

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

« 06 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Специальные главы математики
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 360 (10)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 09.04.02 Информационные системы и технологии
(код и наименование направления)

Направленность: Информационные технологии и системная инженерия
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Привитие навыков и умения ставить и решать задачи анализа и оптимизации систем и процессов в различных предметных областях в условиях неопределенности информации. Особое внимание уделяется задачам стохастической оптимизации. Для этих целей предлагается использовать аппараты теории нечетких множеств, интервальной математики, а также стохастической оптимизации.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен свободно владеть основными понятиями математического аппарата и методами решения задач анализа и оптимизации систем в условиях неопределенности.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- Основные понятия теории стохастической оптимизации
- Основные понятия теории нечетких множеств и интервальной математики
- Классификация и типы математических неопределенностей
- Современные подходы к решению задач анализа и оптимизации систем в условиях неопределенности информации
- Подходы к решению задач стохастической оптимизации широкого класса систем и процессов.

1.3. Входные требования

Предшествующие дисциплины:

- дисциплины бакалавриата.

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-1 | ИД-1ОПК-1 | Знает возможности и ограничения математических методов, применяемых при проектировании и разработке информационных систем | Знает возможности и ограничения математических методов при решении нестандартных задач | Экзамен |
| ОПК-1 | ИД-2ОПК-1 | Умеет выполнять математическую постановку задач и выбирать методы их решения при проектировании и разработке информационных систем | Умеет осуществлять математическую постановку нестандартных задач; выбирать математические методы для решения нестандартных задач | Экзамен |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|---|--|-----------------|
| ОПК-1 | ИД-3ОПК-1 | Владеет профессиональными навыками применения математических методов при проектировании и разработке информационных систем | Владеет навыками применения математических методов для решения нестандартных задач | Кейс-задача |
| ОПК-7 | ИД-1ОПК-7 | Знает математический аппарат, описывающий объекты и явления исследуемой предметной области | Знает методы анализа и синтеза информационных систем; формальные модели систем; математические модели информационных процессов; модели дискретных объектов и явлений реального и виртуальных миров | Экзамен |
| ОПК-7 | ИД-2ОПК-7 | Умеет разрабатывать математические модели предметной области; проводить исследования предметной области с использованием математических моделей | Умеет разрабатывать модели предметных областей; проводить исследования характеристик компонентов и информационных систем в целом | Экзамен |
| ОПК-7 | ИД-3ОПК-7 | Владеет навыками применения математических моделей в информационных системах для решения профессиональных задач | Владеет навыками применения методов анализа и синтеза информационных систем; методами разработки математических моделей информационных систем | Кейс-задача |

3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--|-------------|------------------------------------|-----|
| | | Номер семестра | |
| | | 1 | 2 |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 108 | 54 | 54 |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них: | | | |
| - лекции (Л) | 50 | 25 | 25 |
| - лабораторные работы (ЛР) | | | |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ) | 54 | 27 | 27 |
| - контроль самостоятельной работы (КСР) | 4 | 2 | 2 |
| - контрольная работа | | | |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС) | 180 | 90 | 90 |
| 2. Промежуточная аттестация | | | |
| Экзамен | 72 | 36 | 36 |
| Дифференцированный зачет | | | |
| Зачет | | | |
| Курсовой проект (КП) | | | |
| Курсовая работа (КР) | | | |
| Общая трудоемкость дисциплины | 360 | 180 | 180 |

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 |
| 1-й семестр | | | | |
| Элементы теории вероятности | 12 | 0 | 13 | 45 |
| Тема 1. Дискретное вероятностное пространство. Примеры. Тема 2. Основные операции над событиями. Совместные и несовместные события. Тема 3. Условная вероятность. Примеры. Тема 4. Независимые события. Априорная и апостериорная вероятности. Примеры. Тема 5. Формула полной вероятности. Тема 6. Теорема Байеса. Тема 7. Некоторые алгоритмы для построения фильтров. Достоинства и недостатки. | | | | |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| Временные ряды | 13 | 0 | 14 | 45 |
| Тема 8. Временные ряды и их основные виды. Тема 9. Модели экстраполяции (прогнозирования) с точки зрения временных рядов. Тема 10. Формальная постановка задачи прогноза без учета внешних факторов. Тема 11. Формальная постановка задачи прогноза с учетом внешних факторов. Тема 12. Основные модели прогнозирования. Тема 13. Регрессионные и авторегрессионные модели. Тема 14. Метод наименьших квадратов. Тема 15. Метод скользящего среднего. Алгоритм низкочастотного фильтра. Тема 16. Интеграционные модели временных рядов. Тема 17. Экспоненциальное сглаживание временных рядов. Тема 18. Модели Брауна и Хольта. Тема 19. Структурные модели и временные ряды. | | | | |
| ИТОГО по 1-му семестру | 25 | 0 | 27 | 90 |
| 2-й семестр | | | | |
| Фракталы и фрактальный анализ | 8 | 0 | 9 | 30 |
| Тема 20. Математические фракталы Тема 21. Стохастические фракталы. Тема 22. Фрактальная размерность Хаусдорфа-Безиковича. Тема 23. Фрактальный анализ временных рядов Тема 24. Метод нормированного размаха Херста. | | | | |
| Ряды Фурье | 8 | 0 | 9 | 30 |
| Тема 25. Теория рядов Фурье. Основные сведения и определения. Тема 26. Преобразование Фурье и его свойства. Тема 27. Построение фильтров с использованием преобразования Фурье. | | | | |
| Вейвлеты и вейвлет-анализ | 9 | 0 | 9 | 30 |
| Тема 28. Вейвлет-преобразование. Тема 29. Основные свойства вейвлет-преобразования. Тема 30. Виды вейвлет-функций: Морле, Хаара, Мексиканская шляпа. Тема 31. Прямое вейвлет-преобразование, вейвлет-спектр. Тема 32. Вейвлет-спектры и их анализ. Тема 33. Дискретное вейвлет-преобразование. Базис Хаара. Тема 34. Значение коэффициентов разложения Хаара. Тема 35. Обратное преобразование Хаара. | | | | |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| Тема 36. Алгоритмы сжатия информации на основе преобразования Хаара. | | | | |
| ИТОГО по 2-му семестру | 25 | 0 | 27 | 90 |
| ИТОГО по дисциплине | 50 | 0 | 54 | 180 |

Тематика примерных практических занятий

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия |
|--------|--|
| 1 | Примеры использования теоремы Байеса в медицине. |
| 2 | Модель классификатора спама на основе теоремы Байеса. |
| 3 | Примеры построения фильтров для скоринга |
| 4 | Иные примеры использования теоремы Байеса (задачи поиска-спасения). |
| 5 | Примеры использования временных рядов в биржевой торговле. |
| 6 | Примеры построения алгоритмов с использованием искусственных нейронных сетей и радиально базисных функций, основные особенности. |
| 7 | Примеры алгоритмов фрактального сжатия изображений. |
| 8 | Примеры использования фильтров и построение прогноза. |
| 9 | Примеры вейвлет-преобразований для некоторых функций. |
| 10 | Численные примеры использования преобразования Хаара. |

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.

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 | Акимов О. Е. Дискретная математика: логика, группы, графы, фракталы : учебное пособие. Москва : Изд. Акимова, 2005. 655 с. | 10 |
| 2 | Вентцель Е. С. Теория вероятностей : учебник для вузов. 7-е изд., стер. Москва : Высш. шк., 2001. 575 с. | 69 |
| 2. Дополнительная литература | | |
| 2.1. Учебные и научные издания | | |
| 1 | Блаттер К. Вейвлет-анализ. Основы теории : учебное пособие для вузов пер. с нем. Москва : Техносфера, 2004. 273 с. | 4 |
| 2 | Бриллинджер Д. Временные ряды : обработка данных и теория пер. с англ. Москва : Мир, 1980. 536 с. | 2 |
| 3 | Власова Е. А. Ряды : учебник для вузов. 3-е изд., испр. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. 611 с. | 2 |
| 4 | Толстов Г.П. Ряды Фурье. 3-е изд., испр. Москва : Наука : Физматлит, 1980. 381 с. | 2 |
| 5 | Федер Енс Фракталы : Пер. с англ. М. : Мир, 1991. 260 с. | 2 |
| 2.2. Периодические издания | | |
| 1 | Журнал «Успехи математических наук» | |
| 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) |
|---------------------|---|---|---|
| Основная литература | Акимов О. Е. Дискретная математика: логика, группы, графы, фракталы | https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib7226 | сеть Интернет; авторизованный 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 |

