



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)**

***СПЕЦДИСЦИПЛИНА***

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

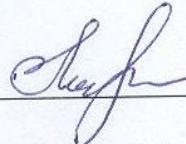
Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Вычислительной техники и программирования
Курс	3
Семестр	5

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

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

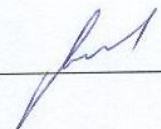
19.02.2020 г. протокол № 5

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:

профессор кафедры ВТ и П, д-р техн. наук  И.М. Ячиков

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 07 октября 2020 г. № 2  
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) «Спецдисциплина» являются: научные основы и формализованные методы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и производствами (АСУП), а также технической подготовкой производства (АСТПП); теоретические основы и методы математического моделирования организационно-технологических систем и комплексов, функциональных задач и объектов управления и их алгоритмизация; научные основы, модели и методы идентификации производственных процессов, комплексов и интегрированных систем управления.

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Спецдисциплина входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

Представление результатов научных исследований

Защита интеллектуальной собственности

Методология и информационные технологии в научных исследованиях

Научная коммуникация

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

Научно-исследовательская деятельность и подготовка НКР

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Представление научного доклада об основных результатах подготовленной НКР

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Спецдисциплина» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-1 Способность к разработке новых математических методов моделирования объектов и явлений	
Знать	основные численные методы вычислительной математики, основные положения теории программирования,
Уметь	адекватно выбирать и применять численные методы для решения поставленной задачи;
Владеть	навыками выбора, использования, разработки численных методов вычислительной математики при математическом моделировании
ПК-2 Способность к развитию качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей	
Знать	примеры решения задач математического приближенного моделирования для широкого класса процессов и систем.
Уметь	разрабатывать математические модели процессов с созданием необходимого программного обеспечения

Владеть	навыками решения прикладных задач математического моделирования для широкого класса процессов с созданием необходимого программного обеспечения в современных операционных системах с использованием современных технологий программирования
ПК-3 Способность к разработке, обоснованию и тестированию эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий	
Знать	особенности современных операционных систем, современные технологии программирования
Уметь	применять современные технологии программирования при разработке программного обеспечения, реализующего математические модели
Владеть	навыками применения современных технологий при программного обеспечения при разработке программного обеспечения, реализующего математические модели
ПК-8 Владение навыками разработки систем компьютерного и имитационного моделирования	
Знать	примеры решения задач математического моделирования для широкого класса процессов и систем компьютерного и имитационного моделирования.
Уметь	разрабатывать математические имитационные модели процессов с созданием необходимого программного обеспечения
Владеть	навыками решения прикладных задач имитационного моделирования для широкого класса процессов с созданием необходимого программного обеспечения в современных операционных системах с использованием современных технологий программирования

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 26 акад. часов;
- аудиторная – 26 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 2 акад. часов;
- самостоятельная работа – 46 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 36 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. Разработка математических моделей процессов и систем.								
1.1 Разработка математических моделей технических систем	5	2/4И		2	7	1. Подготовка к практическому занятию. 2. Выполнение практических работ. 3. Самостоятельное изучение учебной и научно литературы	1. Беседа-обсуждение 2. Проверка индивидуальных заданий	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8
1.2 Разработка математических моделей экономических систем		4/4И		4	7	1. Подготовка к практическому занятию. 2. Выполнение практических работ. 3. Самостоятельное изучение учебной и научно литературы	1. Беседа-обсуждение 2. Проверка индивидуальных заданий	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8
Итого по разделу		6/8И		6	14			
2. Примеры применения численных методов при математическом моделировании.								

