

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Саровский физико-технический институт -

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Прикладной математики»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФТФ, член корр. РАН, д.ф-м.н.

_____ **А.К. Чернышев**

« ____ » _____ **2023 г.**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Элементы теории графов

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	<u>01.03.02 Прикладная математика и информатика</u>
Наименование образовательной программы	<u>Высокопроизводительные вычисления и технологии параллельного программирования</u>
Квалификация (степень) выпускника	<u>бакалавр</u>
Форма обучения	<u>очная</u>

Программа одобрена на заседании кафедры

Зав. кафедрой ПМ, д.ф-м.н.

_____ **Р.М. Шагалиев**

протокол № от

20 г.

« ____ » _____ **2023 г.**

г. Саров, 2023 г.

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ПМ, д.ф.-м.н.

Р.М. Шагалиев

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ПМ, д.ф.-м.н.

Р.М. Шагалиев

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ПМ, д.ф.-м.н.

Р.М. Шагалиев

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ПМ, д.ф.-м.н.

Р.М. Шагалиев

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/ КП	Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗсО/	Интерактивные часы
2	16	2	72	16	16	-	40	-	Зач	10
ИТОГО	16	2	72	16	16	-	40	-	-	10

АННОТАЦИЯ

Теория графов – это область дискретной математики, особенностью которой является геометрический подход к изучению объектов и связей между ними.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины - получение знаний о графах, основных задачах прикладной теории графов, алгоритмах их решения.

В этом курсе представлен обзор наиболее используемых алгоритмов для работы с графами, определяется их роль в современных вычислительных системах предполагает у студентов владение основными понятиями математического анализа, линейной алгебры, математической индукции и обладание некоторым опытом в программировании (для создания псевдокода алгоритмов).

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Элементы теории графов» (Б1.О.ДВ.01.02) является дисциплиной программы бакалавриата по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Ожидается, что в результате освоения дисциплины студент приобретет следующие компетенции:

Общепрофессиональные компетенции (ОПК)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	З-ОПК-1 знать естественнонаучные методы познания окружающего мира, знать фундаментальный математический аппарат; У-ОПК-1 уметь применять естественнонаучные и математические методы исследования различных явлений, процессов и задач В-ОПК-1 владеть навыками исследования различных явлений и процессов с использованием естественнонаучного и математического подхода

ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	З-ОПК-2 знать существующие математические методы и системы программирования необходимые для реализации алгоритмов решения прикладных задач У-ОПК-2 уметь использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования необходимые для реализации алгоритмов решения прикладных задач В-ОПК-2 владеть навыками реализации математических алгоритмов для решения прикладных задач с использованием существующих систем программирования
ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	З-ОПК-3 знать принципы построения математических моделей физических явлений и процессов У-ОПК-3 уметь формулировать математические модели различных явлений и процессов на основе физических принципов и законов В-ОПК-3 владеть навыками построения математических моделей физических явлений и процессов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ*

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС	Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 5.3)
			16	16	-	40		
Семестр 2								
Раздел 1. Основы теории алгоритмов								
1.1.	Тема 1. Понятие алгоритма, основные определения.	1-2	2	2		5	УО	
1.2	Тема 2. Рост функций.	3-4	2	2		5	УО	5
Раздел 2. Структуры данных для описания графов								
2.1	Тема 1. Структуры данных для описания графов	5-6	2	2		5	УО	
2.2	Тема 2. Структуры данных для описания графов	7-8	2	2		5	УО	5
Рубежный контроль		8	КР					10
Раздел 3. Алгоритмы для решения задач в теории графов								
3.1	Тема 1. Алгоритмы для решения задач в теории графов	9-10	2	2		5	УО	5
3.2	Тема 2. Алгоритмы для решения задач в теории графов	11-12	2	2		5	УО	5
Раздел 4. Использование библиотеки Boost Graph Library для решения задач теории графов								
4.1	Тема 1. Использование библиотеки Boost Graph Library для решения задач теории графов	13-14	2	2		5	УО	5
4.2	Тема 2. Использование библиотеки Boost Graph Library для решения задач теории графов	15-16	2	2		5	УО	5
Рубежный контроль		16	КР					10
Промежуточная аттестация			Зачет				-	45
Посещаемость								5
Итого:			16	16	-	40	-	100

