



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЕиС

Г.Ю. Мезин

17.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ЧИСЛЕННЫЕ РЕШЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ЭКОНОМИКЕ

Направление подготовки (специальность)

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль/специализация) программы

Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности

Уровень высшего образования - бакалавриат

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

Магнитогорск
2020 год

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

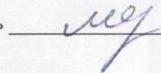
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

11.02.2020, протокол № 6

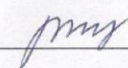
Зав. кафедрой  С.И. Кадченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС

17.02.2020 г. протокол № 6

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ПМиИ, канд. пед. наук  Л.С. Рязанова

Рецензент:

доцент кафедры уравнений математической физики ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)",
канд. физ.-мат. наук  Г.А. Закирова



1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Численные решения математических моделей в экономике» являются: освоение основных идей методов математического моделирования, особенностей областей применения и методики использования их как готового инструмента практической работы при проектировании и разработке систем, математической обработке данных экономических и других задач, способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат, построение алгоритмов и организации вычислительных процессов на ПК; овладение на необходимом и достаточном уровнях общепрофессиональными компетенциями согласно требованию ФГОС ВО по направлению 01.03.02 Прикладная математика и информатика. В курсе дисциплины излагаются основные сведения о классических численных методах решения

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Численные решения математических моделей в экономике входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Математические основы экономики

Операционные системы

Уравнение математической физики

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

Элементы вариационного исчисления

Математические модели финансовых процессов

Инструменты современного финансового анализа

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Численные решения математических моделей в экономике» 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	Выполняет обзоры научной информации, подготавливает публикации по теме профессиональной деятельности
ОПК-3.2	Составляет и оформляет отчеты, выполняет требования нормоконтроля по результатам профессиональной деятельности
ОПК-3.3	Разрабатывает математические модели и производит их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 89,85 акад. часов;
- аудиторная – 85 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,85 акад. часов
- самостоятельная работа – 90,45 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

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. Введение в математическое моделирование								
1.1 Понятия модели и моделирования. Разновидность моделирования. Разновидность математических моделей. Этапы построения математической модели. Математическая модель.	6	2			6	Конспектирование	Проверка конспектов. Опрос, обсуждение	ОПК-3
1.2 Математическая модель экономической системы		4	2/2И		6,45	Подготовка к лабораторному занятию	Отчет о выполнении лабораторных работ	ОПК-3
1.3 «Жесткие» и «мягкие»		4	2/2И		6	Решение задач	АКР	ОПК-3
Итого по разделу		10	4/4И		18,45			
2. Структурные модели								
2.1 Способы построения структурных моделей	6	6	4/2И		8	Подготовка к лабораторному занятию	Отчет о выполнении лабораторных работ	ОПК-3
2.2 Примеры структурных моделей		8	4/2И		10	Решение задач	Опрос, обсуждение	ОПК-3
Итого по разделу		14	8/4И		18			
3. Моделирование в условиях неопределенности								
3.1 Моделирование в условиях неопределенности, описываемой с позиций нечетких множеств	6	4	4/1И		8	Решение задач	Опрос, обсуждение	ОПК-3
3.2 Моделирование в условиях стохастической неопределенности		3	4/1И		10	Подготовка к лабораторному занятию	Отчет о выполнении лабораторных работ.	ОПК-3

3.3 Моделирование в условиях стохастической неопределенности		8	4/1И		8	Изучение учебной и научной литературы	Отчет о выполнении лабораторных работ	ОПК-3
Итого по разделу		15	12/3И		26			
4. Линейные и нелинейные модели								
4.1 О законе Гука и границах линейности	6	4	2		6	Изучение учебной и научной литературы	Проверка изучения основной и дополнительной литературы	ОПК-3
4.2 Сплошные среды		4	2/1И		8	Подготовка к лабораторному занятию	Отчет о выполнении лабораторных работ	ОПК-3
4.3 Уравнения Максвелла		2	2/1И		8	Решение задач	Опрос, обсуждение	ОПК-3
4.4 Фракталы и их применение		2	4/1И		6	Подготовка к лабораторному занятию	Отчет о выполнении лабораторных работ	ОПК-3
Итого по разделу		12	10/3И		28			
5. Экзамен								
5.1 Экзамен	6							
Итого по разделу								
Итого за семестр		51	34/14И		90,45		экзамен	
Итого по дисциплине		51	34/14И		90,45		экзамен	

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, практические (семинарские) 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. Практические занятия проводятся в компьютерных классах вычислительного центра ФГБОУ ВО «МГТУ».

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается: использование электронного демонстрационного материала по темам, требующим иллюстрации работы программных продуктов: MS Word, MS Excel.

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.

В рамках дисциплины «Численные решения математических моделей в экономике» предусматривается 14 часов аудиторных занятий, проводимых в интерактивной.

При проведении лабораторных занятий используются групповая работа, технология коллективной творческой деятельности, технология сотрудничества, 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 ВО «МГТУ» для предоставления студентам графика самостоятельной работы, расписания консультаций, заданий для самостоятельного выполнения и рекомендуемых тем для самостоятельного изучения.

Методика, предлагаемая для изучения курса «Численные решения математических моделей в экономике» ориентирована на лекции проблемно-информационного характера, семинарские занятия исследовательского типа и подготовку рефератов.

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 (модуля)

а) Основная литература:

1. Повитухин, С. А. Математические модели в экономике: линейное программирование : учебное пособие / С. А. Повитухин, В. Н. Макашова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3306.pdf&show=dcatalogues/1/1137743/3306.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-1099-7. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Зенков, А. В. Численные методы : учебное пособие для прикладного бакалавриата / А. В. Зенков. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 122 с. — (Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-534-10893-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/432209> .

б) Дополнительная литература:

1. Кадченко, С. И. Математическое моделирование явлений естествознания в среде MAPLE : учебное пособие [для вузов] / С. И. Кадченко, Л. С. Рязанова, О. А. Торшина ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 1 CD-ROM. - ISBN 978-5-9967-1713-2. - Загл. с титул. экрана. - URL : <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3955.pdf&show=dcatalogues/1/1532456/3955.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

в) Методические указания:

1. Дубина, И. Н. Основы математического моделирования социально-экономических процессов: практикум для бакалавриата и магистратуры / И. Н. Дубина. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 349 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-00501-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/433567> .

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

STATISTICA v.6	К-139-08 от 22.12.2008	бессрочно
Maple 14 Classroom License	К-113-11 от 11.04.2011	бессрочно
MathCAD v.15 Education University	Д-1662-13 от 22.11.2013	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/
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО	https://dlib.eastview.com/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	http://ecsocman.hse.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: Доска, мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: Доска, мультимедийный проектор, экран.

Комплекс методических разработок (раздаточного материала и методических указаний) и/или комплекс тестовых заданий для подготовки и проведения промежуточных и рубежных контролей.

Помещения для самостоятельной работы учащихся: Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Приложение 1

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

По дисциплине «Численные решения математических моделей в экономике» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение заданий лабораторных работ.

Примерные аудиторные задания:

1. Постановка транспортной задачи. Сведение транспортной задачи к задаче линейного программирования.
2. Метод северо-западного угла, метод Фогеля нахождения опорного плана.
3. Методы определения оптимального плана.
4. Метод потенциалов.
5. Метод дифференциальных рент.
6. Применение mathcad200 для решения экономических задач.
7. Создание пакета программ, решающего задачи экономического моделирования.
8. Задачи оптимального управления.
9. Постановки задач оптимального управления с интегральным критерием качества.
10. Принцип максимума Понтрягина для линейной задачи оптимального управления с ограничениями на управление.
11. Принцип максимума для нелинейной задачи оптимального управления.
12. Математическая модель роста прибыли предприятия. Постановка задачи роста прибыли предприятия. Постановки задач, связанных с данной моделью.
13. Доказательства принципа максимума
14. Доказательство необходимых условий экстремума(принцип Максимума) для задачи роста прибыли предприятия на конечном отрезке времени.
15. Доказательство принципа максимума для задачи роста прибыли предприятия на бесконечном отрезке времени.
16. Доказательство принципа максимума для задачи оптимального управления с подвижными концами.
17. Градиентный метод.
18. Метод условного градиента.
19. Метод проекции градиента.
20. Метод возможного направления.
21. Метод линеаризации.

