

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Учебно-научный институт радиоэлектроники и
информационных технологий (ИРИТ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ А.В. Мякинков
подпись ФИО

«21» июня 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ОД.4 «Математические модели окружающей среды»
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)
для подготовки магистров

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика
(код и направление подготовки, специальности)

Направленность : Математическое моделирование
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки 2022

Выпускающие кафедры ПМ
аббревиатура кафедры

Кафедра-разработчик ПМ
аббревиатура кафедры

Объем дисциплины 180/5
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен
экзамен, зачет с оценкой, зачет

Разработчик(и): Рувинская Е.А., к.ф.-м.н., доц.
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Нижний Новгород, 2022

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 10 января 2018 года № 13, на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол от 12.04.2022 № 14.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 17.06.2022 № 10.

Зав. кафедрой д.ф-м.н, профессор А.А. Куркин

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИРИТ.
Протокол от 21.06.2022 № 11

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № _____
Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Н.И. Кабанина
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	12
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	13
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	16
5.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОСВЕЩЕНЫ В П.1.1	16
5.2 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	16
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	20
7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ.....	20
7.2 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	21
7.3 ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБодно РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	21
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....	21
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	22
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	23
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	25

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины является:

ознакомление магистрантов с основными математическими моделями, применяемыми для моделирования процессов, происходящих в окружающей среде. Спецификой данного курса является обсуждение практической значимости уже известных магистрантам классических математических моделей, демонстрация путей совершенствования и специализации моделей и широкое обобщение реальных возможностей математического моделирования в изучении процессов, происходящих в окружающей среде.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

данная дисциплина готовит к решению следующих профессиональных задач:

- построение математических моделей и исследование их аналитическими методами, разработка алгоритмов, методов, программного обеспечения, инструментальных средств по тематике проводимых научно-исследовательских проектов;
- исследование систем методами математического прогнозирования и системного анализа;
- применение математических методов исследования информационных и имитационных моделей по тематике выполняемых прикладных научно-исследовательских или опытно-конструкторских работ;
- применение наукоемких математических и информационных технологий и пакетов программ для решения прикладных задач в области физики, химии, биологии, экономики, медицины, экологии;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Математические модели окружающей среды» включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика.

Дисциплина базируется на дисциплинах программы магистратуры по направлению «Прикладная математика и информатика» профиля «Математическое моделирование». Сопровождающими курсами являются «Математические модели катастроф», «Дискретные и математические модели», «Устойчивость динамических систем». Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при подготовке к защите выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Математические модели окружающей среды» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)¹

Таблица 1 – Формирование компетенций по дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки			
	1	2	3	4
<i>ПКС-1 (Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива, формировать новые направ-</i>				

<i>ления научных исследований и опытно-конструкторских разработок)</i>				
Математические модели катастроф		*	*	
Технологическая (проектно-технологическая) практика		*		
Научно-исследовательская работа	*	*	*	
Научно-исследовательская работа				*
Преддипломная практика				*
Выполнение и защита ВКР				*
<i>ПКС-2 (Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач)</i>				
Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки			
	1	2	3	4
Дискретные и математические модели			*	
Математические модели катастроф		*	*	
Некорректные задачи и методы их решения	*			
Математическое моделирование акустических полей в океане	*			
Устойчивость динамических систем		*		
Технологическая (проектно-технологическая) практика		*		
Научно-исследовательская работа	*	*	*	
Научно-исследовательская работа				*
Преддипломная практика				*
Выполнение и защита ВКР				*
<i>ПКС-4 (Способен разрабатывать планы и методики проведения исследований, определять сферы применения результатов исследований, руководить группой работников при проведении научных исследований)</i>				
Математические модели катастроф			*	
Технологическая (проектно-технологическая) практика		*		
Научно-исследовательская работа	*	*	*	
Научно-исследовательская работа				*
Преддипломная практика				*
Выполнение и защита ВКР				*
<i>ПКС-5 (Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности)</i>				

Дискретные и математические модели			*	
Математические модели окружающей среды			*	
Преддипломная практика				*
Выполнение и защита ВКР				*

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ,
СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-1. Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива, формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок	ИПКС-1.1. Использует экспериментальные и теоретические методы проведения научных исследований, осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.	Знать: - алгоритмы перехода от данных реальных прикладных задач к математическим моделям	Уметь: - умеет аналитически решать типовые задачи теории размерностей; - умеет применять методы математической статистики для анализа натуральных данных;	Владеть: - навыками применения методов прикладной математики для моделирования процессов, происходящих в окружающей среде	Задания для контрольных работ	Билеты для экзамена
	40.011 В/02.6 <u>Трудовые действия:</u> - Организация сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок					

