

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра математического обеспечения вычислительных систем

Авторы-составители: **Чупин Антон Викторович**
Городилов Алексей Юрьевич

Рабочая программа дисциплины
ПРИКЛАДНАЯ ТЕОРИЯ ГРАФОВ
Код УМК 83147

Утверждено
Протокол №9
от «24» мая 2019 г.

Пермь, 2019

1. Наименование дисциплины

Прикладная теория графов

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление: **01.03.02** Прикладная математика и информатика
направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Прикладная теория графов** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.03.02 Прикладная математика и информатика (направленность : Программа широкого профиля)

ОПК.1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности

Индикаторы

ОПК.1.2 Осуществляет первичный сбор и анализ материала, интерпретирует различные математические объекты

ОПК.1.3 Использует практический опыт решения стандартных математических задач

ОПК.3 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач

Индикаторы

ОПК.3.1 Применяет знания основных математических методов и владеет навыками их адаптации для решения конкретной прикладной задачи

ОПК.3.2 Разрабатывает и реализует алгоритм решения прикладной задачи

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	6
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение практических занятий, семинаров	14
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (6 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Прикладная теория графов

Повторение и входной контроль

Повторение тем, изученных в курсе "Дискретная математика". Определение графа. Типы графов. Способы представления графов. Изоморфизм. Инварианты. Типы подграфов. Пути и маршруты в графе, достижимость и связность.

Обходы графов

Поиск в ширину. Поиск в глубину. Поиск компонент связности графа. Топологическая сортировка. Сильно связанные компоненты.

Приложения: поисковые роботы, заливка одноцветной связной области, планирование последовательности задач и др.

Паросочетания

Задача о максимальном паросочетании. Совершенное паросочетание. Паросочетания в двудольных графах. Алгоритм чередующихся цепей и волновой алгоритм. Метод увеличивающих путей.

Паросочетания в произвольных графах.

Задача о назначениях (о максимальном паросочетании минимальной стоимости), венгерский алгоритм.

Потоки в сетях

Сети, потоки, разрезы. Задача о нахождении максимального потока в сети. Задача о минимальном разрезе. Остаточная сеть. Теорема и алгоритм Форда-Фалкерсона. Задача о максимальном потоке минимальной стоимости. Сведение задачи о максимальном паросочетании к задаче о максимальном потоке (формулировка задачи о максимальном паросочетании в двудольном графе как задачи о потоке). Приложения: метод Шульцедея системы голосования и др.

Практические задачи на графах

В качестве задания для лабораторной работы студентам предлагается решить одну из практических задач на графах.

В результате студент должен создать компьютерную программу, решающую заданную задачу на графах, а также отчет по этой программе. Выполнение задания позволит закрепить знания по теории графов.

Независимые множества, клики, вершинные покрытия

Три задачи: о независимом множестве, о клике, о вершинном покрытии. Взаимосвязанность задач (сведение одной задачи к другой). Сложность задач. Оценка Муна-Мозера числа максимальных клик.

Приближенные алгоритмы. Алгоритм Борна-Кэрбоша.

Приложения: размещение «центров» и др.

Теория голосований

Частичный и линейный порядок, индивидуальные предпочтения. Задача агрегирования индивидуальных предпочтений в коллективное. Желаемые свойства системы голосований: принцип единогласия, попарная независимость, принцип монотонности (положительной ассоциированности). Парадокс с нарушением оптимальности по Парето (с зависимостью от порядка голосования). Парадокс Кондорсе, поправки-убийцы. Парадокс с нарушением принципа монотонности (выборы президента РФ). Выбор большинством из двух альтернатив, диктаторские системы. Формулировка теоремы Эрроу.