Примерные задания для лабораторных работ:

Задание 1. Известно, что затраты на выполнение заказа (поставку единицы продукции) составляют 15 ден. ед.; годовое потребление 12000 ед.; годовые затраты на хранение продукции 0,1 ден. ед.; размер партии поставки: 100, 200, 400, 600, 800, 1000 ед.; годовое производство 15000 ед.; издержки, обусловленные дефицитом составляют 0,4 ден. ед. Требуется: а) вычислить оптимальный размер закупаемой партии и построить график; б) определить оптимальный размер заказываемой партии при пополнении заказа на конечный интервал. в) рассчитать оптимальный размер партии в условиях дефицита. 12.

Задание 2. Известно, что годовой спрос составляет 10000 ед., затраты, связанные с доставкой продукции, равны 20,0 дол/ед; цена единицы продукции составляет 1,4 дол/ед.; затраты на содержание запасов равны 40% от цены ед. продукции. Определить: 1. Оптимальный размер партии поставки. 2. Цену, которую должен установить поставщик при поставке продукции партиями по 450 ед. 3. Оптимальный размер производимой партии на предприятии при производстве 150000 ед. в год.

Задание 3. Найти решение ЗЛП (варианты 1-22) графическим методом с определением максимального и минимального значения целевой функции $(,)$ $1\ 2\ F\ x\ x$, где $1\ x$ и $2\ x$ – оптимизируемые параметры, с учётом системы ограничений на переменные $1\ x$ и $2\ x$. Построить и проанализировать графическое изображение области допустимых значений (ОДЗ) ЦФ в системе координат $x_2 \times x_1$. Указать условия, при которых на практике может быть использован графический метод решения ЗЛП. Результаты вычислений проверить в вычислительной среде Mathcad с использованием стандартных процедур оптимизации $\text{Maximize}(F, x_1, x_2)$ и $\text{Minimize}(F, x_1, x_2)$ (см. задание 11, с.165, рис. 2.38) или в офисной программе EXCEL. В отчёте о самостоятельной работе отразить а) формулировку ЗЛП; б) график ОДЗ изменяемых параметров; в) результаты решения ЗЛП и комментарии к ним; г) фрагмент компьютерной программы; д) выводы.

Номер варианта	ЦФ $F(x_1, x_2)$	Ограничения
1	$4x_1 + 3x_2$	$4x_1 + 2x_2 \leq 15$; $2,5x_1 + 3x_2 \geq 10$; $x_1 + x_2 \leq 10$; $x_1 \geq 2$; $x_2 \geq 1$.
2	$1 + 2x_1 + 3x_2$	$4x_1 + 2x_2 \leq 15$; $2,5x_1 + 3x_2 \geq 10$; $x_1 + x_2 \leq 8$; $x_1 \geq 2$; $x_2 \geq 2$.
3	$1 + 3x_1 + 2x_2$	$3x_1 + 2x_2 \leq 21$; $1,5x_1 + 3x_2 \geq 10$; $x_1 + x_2 \leq 9$; $x_1 \geq 1$; $x_2 \geq 1$.
4	$3x_1 + 5x_2$	$x_1 + 1,5x_2 \geq 5$; $3x_1 + x_2 \leq 12$; $2x_1 + 3x_2 \leq 12$; $x_1, x_2 \geq 0$; $x_2 \leq 5$.
5	$2 + 4x_1 - 3x_2$	$x_1 + 2x_2 \geq 2$; $2x_1 + x_2 \leq 10$; $2x_1 - x_2 \leq 1$; $x_1, x_2 \geq 0$.
6	$2x_1 + x_2$	$x_1 + x_2 \geq 3$; $2x_1 + 3x_2 \leq 15$; $3x_1 + 2x_2 \leq 10$; $x_1 \geq 1$; $0 \leq x_2 \leq 4$
7	$5 - 2x_1 + 4x_2$	$x_1 + 2x_2 \leq 12$; $-3x_1 + 2x_2 \leq 8$; $x_1 + 3x_2 \geq 6$; $x_1, x_2 \geq 1$.
8	$5x_1 + 10x_2$	$2x_1 + x_2 \leq 10$; $x_1 + 2x_2 \geq 6$; $x_1 \geq 1$; $2x_2 \geq 3$.
9	$5 + 3x_1 - 2x_2$	$-x_1 + 2x_2 \leq 5$; $7x_1 + 5x_2 \leq 35$; $x_1 + x_2 \geq 3$; $x_1 \geq 0$; $x_2 \geq 0$.
10	$2x_1 - x_2 + 1$	$x_1 + x_2 \geq 6$; $3x_1 + 2x_2 \leq 20$; $x_1 \geq 0$; $x_2 \geq 1$.
11	$x_1 + 3x_2$	$3x_1 + 5x_2 \leq 20$; $2x_1 + x_2 \leq 12$; $x_1 - x_2 \geq 1$; $x_1 \geq 0$; $x_2 \geq 0$.
12	$5x_1 + 5x_2$	$x_1 + 2x_2 \leq 10$; $2x_1 + 2x_2 \geq 5$; $x_1 \geq 1$; $x_2 \geq 1$.
13	$3 + x_1 + 10x_2$	$2x_1 + 5x_2 \leq 20$; $x_1 + 2x_2 \geq 5$; $x_1 \geq 1$; $x_2 \geq 1$.
14	$2 - 2x_1 + 5x_2$	$7x_1 + 2x_2 \geq 12$; $x_1 + 5x_2 \leq 30$; $x_1 + x_2 \leq 8$; $x_1 \geq 1$; $x_2 \geq 1$.
15	$2x_1 + 2x_2$	$2x_1 + 5x_2 \leq 10$; $3x_1 + x_2 \geq 5$; $x_1 + x_2 \leq 6$; $x_1 \geq 0$; $x_2 \geq 1$.
16	$5x_1 + 3x_2$	$3x_1 + 5x_2 \leq 15$; $5x_1 + 2x_2 \leq 10$; $x_1 + x_2 \geq 3$; $x_1 \geq 0$; $x_2 \geq 0$.
17	$1 - 2x_1 + 5x_2$	$3x_1 + 2x_2 \geq 12$; $x_1 + 3x_2 \leq 30$; $x_1 + x_2 \leq 8$; $x_1 \geq 1$; $x_2 \geq 0$.
18	$2x_1 + 3x_2$	$3x_1 + 3x_2 \leq 21$; $x_1 + x_2 \geq 1$; $x_1 + 2x_2 \leq 8$; $x_1 \geq 0$; $x_2 \geq 0$.
19	$2 + 2x_1 + 2x_2$	$3x_1 + 3x_2 \leq 15$; $x_1 + 4x_2 \geq 4$; $x_1 \geq 0$; $x_2 \geq 0$.
20	$3x_1 + 5x_2$	$x_1 + 3x_2 \leq 12$; $2x_1 + 5x_2 \geq 15$; $2x_1 \geq 1$; $x_2 \geq 1$.
21	$10x_1 + 5x_2$	$2x_1 + x_2 \leq 10$; $x_1 + x_2 \geq 2$; $x_1 + 2x_2 \leq 10$; $x_1 \geq 1$; $x_2 \geq 1$.
22	$3 + x_1 + x_2$	$x_1 + 2x_2 \leq 10$; $x_1 + x_2 \geq 2$; $2x_1 + x_2 \leq 12$; $x_1 \geq 0$; $x_2 \geq 0$.
23	$10x_1 + 5x_2$	$2x_1 + x_2 \leq 10$; $x_1 + 2x_2 \geq 3$; $2x_1 + x_2 \geq 3$; $x_1 \geq 1$; $x_2 \geq 1$.

Задание 4. Необходимо с использованием рекомендаций теории марковских цепей с непрерывным временем построить и проанализировать вероятностную модель экономической системы с конечным числом состояний и непрерывным временем перехода. Размеченный граф переходов представлен на рис.1 и рис.2. Деятельность ЭС рассматривается на интервале времени $t \in [0; 90]$ суток. Интенсивности переходов λ_i , j из состояния S_i в состояние S_j .

Примерные задания для аудиторных контрольных работ (АКР):

Задание 1. Решить задачу линейного программирования симплекс-методом и методом искусственного базиса. Использовать Mathcad2001 для проверки решения.

$$\begin{aligned} -2x - y - z + r &\rightarrow \min \\ x - y + z &= 1 \\ 2x + y + r &= 3 \\ x, y, z, r &\geq 0 \end{aligned}$$

Задание 2. Решить задачу выпуклого программирования методом множителей Лагранжа. Использовать Mathcad для проверки решения. Построить численный алгоритм подходящего численного метода для данной задачи.

$$\begin{aligned} 10x^2 + 5y^2 - x + 2y - 10 &\rightarrow \min \\ 2x + y - 4 &\leq 0 \\ x + y - 8 &\leq 0 \\ x &\geq 0 \end{aligned}$$

Задание 3. Для заданной таблицей транспортной задачи найти опорный план методами северо-западного угла и Зейделя. Решить задачу методами потенциалов, дифференциальных рент, циклов и с помощью Mathcad2001.

	B1	B2	B3	B4	B5	
A1	7	12	4	8	5	180
A2	1	8	6	5	3	350
A3	6	13	8	6	4	20
	110	90	120	80	150	

Задание 4. Для данной задачи оптимального управления построить уравнения принципа максимума Понтрягина и алгоритм численного решения.

$$\begin{aligned} \dot{x} &= x + y + u \\ \dot{y} &= -x + 2u \\ x(0) &= 1, y(0) = 0 \\ 1 &\leq u(t) \leq 2 \\ J(x, y, u) &= \int_0^1 x^2 + y^2 + 2xy + u^2 dt \rightarrow \min \end{aligned}$$

Общие вопросы к лабораторным работам.

1. Что описывает модель?
2. Какие эффекты учитывает модель?
3. Какие предположения используются при построении модели?
4. Каков смысл переменных модели?

5. Каков смысл параметров модели?
6. Каковы возможные направления модификации модели?
7. Какие режимы демонстрирует модель?

Лабораторная работа № 1. «Ограниченный рост. Уравнение Ферхюльста»

Меняя начальное условие, получить различные режимы выхода на стационарное состояние.

Отчет по работе должен содержать графики зависимости численности популяции от времени для следующих случаев:

1. численность убывает,
2. численность остается постоянной,
3. численность возрастает без перегиба,
4. численность возрастает с перегибом.

Лабораторная работа № 2. «Нелинейный маятник»

1. Исследовать систему без затухания ($b = 0$). Вводя различные начальные условия, получить фазовые траектории и зависимость координаты и скорости от времени для следующих случаев:

- 1) гармонические колебания;
- 2) нелинейные колебания;
- 3) движение вблизи сепаратрисы;
- 4) вращение.

2. Исследовать систему с малым затуханием. Вводя различные начальные условия, получить фазовые траектории и зависимость координаты и скорости от времени.

3. Исследовать систему с большим затуханием. Вводя различные начальные условия, получить фазовые траектории и зависимость координаты и скорости от времени.

Отчет по работе должен содержать фазовые портреты для трех случаев и графики зависимости координаты от времени и скорости от времени для случаев 1 ($a < \gamma$), 2, 3.

Дополнительное задание: исследовать зависимость периода колебаний от амплитуды.

Лабораторная работа № 3. «Хищник–жертва»

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

2. $0 < g < a$.

3. $g > a$.

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

Лабораторная работа № 4. «Модель межвидовой конкуренции»

Исследовать модель при различных соотношениях между параметрами. Для каждого случая построить фазовый портрет и графики зависимости размера популяций от времени.

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

1. Первая популяция выживает, вторая вымирает.

2. Первая популяция вымирает, вторая выживает.

3. Обе популяции сосуществуют.

4. В зависимости от начальных условий одна из популяций выживает, а другая вымирает.

Лабораторная работа № 5. «Модель Ван дер Поля»

Исследовать модель при различных значениях параметра m . Исследовать случаи квазигармонических колебаний, сильно несинусоидальных колебаний и релаксационных колебаний. Для каждого случая построить фазовый портрет и графики зависимости x и $\dot{x}$ от времени. Объяснить, каков физический смысл величин x и $\dot{x}$. безразмерному виду.

Дополнительное задание: При каком условии особая точка меняет тип (неустойчивый фокус – неустойчивый узел)?

Лабораторная работа № 6. «Модель Лефевра» и «Базовая модель «брюсселятор»»

Исследовать точечную модель при различных соотношениях между параметрами. Для каждого случая построить фазовый портрет и графики зависимости концентраций веществ от времени.

Исследовать распределенную модель при различных соотношениях между параметрами.

Отчет по работе должен содержать:

1. Для точечной модели: фазовые портреты и графики зависимости концентраций веществ от времени для двух случаев:

- 1) автоколебания;
- 2) затухающие колебания.

2. Для распределенной модели: графики зависимости концентрации веществ от координаты для 2–3 моментов времени и соответствующий им вид реактора для случаев, когда в системе образуются и не образуются структуры.

Дополнительные вопросы: При каком условии особая точка меняет тип (неустойчивый фокус – неустойчивый узел и устойчивый фокус – устойчивый узел)? При каких условиях в распределенной системе возможна самоорганизация?

Лабораторная работа № 7. «Модель Холлинга–Теннера»

Исследовать модель при различных соотношениях между параметрами. Для каждого случая построить фазовый портрет и графики зависимости размера популяций от времени.

Отчет по работе должен содержать фазовые портреты и графики зависимости концентраций веществ от времени для двух случаев:

1. Автоколебания.
2. Затухающие колебания. Дополнительное задание: При каком условии особая точка меняет тип (неустойчивый фокус – неустойчивый узел и устойчивый фокус – устойчивый узел)?

Лабораторная работа № 8. «Модель механической системы»

Исследовать модель при различных значениях параметров.

Отчет по работе должен содержать фазовые портреты и графики зависимости координаты и скорости от времени.

Лабораторная работа № 9. «Модель Ресслера»

Исследовать модель при различных значениях параметра m . Найти значения параметра m , при которых происходит удвоение периода.

Отчет по работе должен содержать фазовые портреты и графики зависимости величин от времени для регулярного и хаотического режима.

Показать большую чувствительность к начальным условиям и наличие горизонта предсказуемости в хаотическом режиме.

Что такое странный аттрактор?

Лабораторная работа № 10. «Модель Лоренца»

Исследовать модель при различных значениях параметров.

Отчет по работе должен содержать фазовые портреты и графики зависимости величин от времени для регулярного и хаотического режима.

Показать большую чувствительность к начальным условиям и наличие горизонта предсказуемости в хаотическом режиме.

Что такое странный аттрактор?

Вопросы для итоговой оценки качества освоения курса:

Перечень тем для подготовки к экзамену:

1. Основные понятия о модели и моделировании.
2. Моделирование. Определение. Понятие модели.
3. Цели и принципы моделирования.
4. Аксиомы теории моделирования. Способы моделирования.
5. Виды моделей и моделирования. Достоинства и недостатки моделирования.
6. Деление моделей по классификационным признакам.
7. Математическое моделирование. Основные этапы математического моделирования. Научное программирование. Процесс численного моделирования.
8. Модели физических процессов. Простейшие модели экономических систем.
7. Функции моделей. Факторы, влияющие на модель объекта.
8. Методы получения функциональных моделей элементов.
9. Формы представления абстрактных моделей.
10. Основные понятия и определения теории подобия.
11. Виды подобия.
12. Первая теорема подобия. Получение критериев подобия.
13. Анализ полученных критериев подобия. Наиболее часто встречающиеся критерии подобия.
14. Вторая теорема подобия (л-теорема). Способы получения критериев подобия на основе тс-теоремы.
15. Приближенное подобие.
16. Третья теорема подобия.
17. Подобие сложных систем.
18. Алгоритмы построения математических моделей.

19. Технологии моделирования.
20. Алгоритм построения аналитической модели.
21. Алгоритм построения эмпирической модели.
22. Алгоритм построения детерминированной модели.
23. Алгоритм построения стохастической модели.
24. Основные этапы алгоритмов построения аналитических и эмпирических моделей. 25. Требования, предъявляемые к математическим моделям.
26. Принципы имитационного моделирования.
27. Объекты моделирования. Модель «черного ящика».
28. Динамическая модель технического объекта.
29. Построение имитационных моделей динамических систем.
30. Синтез имитационной модели на основе структурной схемы.
31. Особенности экспериментальных факторных моделей.

Приложение 2

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за семестр. Проводиться за 6 семестр в форме экзамена.

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
Код и содержание компетенции		
ОПК – 3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности		
ОПК 3.1	Выполняет обзоры научной информации, подготавливает публикации по теме профессиональной деятельности	<i>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</i> 1. Основные понятия о модели и моделировании. Разновидности моделирования. Математическое моделирование. Основные этапы математического моделирования. 2. Математическое моделирование. Основные этапы математического моделирования. Научное программирование. Процесс численного моделирования. 3. Дескриптивные модели. Модели физических процессов. Простейшие модели механических систем. 4. Нахождение опорного плана транспортной задачи методом северозападного угла, методом Фогеля. 5. Определение оптимального управления для задачи оптимального управления без ограничений на управление. 6. Определения объема капиталовложений для максимальной прибыли предприятия без ограничения на капиталовложения. 7. Построение численного алгоритма решения задачи максимизации прибыли предприятия.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																														
		8. Применение полного дифференциала для приближённых вычислений и определения погрешности вычислений.																														
ОПК 3.2	Составляет и оформляет отчеты, выполняет требования нормоконтроля по результатам профессиональной деятельности	Примерные практические задания для экзамена: Задание 1. Для заданной таблицей транспортной задачи найти опорный план методами северо-западного угла и Зейделя. Решить задачу методами потенциалов, дифференциальных рент, циклов и с помощью Mathcad2001. <table><tr><td></td><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td></td></tr><tr><td>A1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>3</td><td>90</td></tr><tr><td>A2</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>2</td><td>60</td></tr><tr><td>A3</td><td>2</td><td>1</td><td>4</td><td>2</td><td>150</td></tr><tr><td></td><td>120</td><td>40</td><td>60</td><td>80</td><td></td></tr></table> Задание 2. Для данной задачи оптимального управления построить уравнения принципа максимума Понтрягина и алгоритм численного решения. $\begin{aligned} \dot{x} &= xy + u \\ \dot{y} &= -2xu \\ x(0) &= 1, y(0) = 1 \\ 1 \leq u(t) &\leq 2 \\ J(x, y, u) &= \int_0^1 x^2 + y^2 + 2xy + u^2 dt \rightarrow \min \end{aligned}$		B1	B2	B3	B4		A1	2	3	4	3	90	A2	5	3	1	2	60	A3	2	1	4	2	150		120	40	60	80	
	B1	B2	B3	B4																												
A1	2	3	4	3	90																											
A2	5	3	1	2	60																											
A3	2	1	4	2	150																											
	120	40	60	80																												
ОПК 3.3	Разрабатывает математические модели и производит их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	Примерные задания для КР: Задание 1. Решить задачу линейного программирования симплекс-методом и методом искусственного базиса. Использовать Mathcad2001 для проверки																														

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		решения. $10x - y - z \rightarrow \min$ $-5.5x + y - 7z = -13$ $14.5x + y + 7z = 15$ $x, y, z \geq 0$ Задание 2. Решить задачу выпуклого программирования методом множителей Лагранжа. Использовать Mathcad для проверки решения. Построить численный алгоритм подходящего численного метода для данной задачи. $x^2 - 2y - x \rightarrow \min$ $2x + 3y \leq 6$ $2x + y \leq 4$ $x, y \geq 0$

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Численные решения математических моделей в экономике» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

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 практические задания, 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.