

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов»

Факультет физико-математических и естественных наук

Рекомендовано МССН
01.00.00 «Математика и механика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

Дополнительные главы математического моделирования

Рекомендуется для направления подготовки

01.04.02 — Прикладная математика и информатика

(указываются код и наименования направления(ий) подготовки (специальности (ей) и/или профилей (специализаций))

Направленность программы

Теория вероятностей и математическая статистика

(наименование образовательной программы в соответствии с направленностью (профилем))

Квалификация (степень) выпускника магистр

(указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ОС ВО РУДН)

1. Цели и задачи дисциплины:

Цель курса: формирование у студентов навыков применения и исследования математических моделей, основанных на уравнения в частных производных, а также компетенцией по применению специализированного компьютерного обеспечения в области математической физики и численных методов.

К основным задачам изучения дисциплины относятся:

- изучение современных методов исследования классических моделей математической физики, в том числе метода конечных элементов,
- овладение навыками решения краевых и начально-краевых задач с использованием специализированного программного обеспечения (ПО).

2. Место дисциплины в структуре ООП.

Дисциплина относится к обязательной части блока 1 учебного плана.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Универсальные компетенции			
	УК-1; УК-7	Дисциплины ОПОП за первый год обучения	НИР, Практика, ВКР
Общепрофессиональные компетенции			
	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4	Дисциплины ОПОП за первый год обучения	НИР, Практика, ВКР
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности - научно-исследовательский)			
	ПК-1	Дисциплины ОПОП за первый год обучения	НИР, Практика, ВКР

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

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 достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных

ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики

ОПК-2 Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач

ОПК-3 Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности

ОПК-4 Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности

ПК-1 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1; УК-7; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-1

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 достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных:

- 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

ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики

- ОПК-1.1 Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук
- ОПК-1.2 Умеет использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, в профессиональной деятельности
- ОПК-1.3 Владеет навыками осуществлять выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний

ОПК-2 Способен 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 Способен 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 Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности

- ОПК-4.1 Знает принципы сбора и анализа информации по проводимым исследованиям
- ОПК-4.2 Умеет комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности

ПК-1 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

- ПК-1.1 Знает основы научно-исследовательской деятельности в области прикладной математики и 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

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать постановки основных задач математической физики, условия их разрешимости, современные методы их решения.

Уметь использовать специализированное программное обеспечение для решения основных задач математической физики, оценивать корректность и точность полученных результатов,

Владеть навыками применения специализированного программного обеспечения, ориентированного на применение метода конечных элементов (FEA software).

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет _____ 3 _____ зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 3, мод. 6
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:	-	-
<i>Лекции</i>	18	18
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>		
<i>Семинары (С)</i>		
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	18	18
Самостоятельная работа (всего)	72	72
Общая трудоемкость	108	108
час		
зач. ед.	3	3

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Уравнения частных производных (УрЧП) в	Классификация УрЧП, физический смысл. Составление РС. Типы сеток: прямоугольная, неортогональная структурированная, неструктурированная. Метод разностной аппроксимации. Интегро-интерполяционный метод. 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.
2	Уравнение переноса	Постановка задачи. Линейное уравнение: вид решения, характеристики. Схемы бегущего счета. Их аппроксимация и

		устойчивость. Монотонность, теорема Годунова. Квазилинейное уравнение переноса: вид решения, характеристики. Сильные и слабые разрывы. Дивергентная форма уравнения, условие на разрыве. Консервативные однородные схемы.
3	Параболические уравнения	Постановка задачи. Точные решения в частных случаях. Линейная одномерная задача для уравнения теплопроводности: вид решения (в частных случаях) и некоторые его свойства (разглаживание разрывов, парадокс бесконечной теплопроводности). Метод прямых: явная схема, чисто неявная схема, схема «с полусуммой», схема Розенброка с комплексным коэффициентом. Аппроксимация и устойчивость этих схем. Квазилинейное уравнение теплопроводности. Волна Самарского-Соболя. Итерационные схемы. Линейные многомерные задачи. Структура СЛАУ относительно решения на новом слое. Эволюционная факторизация, ее аппроксимация и устойчивость.
4	Эллиптические уравнения	Постановка задачи. Точные решения в частных случаях. Счёт на установление. Оптимальный шаг. Логарифмический набор шагов. Сложные задачи: методы сопряжённых направлений.
5	Гиперболические уравнения	Трёхслойные схемы: схема «крест», неявная схема. Их аппроксимация и устойчивость. Двухслойные схемы. Вывод схемы. Метод прямых: явная схема, чисто неявная схема, схема «с полусуммой», схема Розенброка с комплексным коэффициентом. Аппроксимация и устойчивость этих схем.

