

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
1156457	Алгоритмы и структуры данных

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Разработка программных продуктов	Код ОП 1. 02.03.02/33.01
Направление подготовки 1. Фундаментальная информатика и информационные технологии	Код направления и уровня подготовки 1. 02.03.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Косолобов Дмитрий Александрович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	УрФУ
2	Рубинчик Михаил Валентинович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Преподаватель	департамент математики, механики и компьютерных наук

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Алгоритмы и структуры данных

1.1. Аннотация содержания модуля

Курс посвящен изучению алгоритмов и структур данных, знание которых необходимо для эффективного решения разнообразных задач программирования. Рассматриваются структуры данных для эффективного поиска и хранения информации – сбалансированные деревья поиска и хеши, деревья отрезков, графовые алгоритмы, а также алгоритмы поиска подстрок.

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 и структуры данных	4
ИТОГО по модулю:		4

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Алгебра и геометрия 2. Дискретная математика
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 и структуры данных	ОПК-2 - Способен проводить под научным руководством исследования на основе современных методов в конкретной области профессиональной деятельности	З-1 - Демонстрировать понимание теоретических основ методов, используемых для проведения научных исследований в профильной области У-1 - Соотносить цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств П-1 - Иметь опыт выполнения стандартных исследований с использованием серийного

		<p>научного и технологического оборудования, стандартной методологии и методов исследований</p> <p>Д-2 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы</p>
	<p>ОПК-4 - Способен решать задачи профессиональной деятельности с использованием информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности</p>	<p>З-1 - Формулировать представления о роли современных информационно-коммуникационных технологий для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Обосновывать выбор современных ИТ-технологий для сбора, анализа, обработки и представления информации по профилю деятельности</p> <p>У-2 - Выбирать безопасные информационно-коммуникативные технологии для эффективного решения задач профессиональной деятельности</p>
	<p>ПК-1 - Способен демонстрировать общенаучные базовые знания в математических и естественных науках, фундаментальной информатики и информационных технологиях</p>	<p>П-1 - Иметь практический опыт сбора информации в математических и естественных науках, фундаментальной информатики и информационных технологиях</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Алгоритмы и структуры данных

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Косолобов Дмитрий Александрович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	УрФУ

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 6 от 15.10.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Косолюбов Дмитрий Александрович, Доцент, УрФУ

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	Модель и измерение времени	Алгоритмы и структуры данных RAM-модель Время работы O-символика Рекуррентные соотношения Оценка времени работы Быстрая сортировка Ожидаемое время быстрой сортировки Лас-Вегас и Монте-Карло алгоритмы Вопросы для самопроверки
2	Амортизация и неасимптотические оптимизации	Амортизированное время Примеры ReduceSize. Первый подход ReduceSize. Второй подход Анализ методом бухгалтерского учёта Стандартная библиотека

		<p>Неасимптотические оптимизации</p> <p>Оптимизации кэша</p> <p>Приложения оптимизаций кэша</p> <p>Вопросы для самопроверки</p>
3	Полиномиальный хеш	<p>Хеширование строк</p> <p>Коллизии и Hash DoS</p> <p>Полиномиальный хеш</p> <p>Реализация хеша</p> <p>Вероятность коллизии</p> <p>Число коллизий в хеш таблицах</p> <p>Операции с хешами</p> <p>Реализация операций с хешами</p> <p>Сравнение подстрок хешами</p> <p>Заблуждения о хешах</p> <p>Вопросы для самопроверки</p>
4	Хеш таблица	<p>Хеш таблица</p> <p>Стандартная реализация</p> <p>Недостатки стандартной реализации</p> <p>Функция выбора ячеек</p> <p>Схема multiply-shift</p> <p>Вероятность коллизии</p> <p>Доказательство основной теоремы</p> <p>Ожидаемое время работы операций</p> <p>Универсальные семейства хеш функций</p> <p>Вопросы для самопроверки</p>
5	Дерево отрезков и персистентный массив	<p>Введение в дерево отрезков</p> <p>Запрос минимума на отрезке</p> <p>Изменение в точке</p> <p>Изменение на отрезке</p> <p>Персистентный массив</p> <p>Вопросы для самопроверки</p>
6	В-дерево	<p>Задачи</p> <p>Бинарные и небинарные деревья поиска</p> <p>В-дерево и поиск в нём</p> <p>Эффективность В-дерева</p>

