

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 16 » мая 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Специальные главы прикладной математики
(наименование)

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

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика
(код и наименование направления)

Направленность: Математическая кибернетика
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью учебной дисциплины является получение студентами знаний о математических основах численных методов, формирование умений и навыков применять математический аппарат и современное программное обеспечение в процессе исследования.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:
- основные понятия дискретной вычислительной математики;
- приёмы и методы численного дифференцирования и интегрирования;
- элементы вычислительной технологии (алгоритмирование, программирование, проведение расчётов).

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-2	ИД-1ОПК-2	Знает метод Давыдова (основные положения). Знает методы анализа свойств разностных схем.	Знает методы получения новых знаний и умений, в том числе в новых областях знаний, связанных с профессиональной деятельностью; порядок поиска, систематизации и реализации научно-	Коллоквиум
ОПК-2	ИД-2ОПК-2.	Умеет приобретать новые знания в области разработки и проведения вычислительного эксперимента.	Умеет, в том числе в с помощью информационных технологий приобретать новые знания и совершенствовать их	Экзамен
ОПК-2	ИД-3ОПК-2	Владеет информационно-коммуникационными технологиями в сфере разработки и проведения вычислительного эксперимента.	Владеет информационно-коммуникационными технологиями в сфере профессиональной деятельности	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПКО-2	ИД-1ПКО-02	Знает метод дифференциальных приближений и представлений разностных схем.	. Знает методы, направленные на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач.	Контрольная работа
ПКО-2	ИД-2ПКО-02	Умеет анализировать свойства разностных схем.	Умеет анализировать научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок.	Экзамен
ПКО-2	ИД-3ПОК-02	Владеет навыками разработки элементов планов и методических программ разработки и проведения вычислительного эксперимента	Владеет навыками разработки элементов планов и методических программ проведения исследований и разработок; проверки правильности результатов, полученных сотрудниками, работающими под его руководством	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				
Введение	3	0	1	4
Возможности численного (конечно-разностного) подхода при решении дифференциальных и интегральных уравнений и систем этих уравнений. Метод Давыдова (метод крупных частиц) - современный метод постановки вычислительного эксперимента. Основные его положения.				
Аппроксимация дифференциальных и интегральных уравнений	2	0	4	16
Дискретное представление среды. Конечно-разностная аппроксимация исходных систем дифференциальных и интегральных уравнений. Способы и виды аппроксимации. Точность аппроксимации.				
Анализ свойств разностных схем	3	0	4	16
Анализ свойств конечно-разностного решения. Дифференциальные приближения и представления разностных схем. Гиперболическая и параболическая формы дифференциального приближения. Способ их получения.				
Вычислительная устойчивость	3	0	4	16
Вычислительная устойчивость конечно-разностной схемы. Сходимость разностного решения. Вязкостные свойства разностных схем. Дисперсионные свойства разностных схем. Другие свойства разностных схем.				
Многопараметрический класс разностных схем	3	0	5	16
Многопараметрический класс разностных схем расщепления. Приемы внедрения параметров в структуру разностной схемы. Оптимизация разностных схем по параметрам.				
Заключение	2	0	0	4
Элементы алгоритмирования и программирования. Заключительные замечания и выводы.				
ИТОГО по 3-му семестру	16	0	18	72
ИТОГО по дисциплине	16	0	18	72

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Возможности численного (конечно-разностного) подхода при решении дифференциальных и интегральных уравнений и систем этих уравнений.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
2	Метод Давыдова. Конечно-разностная аппроксимация исходных систем дифференциальных и интегральных уравнений. Способы и виды аппроксимации. Точность аппроксимации.
3	Дифференциальные приближения и представления разностных схем.
4	Вычислительная устойчивость конечно-разностной схемы. Сходимость разностного решения.
5	Приемы внедрения параметров в структуру разностной схемы.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		

