



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)

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И НАТУРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

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

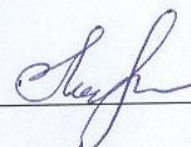
Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Вычислительной техники и программирования
Курс	2
Семестр	3

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

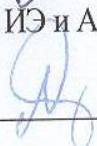
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Вычислительной техники и программирования

19.02.2020 г. протокол № 5

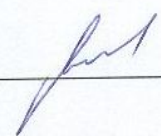
Зав. кафедрой  О.С. Логунова

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 _____ 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) «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 Комплексные исследования и натурный эксперимент 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) «Комплексные исследования и натурный эксперимент» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-4 Владение методами и средствами реализации эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента	
Знать	современные численные методы и программные средства для решения практических задач
Уметь	выбирать способы эффективного решения задач посредством использования программных средств
Владеть	основными методами решения прикладных задач.
ПК-5 Владение навыками комплексного исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	
Знать	современные технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента

Уметь	проводить эксперименты, выбирать необходимые факторы и составлять факторные планы экспериментов различного вида, делать точечные оценки параметров регрессионной модели, практически решать типичные задачи статистической обработки данных, выполнения небольшого объема вычислений.
Владеть	методами постановки и реализации задач обработки экспериментальных данных, методами выбора основных факторов эксперимента и построения факторных планов, методами подбора эмпирических зависимостей для экспериментальных данных, методами оценки коэффициентов регрессионной модели эксперимента.
ПК-6 Способность к разработке новых математических методов и алгоритмов проверки адекватности математических моделей объектов на основе данных натурального эксперимента	
Знать	теорию численного эксперимента и компьютерного моделирования, его особенности
Уметь	применить знания к простейшим задачам, распознавать эффективное решение от неэффективного. Проверка адекватности созданной модели.
Владеть	способностью проведения численного эксперимента и анализа на его основе, оценивать значимость и практическую пригодность полученных результатов.
ПК-7 Способность к разработке новых математических методов и алгоритмов интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели	
Знать	Связь математической модели с натурным экспериментом.
Уметь	разрабатывать новые методы и алгоритмы.
Владеть	имитационными средами моделирования.

2.1	Постановка проверочного эксперимента, замеры контролируемых параметров.	3	4	4	8	1. Подготовка к практическому занятию. 2. Выполнение практических работ. 3. Самостоятельное изучение	1. Беседа-обсуждение 2. Проверка индивидуальных заданий	ПК-6, ПК-7
2.2	Разработка методики, рабочего плана и программы проведения научных исследований		2	2	10	1. Подготовка к практическому занятию. 2. Выполнение практических работ. 3. Самостоятельное изучение учебной и научно-литературной	1. Беседа-обсуждение 2. Проверка индивидуальных заданий.	ПК-4, ПК-5, ПК-6
2.3	Постановка проверочного эксперимента, замеры контролируемых параметров.		3	3	2	1. Подготовка к практическому занятию. 2. Выполнение практических работ. 3. Самостоятельное изучение учебной и научно-литературной 4. Подготовка доклада по трансформации и визуализации данных по теме научно-исследовательск	1 Доклад по трансформации и визуализации данных по теме научно-исследовательской работы	ПК-6, ПК-7, ПК-4, ПК-5
Итого по разделу			9	9	20			
3. Зачет с оценкой								
3.1	Зачет с оценкой	3				Подготовка к зачету	Зачет	ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7
Итого по разделу					2			
Итого за семестр		18/4И		18	34		зао	
Итого по дисциплине		18/4И		18	36		зачет с оценкой	ПК-4,ПК-5,ПК-6,ПК-7

5 Образовательные технологии

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.

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении программных средств и технических средств работы с информацией по теме научно-исследовательской работы 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:

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>

б) Дополнительная литература:

Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. – М.: ЮРАЙТ, 2012, 343 с.
http://urss.ru/PDF/add_ru/189946-1.pdf

в) Методические указания:

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

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: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
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.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Перечень вопросов для подготовки к зачету:

1. Общая структура базы знаний. Архитектура базы знаний АСНИ.
2. Общая модель процесса научных исследований. Место вычислительного эксперимента в этой модели.
3. Понятие варибельности задач алгоритмов, результатов. Модульный подход к построению программного обеспечения.
4. Модель пакета прикладных программ: формальное определение.
5. Модель пакета прикладных программ: типы пакетов. Области применения пакетов разных типов.
6. Общая модель вычислительного эксперимента.
7. Этапы системного проектирования.
8. Принципы функционально-целевого подхода.
9. Теорема о покрывающих системах, следствие из этой теоремы.
10. Рекуррентная модель: алгебры целей и действий.
11. Рекуррентная модель: формальная запись.
12. Координация в многоуровневой иерархической системе: формализация понятия координируемости.
13. Синтез цепочек целей и действий: пример синтеза.
14. Критерий качества алгоритмов многоуровневого управления: формулы расчетов значений параметров критерия.
15. Покрывающие и адекватные системы.
16. Язык планирования алгоритмов эксперимента.
17. Система планирования алгоритмов эксперимента

Вопросы для углубленного самостоятельного изучения

1. Методы научных исследований, используемых в науке и технике.
2. Средства научных исследований, используемых в науке и технике.
3. Целевые функции.
4. Граничные условия.
5. Критерии приоритетности решения задач.
6. Принципы планирования эксперимента.
7. Кодирование факторов.
8. Математическое моделирование процесса обработки.
9. Проверка модели на адекватность.
10. Критерий Стьюдента.
11. Критерий Кохрена.
12. Критерий Госсета.
13. Постановка проектной задачи.
14. Обобщенный вариант решения.
15. Компьютерное моделирование процесса обработки.