	ИПКС-1.2. Формирует новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок.	Знать: - основные математические модели, применяемые для моделирования процессов, происходящих в окружающей среде;	Уметь: - решать задачи, направленные на улучшение экологии, с помощью методов математического моделирования - применять компьютерные технологии для решения задач моделирования окружающей среды; - самостоятельно работать с материалами по методикам решения задач прогнозирования поведения окружающей среды	Владеть: - навыками работы с инструментальными средствами для моделирования процессов окружающей среды;	Задания для контрольных работ	Билеты для экзамена
40.011 D/01.7 <u>Трудовые умения:</u> - Анализировать новую научную проблематику соответствующей области знаний - Проведение анализа новых направлений исследований в соответствующей области знаний						

ПКС-2. Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	ИПКС-2.1. Организует сбор, изучение, анализ научно-технической информации по теме исследования.	Знать: - информационные технологии и использующиеся для поиска, анализа информации	Уметь: - самостоятельно работать с материалами по методам решения задач прогнозирования поведения окружающей среды	Владеть: навыками самостоятельного изучения материалов по методам решения задач моделирования процессов, происходящих в окружающей среде	Задания для контрольных работ	Билеты для экзамена
	ИПКС-2.2. Разрабатывает и анализирует концептуальные и теоретические модели современных научных проблем и задач.	Знать: - математические модели и методы, применяемые для моделирования процессов, происходящих в окружающей среде; - пакеты прикладных программ, использующиеся для решения задач моделирования окружающей среды	Уметь: - описывать прикладные задачи математическим языком; - применять компьютерные технологии для решения задач моделирования окружающей среды;	Владеть: навыками применения методов прикладной математики для моделирования процессов, происходящих в окружающей среде	Задания для контрольных работ	Билеты для экзамена
40.011 В/02.6 <u>Трудовые действия:</u> - Организация сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок - Осуществление теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений						

ПКС-4. Способен разрабатывать планы и методики проведения исследований, определять сферы применения результатов исследований, руководить группой работников при проведении научных исследований	ИПКС-4.2. Определяет сферы применения результатов исследований.	Знать: - основные сферы применения научных исследований в области изучения моделей окружающей среды	Уметь: - определять возможные сферы применения результатов исследований в области моделирования процессов окружающей среды	Владеть: - методами прогнозирования - навыками самостоятельного изучения материалов по методикам решения задач прогнозирования состояния окружающей среды	Задания для контрольных работ	Билеты для экзамена
	40.011 D/04.7. <u>Трудовые знания:</u> - Отечественная и международная нормативная база в соответствующей области знаний <u>Трудовые действия:</u> - Анализ возможных областей применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ В/03.6. <u>Трудовые умения:</u> - Анализировать научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок					
	ИПКС-4.3. Руководит группой работников при проведении научных исследований.	Знать: - принципы организации научной работы в группе при проведении исследований	Уметь: - планировать и координировать экспериментальные и теоретические исследования	Владеть: - методами организации и проведения научных исследований	Задания для контрольных работ	Билеты для экзамена
40.011 C/02.6. <u>Трудовые действия:</u> - Контроль правильности результатов, полученных работниками, находящимися в подчинении						

<p>ПКС-5. Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности</p>	<p>ИПКС-5.1. Осваивает цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - постановку проблем математического и информационного моделирования сложных систем в профессиональной области 	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - планировать процесс моделирования и вычислительного эксперимента в профессиональной деятельности 	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами постановки задач и обработки результатов компьютерного моделирования в профессиональной деятельности 	<p>Задания для контрольных работ</p>	<p>Билеты для экзамена</p>
<p><u>40.011</u> В/02.6. <u>Трудовые знания:</u> - Методы анализа научных данных <u>Трудовые действия:</u> - Проведение анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений</p>						

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. 180 часов, распределение часов по видам работ представлено в таблице 3.

