

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра прикладной математики и информатики

**Авторы-составители: Бузмакова Мария Михайловна
Русаков Сергей Владимирович**

Рабочая программа дисциплины
МЕТОДЫ ТЕОРИИ ПЕРКОЛЯЦИИ
Код УМК 96040

Утверждено
Протокол №9
от «19» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Методы теории перколяции

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.04.02** Прикладная математика и информатика

направленность Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Методы теории перколяции** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.04.02 Прикладная математика и информатика (направленность : Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных)

ОПК.1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики

Индикаторы

ОПК.1.2 Применяет информационные технологии для решения задачи фундаментальной и/или прикладной математики

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

Индикаторы

ОПК.2.3 Реализует математический метод на языке программирования высокого уровня и/или с помощью специализированных пакетов программ

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

Индикаторы

ОПК.3.2 Адаптирует существующую или самостоятельно предлагает новую математическую модель для решения задачи в области профессиональной деятельности

ПК.5 Способен проводить работы по обработке и анализу информации и результатов экспериментов по тематике исследования

Индикаторы

ПК.5.1 Применяет методы анализа научных данных, методы и средства планирования и организации исследований и разработок, в том числе с использованием пакетов прикладных программ по тематике исследования

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	01.04.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	4
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	36
Проведение лекционных занятий	12
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	24
Самостоятельная работа (ак.час.)	72
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (4 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Входной контроль

Входной тест

Основные понятия теории перколяции

ведение в теорию перколяции. Основные определения: виды перколяционных задач, порог перколяции и др.

Понятие кластера. Структура и свойства перколяционного кластера. Критические показатели. Методика оценки порога перколяции.

Введение в теорию перколяции. Основные определения: виды перколяционных задач, порог перколяции и др.

Реализация алгоритма построения перколяционной структуры узлов на квадратной решетке.

Реализация алгоритма построения перколяционной структуры связей на квадратной решетке.

Реализация алгоритма построения перколяционной структуры узлов и связей на квадратной решетке

Понятие кластера. Структура и свойства перколяционного кластера. Критические показатели. Методика оценки порога перколяции.

Основные алгоритмы теории перколяции

Решения некоторых перколяционных задач. Алгоритмы, применяемые в теории перколяции.

Алгоритм Хошена-Копельмана. Алгоритм поиска в глубину и ширину, «волновой» алгоритм и др

Элементы теории графов и теории фракталов. Специальные алгоритмы, модификация алгоритмов.

Решения некоторых перколяционных задач. Алгоритмы, применяемые в теории перколяции. Алгоритм Хошена-Копельмана. Алгоритм поиска в глубину и ширину, «волновой» алгоритм и др. Реализация алгоритма Хошена-Копельмана на квадратной решетке для разных перколяционных задач

Элементы теории графов и теории фракталов. Специальные алгоритмы, модификация алгоритмов.

Реализация алгоритмов поиска перколяционного кластера на квадратной решетке для разных перколяционных задач

Применение теории перколяции в некоторых приложениях

Моделирование распространения пожаров, трещин, эпидемий с помощью методов теории перколяции, фазовых переходов и др.

Моделирование структуры и свойств композитов (в том числе нанокompозитов) с помощью методов теории перколяции

Моделирование распространения пожаров, трещин, эпидемий с помощью методов теории перколяции, фазовых переходов и др.

Моделирование структуры и свойств композитов (в том числе нанокompозитов) с помощью методов теории перколяции

Итоговое контрольное мероприятие

Теоретическая часть.

Практическая часть.

Теоретическая часть

Контрольная работа по проверке знаний и навыков проведения исследования в предметной области с использованием методов теории перколяции

Практическая часть

Моделирование перколяционной задачи.

Обработка результатов численных экспериментов с использованием пакетов прикладных программ»

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Тренькин, А. А. Введение в теорию фракталов. Математические аспекты и некоторые физические приложения : учебное издание / А. А. Тренькин. — Саров : Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2007. — 40 с. — ISBN 978-5-9515-0088-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/60841.html>
2. Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12249-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/447100>

Дополнительная:

1. Тарасевич Ю.Ю. Использование пакетов Maple, Mathcad и Latex2e при решении математических задач и подготовке математических и естественно-научных текстов. Информационные технологии в математике: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 032100 "Математика"/Ю. Ю. Тарасевич.-Москва:URSS,2012, ISBN 978-5-397-02376-4.-1313.-Библиогр.: с. 131
2. Гуньков, В. В. Моделирование перколяционного кластера : методические указания к лабораторному практикуму / В. В. Гуньков. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2005. — 10 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/51573>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

<http://www.mathnet.ru/> Общероссийский математический портал

<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Методы теории перколяции** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe AcrobatReader DC»;
- офисный пакет приложений «LibreOffice», Alt Linux;
- среда разработки программ на языке программирования высокого уровня;
- пакеты прикладных программ, в частности математические пакеты.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных занятий - компьютерный класс. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.