Теоретический коллоквиум

Контрольное мероприятие организуется в форме устного ответа на два теоретических вопроса

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. Сагадеева, М. А. Теория графов : учебное пособие / М. А. Сагадеева. — 2-е изд. — Челябинск, Саратов : Южно-Уральский институт управления и экономики, Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 143 с. — ISBN 978-5-4486-0679-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/81497.html>

Дополнительная:

1. Кристофидес Н. Теория графов: Алгоритмический подход/Н. Кристофидес ; пер.: Э. В. Вершкова, И. В. Коновальцев ; ред. Г. П. Гаврилов.-Москва:Мир,1978.-432.-Библиогр. в конце глав

2. Новиков Ф. А. Дискретная математика для программистов:учебник/Ф. А. Новиков.-Санкт-Петербург:Питер,2002, ISBN 5-272-00183-4.-304.

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.intuit.ru/studies/courses/101/101/info> Учебный курс "Графы и алгоритмы"

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

Образовательный процесс по дисциплине **Прикладная теория графов** 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:

- Microsoft Visual Studio

При освоении материала и выполнении 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 практических занятий - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных занятий - меловая и (или) маркерная доска, компьютерный класс (аппаратное и программное обеспечение определено в Паспортах компьютерных классов)

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная 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
Прикладная теория графов**

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

ОПК.1

Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.1.2 Осуществляет первичный сбор и анализ материала, интерпретирует различные математические объекты</p>	<p>Знать основные методы и алгоритмы решения задач на графах</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не знает методы и алгоритмы решения задач на графах</p> <p align="center">Удовлетворительн Знает основные методы и алгоритмы решения задач на графах</p> <p align="center">Хорошо Знает методы и алгоритмы решения задач на графах</p> <p align="center">Отлично Сформированы систематические знания методов и алгоритмов решения задач на графах</p>
<p>ОПК.1.3 Использует практический опыт решения стандартных математических задач</p>	<p>Уметь применять на практике изученные методы и алгоритмы решения задач на графах; владеть навыками решения математических задач, возникающих в некоторых прикладных областях.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не умеет применять изученные методы и алгоритмы для решения задач на графах; не владеет навыками решения математических задач, возникающих в некоторых прикладных областях.</p> <p align="center">Удовлетворительн Умеет применять изученные методы и алгоритмы для решения задач на графах; владеет базовыми навыками решения математических задач, возникающих в некоторых прикладных областях.</p> <p align="center">Хорошо В целом умеет применять на практике изученные методы и алгоритмы решения задач на графах; владеет навыками решения математических задач, возникающих в некоторых прикладных областях.</p> <p align="center">Отлично В совершенстве умеет применять на практике изученные методы и алгоритмы решения задач на графах;</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>успешно применяет навыки решения математических задач, возникающих в некоторых прикладных областях.</p>

