <p>После того, как товары выбраны, покупатель становится в очередь к кассе. Уже стоя в очереди, покупатель может захотеть сделать еще 2±1 покупки. Время обслуживания покупателя в кассе пропорционально числу сделанных покупок, на одну покупку уходит 3 сек для проверки. После оплаты продуктов покупатель оставляет корзину и уходит.</p> <p>Постройте модель обслуживания покупателей в магазине, проведите моделирование 8-часового рабочего дня, определите нагрузку кассира и максимальную длину очереди перед кассой. Определите максимальное число корзин, одновременно находящихся у покупателей.</p>				<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>				210	230	25	11	15	23	100	270	12	25	24	13	170	160	20	4	24	3	180						Прилавок	Вероятность покупок у прилавка	Время, затраченное на покупки у прилавка (сек)	Число покупок, сделанных у прилавка (штук)	1	0.78	120±60	3±1	2	0.55	150±30	4±1	3	0.82	120±45	5±1
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>																																																	
210	230	25	11	15	23																																														
100	270	12	25	24	13																																														
170	160	20	4	24	3																																														
180																																																			
Прилавок	Вероятность покупок у прилавка	Время, затраченное на покупки у прилавка (сек)	Число покупок, сделанных у прилавка (штук)																																																
1	0.78	120±60	3±1																																																
2	0.55	150±30	4±1																																																
3	0.82	120±45	5±1																																																
ОПК-6.2	Проводит расчеты основных показателей результативности соз-	<p style="text-align: center;">Вопросы к зачету</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие математические методы применяются для решения экономических задач</li> <li>2. Математическая модель и ее постановка</li> </ol>																																																	

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	дания и применения информационных систем и технологий	<p>3. Задача линейного программирования</p> <p>4. Решение оптимизационных ЗЛП</p> <p>5. Графическое решение задачи линейного программирования с двумя переменными</p> <p>6. Симплекс-метод</p> <p>7. Задача нелинейного программирования</p> <p>8. Метод Лагранжа</p> <p>9. Транспортная задача</p> <p>10. Структурно-функциональный анализ и моделирование экономических систем</p> <p>11. Динамическое программирование</p> <p>12. Модели управления ресурсами предприятия</p> <p>13. Системы массового обслуживания</p> <p>14. Моделирование систем массового обслуживания</p> <p>Случайная величина- это</p> <p>1) величина, значение которой известно до эксперимента</p> <p>2) величина, значение которой можно предсказать</p> <p>3) величина, которая в результате опыта может принять то или иное значение, причем неизвестно заранее, какое именно</p> <p>Какие из перечисленных законов распределения являются дискретными:</p> <p>1) номальное распределение, экспоненциальное, распределение Вейбулла</p> <p>2) биномиальное, Пуассона, геометрическое</p> <p>3) логистическое распределение; Джонсона, логнормальное распределение</p> <p>4) равномерное, нормальное, треугольное</p> <p>Какие из перечисленных законов распределения являются нерерывными:</p> <p>1) номальное распределение, экспоненциальное, распределение Вейбулла</p> <p>2) биномиальное, Пуассона, геометрическое</p> <p>3) логистическое; распределение Джонсона, Бернулли</p> <p>4) равномерное, нормальное, треугольное</p> <p><b>Пример задания:</b> В супермаркете клиент выбирает товары и затем расплачивается в одной из 6 имеющихся касс. Исследования показали, что время между поступлением соседних заявок (клиентами, входящими в магазин) можно описать показательным законом распределения с параметром <math>\lambda = 5</math>, то есть математическим ожиданием и средним квадратическим отклонением <math>1/5=0,2</math> мин. Но при этом будем считать, что это время находится в пределах от 0 до 2 мин. Время, в течении которого покупатель выбирает товар можно описать логнормальным законом распределения с математическим ожиданием 12 (мин) и средним квадратическим отклонением 4 (мин). Но при этом считаем, что в любом случае время выбора товара будет от 3 до 20 мин. Затем покупатель наугад становится в очередь в одну из 6 имеющихся касс. Время обслуживания покупателя на кассе можно описать логнормальным законом распределения с математическим ожиданием 6 (мин) и средним квадратическим отклонением 2 (мин). Разработать имитационную модель системы, позволяющую рассчитывать следующие характеристики:</p> <p>1) Количество клиентов, обслуженных за определенное время моделирования и пропускную способность системы (количество клиентов, обслуженных за час).</p> <p>2) Максимальную длину очереди. Имеется ввиду следующее: какая максимальная длина очереди зафиксирована за время моделирования, неважно в какой из касс и неважно в течении какого промежутка времени.</p> <p>3) Среднее время, которое клиент ждет в очереди, учитывая время на обслуживание самого клиента. Это время берется в среднем по всем клиентам.</p> <p>4) Средний коэффициент занятости каналов системы, который равен отношению времени, в течении которого кассир обслуживает клиента к общему времени работы системы.</p> <p>Будем считать, что система работает рационально, если средний коэффициент занятости каналов СМО не менее 80%, максимальная длина очереди не превышает 8 человек, среднее время, которое клиент ждет в очереди не превышает 18 мин. Показали ли результаты моделирования, что система работает рационально? Если нет, подберите ра-</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>циональное количество каналов СМО (число касс).</p> <hr/> <p><b>Пример задания:</b> Разработать в программе Арена имитационную модель задачи. На железнодорожном вокзале имеется 5 касс для оперативной продажи билетов и 1 касса для предварительной продажи билетов. Исследования показали, что время между поступлением соседних заявок (клиентами, входящими в кассовый зал железнодорожного вокзала) можно описать показательным законом распределения с параметром <math>\lambda = 2,5</math>. При этом в среднем каждый восьмой клиент становится в очередь в кассу по предварительной продаже билетов. Остальные клиенты наудачу выбирают 1 из 5 касс для оперативной продажи билетов. Время обслуживания клиента на кассе можно описать лог нормальным законом распределения с математическим ожиданием 7 мин и средним квадратическим отклонением 1 мин.</p> <p>Разработать имитационную модель системы, позволяющую рассчитывать следующие характеристики:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Количество клиентов, обслуженных за определенное время моделирования и пропускную способность системы (количество клиентов, обслуженных за час).</li> <li>2) Максимальную длину очереди. Имеется ввиду следующее: какая максимальная длина очереди зафиксирована за время моделирования, неважно в какой из касс и неважно в течение какого промежутка времени.</li> <li>3) Среднее время, которое клиент ждет в очереди, учитывая время на обслуживание самого клиента. Это время берется в среднем по всем клиентам.</li> <li>4) Средний коэффициент занятости каналов СМО, который равен отношению времени, в течение которого кассир обслуживает клиента к общему времени работы системы.</li> </ol> <p>Будем считать, что система работает рационально, если средний коэффициент занятости каналов СМО не менее 70%, максимальная длина очереди не превышает 12 человек, среднее время, которое клиент ждет в очереди 40 мин. Показали ли результаты моделирования, что система работает рационально? Если нет, подберите рациональное количество каналов СМО (число касс).</p>

