



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Направление подготовки (специальность)
09.03.03 Прикладная информатика

Направленность (профиль/специализация) программы
Разработка компьютерных игр и AR/VR-приложений (виртуальной/дополненной

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
2022 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 25.01.2022, протокол № 5

Зав. кафедрой  Г.Н. Чусавитина

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
26.01.2022 г. протокол № 5

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры БИиИТ, канд. пед. наук  Е.Н. Гусева

Рецензент:

Директор центра информационных технологий ООО "Парадокс", канд. техн. наук

 Ю.Н. Волзуков

Лист актуализации рабочей программы

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 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 2025 - 2026 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 2026 - 2027 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 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

Финансовая математика

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

Методы научных исследований в сфере ИКТ

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 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;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

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. 1. Основы математического моделирования								
1.1 1.1. Математическая модель. Классификация мат. моделей. Цели и задачи моделирования. Этапы разработки математических моделей. Постановка задачи математического моделирования.	5	2/2И			2	Изучение научно-методической литературы. Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	ОПК-6.1, ОПК-6.2
1.2 1.2. Методы принятия решений. Классификация математических моделей.		2/2И	2		4	Изучение научно-методической литературы. Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	ОПК-6.1, ОПК-6.2
1.3 1.3. Программные средства для разработки математических моделей.		2/2И	2/2И		4	Изучение научно-методической литературы. Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	ОПК-6.1, ОПК-6.2
Итого по разделу		6/6И	4/2И		10			
2. 2. Статистические методы в математическом моделировании								
2.1 Планирование компьютерного эксперимента. Метод Монте-Карло. Генерация случайных величин.	5	2/2И	4		2	Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	ОПК-6.1, ОПК-6.2
2.2 Распределения дискретных и непрерывных случайных величин.			2		2	Изучение учебно-методической литературы	Выполнение контрольного теста	ОПК-6.1, ОПК-6.2
Итого по разделу		2/2И	6		4			

3. Математические модели в экономике								
3.1 Моделирование систем массового обслуживания. Классификация СМО. Одноканальные и многоканальные СМО.	5	2	8		8	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	4		6	Изучение научно-методической литературы. Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	ОПК-6.1, ОПК-6.2
3.3 Теория игр. Матричные игры		1	4		4	Изучение научно-методической литературы. Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	ОПК-6.1, ОПК-6.2
Итого по разделу		4	16		18			
4. Математические методы решения задач (линейное, нелинейное, динамическое программирование)								
4.1 Линейное программирование. Основные понятия и определения линейного программирования. Классификация ЗЛП.	5	2/2И	4		6	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		6	Изучение научно-методической литературы. Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	ОПК-6.1, ОПК-6.2
4.3 Динамическое программирование. Задачи о нахождении кратчайшего пути, задача распределения ресурсов, задачи о замене оборудования, задачи об инвестировании. Математическая модель задач динамического программирования.		2	2		6	Изучение научно-методической литературы. Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	ОПК-6.1, ОПК-6.2
4.4 Моделирование транспортных потоков. Сетевые модели. Задачи сетевого планирования			2		3	Изучение научно-методической литературы. Выполнение лабораторной работы	Отчет по лабораторной работе	ОПК-6.1, ОПК-6.2
Итого по разделу		6/2И	10		21			
Итого за семестр		18/10И	36/2И		53		зао	
Итого по дисциплине		18/10И	36/2И		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 кон-сультаций, заданий для самостоятельного выполнения и рекомендуемых тем для самостоя-тельного изучения;

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

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение пер-сональных аналитических задач лабораторных занятия 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, 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 образователь-ных технологий в преподавании дисциплины «Математическое моделирование» исполь-зуются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

1. Для формирования новых теоретических и фактических знаний используются лекции:

обзорные – для рассмотрения общих вопросов математической логики и теории ал-горитмов, для систематизации и закрепления знаний;

информационные – для ознакомления с основными принципами математической логики, формализации понятия алгоритма, основными понятиями теории сложно-сти алгоритмов;

проблемные - для развития исследовательских навыков и изучения способов реше-ния 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 прак-тических 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 изуче-ния литературы по соответствующему разделу с проработкой материала, конспектирова-ние лекций. Оформления отчетов по лабораторным работам.