ОПК.3

Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.3.1 Применяет знания основных математических методов и владеет навыками их адаптации для решения конкретной прикладной задачи</p>	<p>Знать основные методы и алгоритмы решения задач на графах; уметь применять на практике изученные методы и алгоритмы решения задач на графах; владеть навыками решения математических задач, возникающих в некоторых прикладных областях.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает методы и алгоритмы решения задач на графах; не умеет применять изученные методы и алгоритмы для решения задач на графах; не владеет навыками решения математических задач, возникающих в некоторых прикладных областях.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Знает основные методы и алгоритмы решения задач на графах; умеет применять изученные методы и алгоритмы для решения задач на графах; владеет базовыми навыками решения математических задач, возникающих в некоторых прикладных областях.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Знает методы и алгоритмы решения задач на графах; в целом умеет применять на практике изученные методы и алгоритмы решения задач на графах; владеет навыками решения математических задач, возникающих в некоторых прикладных областях.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированы систематические знания методов и алгоритмов решения задач на графах; в совершенстве умеет применять на практике изученные методы и алгоритмы решения задач на графах; успешно применяет навыки решения математических задач, возникающих в</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично некоторых прикладных областях.</p>
<p>ОПК.3.2 Разрабатывает и реализует алгоритм решения прикладной задачи</p>	<p>Уметь применять на практике изученные методы и алгоритмы решения задач на графах</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител Не умеет применять изученные методы и алгоритмы для решения задач на графах</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн Умеет применять изученные методы и алгоритмы для решения задач на графах</p> <p style="text-align: center;">Хорошо В целом умеет применять на практике изученные методы и алгоритмы решения задач на графах</p> <p style="text-align: center;">Отлично В совершенстве умеет применять на практике изученные методы и алгоритмы решения задач на графах</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 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Повторение и входной контроль Входное тестирование	Знать основные методы и алгоритмы решения задач на графах; владеть навыками решения математических задач, возникающих в некоторых прикладных областях.
ОПК.1.2 Осуществляет первичный сбор и анализ материала, интерпретирует различные математические объекты ОПК.3.1 Применяет знания основных математических методов и владеет навыками их адаптации для решения конкретной прикладной задачи	Контрольная работа Письменное контрольное мероприятие	Знать основные методы и алгоритмы решения задач на графах; владеть навыками решения математических задач, возникающих в некоторых прикладных областях.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1.3 Использует практический опыт решения стандартных математических задач</p> <p>ОПК.3.2 Разрабатывает и реализует алгоритм решения прикладной задачи</p> <p>ОПК.3.1 Применяет знания основных математических методов и владеет навыками их адаптации для решения конкретной прикладной задачи</p>	<p>Практические задачи на графах</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Уметь применять на практике изученные методы и алгоритмы; владеть навыками решения математических задач, возникающих в некоторых прикладных областях.</p>
<p>ОПК.1.2 Осуществляет первичный сбор и анализ материала, интерпретирует различные математические объекты</p> <p>ОПК.1.3 Использует практический опыт решения стандартных математических задач</p> <p>ОПК.3.1 Применяет знания основных математических методов и владеет навыками их адаптации для решения конкретной прикладной задачи</p> <p>ОПК.3.2 Разрабатывает и реализует алгоритм решения прикладной задачи</p>	<p>Теоретический коллоквиум</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Знать основные методы и алгоритмы решения задач на графах; уметь применять на практике изученные методы и алгоритмы</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Повторение и входной контроль

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
Способен применять известные алгоритмы теории графов для решения прикладных задач	7
Знает основные определения теории графов	

	5

Контрольная работа

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **28**

Проходной балл: **12**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет формализовывать практические задачи в терминах теории графов и применять известные алгоритмы для их решения	8
Знает алгоритм решения задачи о максимальном потоке в сети и умеет применять его для решения задач	6
Знает алгоритм решения задачи о максимальном паросочетании в двудольном графе и умеет применять его для решения задач	6
Знает алгоритм решения задачи о назначениях и умеет применять его для решения задач	4
Знает алгоритм решения задачи о максимальном потоке минимальной стоимости и умеет применять его для решения задач	4

Практические задачи на графах

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

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

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

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Предложен и реализован алгоритм (собственный или из числа известных), решающий поставленную задачу, при этом алгоритм имеет преимущество в точности и/или эффективности над другими алгоритмами решения этой задачи. Алгоритм не содержит явных ограничений на объем данных и входные значения.	12
Программа, реализующая заданный алгоритм успешно запускается и верно решает задачу	11
Программа, реализующая заданный алгоритм успешно запускается и верно решает задачу не менее, чем на 80% тестов, при этом даны необходимые пояснения к отдельным фрагментам программы, даны ответы на вопросы по тексту программы	11
Программа, реализующая заданный алгоритм успешно запускается и верно решает задачу не менее, чем на 80% тестов, при этом алгоритм реализован эффективно, не содержит явно излишних операторов, не требует выделения избыточной памяти, не содержит явных ограничений на объем данных и входные значения	6

Теоретический коллоквиум

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **32**

Проходной балл: **14**

Показатели оценивания	Баллы
Знание основных алгоритмов на графах, их особенностей, преимуществ и недостатков, умение сравнивать различные алгоритмы по времени работы и точности решения.	9
Умение выбирать подходящий алгоритм решения заданной задачи и применять выбранный алгоритм на практике	9
Свободное владение терминологией по теории графов, знание основных определений, умение применять их.	7
Знание методов и алгоритмов решения задач на графах, умение продемонстрировать их применение на примерах	7