5.2 Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Лаборат. зан.	СРС	Всего час.
1	Уравнения в частных производных (УрЧП)	3	3	9	15
2	Уравнение переноса	4	4	9	17
3	Параболические уравнения	3	3	9	15
4	Эллиптические уравнения	4	4	9	17
5	Гиперболические уравнения	4	4	9	17
	ИТОГО	18	18	45	72

6-7. Лабораторные и практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)
1.	1	Решение уравнений в частных производных интегро-интерполяционным методом	1
2	1	Исследование устойчивости численного решения задач	2

3	2	Линейные и нелинейные схемы для квазилинейного уравнения переноса	4
4	3	Схемы решений уравнения теплопроводности	3
5	4	Минимизация функции методом сопряженных направлений	4
6	6	Трехслойные схемы решения гиперболических уравнений	2
7	6	Двухслойные схемы решения гиперболических уравнений	2

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Мультимедийная учебная аудитория для проведения лекционных занятий. Компьютерные (дисплейные) классы с доступом к сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета для выполнения обучающимися лабораторных работ по дисциплине, для проведения обучающимися самостоятельной работы и компьютерного тестирования обучающихся (при необходимости).

9. Информационное обеспечение дисциплины.

а.) программное обеспечение:

- ОС Windows, MS Office (программа корпоративного лицензирования (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions), браузер Firefox (лицензия MPL-2.0) или браузер Chrome (лицензия Google Chrome Terms of Service); Adobe Reader (Adobe Software License Agreement).
- ОС Linux, офисный пакет LibreOffice (лицензия MPL-2.0), ПО для просмотра pdf (например, evince (лицензия GPL-2+ CC-BY-SA-3.0)), компилятор языка C/C++ gcc (лицензия GPL-3+ LGPL-3+ || (GPL-3+ libgcc libstdc++ gcc-runtime-library-exception-3.1) FDL-1.3+), dev-lang/lazarus (лицензия GPL-2 LGPL-2.1-with-linking-exception), TeXLive (Лицензия GPL-2 LPPL-1.3с TeX).

б.) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

ТУИС <http://esystem.pfur.ru>

ССайт библиотеки РУДН <http://lib.rudn.ru/>

NIST Цифровая энциклопедия математических функций (<https://dlmf.nist.gov>)

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Самарский, А.А. Математическое моделирование / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. - Москва : Физматлит, 2005. - 160 с. - ISBN 978-5-9221-0120-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68976>
2. Тихонов Н.А., Токмачев М.Г. Курс лекций "Основы математического моделирования". Части 1, 2. М.: Физический факультет МГУ, 2013.
3. Калиткин Н.Н. Численные методы. В двух книгах. М.: Издательский центр "Академия", 2013.

б) дополнительная литература:

1. Калиткин, Н.Н. Численные методы / Н.Н. Калиткин ; под ред. А.А. Самарского. - Москва : Наука, 1978. - 512 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456957>
2. Справочник по дифференциальным уравнениям с частными производными первого

порядка / В.Ф. Зайцев, А.Д. Полянин. - М. : Физико-математическая литература, 2003. - 416 с. - (Справочная физико-математическая литература). - ISBN 5-9221-0287-7

3. Численные методы : учебное пособие для студентов физико-математических специальностей высших учебных заведений / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков. - 5-е изд., 7-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007, 2015. - 636 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 5-94774-620-4. - ISBN 978-5-9963-0449-3

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Учебным планом на изучение дисциплины отводится один семестр. Промежуточный контроль знаний предусматривает: проведение контрольной работы (контрольного тестирования) в середине семестра, подготовку и сдачу лабораторных работ. В качестве итогового контроля знаний предусмотрен итоговый контроль в форме контрольного тестирования или письменной контрольной работы.

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

ФОС по дисциплине представлен в приложении к данной программе.
Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Разработчик:

доцент кафедры прикладной информатики
и теории вероятностей



А.А. Белов

Заведующий кафедрой

прикладной информатики
и теории вероятностей, проф.



