

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор физтех-школы  
прикладной математики и  
информатики**

**А.М. Райгородский**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Прикладные задачи теории графов. Алгоритмы на графах
<b>по направлению:</b>	Прикладная математика и информатика
<b>профиль подготовки:</b>	Современная комбинаторика
	центр дополнительного, дополнительного профессионального и онлайн-образования "Пуск"
	кафедра дискретной математики
<b>курс:</b>	2
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: А.Б. Дайняк, канд. физ.-мат. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры дискретной математики 18.04.2021

## Аннотация

Формирование навыков эффективно применять графовые алгоритмы для решения прикладных задач, использовать современные инструментальные и вычислительные средства для реализации графовых алгоритмов.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

Обучение студентов методам теории графов, изучение алгоритмов нахождения структурных и числовых характеристик графовых структур;

#### Задачи дисциплины

- знакомство с фундаментальными понятиями и математическим аппаратом теории графов для последующего их использования;
- изучение основных задач теории графов и методов их решения

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания и новые научные принципы и методы исследований в области прикладной математики и информатики
ОПК-5 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области информатики и вычислительной техники, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-5.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-5.2 Способен оценивать актуальность исследований в области информатики и вычислительной техники и их практическую значимость
	ОПК-5.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ПК-3 Владеет навыками участия в научных дискуссиях, выступления с сообщениями и докладами, устного, письменного и виртуального (размещение в информационных сетях) характера, представления материалов собственных исследований, проведения корректуры, редактирования, реферирования работ	ПК-3.1 Знает основы ведения научной дискуссии и формы устного научного высказывания

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные виды графов, их характерные особенности;
- основные положения теории графов и её основные алгоритмы;
- прикладные графовые модели в информационной сфере;
- основные положения теории графов и её основные алгоритмы; - прикладные графовые модели в информационной сфере.

уметь:

- анализировать описание прикладной задачи и определять целесообразность разработки графовой модели;
- использовать графовые модели для описания прикладных задач;
- использовать базовые алгоритмы теории графов для решения прикладных задач.

владеть:

- навыками разработки графовых моделей при решении прикладных задач;
- навыками программирования алгоритмов теории графов.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Основные характеристики графов	4	4		4
2	Связность графов	4	4		4
3	Пути, цепи, циклы.	4	4		4
4	Кратчайшие пути в графах.	3	3		3
5	Экстремальные свойства графов	3	3		3
6	Раскраска вершин и рёбер графа.	3	3		3
7	Графовые алгоритмы.	3	3		3
8	Алгоритмы обходов графов	3	3		3
9	Применение графов в задачах программирования.	3	3		3
Итого часов		30	30		30
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

##### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 3 (Осенний)

###### 1. Основные характеристики графов

Решение задач на основные понятия графов. Степени вершин. Лемма о рукопожатиях. Матрицы графов. Изоморфизм графов.

###### 2. Связность графов

Связные графы. Решение задач на применение достаточных условий связности графов.

###### 3. Пути, цепи, циклы.

Маршруты, пути, циклы. Метрические характеристики графов. Эйлеровы пути и циклы.

###### 4. Кратчайшие пути в графах.

Кратчайшие пути между вершинами графа.

## 5. Экстремальные свойства графов

Деревья. Необходимые и достаточные условия деревьев. Графы без треугольников, четырёхугольников. Плотность графа.

## 6. Раскраска вершин и рёбер графа.

Раскраска вершин. Переборный алгоритм. Реализация раскраски рёберной раскраски.

## 7. Графовые алгоритмы.

Реализации алгоритмов поиска компонент сильной связности. Алгоритмы поиска мостов в графе.

## 8. Алгоритмы обходов графов

Поиск в ширину. Поиск в глубину. Алгоритмы поиска компонент связности графа. Топологическая сортировка. Сильно связные компоненты.

## 9. Применение графов в задачах программирования.

Минимальное остовное дерево. Алгоритмы Краскала и Прима. Проверка графа на двудольность. Алгоритм Эдмондса нахождения наибольшего паросочетания

## **5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Стандартная учебная аудитория.

## **6.Перечень рекомендуемой литературы**

### Основная литература

1. Математический анализ: задачи и решения [Текст] : учеб. пособие для вузов / Г. И. Просветов .— М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2008 .— 208 с.
2. Экстремальные задачи теории графов и Интернет [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / А. М. Райгородский .— Долгопрудный : Интеллект, 2012 .— 104 с.