Для групповых (индивидуальных) консультаций ─ аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Методы теории перколяции**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ОПК.3

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

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.3.2 Адаптирует существующую или самостоятельно предлагает новую математическую модель для решения задачи в области профессиональной деятельности</p>	<p>умение использовать результаты прикладной математики для освоения, адаптации новых методов решения задач в области своих профессиональных интересов; навыки реализации и совершенствования новых методов решения прикладных задач и проведения анализа полученного решения</p>	<p align="center">Неудовлетворител не выполнены условия на оценку «Удовлетворительно».</p> <p align="center">Удовлетворительн только с помощью преподавателя обучающийся может: использовать результаты прикладной математики для освоения, адаптации новых методов решения задач в области своих профессиональных интересов, реализовывать и совершенствовать новые методы решения прикладных задач и анализировать полученные решения</p> <p align="center">Хорошо Обучающийся умеет самостоятельно с небольшими ошибками: использовать результаты прикладной математики для освоения, адаптации новых методов решения задач в области своих профессиональных интересов, реализовывать и совершенствовать новые методы решения прикладных задач и анализировать полученные решения</p> <p align="center">Отлично Обучающийся умеет самостоятельно: использовать результаты прикладной математики для освоения, адаптации новых методов решения задач в области своих профессиональных интересов, реализовывать и совершенствовать новые методы решения прикладных задач и</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p align="center">Отлично</p> <p>анализировать полученные решения</p>

ОПК.1

Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.1.2 Применяет информационные технологии для решения задачи фундаментальной и/или прикладной математики</p>	<p>умение анализировать проблему в области фундаментальной и прикладной математики и формулировать задачу исследования; навыки решения актуальных задач фундаментальной и прикладной математики</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>не выполнены условия на оценку «Удовлетворительно».</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>только с помощью преподавателя обучающийся может: анализировать проблему в области фундаментальной и прикладной математики, формулировать задачу исследования и решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Обучающийся умеет самостоятельно с небольшими ошибками: анализировать проблему в области фундаментальной и прикладной математики, формулировать задачу исследования и решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Обучающийся умеет самостоятельно: анализировать проблему в области фундаментальной и прикладной математики, формулировать задачу исследования и решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики</p>

ОПК.2

Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК.2.3 Реализует математический метод на языке программирования высокого уровня и/или с помощью специализированных пакетов программ	навыки исследовательской деятельности и анализа полученной информации	Неудовлетворител не выполнены условия на оценку «Удовлетворительно». Удовлетворительн только с помощью преподавателя обучающийся может: проводить исследования в предметной области с использованием методов теории перколяции, анализировать полученные результаты Хорошо Обучающийся умеет самостоятельно с небольшими ошибками: проводить исследования в предметной области с использованием методов теории перколяции, анализировать полученные результаты Отлично Обучающийся умеет самостоятельно: проводить исследования в предметной области с использованием методов теории перколяции, анализировать полученные результаты

ПК.5

Способен проводить работы по обработке и анализу информации и результатов экспериментов по тематике исследования

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.5.1 Применяет методы анализа научных данных, методы и средства планирования и организации исследований и разработок, в том числе с использованием пакетов прикладных программ по тематике	знание основных методов теории перколяции для проведения исследований; умение проводить исследования в предметной области с использованием методов теории перколяции, анализировать результаты исследований;	Неудовлетворител не выполнены условия на оценку «Удовлетворительно». Удовлетворительн только с помощью преподавателя обучающийся может: проводить исследования в предметной области с использованием методов теории перколяции, анализировать полученные результаты