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
ПК-4: Владение методами и средствами реализации эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента		
Знать	современные численные методы и программные средства для решения практических задач	<p><i>Вопросы к зачету</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Методы научных исследований, используемых в науке и технике. 2. Средства научных исследований, используемых в науке и технике. 3. Целевые функции. 4. Граничные условия. 5. Критерии приоритетности решения задач. 6. Принципы планирования эксперимента. 7. Кодирование факторов. 8. Математическое моделирование процесса обработки. 9. Проверка модели на адекватность. 10. Критерий Стьюдента. 11. Критерий Кохрена. 12. Критерий Госсета. 13. Постановка проектной задачи. 14. Обобщенный вариант решения. 15. Компьютерное моделирование процесса обработки.
Уметь	выбирать способы эффективного решения задач посредством использования программных средств	<p><i>Практические задания</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выбрать способ эффективного решения, который может быть использован в научно-исследовательской работе по выбранной теме.
Владеть	основными методами решения прикладных задач.	<p><i>Задания на решение задач из профессиональной области</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Разработайте метод решения программно-технических комплекса для анализа результатов исследования.
ПК-5: Владение навыками комплексного исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента		
Знать	современные технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	<p><i>Вопросы к зачету</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация видов натурного и физического моделирования. 2. Имитационное моделирование.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		3. Структурно-системное моделирование. 4. Аналитическое моделирование. 5. Ситуационное моделирование. 6. Общая структура базы знаний. Архитектура базы знаний АСНИ. 7. Общая модель процесса научных исследований. Место вычислительного эксперимента в этой модели. 8. Понятие вариабельности задач алгоритмов, результатов. Модульный подход к построению программного обеспечения.
Уметь	проводить эксперименты, выбирать необходимые факторы и составлять факторные планы экспериментов различного вида, делать точечные оценки параметров регрессионной модели, практически решать типичные задачи статистической обработки данных, выполнения небольшого объема вычислений.	<i>Практические задания</i> 1. Приведите классификацию регрессионных моделей, применимых для решения научной задачи по теме диссертационного исследования.
Владеть	методами постановки и реализации задач обработки экспериментальных данных, методами выбора основных факторов эксперимента и построения факторных планов, методами подбора эмпирических зависимостей для экспериментальных данных, методами оценки коэффициентов регрессионной модели эксперимента.	<i>Задания на решение задач из профессиональной области</i> 1. Определите элементы научной новизны для математических моделей, используемых в диссертационной работе по теме исследования.
ПК-6: Способность к разработке новых математических методов и алгоритмов проверки адекватности математических моделей объектов на основе данных натурного эксперимента		
Знать	теорию численного эксперимента и компьютерного моделирования, его особенности	<i>Вопросы к зачету</i> 1. Модель пакета прикладных программ: формальное определение. 2. Модель пакета прикладных программ: типы пакетов. Области применения пакетов разных типов. 3. Общая модель вычислительного эксперимента. 4. Этапы системного проектирования. 5. Принципы функционально-целевого подхода. 6. Теорема о покрывающих системах, следствие из этой теоремы. 7. Рекуррентная модель: алгебры целей и действий. 8. Рекуррентная модель: формальная запись.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Уметь	применить знания к простейшим задачам, распознавать эффективное решение от неэффективного. Проверка адекватности созданной модели.	<i>Практические задания</i> 1. Приведите типовые методы разработки программного обеспечения, реализующего математические модели
Владеть	способностью проведения численного эксперимента и анализа на его основе, оценивать значимость и практическую пригодность полученных результатов.	<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.
ПК-7: Способность к разработке новых математических методов и алгоритмов интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели		
Знать	Связь математической модели с натурным экспериментом.	<i>Вопросы к зачету</i> 1. Координация в многоуровневой иерархической системе: формализация понятия координируемости. 2. Синтез цепочек целей и действий: пример синтеза. 3. Критерий качества алгоритмов многоуровневого управления: формулы расчетов значений параметров критерия. 4. Покрывающие и адекватные системы. 5. Язык планирования алгоритмов эксперимента. 6. Система планирования алгоритмов эксперимента
Уметь	разрабатывать новые методы и алгоритмы.	<i>Практические задания</i> 1. Приведите типовые математические модели процессов и их связь с натурным экспериментом.
Владеть	имитационными средами моделирования.	<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.