		<p>Вставка ключа</p> <p>Код вставки</p> <p>Комментарий по вставке и удалению</p> <p>Удаление ключа</p> <p>Код удаления</p> <p>Нагруженное B-дерево</p> <p>Факты о B-дереве</p> <p>Красно-чёрное дерево</p> <p>Вопросы для самопроверки</p>
7	Верёвочный массив	<p>Верёвочный массив (gore)</p> <p>B-дерево по неявному ключу</p> <p>Gore-модификация B-дерева</p> <p>Операции над gore</p> <p>Конкатенация</p> <p>Разбиение</p> <p>Персистентный gore</p> <p>Нагруженный gore</p> <p>Вопросы для самопроверки</p>
8	Мосты. Точки сочленения. Блоки	<p>Введение понятий</p> <p>Сравнение поиска в ширину и поиска в глубину</p> <p>Дерево обхода</p> <p>Мосты и дерево обхода</p> <p>Динамическое программирование на дереве для поиска мостов</p> <p>Реализуем поиск мостов в коде</p> <p>Точки сочленения и другие применения DFS</p> <p>Вопросы для самопроверки</p>
9	Алгоритмы A* и Флойда— Уоршелла	<p>Задача о минимальном пути</p> <p>Известные решения: Дейкстра и BFS</p> <p>Алгоритм A*. Эвристика</p> <p>Алгоритм A*. Идея</p> <p>Корректность A*</p> <p>Применимость A*</p> <p>Эффективная реализация A*</p> <p>Отрицательные веса</p> <p>Алгоритм Флойда—Уоршелла</p>

		Вопросы для самопроверки
10	Система непересекающихся множеств	<p>Система непересекающихся множеств</p> <p>Приложения</p> <p>Простая реализация</p> <p>Реализация через деревья</p> <p>Время работы</p> <p>Сжатие путей</p> <p>Итерированный логарифм</p> <p>Псевдообратная функция Аккермана и точная оценка времени</p> <p>Леммы</p> <p>Доказательство времени работы</p> <p>Вопросы для самопроверки</p>
11	Динамическое программирование	<p>Задача о числе путей</p> <p>Мемоизация</p> <p>Динамическое программирование</p> <p>Разворачивание рекурсии</p> <p>Задача о расписании</p> <p>Жадный и переборный подходы</p> <p>Решение через ДП</p> <p>Разворачивание рекурсии</p> <p>Восстановление ответа</p> <p>Оптимизация памяти</p> <p>Восстановление ответа с линейной памятью</p> <p>Задача о рюкзаке</p> <p>Обсуждение задачи о рюкзаке</p> <p>Задача о минимальном Гамильтоновом пути</p> <p>Переборное решение</p> <p>Решение через ДП</p> <p>ДП по маскам</p> <p>Разворачивание рекурсии и восстановление ответа</p> <p>Вопросы для самопроверки</p>
12	Метод двух указателей. Z-функция	<p>Примеры амортизации</p> <p>Метод двух указателей</p> <p>Введение в Z-функцию</p> <p>Метод двух указателей. Z-функция</p>

		Техническая деталь об онлайнности
13	Бор	Предварительные задачи Первая попытка сжатия Бор Хранение бора Бор всех суффиксов Другие применения и модификации
14	Суффиксный массив	Суффиксный массив Применение суффиксного массива и построение Алгоритм Манбера—Майерса Детали алгоритма Сортировка подсчётом Поразрядная сортировка Оптимизации алгоритма Манбера—Майерса Структура Карпа—Миллера—Розенберга Массивы LCP и ISA Лемма Касаи и др. Алгоритм Касаи и др.

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 профессиональной деятельности	ПК-1 - Способен демонстрировать общенаучные базовые знания в математических и естественных науках, фундаментальной информатики и информационных технологиях	П-1 - Иметь практический опыт сбора информации в математических и естественных науках, фундаментальной информатики и информационных технологиях

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Алгоритмы и структуры данных

Электронные ресурсы (издания)

1. Асанов, М. О.; Комбинаторные алгоритмы: задачник : сборник задач и упражнений.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=695282> (Электронное издание)
2. Мейер, Б., Б.; Инструменты, алгоритмы и структуры данных; Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Москва; 2016; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429033> (Электронное издание)
3. Ульянов, М. В.; Ресурсно-эффективные компьютерные алгоритмы: разработка и анализ : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69290> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Асанов, М. О., Баранский, В. А., Расин, В. В.; Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы : учеб. пособие.; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2010 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

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.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

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

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

Библиотека УрФУ lib.urfu.ru

Курс Алгоритмы и структуры данных <https://ulearn.me/Course/algo-and-ds/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Алгоритмы и структуры данных

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	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Google Chrome
2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Google Chrome
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	Google Chrome

		Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	
5	Самостоятельная работа студентов	Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Google Chrome