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		3 сем
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	180	180
1. Контактная работа:	57	57
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	51	51
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	34	34
лабораторные работы (ЛР)	-	-
1.2. Внеаудиторная, в том числе	6	6
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	-	-
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	96	96
реферат/эссе (подготовка)	-	-
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	-	-
контрольная работа	-	-
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	-	-
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	96	96
Подготовка к экзамену	27	27

4.2Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4—Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (результаты контролируемые) освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ¹²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹⁴	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁵
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ПКС-1	Раздел 1. Введение в математическое моделирование окружающей среды								
ИПКС-1.1. ИПКС-1.2. ПКС-2	Тема 1.1. Виды математического моделирования окружающей среды. Физическое и математическое моделирование.	1		2	9	Подготовка к лекциям и практическим занятиям 6.1	Лекция -объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, выполнение индивидуальных заданий		
ИПКС-2.1. ИПКС-2.2.	Тема 1.2. Общие сведения о катастрофах.	1		2	9				
ПКС-4 ИПКС-4.2. ИПКС-4.3.	Тема 1.3. Теория подобия и анализ размерностей.	2		4	9				
ПКС-5 ИПКС-5.1.	Итого по 1 разделу	4		8	27				
ПКС-1	Раздел 2.Методы математической статистики, используемые для прогноза катастроф								
ИПКС-1.1. ИПКС-1.2. ПКС-2	Тема 2.1. Достоверность статистических рядов. Взаимосвязь между случайными характеристиками.	1		2	9	Подготовка к лекциям и практическим занятиям 6.2	Лекция -объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, выполнение индивидуальных заданий		
ИПКС-2.1. ИПКС-2.2.	Тема 2.2.Понятие надежности и риска. Долгосрочный прогноз. Пуассоновская статистика редких событий	2		4	10				
ПКС-4 ИПКС-4.2. ИПКС-4.3. ПКС-5 ИПКС-5.1.	Тема 2.3. Стационарные процессы. Тесты на стационарность. Введение в анализ временных	2		4	10				

Планируемые (результаты контролируемые) освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ¹²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹⁴	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁵
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	рядов. Методы краткосрочного прогноза.								
	Итого по 2 разделу	5		10	29				
ПКС-1 ИПКС-1.1. ИПКС-1.2. ПКС-2 ИПКС-2.1. ИПКС-2.2. ПКС-4 ИПКС-4.2. ИПКС-4.3. ПКС-5 ИПКС-5.1.	Раздел 3. Методы экстремальной статистики								
	Тема 3.1.Распределение экстремальных характеристик.	2		4	10	Подготовка к лекциям и практическим занятиям 6.2	Лекция -объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, выполнение индивидуальных заданий		
		2		4	10				
	Тема 3.2. Теория выбросов непрерывного процесса.								
	Итого по 3 разделу	4		8	20				
ПКС-1 ИПКС-1.1. ИПКС-1.2. ПКС-2 ИПКС-2.1. ИПКС-2.2. ПКС-4 ИПКС-4.2. ИПКС-4.3. ПКС-5 ИПКС-5.1.	Раздел 4. Математические модели в теории математического моделирования окружающей среды								
	Тема 4.1.Динамические системы первого и второго порядков.	2		4	10	Подготовка к лекциям и практическим занятиям 6.3	Лекция -объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы, выполнение индивидуальных заданий		
		2		4	10				
	Тема 4.2.Некоторые примеры математических моделей процессов, происходящих в водной, воздушной среде и в земле.								

Планируемые (результаты контролируемые) освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ¹²	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹³	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹⁴	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁵
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Итого по 4 разделу	4		8	20				
	Подготовка к промежуточной аттестации (Экзамен)				27				
	ИТОГО по дисциплине	17		34	123				

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности освещены в п.11

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена хранятся на кафедре «Прикладная математика» ауд. 1204 по адресу Н.Новгород, ул. Минина, 24 и находятся в свободном доступе.

5.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5.

Шкала оценивания	Текущий контроль
85-100	Отлично
70-84	Хорошо
60-69	Удовлетворительно
0-59	Неудовлетворительно

Таблица 6 –Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» 60-69% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» 70-84% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» 85-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1. Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива, формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок	ИПКС-1.1. Использует экспериментальные и теоретические методы проведения научных исследований, осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.	Не способен использовать экспериментальные и теоретические методы проведения научных исследований, осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	Фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов. Посредственно осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Использует экспериментальные и теоретические методы проведения научных исследований.	Имеет глубокие знания всего материала дисциплины. Использует экспериментальные и теоретические методы проведения научных исследований, осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.
	ИПКС-1.2. Формирует новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок.	Не способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок.	Фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов. Посредственно формирует новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок.	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок.	Имеет глубокие знания всего материала дисциплины. Формирует новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок.
ПКС-2. Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и	ИПКС-2.1. Организует сбор, изучение, анализ научно-технической информации по теме исследования.	Не способен организовать сбор, изучение, анализ научно-технической информации по теме исследования.	Фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов. Посредственно организует сбор, изучение, анализ	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Способен организовать сбор, изучение, анализ	Имеет глубокие знания всего материала дисциплины. Организует сбор, изучение, анализ научно-технической информации по теме исследования.

