



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)

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль/специализация) программы
Большие и открытые данные

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Прикладной математики и информатики
Курс	3
Семестр	6

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 9)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

14.01.2025, протокол № 5

Зав. кафедрой

 Ю.А. Извеков

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС

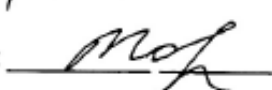
03.02.2025 г. протокол № 3

Председатель

 Ю.В. Сомова

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ПМИИ, канд. физ.-мат. наук

 О.А. Торшина

Рецензент:

зав. кафедрой Физики, канд. физ.-мат. наук

 Д.М. Долгушин

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Извеков

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Извеков

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Извеков

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Извеков

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Математическое моделирование» являются: овладение студентами необходимым уровнем общепрофессиональных компетенций, предполагающих формирование умений и навыков описания и изучения реальных физических, биологических, технических и прочих систем с помощью их математических моделей на основе специальных математических методов и алгоритмов.

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:

Математические основы экономики

Объектно-ориентированное программирование

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

Компьютерная графика

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

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-3	Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности
ОПК-3.1	Разрабатывает математические модели и производит их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности
ОПК-3.2	Составляет и оформляет отчеты, выполняет требования нормоконтроля по результатам профессиональной деятельности
ОПК-3.3	Выполняет обзоры научной информации, подготавливает публикации по теме профессиональной деятельности

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)
Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- Форма аттестации - зачет с оценкой, курсовая работа

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. Введение в математическое моделирование								
1.1 Понятия модели, моделирования, математического моделирования. Свойства моделей и требования к ним. Классификация моделей. Разновидности математических моделей.	6	2			4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к лабораторному занятию	Проверка конспектов, устный опрос, обсуждение	
1.2 Этапы математического моделирования. Основные принципы построения математических моделей		2			4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к лабораторному занятию	Проверка конспектов, устный опрос, обсуждение	
1.3 Математическая модель полета реактивного снаряда в гравитационном поле земли		2	2		6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к лабораторному занятию	Проверка конспектов, устный опрос, обсуждение	
1.4 «Жесткие » и «мягкие» математические модели. Модель сражения двух армий. Модель динамики популяций		2	2		4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к лабораторному занятию	Проверка конспектов, устный опрос, обсуждение	
Итого по разделу		8	4		18			
2. Структурные модели								

2.1 Структурные модели, их виды и способы построения	6	2	2		4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к лабораторному занятию	Проверка конспектов, устный опрос, обсуждение	
2.2 Примеры топологических и геометрических структурных моделей		2	4		4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к лабораторному занятию	Проверка конспектов, устный опрос, обсуждение	
Итого по разделу		4	6		8			
3. Моделирование в условиях неопределенности								
3.1 Элементы теории нечётких множеств в математическом моделировании	6	2	1		4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к лабораторному занятию	Проверка конспектов, устный опрос, обсуждение	
3.2 Моделирование в условиях неопределенности, описываемой с позиций нечетких множеств		2	3		4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к лабораторному занятию	Проверка конспектов, устный опрос, обсуждение	
3.3 Моделирование в условиях стохастической неопределенности		1	2		4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к лабораторному занятию	Проверка конспектов, устный опрос, обсуждение	
3.4 Случайные процессы, особенности их моделирования		1	2		2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к лабораторному занятию	Проверка конспектов, устный опрос, обсуждение	
3.5 Уравнения А.Н. Колмогорова в моделировании марковских случайных процессов. Модель n-канальной системы массового обслуживания с отказами		4	4		2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к лабораторному занятию	Проверка конспектов, устный опрос, обсуждение	
Итого по разделу		10	12		16			
4. Линейные и нелинейные								

модели								
4.1 О законе Гука и границах линейности	6	2	1		6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к лабораторному занятию	Проверка конспектов, устный опрос, обсуждение	
4.2 Сплошные среды		1	1		4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к лабораторному занятию	Проверка конспектов, устный опрос, обсуждение	
4.3 Уравнения Максвелла		1	1		4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к лабораторному занятию	Проверка конспектов, устный опрос, обсуждение	
4.4 Фракталы и их применение		2	2		3,2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к лабораторному занятию	Проверка конспектов, устный опрос, обсуждение	
Итого по разделу		6	5		17,2			
5. Моделирование с использованием имитационного подхода								
5.1 Имитатор системы массового обслуживания. Понятие клеточного автомата	6	2	2		6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к лабораторному занятию	Проверка конспектов, устный опрос, обсуждение	
5.2 Клеточный автомат "Жизнь". Модель биологической системы "Хищник-жертва"		2	2		4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к лабораторному занятию	Проверка конспектов, устный опрос, обсуждение	
5.3 Клеточные автоматы. Модель Винера-Розенблюта. Моделирование дислокаций в металле		2	3		4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к лабораторному занятию	Проверка конспектов, устный опрос, обсуждение	

Итого по разделу	6	7		14			
Итого за семестр	34	34		73,2		кр,зао	
Итого по дисциплине	34	34		73,2		зачет с оценкой, курсовая работа	

5 Образовательные технологии

В ходе изучения дисциплины рекомендуется использовать образовательные и информационные технологии:

1. Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу: лекция-изложение, лекция-объяснение, лабораторные занятия.

Использование традиционных технологий обеспечивает ориентирование студента в потоке информации, связанной с различными подходами к определению сущности, содержания, методов, форм развития и саморазвития личности; самоопределение в выборе оптимального пути и способов личностно-профессионального развития; систематизацию знаний, полученных студентами в процессе аудиторной и самостоятельной работы. Лекционные занятия проводятся с использованием мультимедийных средств. Лабораторные занятия обеспечивают развитие и закрепление умений и навыков определения целей и задач саморазвития, а также принятия наиболее эффективных решений по их реализации. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах вычислительного центра ФГБОУ ВПО «МГТУ».

В ходе проведения лабораторных занятий предусматривается использование средств вычислительной техники при выполнении индивидуальных заданий и тестирования.

2. Интерактивные формы обучения, предполагающие организацию обучения как продуктивной творческой деятельности в режиме взаимодействия студентов друг с другом и с преподавателем

Использование интерактивных образовательных технологий способствует повышению интереса и мотивации учащихся, активизации мыслительной деятельности и творческого потенциала студентов, делает более эффективным усвоение материала, позволяет индивидуализировать обучение и ввести экстренную коррекцию знаний.

При проведении лабораторных занятий используются групповая работа, технология коллективной творческой деятельности, технология сотрудничества, ролевая игра, обсуждение проблемы в форме дискуссии, дебаты, круглый стол. Данные технологии обеспечивают высокий уровень усвоения студентами знаний, эффективное и успешное овладение умениями и навыками в предметной области, формируют познавательную потребность и необходимость дальнейшего самообразования, позволяют активизировать исследовательскую деятельность, обеспечивают эффективный контроль усвоения знаний.

3. Возможности образовательного портала ФГБОУ ВПО «МГТУ» для предоставления студентам графика самостоятельной работы, расписания консультаций, заданий для самостоятельного выполнения и рекомендуемых тем для самостоятельного изучения.

Используемые образовательные технологии позволяют активно применять в учебном процессе интерактивные формы проведения занятий (компьютерная симуляция, разбор конкретных ситуаций), что способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся. Применяемые в процессе изучения дисциплины поисковый и исследовательский методы в полной мере соответствуют требованиям ФГОС по реализации компетентностного подхода.

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

а) Основная 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: 24.09.2020).
2. Лобанов, А. И. Математическое моделирование нелинейных процессов : учебник для вузов / А. И. Лобанов, И. Б. Петров. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8897-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452200> (дата обращения: 24.09.2020).

б) Дополнительная литература:

1. Кафаров, В. В. Математическое моделирование основных процессов химических производств : учебное пособие для вузов / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 403 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07524-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455050> (дата обращения: 24.09.2020).
2. Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебное пособие для вузов / Г. Ю. Ризниченко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 181 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07037-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451558> (дата обращения: 24.09.2020).
3. Нефтегазовые технологии: физико-математическое моделирование течений : учебное пособие для вузов / А. Б. Шабаров [и др.] ; под редакцией А. Б. Шабарова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 215 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03665-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453520> (дата обращения: 24.09.2020).
4. Арнольд, В.И. Мягкие и жесткие математические модели / В.И. Арнольд. - М.: МЦНМО. - 2008. - 32 с.
5. Тарасевич, Ю.Ю. Математическое и компьютерное моделирование / Ю.Ю. Тарасевич. - М.: УРСС. - 2004, - 152 с.
6. Ашихмен, В.Н. Введение в математическое моделирование: Учебное пособие / В.Н. Ашихмен, М.Б. Гитман, И.Э. Келлер и др.; Под ред. П.В. Трусова.- М.: Университетская книга, Догос. - 2007. - 440 с.

в) Методические указания:

1. Бордовский, Г. А. Физические основы математического моделирования : учебник и практикум для вузов / Г. А. Бордовский, А. С. Кондратьев, А. Чоудери. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05365-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452264> (дата обращения: 24.09.2020).

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
-----------------	------------	------------------------

MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Adobe Reader	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
NotePad++	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Visual Studio Code	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
Maple 14 Classroom License	К-113-11 от 11.04.2011	бессрочно
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/M/P0109/Web
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: компьютерный класс: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещения для самостоятельной работы обучающихся: компьютерные классы; читальные залы библиотеки: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Математическое моделирование» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение лабораторных работ на составление математических моделей изучаемых явлений и разработку программ для ЭВМ, реализующих указанные модели с целью проверки их эффективности.

Примерные аудиторные лабораторные работы (АЛР):

АЛР №1 «Разработка и анализ математических моделей с использованием Maple»

I. Составить в среде Maple программу, позволяющую:

1. Найти аналитическое решение уравнения $y' = y(1 - x)$.
2. Найти аналитическое решение уравнения задачи Коши $y' = y(1 - x)$, $y(1)=1$.
3. Найти численное решение задачи Коши $y' = y(1 - x)$, $y(0)=1$, применив по умолчанию метод Рунге-Кутты-Фальберга порядка 4-5 с шагом $H=0,1$ на отрезке $[0;1]$.
4. Построить график аналитического решения задачи Коши п.2 на отрезке $[0;1]$ зелёным цветом с толщиной линии 10 и надписью «График функции».

II. Составить программу, реализующую метод Рунге-Кутты решения данного уравнения. Построить график полученной табличной функции.

Сравнить полученные значения функции при реализации программы 1 и программы 2.

III. Составить программу решения уравнения $y' = y(1 - x)$., реализующую метод Рунге-Кутты в виде процедуры.

АЛР №2 «Полёт снаряда (ракеты) в гравитационном поле Земли»

1. Составить программу, позволяющую находить по начальной скорости v_0 и углу наклона α снаряда к поверхности Земли:

- траекторию полёта снаряда и строить её графически;
- расстояние между начальной и конечной точками этой траектории;
- максимальную высоту подъёма снаряда;
- время полёта снаряда.

Сопротивление воздуха не учитывать.

2. Составить программу полёта снаряда и найти указанные характеристики, учитывая сопротивление воздуха.

АЛР №3 «Модели свободного и ограниченного роста популяций»

В начальный момент времени t_0 количественный состав некоторого биологического вида равен N_0 единиц. Требуется сделать прогноз численности $N(t)$ данной популяции при $t \geq t_0$ для двух случаев:

- относительный темп прироста популяции не зависит от ее численности и равен постоянной величине r (свободный рост популяции),
- относительный темп прироста популяции уменьшается линейно с увеличением ее численности и равен величине $r - bN(t)$ (ограниченный рост популяции).

С этой целью необходимо:

- составить математическую модель свободного роста популяции в виде линейного дифференциального уравнения, найти аналитическое решение уравнения;
- составить математическую модель ограниченного роста популяции в виде дифференциального уравнения Бернулли, определить аналитическое и численное

решение уравнения при заданных начальных условиях, показать графически приближенное совпадение полученных решений;

- привести графическую иллюстрацию изменения численности для моделей свободного и ограниченного роста популяции;
- сделать выводы по работе.

Исходные данные для расчетов приведены в табл.1.

- Таблица 1

t_0 , час	N_0	r , час ⁻¹	k
21	40	0,29	90

АЛР №4 «Нечёткие модели стратегий истребителей»

Задача. Два истребителя из противоборствующих воздушных армий руководствуются стратегиями:

А: Если снарядов *мало*, то вероятность поражения противника *малая*, иначе – *не малая*.

В: Если снарядов *не мало*, то вероятность поражения противника *большая*, иначе – *не большая*.

Известно, что:

мало снарядов = (0,8/3; 0,4/15; 0,3/30),

малая вероятность = (0,1/0,9; 0,5/0,5; 0,8/0,1),

большая вероятность = (0,8/0,9; 0,5/0,5; 0,3/0,2).

Число снарядов не очень мало. Кто победит?

Составить нечёткие модели реализации каждой стратегии и на основе интегрального индекса ранжирования выявить победную стратегию.

АЛР №5 «Модель n-канальной системы массового обслуживания с отказами»

Задача. Определите требуемое число коек в стационаре больницы, если среднее время выздоровления одного больного составляет 21 день. Новые больные не принимаются, если все койки в стационаре заняты. Поток поступления больных близок к пуассоновскому с интенсивностью 3 человека в день. Вероятность отказа не должна быть выше 5%.

Выяснить среднее число занятых коек.

Выполнить все расчётные операции в среде Excel.

АЛР №6 «Модель Хищник-жертва»

1. Исследовать классическую модель Вольтерры–Лотки ($\gamma_1 = 0$).

1) Вводя различные начальные условия, построить фазовый портрет и зависимости размера популяций от времени.

2) Исследовать, как изменение параметров модели влияет на динамику популяций.

2. Исследовать модифицированную модель Вольтерры–Лотки при различных значениях параметров: вводя различные начальные условия, построить фазовый портрет и зависимости размера популяций от времени.

Отчет по работе должен содержать фазовые портреты и графики зависимости размера популяций от времени для случаев:

1. $\gamma_1 = 0$.

2. $\gamma_1 > 0$, $\alpha_1\beta_2 - \gamma_1\alpha_2 < 0$.

3. $\gamma_1 > 0$, $\alpha_1\beta_2 - \gamma_1\alpha_2 > 0$.

Дополнительное задание: приведите систему уравнений Вольтерры–Лотки к безразмерному виду. Каков смысл полученных безразмерных параметров?