## **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Математическое моделирование» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет с оценкой проводится в устной форме в компьютерной аудитории. В билетах содержится два вопроса, из них: теоретический, один практический. Практическое задание в двух вариантах: 1) создание аналитической математической модели для конкретной экономической задачи; 2) разработка компьютерной имитационной модели в среде Арена.

Показатели и критерии оценивания зачета:

**Критерии оценки** (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

– на оценку **«отлично»** – студент должен показать высокий уровень знаний, умений и навыков в соответствии с формируемыми компетенциями; т.е. всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободно и правильно обосновывать принятые решения;

– на оценку **«хорошо»** – студент должен показать средний уровень знаний, умений и навыков в соответствии с формируемыми компетенциями; т.е. твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике;

– на оценку **«удовлетворительно»** – студент должен показать пороговый уровень знаний, умений и навыков в соответствии с формируемыми компетенциями; т.е. владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;

– на оценку **«неудовлетворительно»** – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

**3. Требования к результатам освоения дисциплины:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;
	ОПК-6.1 Применяет методы теории систем и системного анализа, математического и статистического моделирования, исследования операций, дискретной и финансовой математики для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов
Знать	<p>Определения понятий:  сложная система;  математическая модель.  Положения и принципы системного подхода  Иметь представление о методах математического моделирования:  Линейное программирование  Нелинейное программирование  Динамическое программирование  Приемы формализации входных и выходных переменных, констант и ограничений, описывающих состояние объекта исследования.</p>
Уметь	<p>Строить математические и информационные модели для учебных задач.  Определять метод математического моделирования для решения задачи  Использовать методы статистической обработки экспериментальных данных.  Использовать среду имитационного моделирования Арена для разработки моделей экономических процессов. Анализировать резуль-</p>
Владеть	<p>Приемами структурирования и анализа функций производственных систем.  Навыками создания математических моделей экономических процессов и систем.  Приемами имитационного моделирования экономических систем.  Способами оптимизации экономических процессов</p>
	ОПК-6.2 Проводит расчеты основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий
Знать	<p>Математические методы решения прикладных задач экономики  Подходы к анализу и исследованию социально-экономических процессов и систем  Иметь представление о законах распределения случайных величин, законе нормального распределения  Методы управления экономическими ресурсами предприятия.  Основы теории массового обслуживания</p>

Уметь	Моделировать экономические процессы в среде Arena. Моделировать и анализировать процессы массового обслуживания. Проводить самостоятельное исследование функционирования предприятий, выполнять оценку эффективности их работы. Формулировать рекомендации по оптимизации экономических процессов.
Владеть	Навыками анализа результатов статистических отчетов, описывающих деятельность экономических систем Навыками расчета основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий Методами реализации математических моделей в табличных процессорах, системах имитационного моделирования