*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

УО – устный опрос

КР – контрольная работа

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
Раздел 1. Основы теории алгоритмов		
1.1	Тема 1. Понятие алгоритма, основные определения.	Понятие алгоритма, основные определения. Сортировка вставкой, анализ и разработка алгоритма.
1.2	Тема 2. Рост функций.	Рост функций. Асимптотические обозначения. Стандартные обозначения и часто встречающиеся функции.
Раздел 2. Структуры данных для описания графов		
2.1	Тема 1. Структуры данных для описания графов	Структуры данных для описания графов
2.2	Тема 2. Структуры данных для описания графов	Структуры данных для описания графов
Раздел 3. Алгоритмы для решения задач в теории графов		
3.1	Тема 1. Алгоритмы для решения задач в теории графов	Алгоритмы для решения задач в теории графов
3.2	Тема 2. Алгоритмы для решения задач в теории графов	Алгоритмы для решения задач в теории графов
Раздел 4. Использование библиотеки Boost Graph Library для решения задач теории графов		
4.1	Тема 1. Использование библиотеки Boost Graph Library для решения задач теории графов	Использование библиотеки Boost Graph Library для решения задач теории графов
4.2	Тема 2. Использование библиотеки Boost Graph Library для решения задач теории графов	Использование библиотеки Boost Graph Library для решения задач теории графов

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
Раздел 1. Основы теории алгоритмов		
1.1	Тема 1. Понятие алгоритма, основные определения.	Понятие алгоритма, основные определения. Сортировка вставкой, анализ и разработка алгоритма.
1.2	Тема 2. Рост функций.	Рост функций. Асимптотические обозначения. Стандартные обозначения и часто встречающиеся функции.
Раздел 2. Структуры данных для описания графов		
2.1	Тема 1. Структуры данных для описания графов	Структуры данных для описания графов
2.2	Тема 2. Структуры данных для описания графов	Структуры данных для описания графов
Раздел 3. Алгоритмы для решения задач в теории графов		
3.1	Тема 1. Алгоритмы для решения задач в теории графов	Алгоритмы для решения задач в теории графов

3.2	Тема 2. Алгоритмы для решения задач в теории графов	Алгоритмы для решения задач в теории графов
Раздел 4. Использование библиотеки Boost Graph Library для решения задач теории графов		
4.1	Тема 1. Использование библиотеки Boost Graph Library для решения задач теории графов	Использование библиотеки Boost Graph Library для решения задач теории графов
4.2	Тема 2. Использование библиотеки Boost Graph Library для решения задач теории графов	Использование библиотеки Boost Graph Library для решения задач теории графов

4.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов

1. Томас Кормен, Чарльз Лейзерсон, Рональд Ривест, Клиффорд Штайн. Алгоритмы: построение и анализ: Изд. дом. Вильямс, 2013.
2. Дж. Сик, Лай-Кван Ли, Э.Ламсдэйн. C++ Boost Graph Library. Библиотека программиста. СПб: Питер, 2006
3. Крупский В.Н., Плиско В.Е. Теория алгоритмов. Москва: ИЦ «Академия». 2009.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Раздел	Темы занятий	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя
Семестр 2				
Раздел 1	Тема 1. Понятие алгоритма, основные определения.	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ОПК-2; У-ОПК-2; В-ОПК-2 3-ОПК-3; У-ОПК-3; В-ОПК-3	УО 1-2
	Тема 2. Рост функций.		3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ОПК-2; У-ОПК-2; В-ОПК-2 3-ОПК-3; У-ОПК-3; В-ОПК-3	УО 3-4
Раздел 2	Тема 1. Структуры данных для описания графов	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ОПК-2; У-ОПК-2; В-ОПК-2 3-ОПК-3; У-ОПК-3; В-ОПК-3	УО 5-6
	Тема 2. Структуры данных для описания графов		3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ОПК-2; У-ОПК-2; В-ОПК-2 3-ОПК-3; У-ОПК-3; В-ОПК-3	УО 7-8

Рубежный контроль		ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ОПК-2; У-ОПК-2; В-ОПК-2 3-ОПК-3; У-ОПК-3; В-ОПК-3	КР 8
Раздел 3	Тема 1. Алгоритмы для решения задач в теории графов	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ОПК-2; У-ОПК-2; В-ОПК-2 3-ОПК-3; У-ОПК-3; В-ОПК-3	УО 9-10
	Тема 2. Алгоритмы для решения задач в теории графов		3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ОПК-2; У-ОПК-2; В-ОПК-2 3-ОПК-3; У-ОПК-3; В-ОПК-3	УО 11-12
Раздел 4	Тема 1. Использование библиотеки Boost Graph Library для решения задач теории графов	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ОПК-2; У-ОПК-2; В-ОПК-2 3-ОПК-3; У-ОПК-3; В-ОПК-3	УО 13-14
	Тема 2. Использование библиотеки Boost Graph Library для решения задач теории графов		3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ОПК-2; У-ОПК-2; В-ОПК-2 3-ОПК-3; У-ОПК-3; В-ОПК-3	УО 15-16
Рубежный контроль		ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ОПК-2; У-ОПК-2; В-ОПК-2 3-ОПК-3; У-ОПК-3; В-ОПК-3	КР 16
Промежуточная аттестация		ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ОПК-2; У-ОПК-2; В-ОПК-2 3-ОПК-3; У-ОПК-3; В-ОПК-3	Зачет

