

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1156370	Алгоритмы с оценками для задач маршрутизации

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Математика и компьютерные науки 2. Математическое обеспечение и администрирование информационных систем	<b>Код ОП</b> 1. 02.03.01/33.01 2. 02.03.03/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Математика и компьютерные науки; 2. Математическое обеспечение и администрирование информационных систем	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 02.03.01; 2. 02.03.03

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Незнахина Екатерина Дмитриевна	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Ассистент	

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Алгоритмы с оценками для задач маршрутизации

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из одноименной дисциплины и посвящен вопросам алгоритмического анализа ряда экстремальных задач маршрутизации, являющихся обобщениями классической задачи коммивояжера. В большинстве случаев данные задачи NP-трудны и не аппроксимируемы в общей постановке, то есть для них вряд ли когда-либо удастся построить эффективные точные и даже приближенные алгоритмы. Однако для частных постановок в том числе проф. Э.Х. Гимади (Институт математики им. С.Л. Соболева, Новосибирск) и его ученикам удалось получить ряд положительных результатов. Среди них асимптотически точный алгоритм и 5/6-приближенный алгоритм для задачи коммивояжера на максимум, обоснование асимптотической точности эвристики "Иди в ближайший непройденный город" для постановки задачи коммивояжера на минимум на случайных входных данных и др.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Алгоритмы с оценками для задач маршрутизации	3
ИТОГО по модулю:		3

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Основания информатики и программирования
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Алгоритмы с оценками для	ПК-1 - Способен демонстрировать и применять в научно-исследовательской и	3-2 - Объяснять современный математический аппарат, современные

задач маршрутизации	прикладной деятельности базовые знания математических и естественных наук, современного математического аппарата, современных языков программирования и информационных технологий	языки программирования и информационные технологии У-1 - Решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в области математики и компьютерных наук П-2 - Формулировать цели и предлагать пути их достижения в решении стандартных задач в области математики и компьютерных наук Д-1 - Проявлять умения анализировать и систематизировать информацию
---------------------	---	--

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Алгоритмы с оценками для задач**  
**маршрутизации**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Незнахина Екатерина Дмитриевна	кандидат физико- математических наук	ассистент	вычислительной математики и компьютерных наук

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики**

Протокол № 6 от 15.10.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Незнахина Екатерина Дмитриевна, ассистент, вычислительной математики и компьютерных наук

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение в предмет дискретной оптимизации. Точные алгоритмы, вычислительная сложность и неприближаемость задачи коммивояжера	Понятие оптимизационной задачи и примеры постановок (Дерево Штейнера, Вершинное покрытие, Клика). Постановка и краткая история классической задачи коммивояжера (ЗК). Точные методы решения задачи, метод ветвей и границ и динамическое программирование. Трудоемкость и неприближаемость ЗК. Примеры эвристических алгоритмов.
2	Метрическая постановка задачи коммивояжера и алгоритмы с оценками 2 и 3/2. Приближенная схема С.Аоры для евклидовой постановки задачи	Частные случаи задачи коммивояжера, метрическая и евклидова постановки. Алгоритм с оценкой точности 2 и 3/2-приближенный алгоритм Кристофидеса-Сердюкова. Приближенная схема для евклидовой постановки задачи, преобразование входных данных и общая схема алгоритма.
3	Приближенная схема для евклидовой задачи коммивояжера. Аппроксимация оптимального маршрута и структурная теорема	Рекурсивное разбиение объемлющего квадрата, понятия квадродерева и $(m, r)$ -легкого маршрута. Вероятностное обоснование существования $(m, r)$ -легкого маршрута допустимого веса.
4	Приближенная схема для евклидовой задачи коммивояжера. Построение маршрута с помощью метода	Построение $(m, r)$ -легкого маршрута с помощью техники динамического программирования. Обоснование трудоемкости алгоритма. Процедура дерандомизации.

	динамического программирования.	
5	Задачи китайского и деревенского почтальонов	Теорема об эквивалентности метрической и общей постановок задачи о деревенском почтальоне с точки зрения построения алгоритмов с гарантированными оценками точности. Алгоритм с оценкой $3/2$ для задачи о деревенском почтальоне. Полиномиальный точный алгоритм для задачи о китайском почтальоне.
6	Максимальное паросочетание в двудольном графе	Алгоритм сжатия цветков Дж.Эдмондса.
7	Задача коммивояжера на максимум	Обзор алгоритмов с гарантированными оценками точности. $3/4$ -приближенный алгоритм Косточки-Сердюкова с обоснованием. $5/6$ -приближенный алгоритм для метрической постановки ЗК на максимум.
8	Евклидова постановка задачи коммивояжера на максимум	Асимптотически точный алгоритм Гимади-Сердюкова для ЗК на максимум в евклидовом конечномерном пространстве фиксированной размерности. Лемма о почти параллельных отрезках. Понятие альфа-цепки. Обзор основных этапов работы алгоритма, обоснование и трудоемкость.
9	Задача покрытия графа $m$ несмежными циклами максимального суммарного веса	Построение асимптотически точного алгоритма с помощью эвристики и подхода Гимади-Сердюкова, обоснование и трудоемкость.
10	Вероятностный анализ для задачи коммивояжера на случайных входных данных	Эвристика “Иди в ближайший непройденный город” (ИБГ). Теорема Петрова о сумме независимых случайных величин. Асимптотическая точность ИБГ для ЗК со случайными весами ребер, распределенными согласно равномерному либо показательному закону.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной	ПК-1 - Способен демонстрировать и применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности	П-2 - Формулировать цели и предлагать пути их достижения в решении стандартных

		ой деятельности	базовые знания математических и естественных наук, современного математического аппарата, современных языков программирования и информационных технологий	задач в области математики и компьютерных наук
--	--	-----------------	---	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Алгоритмы с оценками для задач маршрутизации

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Пименов, В. Г., Меленцова, Ю. А.; Ч. 1 : учебное пособие для студентов, обучающихся по программе бакалавриата по направлениям подготовки 010100 "Математика", 010200 "Математика и компьютерные науки", 010800 "Механика и математическое моделирование", 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии", 230700 "Прикладная информатика".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2013; <http://hdl.handle.net/10995/45228> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Асанов, М. О.; Методы дискретной оптимизации : Учеб. пособие.; Изд-во Урал. гос. ун-та, Екатеринбург; 1992 (42 экз.)
2. Важенин, Ю. М., Баранский, В. А., Попов, В. Ю.; Множества, логика, алгоритмы : учебное пособие.; УрГУ, Екатеринбург; 1999 (4 экз.)
3. Сесекин, А. Н., Ченцов, А. А., Ченцов, А. Г.; Задача последовательного обхода множеств : учебное пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2007 (10 экз.)
4. Яблонский, С. В.; Введение в дискретную математику : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Прикладная математика".; Высшая школа, Москва; 2001 (46 экз.)

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

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

Научная электронная библиотека eLibrary.ru <http://www.elibrary.ru/>

#### Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.



**3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Алгоритмы с оценками для задач маршрутизации**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Периферийное устройство  Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Google Chrome
2	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Периферийное устройство  Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Google Chrome
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	не требуется
4	Самостоятельная работа студентов	Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Google Chrome