К.Е. Самуйлов

Руководитель программы

профессор
кафедры прикладной информатики
и теории вероятностей, проф.



Л.А. Севастьянов

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов»*

Факультет физико-математических и естественных наук

Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Дополнительные главы математического моделирования

(наименование дисциплины)

01.04.02 — Прикладная математика и информатика

(код и наименование направления подготовки)

«Теория вероятностей и математическая статистика»

(наименование профиля подготовки)

магистр

Квалификация (степень) выпускника

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине Дополнительные главы математического моделирования

название

Направление: 01.04.02 — Прикладная математика и информатика, направленность программы: «Теория вероятностей и математическая статистика»

Код контр. компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	ФОСы (формы контроля уровня освоения ООП)			Баллы раздела
			Аудиторная работа	Самостоятельная работа	Экзамен	
			Защита лаб. раб.	Выполнение заданий по ЛР с подготовкой отчета		
УК-1; УК-7; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-1	Уравнения в частных производных (УрЧП)	Классификация УрЧП, физический смысл. Составление РС. Типы сеток: прямоугольная, неортогональная структурированная, неструктурированная. Метод разностной аппроксимации. Интегро-интерполяционный метод. 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.	8	8	20	10
	Уравнение переноса	Постановка задачи. Линейное уравнение: вид решения, характеристики. Схемы бегущего счета. Их аппроксимация и устойчивость. Монотонность, теорема Годунова. Квазилинейное уравнение переноса: вид решения, характеристики. Сильные и слабые разрывы. Дивергентная форма уравнения, условие на разрыве. Консервативные однородные схемы.	8	8		
	Параболические уравнения	Постановка задачи. Точные решения в частных случаях. Линейная одномерная задача для	8	8		

		уравнения теплопроводности: вид решения (в частных случаях) и некоторые его свойства (разглаживание разрывов, парадокс бесконечной теплопроводности). Метод прямых: явная схема, чисто неявная схема, схема «с полусуммой», схема Розенброка с комплексным коэффициентом. Аппроксимация и устойчивость этих схем. Квазилинейное уравнение теплопроводности. Волна Самарского-Соболя. Итерационные схемы. Линейные многомерные задачи. Структура СЛАУ относительно решения на новом слое. Эволюционная факторизация, ее аппроксимация и устойчивость.				
	Эллиптические уравнения	Постановка задачи. Точные решения в частных случаях. Счёт на установление. Оптимальный шаг. Логарифмический набор шагов. Сложные задачи: методы сопряжённых направлений.	8	8		10
	Гиперболические уравнения	Трёхслойные схемы: схема «крест», неявная схема. Их аппроксимация и устойчивость. Двухслойные схемы. Вывод схемы. Метод прямых: явная схема, чисто неявная схема, схема «с полусуммой», схема Розенброка с комплексным коэффициентом. Аппроксимация и устойчивость этих схем.	8	8		10
		Итого:	40	40	20	100

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций

УК-1; УК-7; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-1
(в соответствии с ОС ВО РВДН)

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 достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных:

- 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

ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики

- ОПК-1.1 Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук
- ОПК-1.2 Умеет использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, в профессиональной деятельности
- ОПК-1.3 Владеет навыками осуществлять выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний

ОПК-2 Способен 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 Способен 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 Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности

- ОПК-4.1 Знает принципы сбора и анализа информации по проводимым исследованиям
- ОПК-4.2 Умеет комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности

ПК-1 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

- ПК-1.1 Знает основы научно-исследовательской деятельности в области прикладной математики и 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

Балльно-рейтинговая система оценки уровня знаний

Сводная оценочная таблица дисциплины

Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	ФОСы (формы контроля уровня освоения ООП)			Баллы раздела
		Аудиторная работа	Самостоятельная работа	Экзамен	
		Защита лаб. раб.	Выполнение заданий по ЛР с подготовкой отчета		
Уравнения в частных производных (УрЧП)	Классификация УрЧП, физический смысл. Составление РС. Типы сеток: прямоугольная, неортогональная структурированная, неструктурированная. Метод разностной аппроксимации. Интегро-интерполяционный метод. 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.	8	8	20	10
Уравнение переноса	Постановка задачи. Линейное уравнение: вид решения, характеристики. Схемы бегущего счета. Их аппроксимация и устойчивость. Монотонность, теорема Годунова. Квазилинейное уравнение переноса: вид решения, характеристики. Сильные и слабые разрывы. Дивергентная форма уравнения, условие на разрыве. Консервативные однородные схемы.	8	8		10