задач		дования.	ние, анализ научно-технической информации по теме исследования.	научно-технической информации по теме исследования.	
	ИПКС-2.2. Разрабатывает и анализирует концептуальные и теоретические модели современных научных проблем и задач.	Не способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели современных научных проблем и задач.	Фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов. Посредственно анализирует концептуальные и теоретические модели современных научных проблем и задач.	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели современных научных проблем и задач.	Имеет глубокие знания всего материала дисциплины. Разрабатывает и анализирует концептуальные и теоретические модели современных научных проблем и задач.
ПКС-4. Способен разрабатывать планы и методики проведения исследований, определять сферы применения результатов исследований, руководить группой работников при проведении научных исследований	ИПКС-4.2. Определяет сферы применения результатов исследований.	Не способен определять сферы применения результатов исследований.	Фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов. Посредственно определяет сферы применения результатов исследования.	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Способен определять сферы применения результатов исследований.	Имеет глубокие знания всего материала дисциплины. Определяет сферы применения результатов исследований.
	ИПКС-4.3. Руководит группой работников при проведении научных исследований.	Не способен руководить группой работников при проведении научных исследований.	Фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов. Посредственно руководит группой работников при проведении научных исследований.	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Способен руководить группой работников при проведении научных исследований.	Имеет глубокие знания всего материала дисциплины. Руководит группой работников при проведении научных исследований.
ПКС-5. Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности	ИПКС-5.1. Осваивает цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к	Не способен осваивать цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относя-	Фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов. Посредственно осваивает цифровые технологии математического и информационного моделирова-	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Способен осваивать цифровые технологии математического и информационного моделирования используе-	Имеет глубокие знания всего материала дисциплины. Осваивает цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности.

	профессиональной деятельности.	щихся к профессиональной деятельности.	ния используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности.	мых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности.	
--	--------------------------------	--	--	---	--

Таблица 7 - Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	Оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	Оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	Оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	Оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

- 6.1 Лихачев, А. В. Методы математического моделирования процессов и систем : учебное пособие / А. В. Лихачев. — Новосибирск : НГТУ, 2015. — 96 с. — ISBN 978-5-7782-2655-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118308>
- 6.2 Трофимов, А. Г. Основы математической статистики : учебное пособие / А. Г. Трофимов. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2016. — 256 с. — ISBN 978-5-7262-2262-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/119507> (дата обращения: 10.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 6.3 Юмагулов, М. Г. Введение в теорию динамических систем : учебное пособие / М. Г. Юмагулов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-1799-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168744>

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1 Перечень информационных ресурсов

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа:

2. <http://elibrary.ru/defaultx.asp>КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
3. [Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса](http://elib.tolgas.ru/) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
6. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
7. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
8. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

7.2 Перечень информационных справочных систем

Таблица 8 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	E-LIBRARY.ru	http://elibrary.ru/defaultx.asp

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9 - Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	OpenOffice (FreeWare) https://www.openoffice.org/ru/

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- Зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 2210 – 11 компьютеров, ауд. 6119 – 9 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

В таблице 12 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий для проведения учебных занятий по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1	2	3
2	6421 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12	"1. Доска меловая; Экран 2. Мультимедийный проектор Epson X12; 3. Компьютер PC MB Asus на чипсете Nvidia/AMD Athlon XII CPU 2.8Ggz/ RAM 4 Ggb/SVGA Standart Graphics +Ge-FORCE Nvidia GT210/HDD 250Ggb,SATA interface, монитор 19", с выходом на проектор. 4. Парты – 30 шт.; 5. Рабочее место для пре-	<ul style="list-style-type: none"> • "1. Windows 7 32 bit корпоративная; VL 49477S2 • 2. Adobe Acrobat Reader DC-Russian (беспл.) • 3. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); • 4. Dr.Web (с/н S684-LRQ5-U7NH-BE97 от 11.05.22)

		подавателя – 1 шт."	
3	6543 компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирова- ния (выполнения курсо- вых работ), г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12)	1. Рабочие места, осна- щенные ПК на базе Intel Core i5 с мониторами – 8 шт. 2. Рабочие места, осна- щенные ПК на базе Core 2 Duo с мониторами – 2 шт. 3. Рабочее место препода- вателя, оснащенное ПК на базе Intel Core i5 с мони- тором – 1 шт. 4. Проектор Ассет, проек- ционный экран. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечи- вают доступ в электрон- ную информационно- образовательную среду университета. 5. Посадочных мест - 12, десять оснащены ПК. 6. Принтер HP LaserJet 1200 "	1. Microsoft Windows 7 MSDN рекви- зиты договора - подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14 2. Бесплатное ПО: Пакет программ Open Office, True Conf, Браузер Google Chrome, Браузер Mozilla Firefox, Браузер Opera, McAfee Security Scan, Adobe Acrobat Reader DC, Auto- CAD2013