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-3: способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности		
ОПК-3.1	Разрабатывает математические модели и производит их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	<i>Перечень теоретических вопросов к зачету:</i> 1. Понятие модели. Свойства моделей и требования к ним. 2. Понятие моделирования. Математическое моделирование. 3. Классификация моделей. Разновидности математических моделей. 4. Этапы математического моделирования. Основные принципы построения математических моделей. Алгоритм процесса математического моделирования. 5. Математическая модель полёта снаряда в гравитационном поле земли без учёта сопротивления воздуха. 6. Математическая модель полёта снаряда в гравитационном поле земли с учётом сопротивления воздуха. 7. «Жесткие» и «мягкие» математические модели. Модель сражения двух армий. 8. «Жесткие» и «мягкие» математические модели. Модели динамики популяций. 9. Структурные модели, их виды и способы построения. Построение модели состава и структуры семьи при: а) матриархате; б) равноправии супругов. 10. Примеры топологических и геометрических структурных моделей. Математическая модель баскетболиста. 11. Элементы теории нечётких множеств в математическом моделировании. 12. Сравнение лингвистических переменных в нечётких моделях. 13. Математическое моделирование с позиций нечётких множеств. 14. Моделирование в условиях неопределённости. Моделирование в условиях стохастической неопределённости. 15. Случайные процессы, особенности их моделирования. 16. Моделирование марковских случайных процессов. Уравнения А.Н. Колмогорова в моделировании марковских случайных процессов. 17. Модель n-канальной системы массового обслуживания с отказами. 18. Нелинейные волны в сплошной среде. Уравнение Кортевега-де-Фриза. Уравнение Уизема. 19. Автомодельность. Автомодельные задачи гидродинамики. 20. Фракталы и их применение. Классические фракталы. Самоподобие. L - системы. Пыль Кантора. Кривые Пеано. 21. Имитатор системы массового обслуживания. Понятие одноканальной СМО с отказами. 22. Понятие клеточного автомата. Граничные условия циклического типа. Клеточный автомат «Нейронная сеть». 23. Клеточный автомат «Жизнь». 24. Модель биологической системы «Хищник-жертва». 25. Клеточные автоматы. Модель Винера-Розенблута. 26. Моделирование дислокаций в металле. Понятие краевых, винтовых и дислокаций смешанного типа. Понятие дефектов упаковки. Понятие дислокации реакциями. <i>Примерные практические задания для зачета:</i> 1. Сформулируйте и запишите нечеткие отношения предпочтения между элементами множеств X и Y, Y и Z, если: $X = \{\text{лес, кирпич, пенобетон}\}$, $Y = \{\text{железо, шлакобетон, брус}\}$, $Z = \{\text{гипсоблоки, ракушечник, бетон}\}$. 2. Для универсального множества $U = \{a, b, c, d, e, f, g\}$ и нечётких подмножеств $A = (0,0/a; 0,3/b; 0,7/c; 1,0/f; 0,0/e; 0,2/g, 0,6/S)$,

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		$B = (0,3/a; 1,0/e; 0,5/c; 0,8/* 1,0/e; 0,5//; 0,6/s)$, $C = (1,0/e; 0,5/*; 0,5/c; 0,2/* 0,0/r; 0,2//; 0,9/g)$ найдите: а) $A \cap B$; б) $A \cup B$; в) $A \circ B$; г) $A \times B \times C$. 3. Определите обычные подмножества α-уровня для нечеткого множества $A = (0,7/a; 0,5/b; 1,0/c; 0,2/d; 0,6/e)$, если: а) $\alpha = 0,1$; б) $\alpha = 0,6$; в) $\alpha = 0,8$; г) $\alpha = 0,9$. Запишите разложение нечеткого множества A. 4. Мастерская по ремонту имеет складское помещение на M мест. В мастерской работают N мастеров, обеспечивающих среднее время ремонта T. Интенсивность поступления заявок λ. Если все мастера заняты и склад заполнен, то заявка отклоняется. Постройте граф состояний данной СМО и запишите систему уравнений Колмогорова для финальных вероятностей. 5. Постройте модели состава и структуры семьи при: а) матриархате; б) равноправии супругов. 6. Постройте структурную модель спортивной команды (например, хоккейной или футбольной). 7. Выполните содержательную, концептуальную и математическую постановки для математической модели, описывающей процесс нагревания и закипания чайника. Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания: 1. Проведите анализ и классификацию нескольких математических моделей в интересующей вас области знаний. Установите аналоги рассматриваемых математических моделей в других областях. 2. Постройте экономическую модель спроса и предложения в предположении их линейной зависимости от цены. Проведите анализ изменения цен в зависимости от начальной цены при следующих исходных данных: $a = 3$, $b = 2$, $c = 6$, $g = 8$. Определите, в каких пределах может изменяться начальная цена. 3. Разработайте клеточный автомат «Дюны», поведение которого подчинено следующим правилам: 1) клетка может находиться в активном и пассивном («спрятанном») состоянии; 2) если клетка была активна и из восьми соседних клеток более N активны, то клетка «прячется». Время нахождения в «спрятанном» состоянии равно W тактов; 3) если время «прятания» закончилось и в окрестности не более M активных клеток, то клетка вновь становится активной.
ОПК-3.2	Составляет и оформляет отчеты, выполняет требования нормоконтроля по результатам профессиональной деятельности	Перечень примерных теоретических вопросов к зачету: 1. Сформулируйте алгоритм процесса математического моделирования. 2. Выполните построение структурной модели системы управления, которая реализована в университете. 3. В чем принципиальные отличия аналитических моделей и имитаторов? 4. Назовите отличия технологии создания имитаторов от аналитических моделей. 5. В чем сущность аксиоматического подхода к построению теории вероятностей? Сформулируйте аксиомы А.Н. Колмогорова. 6. Объясните различие между модой, медианой и математическим ожиданием. 7. Элементы теории нечетких множеств в математическом моделировании. 8. Сравнение лингвистических переменных в нечетких моделях. 9. Математическое моделирование с позиций нечетких множеств. 10. Моделирование в условиях стохастической неопределенности. Примерные практические задания для зачета: 1. Запишите математическую модель движения груза массой m, закрепленного на вертикальной стенке с помощью пружины жесткостью C и совершающего колебательное движение вдоль оси x в среде с вязкостью ν.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		Какой принцип используется при построении этой модели? К какому типу относится эта модель? 2. Постройте структурную модель солнечной системы. 3. Разработайте программу, реализующую клеточный автомат «Жизнь». Состояние клеточного пространства выведите на экран в графическом режиме. Исследуйте эволюцию КА для следующих начальных состояний, задающих расположение «живых» клеток: а)  б)  в)  <i>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:</i> 1. 30 – летняя женщина занимает должность инженера с начальным заработком 120 000 рублей в год. Ее заработок $S(t)$ увеличивается по экспоненте, причем $S(t)=120e^{t/20}$ тысяч рублей через t лет. Тем временем 12% заработка депонируются непрерывно на пенсионный счет, на котором сумма накапливается непрерывно по ежегодной норме 6%. (а) Выразите ΔA через Δt, чтобы получить дифференциальное уравнение, удовлетворяемое величиной $A(t)$ – суммой на счете после t лет. (б) Вычислите сумму $A(25)$ на момент выхода на пенсию в 55 лет. 2. Найдите ограничение на рост функции $k(r) \rightarrow \infty, r > 0$ в уравнении $mr''(t) = -k(r)r$ (где функция $k(r) > 0$ описывает жесткость пружины), при выполнении которого система «шарик—пружина» была бы консервативной, т. е. сохранялась бы ее полная энергия.
ОПК-3.3	Выполняет обзор научной информации, подготавливает публикации по теме профессиональной деятельности	<i>Перечень примерных теоретических вопросов к зачету:</i> 1. Классификация математической модели в зависимости от сложности объекта моделирования. 2. Классификация математической модели в зависимости от оператора модели. 3. Классификация математической модели в зависимости от параметров модели. 4. Классификация математической модели в зависимости от методов реализации. 5. Классификация математической модели в зависимости от целей моделирования. 6. Элементы теории нечётких множеств в математическом моделировании. 7. Сравнение лингвистических переменных в нечётких моделях. 8. Математическое моделирование с позиций нечётких множеств. 9. Моделирование в условиях стохастической неопределённости. 10. Случайные процессы, особенности их моделирования. 11. Какие факторы определили расширение в последнее время областей применения математического моделирования в технике? 12. В каких случаях обосновано применение имитаторов? 13. В чем сходство реального и вычислительного с использованием имитатора экспериментов? 14. Назовите отличия технологии создания имитаторов от аналитических моделей. 15. Почему имитаторы можно отнести к разновидности математических моделей? 16. В каких случаях имитатор СМО является предпочтительным по отношению к аналитическому подходу? 17. Как различается неопределенность в зависимости от полноты и качества описания? 18. Когда в задаче математического моделирования применяется стохастическое описание переменных? 19. Можно ли ввести понятие плотности распределения вероятностей для

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		дискретной случайной величины? 20. Может ли простейший поток быть регулярным? Почему? <i>Примерные практические задания для зачета:</i> 1. Проанализировать логистическую модель эксплуатации рыбных запасов. 2. Проанализировать логистическую модель эксплуатации рыбных запасов с обратной связью и сделать прогнозы о рыбных запасах в зависимости от изменения отдельных характеристик модели. Система имеет три состояния. Будет ли верно условие $p_1 = p_2 = p_3 = 0,5$? 3. Определите, как себя должна вести при больших t величина $r(t) = a(t) - \beta(t) > 0$ в модели Мальтуса $N'(t) = [\alpha(t) - \beta(t)]N(t)$, чтобы численность популяции оставалась ограниченной при $t \rightarrow \infty$. 4. Наличие в системе очереди — это хорошо или плохо? Что плохо, если в СМО длинная очередь? Что плохо, если в СМО очередь образоваться не успевает? 5. Сравните нечеткие числа $A = (0,2/3; 0,8/4; 0,4/5; 0,2/6)$ и $B = (0,1/3; 0,95/4; 0,3/5)$. <i>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:</i> 1. Определить период пульсаций звезды (самогравитирующего газового шара) через систему определяющих параметров: M — массу звезды, R — радиус звезды и u — гравитационную постоянную. Разработайте алгоритм численного решения задачи о движении маятника при наличии силы вязкого сопротивления и реализуйте его на персональном компьютере. Оцените величину подходящего шага интегрирования Δt в зависимости от времени $T_{\text{шаг}}$ для различных схем интегрирования. 2. Разработайте имитатор одноканальной СМО с ограниченным временем ожидания в очереди. Предполагается, что поток заявок, поступающий в систему, является простейшим. Поступившая в систему заявка может сразу поступить на обслуживание, если канал свободен, либо встать в очередь. Если время пребывания заявки в очереди превысило некоторое предельное для нее значение, она покидает систему необслуженной. Интервал времени Δt между поступлением двух соседних заявок, максимальное время пребывания заявки в очереди Δh и время ее выполнения Δw описываются случайными величинами, подчиненными показательному распределению с заданными средними значениями. Имитатор должен выполнять оценку следующих параметров эффективности СМО: > среднего времени пребывания заявки в очереди; > вероятности выполнения заявок; > коэффициента загрузки системы. 3. Построить модель движения сплошного потока автомашин по бесконечно длинной дороге, движущихся свободно, «накатом». Исследовать, какие качественные эффекты способна описывать построенная модель. 4. Используя модель Ферхюльста для описания поведения жертв, предложите свой вариант математической модели «хищник-жертва». Проведите качественный анализ полученной системы уравнений. Выполните анализ численной схемы для данной системы.

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 с оценкой.

Критерием успешного освоения программы дисциплины являются:

- умение интерпретировать понятия и утверждения, применять к решению задач изученную теорию;
- усвоение методов и приемов решения основных задач дисциплины; приобретение навыков работы с наиболее часто встречающимися объектами математического моделирования.
- знание основных теоретических положений, разновидностей математических моделей и требований к ним.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

- на оценку **«отлично»** – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;
- на оценку **«хорошо»** – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;
- на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;
- на оценку **«неудовлетворительно»** – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Курсовая работа выполняется под руководством преподавателя. В процессе ее написания обучающийся развивает навыки к научной работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса «Математическое моделирование». При выполнении курсовой работы обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе написания курсовой работы обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

Показатели и критерии оценивания курсовой работы:

- на оценку **«отлично»** – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;
- на оценку **«хорошо»** – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;
- на оценку **«удовлетворительно»** – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;
- на оценку **«неудовлетворительно»** – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.