



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Направление подготовки (специальность)
09.06.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Направленность (профиль/специализация) программы
Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Вычислительной техники и программирования
Курс	2
Семестр	4

Магнитогорск
2020 год

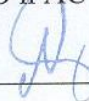
Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 09.06.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА (уровень подготовки кадров высшей квалификации). (приказ Минобрнауки России от 30.07.2014 г. № 875)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Вычислительной техники и программирования

19.02.2020 г. протокол № 5

Зав. кафедрой  О.С. Логунова

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭ и АС
26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ВТ и П, канд. техн. наук  А.Н. Калитаев

Рецензент:

начальник отдела технологических платформ
ООО «Компас Плюс», канд. техн. наук



Д.С. Сафонов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Вычислительной техники и программирования

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ О.С. Логунова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Вычислительной техники и программирования

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ О.С. Логунова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Вычислительной техники и программирования

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ О.С. Логунова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Вычислительной техники и программирования

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ О.С. Логунова

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Исследование математических моделей» является изучение принципов построения математических моделей различных классов при проведении научных исследований на основе как экспертных оценок, так и статистической информации, с использованием современных аналитических и вычислительных методов.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Исследование математических моделей входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

Методология и информационные технологии в научных исследованиях

Методы моделирования объектов и явлений

Комплексные исследования и натурный эксперимент

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

Спецдисциплина

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Исследование математических моделей» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-2 Способность к развитию качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей	
Знать	- основные типы моделей, задачи и методы моделирования систем различных классов, принципы построения моделей, методы формализации, алгоритмизации и реализации моделей на ЭВМ.
Уметь	- разрабатывать модели реальных систем, формулировать и решать задачи анализа и синтеза систем различных классов, используя современные методы исследования; - анализировать результаты и выявлять свойства и закономерности, присущие процессам, протекающим в системах.
Владеть	навыками исследования сложных систем современными аналитическими, численными и имитационными методами, а также методами оптимизации, направленными на решение задач обработки и анализа результатов эксперимента.

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 69 acad. часов;
- аудиторная – 69 acad. часов;
- внеаудиторная – 0 acad. часов
- самостоятельная работа – 75 acad. часов;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в acad. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Классификация моделей.								
1.1 Материальное моделирование. Идеальное моделирование. Когнитивные, концептуальные и	4	2			6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.	Устный опрос (собеседование).	ПК-2
Итого по разделу		2			6			
2. Классификация математических моделей.								
2.1 Классификационные признаки. Классификация математических моделей в зависимости от сложности объекта моделирования, от параметров модели, от целей моделирования, от методов реализации.	4	2		8/2И	12	1. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 2. Подготовка к лабораторно-практическому занятию.	1. Устный опрос (собеседование). 2. Проверка индивидуальных заданий.	ПК-2
Итого по разделу		2		8/2И	12			
3. Методические принципы построения моделей								
3.1 Обследование объекта моделирования. Концептуальная постановка задачи моделирования. Математическая постановка задачи моделирования. Выбор и обоснование выбора метода решения задачи. Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ. Проверка адекватности модели. Практическое использование построенной модели и анализ результатов моделирования.	4	4		12/2И	12	1. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 2. Подготовка к лабораторно-практическому занятию.	1. Устный опрос (собеседование). 2. Проверка индивидуальных заданий.	ПК-2
Итого по разделу		4		12/2И	12			
4. Математические модели в научных исследованиях								

4.1 Дискретно – событийное моделирование: моделирование колебательного процесса. Агентное моделирование: построение динамической модели реализации продукции. Имитационное моделирование: моделирование процесса	4	15		26/2И	45	1. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. 2. Подготовка к лабораторно- практическому занятию.	1. Устный опрос (собеседование). 2. Проверка индивидуальных заданий.	ПК-2
Итого по разделу		15		26/2И	45			
Итого за семестр		23		46/6И	75		зао	
Итого по дисциплине		23		46/6И	75		зачет с оценкой	ПК-2

5 Образовательные технологии

1. Традиционные образовательные технологии, ориентированные на организацию образовательного процесса и предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично-значимого для них образовательного результата.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция-провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-пресс-конференция.

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Орлова, И. В. Экономико-математическое моделирование: практическое пособие по решению задач / И. В. Орлова, М. Г. Бич. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2020. - 140 с. - ISBN 978-5-9558-0527-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1057221> (дата обращения: 29.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Тарасик, В. П. Математическое моделирование технических систем : учебник / В.П. Тарасик. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. — 592 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-011996-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1042658> (дата обращения: 29.10.2020). – Режим доступа: по подписке

б) Дополнительная литература:

1 Тимохин, А. Н. Моделирование систем управления с применением MatLab : учеб. пособие / А.Н. Тимохин, Ю.Д. Румянцев ; под ред. А.Н. Тимохина. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 256 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://znanium.com>]. —(Высшее образование). — www.dx.doi.org/10.12737/14347. - ISBN 978-5-16-102042-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1004245> (дата обращения: 29.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Сосновиков, Г. К. Компьютерное моделирование. Практикум по имитационному моделированию в среде GPSS World : учебное пособие / Г. К. Сосновиков, Л. А. Воробейчиков. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 112 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-00091-035-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1049590> (дата обращения: 29.10.2020). – Режим

в) Методические указания:

Ячиков, И.М. Компьютерное моделирование / И.М. Ячиков. – Магнитогорск: Изд-во: Магнитогорск. госуд. техн. ун-т им. Г.И. Носова, 2012.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
STATISTICA v.6	К-139-08 от 22.12.2008	бессрочно
FlowVision	К-93-09 от 19.06.2009	бессрочно
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
AnyLogic University	Д-895-14 от 14.07.2014	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Лекционная аудитория Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
2. Компьютерный класс. Персональные компьютеры с виртуальной машиной для установки серверного ПО, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
3. Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки. Все классы УИТ и АСУ с персональными компьютерами, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
4. Аудиторий для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Ауд. 282 и классы УИТ и АСУ.
5. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и наличием доступа в электронную информационно-образовательную среду организации. Классы УИТ и АСУ.
6. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Центр информационных технологий – ауд. 372.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Исследование математических моделей» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение работ на практических занятиях. Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала при подготовке к сдаче зачета по данной дисциплине.

Примерные индивидуальные задания (ИДЗ):

ИДЗ №1. Решение оптимизационных задач в MATLAB.

1. Найти минимум функции $f(x) = x^4 + 3x^3 - 13x^2 - 6x + 26$
2. Найти максимум и минимум функции $F = (x - 3)^2 - (y - 4)^2$ при ограничениях:

$$3x + 2y \geq 7$$

$$10x - y \leq 8$$

$$-18x + 4y \leq 12$$

$$x \geq 0 \quad y \geq 0$$

ИДЗ №2. Решение задач нестационарной теплопроводности с помощью явных и неявных разностных схем в MATLAB.

Задание. Выполнить реализацию сеточных алгоритмов решения краевых задач.

Варианты заданий:

1. Начальная температура хлорвинилового шарика ($\lambda = 0,15$ Вт/(м·град), $\alpha = 8 \cdot 10^{-8}$ м²/с) диаметром 5 см равна 90 °С. Он погружается в бак с водой, имеющей температуру 20 °С. Коэффициент теплоотдачи от шарика в воде 20 Вт/(м²·град). Построить математическую модель процесса охлаждения шарика. Найти время пребывания шарика в воде, по истечении которого температура в его центре достигнет 40 °С. Реализовать численный метод решения задачи. Написать программу и провести ее тестирование для различных размеров вычислительной сетки.
2. Длинный алюминиевый ($\lambda = 236$ Вт/(м·град), $\alpha = 10^{-4}$ м²/с) цилиндр диаметром 0,6 м имеет начальную температуру 200 °С. Его внезапно помещают в среду с температурой 70 °С и коэффициентом теплоотдачи 85 Вт/(м²·град). Построить математическую модель процесса охлаждения цилиндра. Реализовать численный метод решения задачи. Написать программу и провести ее тестирование для различных размеров сетки.

ИДЗ №3. Дискретно – событийное моделирование в AnyLogic. Моделирование колебательного процесса.

ИДЗ №4. Агентное моделирование в AnyLogic. Построение динамической модели реализации продукции.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-2: Способность к развитию качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей		
Знать	основные типы моделей, задачи и методы моделирования систем различных классов, принципы построения моделей, методы формализации, алгоритмизации и реализации моделей на ЭВМ.	<p><i>Перечень теоретических вопросов</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификационные признаки математических моделей. 2. Классификация математических моделей в зависимости от сложности объекта моделирования. 3. Классификация математических моделей в зависимости от оператора модели. 4. Классификация математических моделей в зависимости от параметров модели. 5. Классификация математических моделей в зависимости от целей моделирования. 6. Классификация математических моделей в зависимости от методов реализации.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать модели реальных систем, формулировать и решать задачи анализа и синтеза систем различных классов, используя современные методы исследования; - анализировать результаты и выявлять свойства и закономерности, присущие процессам, протекающим в системах. 	<p><i>Практические задания</i></p> <p>Выполнить построение динамической модели реализации продукции.</p>
Владеть	навыками исследования сложных систем современными аналитическими,	<i>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания</i>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	численными и имитационными методами, а также методами оптимизации, направленными на решение задач обработки и анализа результатов эксперимента.	На основе методов имитационного моделирования (агентное моделирование) разработать модель реализации продукции средствами AnyLogic.

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

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

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

– 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.