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

| Наименование | Ссылка на информационный ресурс |
|---|---|
| База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU) | https://elibrary.ru/ |
| 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 | Мультимедиа-проектор | 1 |
| Лекция | Ноутбук | 1 |
| Практическое занятие | Мультимедиа-проектор | 1 |
| Практическое занятие | Ноутбук | 1 |

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Факультет прикладной математики и механики
Кафедра «Вычислительная математика, механика и биомеханика»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Специальные главы математики»

Приложение к рабочей программе дисциплины

| | |
|--|---|
| Направление подготовки: | 09.04.02 Информационные системы и технологии |
| Профиль программы магистратуры: | Информационные технологии и системная инженерия |
| Квалификация выпускника: | Магистр |
| Выпускающая кафедра: | Вычислительная математика, механика и биомеханика |
| Форма обучения: | Очная |
| Форма промежуточной аттестации: | Экзамен |

Пермь 2022

Оценочные материалы (фонд оценочных средств, ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины (РПД). ФОС устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров (1-го и 2-го семестров учебного плана). В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций знать, уметь, владеть, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала и промежуточной аттестации. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

| Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы) | Вид контроля | | | | | | |
|--|--------------|----|----|----------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Текущий | | | Промежуточный/ рубежный | | Итоговый | |
| | С | ТО | ПЗ | ОЛР | Т/КР/ КИЗ | Экзамен 1 | Экзамен 2 |
| Усвоенные знания | | | | | | | |
| З.1 знать возможности и ограничения математических методов, применяемых при проектировании и разработке информационных систем | С | ТО | | | КР | ТВ | ТВ |
| З.2 знать математический аппарат, описывающий объекты и явления исследуемой предметной области | С | ТО | | | КР | ТВ | ТВ |
| Освоенные умения | | | | | | | |
| У.1 уметь выполнять математическую постановку задач и выбирать методы их решения при проектировании и разработке информационных систем | | | | | КР | ПЗ | ПЗ |
| У.2 уметь разрабатывать математические модели предметной области; проводить исследования предметной области с использованием математических моделей | | | | | КР | ПЗ | ПЗ |
| Приобретенные владения | | | | | | | |
| В.1 владеть профессиональными навыками применения математических методов при проектировании и разработке информационных систем | | | | | КИЗ | | |
| В.2 владеть навыками применения математических моделей в информационных системах для решения профессиональных задач | | | | | КИЗ | | |

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КИЗ – кейс-задача (комплексное индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (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 в форме собеседования, выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Промежуточный и рубежный контроль

Промежуточный и рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных (практических) работ и рубежных контрольных работ.

2.2.1. Защита лабораторных работ

Лабораторных работ по дисциплине не предусмотрено.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланированы рубежные контрольные работы по разделам дисциплины.

Типовые задания КР:

1. Определение условной вероятности. Примеры.
2. Формальная постановка задачи прогноза без учета внешних факторов.

Примеры.

3. Преобразование Фурье и его свойства. Примеры.

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

2.2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется комплексное индивидуальное задание студенту, например, на семинарах.

Типовые комплексные индивидуальные задания:

1. Разработать программный модуль, реализующий авторегрессионную модель прогнозирования.
2. Разработать программный модуль, реализующий алгоритм высокочастотного фильтра.
3. Разработать программный модуль, реализующий алгоритм сжатия изображения на основе преобразования Хаара.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты комплексного индивидуального задания 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 являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений, а также может содержать комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

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

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Основные операции над событиями. Совместные и несовместные события.

2. Метод скользящего среднего. Алгоритм низкочастотного фильтра.
3. Основные свойства вейвлет-преобразования.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Привести примеры использования теоремы Байеса в медицине.
2. Примеры использования временных рядов в биржевой торговле.
3. Выполнить вейвлет-преобразование для заданных функций.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения при экзамене

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

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

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

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

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

3.2. Оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных 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 магистерской программы.

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