1	Вержбицкий В. М. Основы численных методов : учебник для вузов / В. М. Вержбицкий. - Москва: Высш. шк., 2009.	15
2	Волков Е. А. Численные методы : учебное пособие / Е. А. Волков. - Москва: Наука, 1987.	24
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Белоцерковский О. М. Метод крупных частиц в газовой динамике : вычислительный эксперимент / О. М. Белоцерковский, Ю. М. Давыдов. - Москва: Наука, 1982.	9
2	Давыдов Ю.М. Численное моделирование нестационарных переходных процессов в активных и реактивных двигателях / Ю.М. Давыдов, М.Ю. Егоров. - М.: Нац. Акад. прикл. наук России, 1999.	21
3	Егоров М. Ю. Методы численного решения прикладных задач. Метод Давыдова (метод крупных частиц) : учебное пособие / М. Ю. Егоров. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2001.	23
4	Экономико-математический энциклопедический словарь / под ред. В. И. Данилова-Данильяна. - Москва: Большая рос. энциклопедия, ИНФРА-М, 2003.	9
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Ахмадиев, Ф. Г. Математическое моделирование и методы оптимизации : учебное пособие / Ф. Г. Ахмадиев, Р. М. Гильфанов. — Казань : Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 179 с.	http://www.iprbookshop.ru/73309.html	локальная сеть; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Ноутбук, проектор	1
Практическое занятие	Ноутбук, проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД, освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра учебного плана) и разбито на 6 учебных модулей. В каждом модуле предусмотрены аудиторские практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (таблица 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и итогового (промежуточной аттестации) контроля при выполнении практических и контрольных работ, и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. – Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий		Рубежный	Итоговый
	ТО	ИЗ	КР	Экзамен
Усвоенные знания				
З.1 основные понятия и положения элементов теории множеств для решения статистических задач	ТО			
З.2 общие требования к структуре и правилам оформления научных отчетов, правила оформления статей, докладов, рекомендуемые авторитетными источниками (Scopus, Web of science, РИНЦ)	ТО			
З.3 методы и методологию проведения научной работы, формы представления результатов исследования.	ТО			
Освоенные умения				
У.1 решать типовые задачи, используя методы прикладной математики			КР1	
У.2 использовать ресурсы российских и мировых наукометрических баз данных для поиска публикаций по выбранной теме исследования.			КР1	
У.3 проводить критический конструктивный анализ результатов научных исследований; самостоятельные научные исследования актуальных тем.			КР1	
Приобретенные владения				
В.1 способность применять математические методы для обработки и интерпретации данных				ТВ, ПЗ
В.2 разработка планов и методических программ проведения научных исследований.				ТВ, ПЗ
В.3 теоретическое обобщение научных данных в исследуемой предметной области; навыки подготовки отчетов, статей и докладов по результатам собственных научных исследований.				ТВ, ПЗ

ТО – теоретический опрос в форме коллоквиума (оценка знаний); КР – рубежный контроль в форме контрольных работ по практическим занятиям (оценка умений и навыков); ТВ – теоретический вопрос (оценка владений); ПЗ – практическое задание (оценка владений).

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала проводится в форме опроса *по теории (коллоквиум)* по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.1.1 Теоретический опрос

Типовые вопросы теоретического опроса:

1. Возможности численного (конечно-разностного) подхода при решении дифференциальных и интегральных уравнений и систем этих уравнений.

2. Многопараметрический класс разностных схем расщепления. Оптимизация разностных схем по параметрам.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания освоенных умений частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме рубежной контрольной работы.

2.2.1. Рубежная контрольная работа

Типовые задания КР1:

1. Возможности численного подхода при решении прикладных задач.

1. Метод характеристик. Метод сеток (конечных разностей).

2. Метод Давыдова (метод крупных частиц).

Результаты защиты рубежной контрольной работы по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска является положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация по дисциплине, согласно РПД, проводится в виде экзамена.

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса и одно практическое задание.

Билет содержит 2 теоретических вопроса (ТВ) для проверки усвоенных знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки освоенных умений и приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Метод характеристик. Метод сеток (конечных разностей).

2. Метод распада произвольного разрыва (метод С.К. Годунова).

3. Многопараметрический класс разностных схем расщепления.

Оптимизация разностных схем по параметрам.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений и приобретенных владений:

1. Анализ задач, решаемых методом Давыдова

2. Алгоритмирование и программирование задач газовой динамики.

3. Способ получения параболической формы дифференциального приближения разностной схемы.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного

контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.