### Дополнительная литература

1. Введение в дискретную математику [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / С. К. Ландо .— М. : МЦНМО, 2012 .— 265 с.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

<http://dm.fizteh.ru/>

<http://www.mccme.ru/~anromash/courses/expanders-notes-2014.pdf>

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Не используются

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

1. Рекомендуется успешно сдавать контрольные работы, так как это упрощает итоговую аттестацию по предмету.
2. Для подготовки к итоговой аттестации по предмету лучше всего пользоваться материалами лекций.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**по направлению:** Прикладная математика и информатика  
**профиль подготовки:** Современная комбинаторика  
центр дополнительного, дополнительного профессионального и  
онлайн-образования "Пуск"  
кафедра дискретной математики  
**курс:** 2  
**квалификация:** магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчик:** А.Б. Дайняк, канд. физ.-мат. наук, доцент

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания и новые научные принципы и методы исследований в области прикладной математики и информатики
ОПК-5 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области информатики и вычислительной техники, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-5.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-5.2 Способен оценивать актуальность исследований в области информатики и вычислительной техники и их практическую значимость
	ОПК-5.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ПК-3 Владеет навыками участия в научных дискуссиях, выступления с сообщениями и докладами, устного, письменного и виртуального (размещение в информационных сетях) характера, представления материалов собственных исследований, проведения корректуры, редактирования, реферирования работ	ПК-3.1 Знает основы ведения научной дискуссии и формы устного научного высказывания

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Прикладные задачи теории графов. Алгоритмы на графах» обучающийся должен:

### знать:

- основные виды графов, их характерные особенности;
- основные положения теории графов и её основные алгоритмы;
- прикладные графовые модели в информационной сфере;
- основные положения теории графов и её основные алгоритмы; - прикладные графовые модели в информационной сфере.

### уметь:

- анализировать описание прикладной задачи и определять целесообразность разработки графовой модели;
- использовать графовые модели для описания прикладных задач;
- использовать базовые алгоритмы теории графов для решения прикладных задач.

### владеть:

- навыками разработки графовых моделей при решении прикладных задач;
- навыками программирования алгоритмов теории графов.

## 3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Не предусмотрено

#### 4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Список вопросов:

1. Алгоритмы обхода графов. Поиск в ширину. Поиск в глубину.
2. Алгоритм поиска компонент связности. Топологическая сортировка. Примеры приложений.
3. Сильно связанные компоненты. Алгоритм разложения графа на сильно связанные компоненты.
4. Кратчайшие пути. Алгоритм Дейкстры. Примеры приложений.
5. Кратчайшие пути. Алгоритм Форда-Беллмана. Примеры приложений.
6. Кратчайшие пути между всеми парами вершин. Алгоритм Флойда-Уоршолла.
7. Алгоритм поиска циклов отрицательного веса во взвешенном ориентированном графе.
8. Минимальные остовные деревья. Алгоритм Прима. Примеры приложений.
9. Минимальные остовные деревья. Алгоритм Крускала. Примеры приложений.
10. Минимальные остовные деревья. Алгоритм Борушки. Примеры приложений.
11. Паросочетания в двудольных графах. Примеры приложений.
12. Паросочетания в произвольных графах. Примеры приложений.
13. Потоки в сетях. Задача о максимальном потоке. Задача о минимальном разрезе. Теорема о максимальном потоке и минимальном разрезе.
14. Потоки в сетях. Алгоритм Форда-Фалкерсона.
15. Задача о независимом множестве. Задача о клике. Задача о вершинном покрытии. Связь этих трех задач.
16. Хроматическое число графа. Раскраска вершин. Переборный алгоритм.
17. Хроматическое число графа. Раскраска вершин. Приближенный алгоритм.

#### Критерии оценивания

- оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений
- оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений
- оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач, и правильное обоснование принятых решений
- оценка «хорошо (7)» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «хорошо (6)» выставляется студенту, если он знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «хорошо (5)» выставляется студенту, если он знает материал, и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «удовлетворительно (4)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;
- оценка «удовлетворительно (3)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет фрагментарно основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;



- оценка «неудовлетворительно (2)» выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач
- оценка «неудовлетворительно (1)» выставляется студенту, который не знает формулировок основных понятий дисциплины

## **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины.