



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
В.Р. Храмшин

04.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРАКТИКИ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Направление подготовки (специальность)
09.03.03 Прикладная информатика

Направленность (профиль/специализация) программы
Управление проектами разработки бизнес-приложений для цифровой экономики

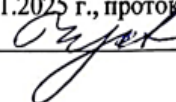
Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

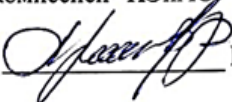
Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Бизнес-информатики и информационных технологий
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 922)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Бизнес-информатики и информационных технологий 21.01.2025 г., протокол № 5
Зав. кафедрой  Г.Н. Чусавитина

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС 04.02.2025 г., протокол № 3

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

доц. каф. БИиИТ, канд. пед. наук



Е.Н. Гусева

Рецензент:

Главный специалист службы бизнес-решений ЗАО «КонсОМ СКС», канд. техн.

наук

 В.А. Ошурков

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 входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Теория вероятностей и математическая статистика

Экономика

Прикладная математика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Информационные технологии в управлении проектами

Исследование операций и методы оптимизации

Оценка эффективности ИТ-проектов

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, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 75,2 акад. часов;
- аудиторная – 72 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,2 акад. часов;
- самостоятельная работа – 24,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Основы математического моделирования								
1.1 Математическая модель. Классификация математических моделей. Цели и задачи моделирования. Этапы разработки математических моделей. Постановка задачи математического моделирования.	5	2			2	Изучение научно-методической литературы. Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	ОПК-6.1, ОПК-6.2
1.2 Методы принятия решений. Классификация математических моделей.		2	2			Изучение научно-методической литературы. Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	ОПК-6.1, ОПК-6.2
1.3. Программные средства для разработки математических моделей.		2	6		2,1	Изучение научно-методической литературы. Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	ОПК-6.1, ОПК-6.2
Итого по разделу		6	8		4,1			
2. Статистические методы в математическом моделировании								
2.1 Планирование компьютерного эксперимента. Метод Монте-Карло. Генерация случайных величин.	5	2	2			Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	ОПК-6.1, ОПК-6.2
2.2 Распределения дискретных и непрерывных случайных величин.			2			Изучение учебно-методической литературы	Выполнение контрольного теста	ОПК-6.1, ОПК-6.2

2.3 Примеры статистического моделирования для задач экономики			2		2	Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	ОПК-6.1, ОПК-6.2
Итого по разделу		2	6		2			
3. Математические модели в экономике								
3.1. Моделирование систем массового обслуживания. Классификация СМО. Одноканальные и многоканальные СМО.	5	2	8		1	Изучение научно-методической литературы. Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	ОПК-6.1, ОПК-6.2
3.2 Оптимизация деятельности предприятия. Решение задачи минимизации производственных затрат фирмы		1	12		1	Изучение научно-методической литературы. Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	ОПК-6.1, ОПК-6.2
3.3 Теория игр. Матричные игры		1	6		2	Изучение научно-методической литературы. Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	ОПК-6.1, ОПК-6.2
3.4 Задачи управления ресурсами предприятия			4		2	Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	ОПК-6.1, ОПК-6.2
Итого по разделу		4	30		6			
4. Математические методы решения задач (линейное, нелинейное, динамическое программирование)								
4.1 Линейное программирование. Основные понятия и определения линейного программирования. Классификация ЗЛП.	5	2	4		2	Изучение научно-методической литературы. Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	ОПК-6.1, ОПК-6.2
4.2 Нелинейное программирование. Постановка и решение задач нелинейного программирования.		2	2		2	Изучение научно-методической литературы. Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	ОПК-6.1, ОПК-6.2
4.3. Нелинейное программирование. Оптимизация производственной функции.					2	Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	
4.4 Динамическое программирование. Математическая модель задач динамического программирования.		2	2		2	Изучение научно-методической литературы. Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	ОПК-6.1, ОПК-6.2

4.5 Задачи о нахождении кратчайшего пути, задача распределения ресурсов, задачи о замене оборудования, задачи об инвестировании.				2	Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	
4.6 Моделирование транспортных потоков. Сетевые модели. Задачи сетевого планирования		2		2	Изучение научно-методической литературы. Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	ОПК-6.1, ОПК-6.2
Итого по разделу	6	10		12			
Итого за семестр	18	54		24,1		экзамен	
Итого по дисциплине	18	54		24,1		экзамен	

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 лабораторных занятий в ходе самостоятельной работы.

При проведении лабораторных занятий предусматривается использование информацион-ных технологий:

☐ электронного демонстрационного материала по темам, требующим иллюстрации работы программных продуктов: MS PowerPoint, MS Excel, MathCad, Arena, AnyLogic.

– 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. Оформления 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.mgtu.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. Орлова, И. В. Экономико-математическое моделирование: практическое пособие по решению задач / И. В. Орлова, М. Г. Бич. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2023. — 190 с. - ISBN 978-5-9558-0527-6. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1920327> (дата обращения: 08.01.2025).

2. Дубина, И. Н. Основы математического моделирования социально-экономических процессов: учебник и практикум для вузов / И. Н. Дубина. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 349 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00501-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536868> (дата обращения: 08.01.2025).

б) Дополнительная литература:

1) 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/bcode/447100> (дата обращения: 08.01.2025).

2) Гусева, Е. Н. Имитационное моделирование экономических процессов в среде Arena: учебно-методическое пособие / Е. Н. Гусева. - 4-е изд., стер. - Москва: Флинта, 2021. - 132 с. - ISBN 978-5-9765-1195-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1843161> (дата обращения: 08.01.2025). - Режим доступа: по подписке.

3) Советов, Б. Я. Моделирование систем. Практикум: учебное пособие для бакалавров / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 295 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-18618-5. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/545164> (дата обращения: 08.01.2025).

в) Методические указания:

1) Гусева, Е. Н. Математическое и имитационное моделирование: учебное пособие / Е. Н. Гусева; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3154.pdf&show=dcatalogues/1/1136482/3154.pdf&view=true> (дата обращения: 08.01.2025). - 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.

3) Валяева, Г. Г. Экономико-математическое моделирование в инвестиционной деятельности: учебное пособие / Г. Г. Валяева, Т. А. Иванова, В. Ш. Трофимова; МГТУ, [каф. ММвЭ]. - Магнитогорск, 2011. - 125 с.: ил., табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=528.pdf&show=dcatalogues/1/1093178/528.pdf&view=true> (дата обращения: 08.01.2025). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Deductor Studio	Соглашение о сотрудничестве	бессрочно
MathCAD v.15	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
AnyLogic	Д-895-14 от 14.07.2014	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория. Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Компьютерные классы. Персональные компьютеры с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета; пакет MSOffice.

Аудитории для самостоятельной работы. Персональные компьютеры с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета; пакет MSOffice.

Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Персональные компьютеры с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета; пакет MSOffice.

Аудитория для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Мебель для хранения и обслуживания оборудования (шкафы, столы), учебно-методические материалы, компьютеры, ноутбуки, принтеры.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя. Студенты выполняют лабораторные работы, решают задачи, строят математические модели и анализируют их результаты. Содержание и требования к выполнению лабораторных работ определяет преподаватель.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в форме изучения учебно-методической литературы по теме с закреплением новых знаний в процессе 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 различных закона распределения (взять из таблицы 1). Сделать вывод о лучшем и худшем сочетании законов распределения. Неизвестные параметры законов распределения выбрать по своему усмотрению. Рассмотреть один закон распределения с различными параметрами. Рассмотреть заданные законы распределения с различными отклонениями, смоделировать 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 средним значением 5	Равномерное распределение в 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 портовых крана, производящие разгрузку — погрузку судна за 40 ± 10 ч. У нового причала имеется место для пяти судов. Здесь работают три крана, производящие разгрузку — погрузку за 20 ± 5 ч. Суда прибывают в акваторию порта каждые 5 ± 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 портальных 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		
Знать	Сложная система; Математическая модель. Положения и принципы системного подхода Методы математического моделирования: ▪ линейное программирование; ▪ нелинейное программирование; ▪ динамическое программирование. Приемы формализации входных и выходных переменных, констант и ограничений, описывающих состояние объекта исследования.	Вопросы к экзамену 1. Понятие модели. Материальное, натурное, аналоговое моделирование 2. Детерминированные и стохастические модели. Детерминированные дифференциальные модели. 3. Прямые и обратные задачи математического моделирования. 4. Понятие математической модели. Процесс математического моделирования. 5. Этапы построения модели. Математическая и компьютерная модели. 6. Функции математических моделей. Классификация математических моделей. 7. Постановка математической модели для экономической задачи. 8. Методы математического моделирования (линейное, нелинейное, динамическое программирование) 9. Способы генерации случайных чисел в различных программных средствах (Microsoft Excel). 10. Применение метода Монте-Карло в процессе разработки математических моделей. 11. Программные средства для разработки математических моделей. 12. Компьютерный эксперимент. Переменные, параметры, факторы, реакции.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства			
		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
		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.
		а)1е, 2д, 3г, 4в, 5б, 6а б)1е, 2д, 3г, 4в, 5а, 6б с)1е, 2г, 3д, 4в, 5б, 6а			
Установите соответствие между основными компонентами СМО и их определением:					

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства			
		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».
		3	механизм обслуживания	В	определяется характеристиками самой процедуры обслуживания и структурой обслуживающей системы.
		а) 1А, 2В, 3Б б) 1А, 2Б, 3В в) 1Б, 2А, 3В			
		Установите соответствие между различными системами и транзактами:			
		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			

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	- Строить математические и информационные модели для учебных задач. - Определять метод математического моделирования для решения задачи - Использовать методы статистической обработки экспериментальных данных. - Анализировать результаты статистических отчетов, описывающих деятельность экономических систем	1) Построить математическую модель для задачи: Малое предприятие изготавливает три вида изделий. Прибыль от первого изделия - P_1 рублей, от второго - P_2 рублей, от третьего - P_3. Для их производства используются три вида ресурсов. Коэффициенты a_{ij} – это технологические коэффициенты, показывающие количество затрат сырья на производство единицы продукции. Переменные b_1, b_2, b_3 – общие запасы ресурсов на предприятии. Найти оптимальный план выпуска изделий, обеспечивающий предприятию максимальную прибыль. 2) Определить математический метод для решения подобной задачи: $F(x_1, x_2) = x_1 c_1 + x_2 c_2 \Rightarrow \max$ $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 \leq b_1$ $a_{21}x_1 + a_{22}x_2 \leq b_2$ $a_{31}x_1 + a_{32}x_2 \leq b_3$ $a_{41}x_1 + a_{42}x_2 \leq b_4$ $x_1 \geq 0; x_2 \geq 0$ 3) Пример задания: 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 x зависит от коэффициента сезонности k и затрат на рекламу r следующим образом: $x = 35k(r + 3000)^{1/2}$. Требуется определить, как влияет распределение затрат на рекламу на динамику прибыли от продажи продукции. 4) С чьим именем связано зарождение такой науки «Математические методы

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																
		поиска оптимального решения (математическое программирование)»)? a) Л.В. Канторович b) А. Смит c) Л. Вальрас d) Р. Солоу 5) Какие задачи решаются методом динамического программирования? 6) Какие из перечисленных моделей можно отнести к динамическим? a) имитационные модели b) аналоговые модели c) оптимизационные модели d) вероятностные модели e) символьные модели 7) Какие задачи решаются методом нелинейного программирования? 8) Пример задания: 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.																
Владеть	Приемами структурирования и анализа функций производственных систем. Навыками создания математических моделей экономических процессов и систем. Приемами имитационного моделирования экономических систем. Способами оптимизации экономических	Пример задания 1: 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. <table><tr><td>Вид продукции</td><td>Рабочее время, ч/ед. продукции</td><td>Машинное время, ч/ед. продукции</td><td>Сырье, ед., сырья / ед. продукции</td></tr><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></table>	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
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															

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																					
	процессов	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. Пример задания 2: Имеется два вида корма I и II, содержащие питательные вещества (витамины) S_1, S_2 и S_3. Содержание числа единиц питательных веществ в 1 кг каждого вида корма и необходимый минимум питательных веществ приведены в таблице (цифры условные). <table><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><tr><td>S_1</td><td>9</td><td>3</td><td>1</td></tr><tr><td>S_2</td><td>8</td><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td>S_3</td><td>12</td><td>1</td><td>6</td></tr></table> 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. Пример задания 3: создать в Арене имитационную модель системы массового обслуживания. В цех поступают заготовки через a минут. Вначале деталь обрабатывается на токарном станке в течение b минут. Далее деталь обрабатывается на фрезерном станке c минут и на шлифовальном станке d минут. Время перемещения между операциями составляет $(1 \pm 0,2)$ минуты. Определить оптимальное количество токарных, фрезерных и шлифовальных станков. Частота подачи заготовок может варьироваться в пределах 10% от исходного значения. Таблица – Варианты индивидуальных заданий				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
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																				

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																																																																																												
		<table><tr><td>№</td><td><i>a</i></td><td><i>b</i></td><td><i>c</i></td><td><i>d</i></td></tr><tr><td>1</td><td>2±1</td><td>7±3</td><td>3±1</td><td>6±4</td></tr><tr><td>2</td><td>2±0.5</td><td>5±2</td><td>3±1</td><td>4±2</td></tr><tr><td>3</td><td>2±0.3</td><td>8±2</td><td>5±2</td><td>6±4</td></tr><tr><td>4</td><td>1±0.3</td><td>9±1</td><td>4±1</td><td>7±3</td></tr><tr><td>5</td><td>2±0.4</td><td>10±1</td><td>8±2</td><td>3±1</td></tr><tr><td>6</td><td>1.5±0.5</td><td>6±1</td><td>5±1</td><td>3±2</td></tr><tr><td>7</td><td>3±1</td><td>7±3</td><td>5±2</td><td>6±3</td></tr><tr><td>8</td><td>3±0.5</td><td>11±2</td><td>5±1</td><td>6±3</td></tr><tr><td>9</td><td>3±1</td><td>12±3</td><td>7±1</td><td>4±2</td></tr><tr><td>10</td><td>3±0.5</td><td>9±2</td><td>3±1</td><td>5±2</td></tr><tr><td>11</td><td>3±1.2</td><td>8±3</td><td>6±1</td><td>7±1</td></tr><tr><td>12</td><td>3±0.7</td><td>7±1</td><td>3±1</td><td>5±2</td></tr><tr><td>13</td><td>4±1.5</td><td>10±2</td><td>8±3</td><td>5±3</td></tr><tr><td>14</td><td>4±1</td><td>12±2</td><td>5±1</td><td>4±1</td></tr><tr><td>15</td><td>4±0.5</td><td>10±3</td><td>6±2</td><td>8±4</td></tr></table> Провести моделирование в течение суток. Выполнить анализ выходной статистики и заполнить таблицу 1, предложив оптимальный режим работы многоканальной СМО. Таблица 2 – Результаты имитационного эксперимента <table><tr><td>Количество станков</td><td>1</td><td>2</td><td>Оптимальный вариант</td></tr><tr><td>Занятость 1 станка</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Занятость 2 станка</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	№	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	1	2±1	7±3	3±1	6±4	2	2±0.5	5±2	3±1	4±2	3	2±0.3	8±2	5±2	6±4	4	1±0.3	9±1	4±1	7±3	5	2±0.4	10±1	8±2	3±1	6	1.5±0.5	6±1	5±1	3±2	7	3±1	7±3	5±2	6±3	8	3±0.5	11±2	5±1	6±3	9	3±1	12±3	7±1	4±2	10	3±0.5	9±2	3±1	5±2	11	3±1.2	8±3	6±1	7±1	12	3±0.7	7±1	3±1	5±2	13	4±1.5	10±2	8±3	5±3	14	4±1	12±2	5±1	4±1	15	4±0.5	10±3	6±2	8±4	Количество станков	1	2	Оптимальный вариант	Занятость 1 станка				Занятость 2 станка			
№	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>																																																																																										
1	2±1	7±3	3±1	6±4																																																																																										
2	2±0.5	5±2	3±1	4±2																																																																																										
3	2±0.3	8±2	5±2	6±4																																																																																										
4	1±0.3	9±1	4±1	7±3																																																																																										
5	2±0.4	10±1	8±2	3±1																																																																																										
6	1.5±0.5	6±1	5±1	3±2																																																																																										
7	3±1	7±3	5±2	6±3																																																																																										
8	3±0.5	11±2	5±1	6±3																																																																																										
9	3±1	12±3	7±1	4±2																																																																																										
10	3±0.5	9±2	3±1	5±2																																																																																										
11	3±1.2	8±3	6±1	7±1																																																																																										
12	3±0.7	7±1	3±1	5±2																																																																																										
13	4±1.5	10±2	8±3	5±3																																																																																										
14	4±1	12±2	5±1	4±1																																																																																										
15	4±0.5	10±3	6±2	8±4																																																																																										
Количество станков	1	2	Оптимальный вариант																																																																																											
Занятость 1 станка																																																																																														
Занятость 2 станка																																																																																														

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства				
			Занятость 3 станка			
			Процент обр. деталей			
			Стоимость простоя			
			Процент простоя			
ОПК-6.2 Проводит расчеты основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий						
Знать	- Показатели эффективности внедрения информационных систем - Математические методы решения прикладных задач экономики - Основы теории массового обслуживания	Вопросы к экзамену 1. Показатели эффективности внедрения информационных систем (производственный цикл (35-65%); выручка (5-25 %); уменьшение запасов (25-55%); эффективность использования ресурсов (15-40%); качество обслуживания клиентов (25-60%); ускорение вывода нового товара на рынок (25-75%); снижение затрат (5-20%); снижение производственного брака (35-65%); сокращение производственного цикла (5-25%); увеличение оборачиваемости средств в расчетах) 2. Математические методы решения экономических задач 3. Математическая модель и ее постановка 4. Задача линейного программирования 5. Решение оптимизационных ЗЛП 6. Графическое решение задачи линейного программирования с двумя переменными 7. Симплекс-метод 8. Задача нелинейного программирования 9. Метод Лагранжа 10. Транспортная задача 11. Структурно-функциональный анализ и моделирование экономических систем				

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		12. Динамическое программирование 13. Модели управления ресурсами предприятия 14. Системы массового обслуживания 15. Моделирование систем массового обслуживания Тестовые вопросы: Случайная величина- это а) величина, значение которой известно до эксперимента б) величина, значение которой можно предсказать в) величина, которая в результате опыта может принять то или иное значение, причем неизвестно заранее, какое именно Какие из перечисленных законов распределения являются дискретными: а) нормальное распределение, экспоненциальное, распределение Вейбулла б) биномиальное, Пуассона, геометрическое в) логистическое распределение; Джонсона, логнормальное распределение г) равномерное, нормальное, треугольное Какие из перечисленных законов распределения являются непрерывными: а) нормальное распределение, экспоненциальное, распределение Вейбулла б) биномиальное, Пуассона, геометрическое в) логистическое; распределение Джонсона, Бернулли г) равномерное, нормальное, треугольное
Уметь	- Моделировать и анализировать процессы массового обслуживания. - Проводить исследование показателей результативности функционирования предприятий, оценивать	Пример задания: 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 $\lambda = 5$, то есть математическим ожиданием и

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	эффективность их работы. - Формулировать рекомендации по оптимизации экономических процессов предприятия.	средним квадратическим отклонением $1/5=0,2$ мин. Время, в течении которого покупатель выбирает товар можно описать логнормальным законом распределения с математическим ожиданием 12 (мин) и средним квадратическим отклонением 4 (мин). 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: 1) Количество клиентов, обслуженных за определенное время моделирования и пропускную способность системы (количество клиентов, обслуженных за час). 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. 3) Среднее время, которое клиент ждет в очереди, учитывая время на обслуживание самого клиента. Это время берется в среднем по всем клиентам. 4) Средний коэффициент занятости каналов системы, который равен отношению времени, в течении которого кассир обслуживает клиента к общему времени работы системы. 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. Оцените результаты моделирования с точки зрения рациональности. Подберите рациональное количество каналов СМО (число касс).
Владеть	- Навыками анализа результатов статистических отчетов, описывающих деятельность экономических систем - Навыками расчета основных показателей	Пример задания: <i>Модель транспортной задачи.</i> Пусть имеется N предприятий-производителей, выпустивших продукцию в количестве $b_0, \dots, b_{N-1}$ тонн. Эту продукцию требуется доставить m потребителям в

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																														
	результативности применения информационных систем и технологий - Методами реализации математических моделей в табличных процессорах, системах имитационного моделирования	количестве $a_0, \dots, a_{m-1}$ 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. <table><tr><th>A</th><th>B</th><th colspan="4">C</th></tr><tr><td>210</td><td>230</td><td>25</td><td>11</td><td>15</td><td>23</td></tr><tr><td>100</td><td>270</td><td>12</td><td>25</td><td>24</td><td>13</td></tr><tr><td>170</td><td>160</td><td>20</td><td>4</td><td>24</td><td>3</td></tr><tr><td>180</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> Решить задачу двумя способами: в Microsoft Excel и в любом математическом пакете. Пример задания: Разработать 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 $\lambda= 2,5$. 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. Разработать имитационную модель системы, позволяющую рассчитывать следующие характеристики: 1) Количество клиентов, обслуженных за определенное время моделирования и	A	B	C				210	230	25	11	15	23	100	270	12	25	24	13	170	160	20	4	24	3	180					
A	B	C																														
210	230	25	11	15	23																											
100	270	12	25	24	13																											
170	160	20	4	24	3																											
180																																

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		пропускную способность системы (количество клиентов, обслуженных за час). 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. 3) Среднее время, которое клиент ждет в очереди, учитывая время на обслуживание самого клиента. Это время берется в среднем по всем клиентам. 4) Средний коэффициент занятости каналов СМО, который равен отношению времени, в течении которого кассир обслуживает клиента к общему времени работы системы. 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).

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.

Итоговая аттестация - экзамен по дисциплине проводится в компьютерной аудитории на основе двух теоретических вопросов и одного практического задания, индивидуального для каждого студента. В билетах содержится три вопроса, два теоретических, один практическое задание. Практическое задание представляет собой постановку учебной задачи, для которой требуется разработать математическую модель.

Практическое задание в двух вариантах: 1) создание и решение аналитической математической модели для конкретной экономической задачи; 2) разработка модели в программе (MathCad, MS Excel или имитационное моделирование в Arena или AnyLogic).

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практическое задание, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.