2.1 Численные методы в системе Mathcad	5	2		2	10	1. Подготовка к практическому занятию. 2. Выполнение практических работ. 3. Самостоятельное изучение	1. Беседа-обсуждение 2. Проверка индивидуальных заданий	ПК-3
2.2 Численные методы в системе Matlab.		2		2	10	1. Подготовка к практическому занятию. 2. Выполнение практических работ. 3. Самостоятельное изучение учебной и научно литературы.	1. Беседа-обсуждение 2. Проверка индивидуальных заданий.	ПК-3, ПК-8
2.3 Численные методы в языке Питон.		3		3	12	1. Подготовка к практическому занятию. 2. Выполнение практических работ. 3. Самостоятельное изучение учебной и научно литературы 4. Подготовка доклада по трансформации и визуализации данных по теме научно-исследовательской работы	1 Доклад по трансформации и визуализации данных по теме научно-исследовательской работы	ПК-2, ПК-3
Итого по разделу		7		7	32			
3. Экзамен								
3.1 Экзамен	5					Подготовка к экзамену	Экзамен	ПК-1, ПК-2, ПК-3
Итого по разделу								
Итого за семестр		13/8И		13	46		экзамен	
Итого по дисциплине		13/8И		13	46		экзамен	ПК-1,ПК-2,ПК-3,ПК-8

## **5 Образовательные технологии**

Практические/ лабораторные занятия проводятся в форме практической подготовки в условиях выполнения обучающимися видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы

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

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 аспирантов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

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.

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-прессконференция.

Семинар-дискуссия – коллективное обсуждение вопросов, проблемы, выявление мнений в группе по теме научного исследования аспирантов.

## **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:**

Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н. В. Голубева. – СПб.: «Лань», 2013. -192 с (Учебники для вузов. Специальная литература). – Режим доступа : [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=4862](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=4862) .- Загл. с экрана. -ISBN 978-5-8114-

**б) Дополнительная литература:**

Леушин И. О. Моделирование процессов и объектов в металлургии: учебник для вузов / И. О. Леушин. - Москва: ФОРУМ, 2015. – 206 с.  
<http://rubuki.com/books/modelirovanie-protssesov-i-obektov-v-metallurgii>

**в) Методические указания:****г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
CorelDraw 2017 Academic Edition	Д-504-18 от 25.04.2018	бессрочно
Maple 14 Classroom License	К-113-11 от 11.04.2011	бессрочно
Anaconda Python	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
MS Office Visio Prof 2019(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
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: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

**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.

**6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

***Перечень вопросов для подготовки к экзамену:***

1. Классификация моделей.
2. Простейшие математические модели.
3. Уравнения движения в форме Ньютона.
4. Консервативные системы.
5. Диссипативные системы.
6. Влияние структуры сил на устойчивость движения.
7. Классификация методов исследования математических моделей.
8. Точные решения.
9. Методы качественного анализа.
10. Устойчивость динамических систем.
11. Устойчивость периодических решений. Орбитальная устойчивость.
12. Фазовые портреты консервативных систем.
13. Предельные циклы.
14. Бифуркации нелинейных динамических систем.
15. Численное моделирование.
16. Методы Рунге-Кутты и экстраполяционные методы.
17. Многошаговые методы и общие линейные методы.
18. Теория возмущений, регулярные и сингулярные возмущения.
19. Метод погранфункций.
20. Метод усреднения.
21. Интегральные многообразия и построение упрощенных моделей.
22. Декомпозиция линейных систем с быстрыми и медленными переменными.
23. Декомпозиция нелинейных сингулярно возмущенных систем.
24. Динамика биологических популяций.
25. Модели экономического равновесия.
26. Модели экономического роста.
27. Конъюнктурные циклы в экономике.
28. Моделирование критических явлений в химической кинетике.
29. Редукция моделей.
30. Фракталы и фрактальные структуры.
31. Самоорганизация и образование структур.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-1 Способность к разработке новых математических методов моделирования объектов и явлений</b>		
Знать	основные численные методы вычислительной математики, основные положения теории программирования	<i>Вопросы к экзамену</i> 1. Классификация моделей. 2. Простейшие математические модели. 3. Уравнения движения в форме Ньютона. 4. Консервативные системы. 5. Диссипативные системы. 6. Влияние структуры сил на устойчивость движения. 7. Классификация методов исследования математических моделей. 8. Точные решения.
Уметь	адекватно выбирать и применять численные методы для решения поставленной задачи;	<i>Практические задания</i> 1. Приведите классификацию типовых алгоритмов, которые могут быть использованы в научно-исследовательской работе по выбранной теме.
Владеть	навыками выбора, использования, разработки численных методов вычислительной математики при математическом моделировании	<i>Задания на решение задач из профессиональной области</i> . 1. Разработайте схему функционирования программно-технических комплекса для анализа результатов исследования.
<b>ПК-2 Способность к развитию качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей</b>		
Знать	примеры решения задач математического приближенного моделирования для широкого класса процессов и систем.	<i>Вопросы к экзамену</i> 1. Методы качественного анализа. 2. Устойчивость динамических систем.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		3. Устойчивость периодических решений. Орбитальная устойчивость. 4. Фазовые портреты консервативных систем. 5. Предельные циклы. 6. Бифуркации нелинейных динамических систем. 7. Численное моделирование. 8. Методы Рунге-Кутты и экстраполяция методы. 9. Многошаговые методы и общие линейные методы.
Уметь	разрабатывать математические модели процессов с созданием необходимого программного обеспечения	<i>Практические задания</i>  1. Приведите классификацию моделей, применимых для решения научной задачи по теме диссертационного исследования.
Владеть	навыками решения прикладных задач математического моделирования для широкого класса процессов с созданием необходимого программного обеспечения в современных операционных системах с использованием современных технологий программирования	<i>Задания на решение задач из профессиональной области</i>  1. Определите элементы научной новизны для математических моделей, используемых в диссертационной работе по теме исследования.
<b>ПК-3 Способность к разработке, обоснованию и тестированию эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий</b>		
Знать	особенности современных операционных систем, современные технологии программирования	<i>Вопросы к экзамену</i>  1. Теория возмущений, регулярные и сингулярные возмущения. 2. Метод погранфункций. 3. Метод усреднения. 4. Интегральные многообразия и построение упрощенных моделей. 5. Декомпозиция линейных систем с быстрыми и медленными переменными. 6. Декомпозиция нелинейных сингулярно возмущенных систем. 7. Динамика биологических популяций.
Уметь	применять современные технологии программирования при разработке программного обеспечения, реализующего	<i>Практические задания</i>  1. Приведите типовые методы разработки программного обеспечения,

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	математические модели	реализующего математические модели
Владеть	навыками применения современных технологий при программного обеспечения при разработке программного обеспечения, реализующего математические модели	<i>Задания на решение задач из профессиональной области</i> . 1. Приведите модификацию типовых методов разработки программного обеспечения, реализующего математические модели, которая должна быть выполнена при их использовании в диссертационной работе.
<b>ПК-8: Владение навыками разработки систем компьютерного и имитационного моделирования</b>		
Знать	примеры решения задач математического моделирования для широкого класса процессов и систем компьютерного и имитационного моделирования.	<i>Вопросы к экзамену</i> 1. Модели экономического равновесия. 2. Модели экономического роста. 3. Конъюнктурные циклы в экономике. 4. Моделирование критических явлений в химической кинетике. 5. Редукция моделей. 6. Фракталы и фрактальные структуры. 7. Самоорганизация и образование структур.
Уметь	разрабатывать математические имитационные модели процессов с созданием необходимого программного обеспечения	<i>Практические задания</i> 1. Приведите типовые имитационные модели процессов.
Владеть	навыками решения прикладных задач имитационного моделирования для широкого класса процессов с созданием необходимого программного обеспечения в современных операционных системах с использованием современных технологий программирования	<i>Задания на решение задач из профессиональной области</i> 1. Разработать прикладную задачу имитационного моделирования для анализа результатов исследования с использованием современных технологий программирования.

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

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

#### **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.