Параболические уравнения	<p>Постановка задачи. Точные решения в частных случаях. Линейная одномерная задача для уравнения теплопроводности: вид решения (в частных случаях) и некоторые его свойства (разглаживание разрывов, парадокс бесконечной теплопроводности).</p> <p>Метод прямых: явная схема, чисто неявная схема, схема «с полусуммой», схема Розенброка с комплексным коэффициентом. Аппроксимация и устойчивость этих схем. Квазилинейное уравнение теплопроводности. Волна Самарского-Соболя. Итерационные схемы. Линейные многомерные задачи. Структура СЛАУ относительно решения на новом слое. Эволюционная факторизация, ее аппроксимация и устойчивость.</p>	8	8		10
Эллиптические уравнения	<p>Постановка задачи. Точные решения в частных случаях. Счёт на установление. Оптимальный шаг. Логарифмический набор шагов. Сложные задачи: методы сопряжённых направлений.</p>	8	8		10
Гиперболические уравнения	<p>Трёхслойные схемы: схема «крест», неявная схема. Их аппроксимация и устойчивость. Двухслойные схемы. Вывод схемы. Метод прямых: явная схема, чисто неявная схема, схема «с полусуммой», схема Розенброка с комплексным коэффициентом. Аппроксимация и устойчивость этих схем.</p>	8	8		10
	Итого:	40	40	20	100

Таблица соответствия баллов и оценок

Баллы БРС	Традиционные оценки РФ	Оценки ECTS
95 - 100	5	A
86 - 94		B
69 - 85	4	C
61 - 68	3	D
51 - 60		E
31 - 50	2	FX
0 - 30		F
51-100	Зачет	Passed

Правила применения БРС

1. Раздел (тема) учебной дисциплины считаются освоенными, если обучающийся набрал более 50 % от возможного числа баллов по этому разделу (теме).
2. Обучающийся не может быть аттестован по дисциплине, если он не освоил все темы и разделы дисциплины, указанные в сводной оценочной таблице дисциплины.
3. По решению преподавателя и с согласия обучающегося, не освоивших отдельные разделы (темы) изучаемой дисциплины, в течение учебного семестра могут быть повторно проведены мероприятия текущего контроля успеваемости или выданы дополнительные учебные задания по этим темам или разделам. При этом обучающийся за данную работу засчитывается минимально возможный положительный балл (51 % от максимального балла).
4. При выполнении обучающимся дополнительных учебных заданий или повторного прохождения мероприятий текущего контроля полученные им баллы засчитываются за конкретные темы. Итоговая сумма баллов не может превышать максимального количества баллов. По решению преподавателя предыдущие баллы, полученные обучающимся по учебным заданиям, могут быть аннулированы.
5. График проведения мероприятий текущего контроля успеваемости формируется в соответствии с календарным планом курса. Обучающиеся обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем.
6. Время, которое отводится обучающемуся на выполнение мероприятий текущего контроля успеваемости, устанавливается преподавателем. По завершение отведенного времени обучающийся должен сдать работу преподавателю, вне зависимости от того, завершена она или нет.
7. Использование источников (в том числе конспектов лекций и лабораторных работ) во время выполнения контрольных мероприятий возможно только с разрешения преподавателя.
8. Отсрочка в прохождении мероприятий текущего контроля успеваемости считается уважительной только в случае болезни обучающегося, что подтверждается наличием у него медицинской справки, предоставляемой преподавателю не позднее двух недель после выздоровления. В этом случае выполнение контрольных мероприятий осуществляется после выздоровления обучающегося в срок, назначенный преподавателем. В

противном случае, отсутствие обучающегося на контрольном мероприятии признается не уважительным.

9. Обучающийся допускается к итоговому контролю знаний с любым количеством баллов, набранных в семестре.
10. Если в итоге за семестр обучающийся получил менее 51 балла, то ему разрешается добор необходимого (до 51) количества баллов путем повторного однократного выполнения предусмотренных контрольных мероприятий (пересдача), при этом по усмотрению преподавателя аннулируются соответствующие предыдущие результаты. Ликвидация задолженностей проводится по согласованию с деканатом.

Примерный перечень оценочных средств

п/ п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<i>Аудиторная работа</i>			
1	Лабораторная работа	Система практических заданий, направленных на формирование практических навыков у обучающихся	Фонд практических заданий
2	Экзамен	Оценка работы студента в течение семестра (года, всего срока обучения и др.) и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных им теоретических и практических знаний, приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления, умение синтезировать полученные знания и применять их в решении практических задач.	Примеры заданий/вопросов, пример экзаменационного билета
<i>Самостоятельная работа</i>			
1	Подготовка отчетов по результатам выполнения лабораторных работ	Форма проверки качества выполнения обучающимися лабораторных работ в соответствии с утвержденной программой.	Фонд практических заданий в рамках лабораторного практикума по дисциплине

Критерии оценки по дисциплине

95-100 баллов:

- полное и своевременное выполнение на высоком уровне лабораторных работ с оформлением отчетов, успешное прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса, успешная сдача экзамена;
- систематизированное, глубокое и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- безупречное владение программным обеспечением, умение эффективно использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать поставленные задачи;
- полная самостоятельность и творческий подход при изложении материала по программе дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины и преподавателем.

86- 94 балла:

- полное и своевременное выполнение на хорошем уровне лабораторных работ с оформлением отчетов, успешное прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса, успешная сдача экзамена;
- систематизированное, глубокое и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- хорошее владение программным обеспечением, умение эффективно использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать поставленные задачи в нестандартных производственных ситуациях;
- усвоение основной и дополнительной литературы, нормативных и законодательных актов, рекомендованных программой дисциплины и преподавателем.

69-85 баллов:

- своевременное выполнение на хорошем уровне лабораторных работ с оформлением отчетов, прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса, сдача экзамена с существенными замечаниями;
- хороший уровень культуры исполнения лабораторных работ;
- систематизированное и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- владение программным обеспечением, умение использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;

- способность самостоятельно решать проблемы в рамках программы дисциплины;
- усвоение основной литературы;

51-68 баллов:

- выполнение на удовлетворительном уровне лабораторных работ с оформлением отчетов, прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса;
- систематизированное и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- удовлетворительное владение программным обеспечением, умение использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность решать проблемы в рамках программы дисциплины;
- удовлетворительное усвоение основной литературы;

31 - 50 баллов – НЕ ЗАЧТЕНО:

- не выполнение, несвоевременное выполнение или выполнение на неудовлетворительном уровне лабораторных работ, не прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса;
- недостаточно полный объем навыков и компетенции в рамках программы дисциплины;
- неумение использовать в практической деятельности научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными стилистическими и логическими ошибками;
- слабое владение программным обеспечением по разделам программы дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) производственных задач;
- способность решать проблемы в рамках программы дисциплины;
- удовлетворительное усвоение основной литературы;

0-30 баллов, НЕ ЗАЧТЕНО:

- отсутствие умений, навыков, знаний и компетенции в рамках программы дисциплины;
- невыполнение лабораторных заданий, не прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса; отказ от ответов по программе дисциплины;
- игнорирование занятий по дисциплине по неуважительной причине.

Комплект разноуровневых задач (заданий)

1. Задания репродуктивного уровня

В качестве заданий репродуктивного уровня предлагаются задачи для самопроверки и обсуждения по темам курса.

- Определения аппроксимации, устойчивости, сходимости разностной схемы.
- Теоремы о сходимости.
- Определение корректной задачи.
- Метод сгущения сеток. Оценка точности по методу Рундсона.
- Постановка задачи для уравнения переноса.
- Схемы бегущего счета для уравнения переноса: чисто неявная схема. Ее аппроксимация и устойчивость.
- Схемы бегущего счета для уравнения переноса: явная схема. Ее аппроксимация и устойчивость.
- Квазилинейное уравнение переноса: сильные и слабые разрывы.
- Постановка задачи для параболического уравнения.
- Схемы для одномерного параболического уравнения: чисто неявная схема. Ее аппроксимация и устойчивость.
- Схемы для одномерного параболического уравнения: явная схема. Ее аппроксимация и устойчивость.
- Квазилинейное параболическое уравнение: итерационная схема.
- Многомерное параболическое уравнение: эволюционно-факторизованная схема.
- Постановка задачи для эллиптического уравнения.
- Метод счета на установление.
- Метод счета на установление: постоянный оптимальный шаг, логарифмические наборы шагов.
- Итерационные методы: метод наискорейшего спуска.
- Итерационные методы: метод минимальных невязок.
- Постановка задачи для гиперболического уравнения.
- Трехслойные схемы: неявная схема. Ее аппроксимация и устойчивость.
- Трехслойные схемы: схема «крест». Ее аппроксимация и устойчивость.
- Двухслойные схемы: неявная схема. Ее аппроксимация и устойчивость.
- Двухслойные схемы: явная схема. Ее аппроксимация и устойчивость.
- Многомерное гиперболическое уравнение: эволюционно-факторизованная схема.