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
исследования		<p data-bbox="1149 254 1268 285" style="text-align: center;">Хорошо</p> <p data-bbox="906 291 1520 474">Обучающийся умеет самостоятельно с небольшими ошибками: проводить исследования в предметной области с использованием методов теории перколяции, анализировать полученные результаты</p> <p data-bbox="1149 516 1268 548" style="text-align: center;">Отлично</p> <p data-bbox="906 554 1520 737">Обучающийся умеет самостоятельно: проводить исследования в предметной области с использованием методов теории перколяции, анализировать полученные результаты</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 49 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 49 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Входной тест Входное тестирование	знание основных понятий теории вероятности, математической статистики, задач оптимизации, дискретной математики, теории фракталов; умения и практические навыки программирования на ЯПВУ, пользования математическими пакетами MathCad, MathLab и т.п.
ОПК.1.2 Применяет информационные технологии для решения задачи фундаментальной и/или прикладной математики ОПК.3.2 Адаптирует существующую или самостоятельно предлагает новую математическую модель для решения задачи в области профессиональной деятельности	Понятие кластера. Структура и свойства перколяционного кластера. Критические показатели. Методика оценки порога перколяции. Защищаемое контрольное мероприятие	умение анализировать проблему в области фундаментальной и прикладной математики и формулировать задачу исследования; умение использовать результаты прикладной математики для освоения, адаптации новых методов решения задач в области своих профессиональных интересов; навыки реализации и совершенствования новых методов решения прикладных задач и проведения анализа полученного решения

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1.2 Применяет информационные технологии для решения задачи фундаментальной и/или прикладной математики</p> <p>ОПК.3.2 Адаптирует существующую или самостоятельно предлагает новую математическую модель для решения задачи в области профессиональной деятельности</p>	<p>Элементы теории графов и теории фракталов. Специальные алгоритмы, модификация алгоритмов. Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>навыки решения актуальных задач фундаментальной и прикладной математики;навыки реализации и совершенствования новых методов решения прикладных задач и проведения анализа полученного решения;знание основных методов теории перколяции для проведения исследований</p>
<p>ОПК.1.2 Применяет информационные технологии для решения задачи фундаментальной и/или прикладной математики</p> <p>ОПК.2.3 Реализует математический метод на языке программирования высокого уровня и/или с помощью специализированных пакетов программ</p> <p>ОПК.3.2 Адаптирует существующую или самостоятельно предлагает новую математическую модель для решения задачи в области профессиональной деятельности</p> <p>ПК.5.1 Применяет методы анализа научных данных, методы и средства планирования и организации исследований и разработок, в том числе с использованием пакетов прикладных программ по тематике исследования</p>	<p>Практическая часть Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>навыки решения актуальных задач фундаментальной и прикладной математики;навыки реализации и совершенствования новых методов решения прикладных задач и проведения анализа полученного решения;умение проводить исследования в предметной области с использованием методов теории перколяции,анализировать результаты исследований;навыки исследовательской деятельности и анализа полученной информации</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Входной тест

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
умения и навыки пользования математическими пакетами MathCad, MathLab и т.п.	20
знания основных понятий теории вероятности и математической статистики	20
умения и практические навыки программирования на ЯПВУ	20
знания основных понятий дискретной математики и теории фракталов отсутствие умений и практических навыков программирования на ЯПВУ, пользования математическими пакетами MathCad, MathLab и т.п.	20
знания основных понятий задач оптимизации	20

Понятие кластера. Структура и свойства перколяционного кластера. Критические показатели. Методика оценки порога перколяции.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Лабораторная работа 1 «Реализация алгоритма построения перколяционной структуры узлов на квадратной решетке»	10
Лабораторная работа 3 «Реализация алгоритма построения перколяционной структуры узлов и связей на квадратной решетке»	10
Лабораторная работа 2 «Реализация алгоритма построения перколяционной структуры связей на квадратной решетке»	10

Элементы теории графов и теории фракталов. Специальные алгоритмы, модификация алгоритмов.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **14**

Показатели оценивания	Баллы
Лабораторная работа 5 «Реализация алгоритмов поиска перколяционного кластера на квадратной решетке для разных перколяционных задач»	15
Лабораторная работа 4 «Реализация алгоритма Хошена-Копельмана на квадратной решетке для разных перколяционных задач»	15

Практическая часть

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
-----------------------	-------

Индивидуальная работа (Моделирование перколяционной задачи по вариантам)	20
Лабораторная работа 6 «Обработка результатов численных экспериментов с использованием пакетов прикладных программ»	10
Контрольная работа (два теоретических вопроса по вариантам)	10