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий (выбирается из приложения к РПД):

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- электронное обучение;

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: электронная почта, ZOOM.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине преподаватель может применять балльно-рейтинговую систему контроля и оценку успеваемости студентов.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии с набранными за семестр баллами. Студентам,

набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует до пороговому уровню.

10.1. Методические указания для занятий лекционного типа¹⁶

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

10.2. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с конспектом лекций, который отражает содержание предложенной темы. Практические задания выполняются самостоятельно при косвенном контроле преподавателя.

При оценивании выполнения задания учитывается следующее:

- качество выполнения практического задания;
- качество устных ответов на вопросы по заданию.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой

дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указаны в разделе Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

10.5. Методические указания для выполнения РГР

РГР не предусмотрены учебным планом.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Список вопросов к экзамену

1. Общие сведения о процессах, происходящих в окружающей среде.
2. Наиболее значимые примеры природных катастроф и необратимых изменений в природе.
3. Модель и ее роль в изучении сложных систем.
4. Подобие и его виды
5. Свойства подобных явлений. Теоремы подобия.
6. Методы подобия и размерности в механике.
7. Основные уравнения механики сплошных сред, применяемые для моделирования окружающей среды.
8. В каком случае характеристики катастрофических ситуаций могут рассматриваться в качестве простого статистического ряда?
9. Каким необходимым условиям должны удовлетворять вероятностные характеристики катастроф?
10. Коэффициент корреляции между случайными величинами. Моменты статистического ряда.
11. Выравнивание статистического ряда.
12. Стационарные процессы. Тесты на стационарность.
13. Какие характеристики катастроф описываются распределением Бернулли?
14. Какие характеристики катастроф описываются распределением Пуассона?
15. Какова взаимосвязь между риском и надежностью при анализе возможных катастрофических ситуаций?
16. Выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду – непрерывный или дискретный случайный процесс?
17. Методы краткосрочного прогноза временного ряда.
18. Зависит ли определение устойчивости от математической модели процесса.
19. Какой образ устойчивого состояния равновесия на фазовой плоскости?
20. Приведите примеры устойчивых равновесий в экологических моделях.
21. Приведите примеры неустойчивых равновесий в экологических моделях.
22. Приведите примеры динамического равновесия в экологических моделях.
23. Приведите примеры природных катастроф в воздухе, воде и земле.

Билеты к экзамену

Билет № 1

1. Каким необходимым условиям должны удовлетворять вероятностные характеристики катастроф?
2. Выравнивание статистического ряда.
3. Приведите примеры динамического равновесия в экологических моделях.
4. Вывести правила моделирования стационарного движения тела в жидкости, заполняющей очень большой сосуд. Скорость тела предполагается малой по сравнению со скоростью звука в жидкости, поэтому можно пренебречь сжимаемостью жидкости, а плотность жидкости считать постоянной. Размерными управляющими параметрами движения являются характерный размер тела, например, максимальный диаметр его поперечного сечения D , величина скорости тела U , плотность жидкости ρ и ее вязкость μ .

Билет № 2

1. Свойства подобных явлений. Теоремы подобия.
2. Какие характеристики катастроф описываются распределением Бернулли?
3. Приведите примеры природных катастроф в воздухе, воде и земле.
4. Задано временное изменение некоторой величины (более 1000 измерений). Студент должен с помощью пуассоновской статистики дать долгосрочный прогноз превышения уровня.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ИРИТ

“ ____ ” _____ 202__ г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины
Б1.В.ОД.4 «Математические модели окружающей среды»

индекс по учебному плану, наименование

для подготовки магистров

Направление: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Программа: «Математическое моделирование»

Форма обучения очная

Год начала подготовки: 202__

Курс 2

Семестр 3

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2023 г. начала подготовки.

б) В программу внесены следующие изменения

Разработчик (и): Рувинская Е.А., канд. физ. – мат. наук
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ПМ

Протокол _____ от «__» _____ 202__ г.

Заведующий кафедрой

А.А. Куркин

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой _____ «__» _____ 202__ г.

Методический отдел УМУ: _____ «__» _____ 202__ г.