2. Задания реконструктивного уровня

В качестве заданий реконструктивного уровня предполагаются практические задания по темам лабораторных работ.

1. Решение уравнений в частных производных интегро-интерполяционным методом.
2. Исследование устойчивости численного решения задач.
3. Линейные и нелинейные схемы для квазилинейного уравнения переноса.
4. Схемы решений уравнения теплопроводности.
5. Минимизация функции методом сопряженных направлений.
6. Трехслойные схемы решения гиперболических уравнений.
7. Двухслойные схемы решения гиперболических уравнений.

Методические указания и шкала оценок.

Порядок выполнения лабораторной работы заключается в следующем:

- Ознакомиться с разделами методических указаний к лабораторной работе, размещенными в ТУИС.
- Выполнить задания по лабораторной работе.
- Составить отчёт, отражающий ход выполнения задания и его результаты. Допустимо использование издательских систем MS Word, LibreOffice, LaTeX т. п.
- Загрузить отчет в ТУИС в сроки, установленные преподавателем.

Отчёт должен содержать следующие элементы:

- Титульный лист с указанием номера лабораторной работы и ФИО обучающегося
- Формулировка задания работы.
- Описание результатов выполнения задания:
 - листинги программ,
 - графики найденных решений.
- Выводы, согласованные с заданием работы. Если заданий было несколько, то в тексте должны быть сделаны выводы по каждому заданию.

Критерии оценки выполнения заданий по лабораторным работам

Оценивается полнота выполнения работы, оформление результатов, полнота ответов на контрольные вопросы, если это предусмотрено заданием.

Вопросы, выносимые на экзамена

- Определения аппроксимации, устойчивости, сходимости разностной схемы.
- Теоремы о сходимости.
- Определение корректной задачи.
- Метод сгущения сеток. Оценка точности по методу Рундсона.
- Постановка задачи для уравнения переноса.
- Схемы бегущего счета для уравнения переноса: чисто неявная схема. Ее аппроксимация и устойчивость.
- Схемы бегущего счета для уравнения переноса: явная схема. Ее аппроксимация и устойчивость.
- Квазилинейное уравнение переноса: сильные и слабые разрывы.
- Постановка задачи для параболического уравнения.
- Схемы для одномерного параболического уравнения: чисто неявная схема. Ее аппроксимация и устойчивость.
- Схемы для одномерного параболического уравнения: явная схема. Ее аппроксимация и устойчивость.
- Квазилинейное параболическое уравнение: итерационная схема.
- Многомерное параболическое уравнение: эволюционно-факторизованная схема.
- Постановка задачи для эллиптического уравнения.
- Метод счета на установление.
- Метод счета на установление: постоянный оптимальный шаг, логарифмические наборы шагов.
- Итерационные методы: метод наискорейшего спуска.
- Итерационные методы: метод минимальных невязок.
- Постановка задачи для гиперболического уравнения.
- Трехслойные схемы: неявная схема. Ее аппроксимация и устойчивость.
- Трехслойные схемы: схема «крест». Ее аппроксимация и устойчивость.
- Двухслойные схемы: неявная схема. Ее аппроксимация и устойчивость.
- Двухслойные схемы: явная схема. Ее аппроксимация и устойчивость.
- Многомерное гиперболическое уравнение: эволюционно-факторизованная схема.

Образцы экзаменационных билетов.

Билет № 1

1. Определения аппроксимации, устойчивости, сходимости разностной схемы.
2. Многомерное параболическое уравнение: эволюционно-факторизованная схема.

Билет № 2

1. Теоремы о сходимости.
2. Метод счета на установление.

Билет № 3

1. Определение корректной задачи.
2. Метод счета на установление: постоянный оптимальный шаг, логарифмические наборы шагов.