5.2. Примерные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.2.1. Оценочные средства для текущего контроля

5.2.1.1. Примерные вопросы для устного опроса (УО)

1. Определение графа, мультиграфа, псевдографа, орграфа.
2. Операции над графами.
3. Цепи, циклы, компоненты.
4. Неориентированный, ориентированный граф. Дать определение, привести примеры.
5. Полный граф. Дополнение графа. Нуль –граф. Определения, примеры.
6. Степень вершины. Маршрут, путь. Простая цепь. Цикл.
7. Связность графа, подграф.
8. Эйлеровы графы, полуэйлеровы графы.
9. Алгоритм Флёрис; его применение.
10. Лабиринты.
11. Степень вершины графа, лемма о рукопожатиях.
12. Регулярные графы.

13. Метрические характеристики графа.
14. Группа автоморфизмов графа.
15. Определение дерева, основные свойства деревьев.
16. Остов минимального веса: алгоритмы Краскала и Прима.
17. Плоские и планарные графы. Грани плоского графа.
18. Понятие раскраски графа, хроматическое число графа.
19. Совершенные графы.

5.2.2 Оценочные средства для рубежного контроля

5.2.2.1 Примерные вопросы для контрольной работы (КР)

1. Неориентированный, ориентированный граф. Дать определение, привести примеры.
2. Полный граф. Дополнение графа. Нуль –граф. Определения, примеры.
3. Степень вершины. Маршрут, путь. Простая цепь. Цикл.
4. Связность графа, подграф.
5. Эйлеровы графы, полуэйлеровы графы.
6. Алгоритм Флёрис; его применение.
7. Лабиринты.

5.2.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

5.2.3.1 Примерные вопросы к зачету

20. Определение графа, мультиграфа, псевдографа, орграфа.
21. Операции над графами.
22. Цепи, циклы, компоненты.
23. Степень вершины графа, лемма о рукопожатиях.
24. Приведенная матрица смежности двудольного графа.
25. Регулярные графы.
26. Метрические характеристики графа.
27. Определение дерева, основные свойства деревьев.
28. Остов минимального веса: алгоритмы Краскала и Прима.
29. Плоские и планарные графы. Грани плоского графа.
30. Понятие раскраски графа, хроматическое число графа.
31. Совершенные графы.

5.3. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Томас Кормен, Чарльз Лейзерсон, Рональд Ривест, Клиффорд Штайн. Алгоритмы: построение и анализ: Изд. дом. Вильямс, 2013.
2. Дж. Сик, Лай-Кван Ли, Э.Ламсдэйн. C++ Boost Graph Library. Библиотека программиста. СПб: Питер, 2006

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Крупский В.Н., Плиско В.Е. Теория алгоритмов. Москва: ИЦ «Академия». 2009.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. Boost Graph Library. <http://www.boost.org>

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. Boost Graph Library. <http://www.boost.org>

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории СарФТИ НИЯУ МИФИ оснащенные персональными компьютерами с необходимым для изучения дисциплины программным обеспечением.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При чтении лекционного материала используется электронное сопровождение курса: справочно-иллюстративный материал воспроизводится и озвучивается в аудитории с использованием проектора и переносного компьютера в реальном времени.

На сайте кафедры также находится методический и справочный материал, необходимый для проведения практических работ по курсу.

По дисциплине «Элементы теории графов» в рабочем учебном плане предусмотрены интерактивные часы для проведения практических занятий.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе преподавания дисциплины методически целесообразно в каждом разделе курса выделить наиболее важные моменты и акцентировать на них внимание обучаемых.

Такие моменты отражены в изложенных выше пунктах, касающихся формируемых знаний студентов и их проверки.

При обучении по специальности 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» необходимо выделять те алгоритмы, которые чаще всего применяются при решении практических задач теории графов.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Программу составил:

Рецензент: