

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 29.05.2023 12:16:05
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»
Факультет физико-математических и естественных наук**
(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы математического моделирования

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки:

01.04.02 Прикладная математика и информатика

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

Теория вероятностей и математическая статистика

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2023 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Дополнительные главы математического моделирования» является формирование у студентов навыков применения и исследования математических моделей, основанных на уравнениях в частных производных, а также компетенцией по применению специализированного компьютерного обеспечения в области математической физики и численных методов.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Дополнительные главы математического моделирования» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций): УК-1; УК-7; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-1.

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации
		УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности
		УК-1.3. Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов
УК-7	Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее	УК-7.1. Знает принципы применения цифровых технологий для сбора, отбора и обобщения информации
		УК-7.2. Умеет применять цифровые технологии для поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации в области прикладной математики и информатики
		УК-7.3 Владеет навыками применения цифровых технологий и методов поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации в области прикладной математики и информатики

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных	
ОПК-1	Способность решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	<p>ОПК-1.1. Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук</p> <p>ОПК-1.2. Умеет использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, в профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-1.3. Владеет навыками осуществлять выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний</p>
ОПК-2	Способность совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ОПК-2.1. Способен совершенствовать и (или) разрабатывать новые математические методы для разработки и реализации алгоритмов решения задач (в том числе с использованием программных средств) в области профессиональной деятельности.
ОПК-3	Способность разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Способен модифицировать и (или) разрабатывать, анализировать и реализовывать математические модели в современном естествознании, технике, экономике и управлении.
ОПК-4	Способность комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	<p>ОПК-4.1. Знает принципы сбора и анализа информации по проводимым исследованиям</p> <p>ОПК-4.2. Умеет комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности</p>
ПК-1	Проведение работ по обработке и анализу	ПК-1.1. Знает основы научно-исследовательской деятельности в области прикладной математики и

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	научно-технической информации и результатов исследований	информационных технологий; владеет знанием основ философии и методологии науки; владеет методами научных исследований, умеет применять их на практике. ПК-1.3. Умеет применять полученные знания в области прикладной математики и информатики, а также решать стандартные задачи собственной научно-исследовательской деятельности; умеет решать научные задачи с пониманием существующих подходов к верификации моделей по тематике исследований в соответствии с выбранной методикой

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Дополнительные главы математического моделирования» относится к обязательной части блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Дополнительные главы математического моделирования».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики ¹
УК-1	Способность осуществлять поиск, критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	Численные методы решения задач математического моделирования; Вариационные методы в математическом моделировании; Непрерывные математические модели	НИР, Практика, ВКР
УК-7	Способность искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и	Численные методы решения задач математического моделирования; Вариационные методы в	НИР, Практика, ВКР

¹ - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики
	<p>передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных</p>	<p>математическом моделировании; Непрерывные математические модели</p>	
ОПК-1	<p>Способность решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики</p>	<p>Численные методы решения задач математического моделирования; Вариационные методы в математическом моделировании; Непрерывные математические модели</p>	НИР, Практика, ВКР
ОПК-2	<p>Способность совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач</p>	<p>Численные методы решения задач математического моделирования; Вариационные методы в математическом моделировании; Непрерывные математические модели</p>	НИР, Практика, ВКР
ОПК-3	<p>Способность разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>Численные методы решения задач математического моделирования; Вариационные методы в математическом моделировании; Непрерывные математические модели</p>	НИР, Практика, ВКР

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики
ОПК-4	Способность комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	Численные методы решения задач математического моделирования; Вариационные методы в математическом моделировании; Непрерывные математические модели	НИР, Практика, ВКР
ПК-1	Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Численные методы решения задач математического моделирования; Вариационные методы в математическом моделировании; Непрерывные математические модели	НИР, Практика, ВКР

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Дополнительные главы математического моделирования» составляет 3 зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)
		3
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	36	36
в том числе:		
Лекции (ЛК)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Практические/семинарские занятия (СЗ)		
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	45	45
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	27	27
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	108
	зач.ед.	3
		108
		3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы ²
Раздел 1. Уравнения в частных производных (УрЧП)	Тема 1.1. Классификация УрЧП, физический смысл	ЛК
	Тема 1.2. Методы составления разностных схем (РС). Метод разностной аппроксимации. Интегро-интерполяционный метод. Метод спектрального разложения.	ЛК, ЛР
	Тема 1.3. Основные понятия теории РС. Аппроксимация. Устойчивость; классификация. Устойчивость по начальным данным, метод гармоник. Устойчивость по правой части. Сходимость. Теоремы о сходимости (теоремы Рябенского-Филиппова). Консервативность. Монотонность.	ЛК, ЛР
Раздел 2. Уравнение переноса	Тема 2.1. Постановка задачи. Линейное уравнение: вид решения, характеристики.	ЛК
	Тема 2.2. Схемы бегущего счета. Их аппроксимация и устойчивость. Монотонность, теорема Годунова.	ЛК, ЛР
	Тема 2.3. Квазилинейное уравнение переноса: вид решения, характеристики (на примере уравнения Бюргерса). Сильные и слабые разрывы. Дивергентная форма уравнения, условие на разрыве. Консервативные однородные схемы.	ЛК
Раздел 3. Параболические уравнения	Тема 3.1. Постановка задачи. Линейная одномерная задача для уравнения теплопроводности: вид решения (в частных случаях) и некоторые его свойства (диссипативное свойство, парадокс бесконечной теплопроводности).	ЛК
	Тема 3.2. Метод прямых: явная схема, чисто неявная схема, схема «с полусуммой», схема Розенброка с комплексным коэффициентом. Аппроксимация и устойчивость этих схем.	ЛК, ЛР
	Тема 3.3. Квазилинейное уравнение теплопроводности. Волна Самарского-	ЛК

² - заполняется только по ОЧНОЙ форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – семинарские занятия.

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы
	Соболя. Итерационные схемы.	
	Тема 3.4. Линейные многомерные задачи. Структура СЛАУ относительно решения на новом слое. Эволюционная факторизация, ее аппроксимация и устойчивость.	ЛК, ЛР
Раздел 4. Эллиптические уравнения	Тема 4.1. Постановка задачи. Точные решения в частных случаях.	ЛК
	Тема 4.2. Счёт на установление. Оптимальный шаг. Логарифмический набор шагов.	ЛК, ЛР
	Тема 4.3. Сложные задачи: методы сопряжённых направлений.	ЛК, ЛР
Раздел 5. Гиперболические уравнения	Тема 5.1. Постановка задачи. Метод распространяющихся волн. Точные решения в частных случаях.	ЛК
	Тема 5.2. Трехслойные схемы: схема «крест», неявная схема. Их аппроксимация и устойчивость.	ЛК, ЛР
	Тема 5.3. Двухслойные схемы. Вывод схемы. Метод прямых: явная схема, чисто неявная схема, схема «с полусуммой», схема Розенброка с комплексным коэффициентом. Аппроксимация и устойчивость этих схем.	ЛК, ЛР
	Тема 5.4. Многомерные задачи. Эволюционная факторизация.	ЛК, ЛР

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	Компьютер/ноутбук с доступом сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета, браузер, ПО для просмотра PDF, MS Teams.

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве ___шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	ОС Windows или Linux, Компиляторы C, C++, Java, Python. Дополнительное ПО: офисный пакет MS Office или LibreOffice
Для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	ОС Windows или Linux, Компиляторы C, C++, Java, Python. Дополнительное ПО: офисный пакет MS Office или LibreOffice

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Калиткин Н.Н., Альшина Е.А. Численные методы. Том 1. Численный анализ. М.: Академия, 2013.
2. Калиткин Н.Н., Корякин П.В. Численные методы. Том 2. Методы математической физики. М.: Академия, 2013.
3. Хайрер Э., Ваннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Жесткие и дифференциально-алгебраические задачи. М.: Мир, 1999.
4. Калиткин Н.Н., Альшин А.Б., Альшина Е.А., Рогов Б.В. Вычисления на квазиравномерных сетках. М.: Физматлит, 2005.

Дополнительная литература:

1. Вержбицкий В.М. Численные методы (линейная алгебра и нелинейные уравнения):
2. Вержбицкий В.М. Численные методы (математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения): Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2001– 381 с.
3. Воробьев Г. Н., Данилова А. Н. “Практикум по численным методам.” - М.:”Высш. шк.”, 2007 г. - 184 с.
4. Годунов С.К., Рябенький В.С. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1977 – 440 с.

5. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики. – М.: Наука, 1966– 66с.
6. Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа. –М.: Наука, 1967 – 368 с.
7. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. –М.:Наука. 1989– 430 с.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>
- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>
- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru
- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>
- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>
- поисковая система Google <https://www.google.ru/>
- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля³:

1. Курс лекций по дисциплине «Дополнительные главы математического моделирования».

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система⁴ оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Дополнительные главы математического моделирования» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

³ - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины в ТУИС!

⁴ - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.

РАЗРАБОТЧИКИ:

Доцент кафедры прикладной
информатики и теории вероятностей

Должность, БУП



Подпись

А.А. Белов

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Зав. кафедрой прикладной
информатики и теории вероятностей

Наименование БУП



Подпись

К.Е. Самуйлов

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Профессор кафедры прикладной
информатики и теории вероятностей

Должность, БУП



Подпись

Л.А. Севастьянов

Фамилия И.О.