Оценочные средства для проведения текущего контроля по дисциплине и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов выложены на образова-тельный 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/bcode/451402>

2. 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/bcode/425228>

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: 19.10.2020).

2) Повитухин, С.А. Математические модели в экономике: линейное программирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.А. Повитухин, В.Н. Макашова; ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». – Электрон. текстовые дан. (0,19 Мб). – Магнитогорск: ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2017. Номер гос. регистрации 0321704540. –URL: <http://catalog.inforeg.ru/Inet/GetEzineById/317198>

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: 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.

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: 23.10.2020). - 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
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	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.

Приложение № 1

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	Гауссовское распределение с мат ожиданием 10 и ско 1

		12-15	
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 порталых 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 порталых кранов. Построить графики, отображающие динамику разгруженных кораблей и занятости кранов. Создать имитационную модель, проанализировать результаты.

Приложение № 2

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	<p>Сложная система; Математическая модель. Положения и принципы системного подхода Методы математического моделирования:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ линейное программирование;▪ нелинейное программирование;▪ динамическое программирование. <p>Приемы формализации входных и выходных переменных, констант и ограничений, описывающих состояние объекта исследования.</p>	<p>Вопросы к зачету</p> <p>Становление системного подхода в науке и практике</p> <p>Структура системного подхода</p> <p>Функциональное, морфологическое и информационное описание систем</p> <p>Что означает «сложная система?» Признаки сложной системы</p> <p>Принципы системного подхода.</p> <p>Понятие математической модели. Процесс моделирования. Этапы построения модели.</p> <p>Функции математических моделей. Классификация математических моделей.</p> <p>Постановка математической модели для экономической задачи.</p> <p>Применение метода Монте-Карло в процессе разработки математических моделей.</p> <p>Способы генерации случайных чисел в различных программных средствах (Microsoft Excel).</p> <p>Программные средства для разработки математических моделей.</p> <p>Компьютерный эксперимент. Эндогенные, экзогенные переменные, факторы,</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																												
		<p>реакции. Математическая и компьютерная модели. Каковы цели моделирования? Назовите основные функции моделей Линейное программирование -это метод решения задач ... Нелинейное программирование -это метод решения задач ... Соотнесите перечисленные виды моделей с их интерпретацией</p> <table border="1" data-bbox="952 646 2101 1358"> <tr> <td data-bbox="952 646 1048 719">1</td> <td data-bbox="1048 646 1361 719">Статистические модели</td> <td data-bbox="1361 646 1451 719">А</td> <td data-bbox="1451 646 2101 719">это модели, в которых все фигурирующие переменные непрерывны</td> </tr> <tr> <td data-bbox="952 719 1048 793">2</td> <td data-bbox="1048 719 1361 793">Динамические модели</td> <td data-bbox="1361 719 1451 793">Б</td> <td data-bbox="1451 719 2101 793">это модели, все переменные и параметры которых являются дискретными величинами</td> </tr> <tr> <td data-bbox="952 793 1048 981">3</td> <td data-bbox="1048 793 1361 981">Детерминированные модели</td> <td data-bbox="1361 793 1451 981">В</td> <td data-bbox="1451 793 2101 981">модели, которые учитывают случайные факторы, например, случайные отклонения параметров от своих номинальных значений из-за технологических разбросов, температурных и временных изменений</td> </tr> <tr> <td data-bbox="952 981 1048 1169">4</td> <td data-bbox="1048 981 1361 1169">Стохастические (вероятностные) модели</td> <td data-bbox="1361 981 1451 1169">Г</td> <td data-bbox="1451 981 2101 1169">в данных моделях игнорируются или моделируются весьма примитивно многие свойства, присущие реальным объектам (например, задержка и нагрузочная способность логических элементов).</td> </tr> <tr> <td data-bbox="952 1169 1048 1281">5</td> <td data-bbox="1048 1169 1361 1281">Дискретные модели</td> <td data-bbox="1361 1169 1451 1281">Д</td> <td data-bbox="1451 1169 2101 1281">модели, в которых предоставлена информация о состояниях системы и процессах смены состояний.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="952 1281 1048 1358">6</td> <td data-bbox="1048 1281 1361 1358">Непрерывные модели</td> <td data-bbox="1361 1281 1451 1358">Е</td> <td data-bbox="1451 1281 2101 1358">модели, в которых предоставлена информация об одном состоянии системы.</td> </tr> </table>				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.	1е, 2д, 3г, 4в, 5б, 6а
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.																											

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства			
		<p>1е, 2д, 3г, 4в, 5а, 6б 1е, 2г, 3д, 4в, 5б, 6а</p> <p>Что представляет собой транзакт? Что такое сервер? Что представляет собой очередь? Какие существуют дисциплины очереди? Установите соответствие между основными компонентами СМО и их определением:</p>			
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.		
Установите соответствие между различными системами и транзактами:					

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																								
		<table border="1" data-bbox="1093 379 1632 699"> <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> <p data-bbox="949 746 1899 778">а) 1г, 2е, 3д, 4а, 5в, 6б; б) 1е, 2а, 3д, 4б, 5в, 6г; в) 1е, 2б, 3д, 4в, 5г, 6б</p>	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																							
	<ul style="list-style-type: none"> - 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 	<p>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.</p> <p>2) Определить математический метод для решения подобной задачи:</p> $F(x_1, x_2) = x_1 c_1 + x_2 c_2 \Rightarrow \max$ $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 \leq b_1$ $a_{21}x_1 + a_{22}x_2 \leq b_2$ $a_{31}x_1 + a_{32}x_2 \leq b_3$ $a_{41}x_1 + a_{42}x_2 \leq b_4$ $x_1 \geq 0; x_2 \geq 0$																								

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>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.</p> <p>4) С чьим именем связано зарождение такой науки как Математические методы поиска оптимального решения (математическое программирование)?</p> <ol style="list-style-type: none"> Л.В. Канторович А. Смит Л. Вальрас Р. Солоу <p>5) Какие задачи решаются методом динамического программирования?</p> <p>6) Какие из перечисленных моделей можно отнести к динамическим?</p> <ol style="list-style-type: none"> имитационные модели аналоговые модели оптимизационные модели вероятностные модели символьные модели <p>7) Какие задачи решаются методом нелинейного программирования?</p> <p>8) Пример задания: выполнить статистический анализ для 100 результатов</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																										
		<p>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>																										
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>	<p>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.</p> <table border="1" data-bbox="952 754 2101 946"> <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>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).</p> <table border="1" data-bbox="952 1329 2101 1441"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Питательное вещество (витамины)</th> <th rowspan="2">Необходимый минимум питательных</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></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </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	Питательное вещество (витамины)	Необходимый минимум питательных	Число единиц питательных веществ в 1 кг корма		I	II				
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 (витамины)	Необходимый минимум питательных	Число единиц питательных веществ в 1 кг корма																										
		I	II																									

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства				
			веществ			
		S_1	9	3	1	
		S_2	8	1	2	
		S_3	12	1	6	
		<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>Пример задания 3: создать в Арене имитационную модель системы массового обслуживания.</p> <p>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.</p> <p>Таблица – Варианты индивидуальных заданий</p>				
		№	a	b	c	d
		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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства				
		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
		Провести моделирование в течение суток. Выполнить анализ выходной статистики и заполнить таблицу 1, предложив оптимальный режим работы многоканальной СМО. Таблица 2 – Результаты имитационного эксперимента				
		Количество станков	1	2	Оптимальный вариант	
		Занятость 1 станка				
		Занятость 2 станка				
		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	<ul style="list-style-type: none"> - Показатели эффективности внедрения информационных систем - Математические методы решения прикладных задач экономики 	Вопросы к зачету 1. Показатели эффективности внедрения информационных систем (производственный цикл (35-65%); выручка (5-25 %); уменьшение запасов				

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	<p>- Основы теории массового обслуживания</p>	<p>(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)</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Какие математические методы применяются для 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 12. Динамическое программирование 13. Модели управления ресурсами предприятия 14. Системы массового обслуживания 15. Моделирование систем массового обслуживания <p>Случайная величина- это</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) величина, значение которой известно до эксперимента 2) величина, значение которой можно предсказать 3) величина, которая в результате опыта может принять то или иное значение,

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>причем неизвестно заранее, какое именно</p> <p>Какие из перечисленных законов распределения являются дискретными:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) нормальное распределение, экспоненциальное, распределение Вейбулла 2) биномиальное, Пуассона, геометрическое 3) логистическое распределение; Джонсона, логнормальное распределение 4) равномерное, нормальное, треугольное <p>Какие из перечисленных законов распределения являются нерывными:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) нормальное распределение, экспоненциальное, распределение Вейбулла 2) биномиальное, Пуассона, геометрическое 3) логистическое; распределение Джонсона, Бернулли 4) равномерное, нормальное, треугольное
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - Моделировать и анализировать процессы массового обслуживания. - Проводить исследование показателей результативности функционирования предприятий, оценивать эффективность их работы. - Формулировать рекомендации по оптимизации экономических процессов предприятия. 	<p>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 средним квадратическим отклонением $1/5 = 0,2$ 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</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																
		<p>имитационную модель системы, позволяющую рассчитывать следующие характеристики:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. <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.</p> <p>Показали ли результаты моделирования, что система работает рационально? Если нет, подберите рациональное количество каналов СМО (число касс).</p>																
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - Навыками анализа результатов статистических отчетов, описывающих деятельность экономических систем - Навыками расчета основных показателей результативности применения информационных систем и технологий - Методами реализации математических моделей в табличных процессорах, системах имитационного моделирования 	<p>Пример задания: <i>Модель транспортной задачи.</i></p> <p>Пусть имеется N предприятий-производителей, выпустивших продукцию в количестве b_0, \dots, b_{N-1} тонн. Эту продукцию требуется доставить m потребителям в 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.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #e0e0e0;">А</th> <th colspan="2" style="background-color: #e0e0e0;">В</th> <th colspan="4" style="background-color: #e0e0e0;">С</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">210</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">230</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">25</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">11</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">15</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">23</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"></td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"></td> </tr> </tbody> </table>	А		В		С				210	230	25	11	15	23		
А		В		С														
210	230	25	11	15	23													

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства													
		100	270	12	25	24	13	170	160	20	4	24	3	180	<p><i>Решить задачу двумя способами:</i> в Microsoft Excel и в любом математическом пакете.</p> <p>Пример задания: 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 $\lambda = 2,5$. 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:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 течение какого промежутка времени. 3) Среднее время, которое клиент ждет в очереди, учитывая время на

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>обслуживание самого клиента. Это время берется в среднем по всем клиентам.</p> <p>4) Средний коэффициент занятости каналов СМО, 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 70%, максимальная длина очереди не превышает 12 человек, среднее время, которое клиент ждет в очереди 40 мин.</p> <p>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. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «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
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.
Уметь	- 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
Владеть	Приемами структурирования и анализа функций производственных систем. Навыками создания математических моделей экономических процессов и систем. Приемами имитационного моделирования экономических систем. Способами оптимизации экономических процессов
	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

Уметь	<ul style="list-style-type: none">- Моделировать и анализировать процессы массового обслуживания.- Проводить исследование показателей результативности функционирования предприятий, оценивать эффективность их работы.- Формулировать рекомендации по оптимизации экономических процессов предприятия.
Владеть	<ul style="list-style-type: none">- Навыками анализа результатов статистических отчетов, описывающих деятельность экономических систем- Навыками расчета основных показателей результативности применения информационных систем и технологий- Методами реализации математических моделей в табличных процессорах, системах имитационного моделирования