

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
Алгоритмы и анализ сложности Б1.В.ОД.6

Направление подготовки: 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Профиль подготовки: Системный анализ и информационные технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Васильев А.В.

**Рецензент(ы):**

Тагиров Р.Р.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Латыпов Р. Х.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 940618

Казань  
2018

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заместитель директора по научной деятельности Васильев А.В. Директорат Института ВМ и ИТ Институт вычислительной математики и информационных технологий, Alexander.Vasiliev@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина "Алгоритмы и анализ сложности" ставит своей целью ознакомление студентов с фундаментальными алгоритмами обработки данных, а также с современными методами исследования алгоритмов и оценки их алгоритмической сложности.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.6 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр.

Данная дисциплина относится к профессиональным дисциплинам.

Читается на 2 курсе в 4 семестре для студентов обучающихся по направлению "Фундаментальная информатика и информационные технологии".

Изучение основывается на результатах изучения дисциплин "Основы программирования", "Дискретная математика".

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с фундаментальной информатикой и информационными технологиями
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, методологии системной инженерии, системы автоматизации проектирования, электронные библиотеки и коллекции, сетевые технологии, библиотеки и пакеты программ, современные профессиональные стандарты информационных технологий
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-9 (профессиональные компетенции)	способностью разрабатывать, оценивать и реализовывать процессы жизненного цикла информационных систем, программного обеспечения, сервисов информационных технологий, а также реализовывать методы и механизмы оценки и анализа функционирования средств и информационных технологий; разрабатывать проектную и программную документацию, удовлетворяющую нормативным требованиям

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- основные принципы и концепции, на которых зиждется разработка эффективных алгоритмов;
- алгоритмы решения классических задач

2. должен уметь:

- выбирать алгоритмы для решения задач
- оценивать эффективность алгоритмов

3. должен владеть:

- теоретическими знаниями об основных проблемах теории алгоритмов, моделях вычислений и подходах к оценке эффективности алгоритмов;
- навыками практического использования классических алгоритмов, их модификации для конкретных задач, разработки и реализации новых алгоритмов

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания в своей профессиональной деятельности

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 4 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение.	4		3	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Общие подходы к разработке алгоритмов.	4		6	0	0	
3.	Тема 3. Алгоритмы сортировки.	4		9	0	0	Творческое задание
4.	Тема 4. Алгоритмы поиска.	4		6	0	0	Творческое задание
5.	Тема 5. Задачи на графах.	4		6	0	0	
6.	Тема 6. Распределенные алгоритмы.	4		6	0	0	
7.	Тема 7. Основы теории вычислимости.	4		6	0	0	
8.	Тема 8. Основы теории сложности.	4		6	0	0	
9.	Тема 9. Задачи оптимизации.	4		6	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	Экзамен
	Итого			54	0	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Введение.

#### **лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Размер задачи. Временная и емкостная сложность алгоритма. Асимптотическая сложность.  $O$ -символика и  $\Omega$ -символика. Алгоритмы. Понятие сложности алгоритма. Классы сложности. Эффективные алгоритмы.

### Тема 2. Общие подходы к разработке алгоритмов.

#### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Общие подходы к разработке алгоритмов Полный перебор. Рекурсия. Рекуррентные соотношения и анализ рекурсивных алгоритмов. Разбиение задач на подзадачи ("разделяй и властвуй"). "Жадные" алгоритмы. Перебор с возвратами. Метод ветвей и границ. Эвристический поиск. Поиск по образцу. Алгоритмы обработки строк. Алгоритмы аппроксимации числовых функций.

### Тема 3. Алгоритмы сортировки.

#### **лекционное занятие (9 часа(ов)):**

Алгоритмы сортировки. Цифровая сортировка. Сортировка слов фиксированной длины. Сортировка слов переменной длины. Сортировка сравнениями. Нижние оценки сложности алгоритмов сортировки.

### Тема 4. Алгоритмы поиска.

#### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Реализация множеств и алгоритмов поиска. Последовательный и бинарный поиск. Деревья бинарного поиска. Методы хеширования и способы разрешения коллизий.

### Тема 5. Задачи на графах.

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Специальные способы представления графов. Методы обхода графов. Построение остовного дерева минимальной стоимости. Поиск пути в графе. Поиск кратчайшего пути в графе. Поиск числа путей в графе. Бинарные отношения на графе. Транзитивное замыкание бинарного отношения. Топологическая сортировка.

**Тема 6. Распределенные алгоритмы.**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Модель параллельного выполнения программы с общей памятью и модель передачи сообщений. Организация параллельных вычислений на принципе консенсуса и на основе выбора. Методы определения завершения параллельных вычислений.

**Тема 7. Основы теории вычислимости.**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Формализация понятия алгоритма. Машины Тьюринга и конечные автоматы. Тезис Тьюринга-Черча. Проблема останова и неразрешимость.

**Тема 8. Основы теории сложности.**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Классы P и NP. Полиномиальные алгоритмы. Определение классов задач P и NP. Замкнутость класса P относительно полиномиальной сводимости. Примеры задач из класса NP. NP-трудные и NP-полные задачи. Теорема Кука. Задача о максимальной клике. Задача о вершинном покрытии. Задача о гамильтоновом цикле.

**Тема 9. Задачи оптимизации.**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Задачи оптимизации. Приближенные алгоритмы. Жадный алгоритм для задачи о вершинном покрытии. Метод ветвей и границ в задаче коммивояжера.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Алгоритмы сортировки.	4		подготовка к творческому заданию	18	творческое задание
4.	Тема 4. Алгоритмы поиска.	4		подготовка к творческому заданию	18	творческое задание
	Итого				36	

**5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

Обучение происходит в форме лекционных и практических занятий, а также самостоятельной работы студентов.

Теоретический материал излагается на лекциях. Причем конспект лекций, который остается у студента в результате прослушивания лекции не может заменить учебник. Его цель - формулировка основных утверждений и определений. Прослушав лекцию, полезно ознакомиться с более подробным изложением материала в учебнике. Список литературы разделен на две категории: необходимый для сдачи экзамена минимум и дополнительная литература.

Изучение курса подразумевает не только овладение теоретическим материалом, но и получение практических навыков для более глубокого понимания разделов дисциплины "Алгоритмы и анализ сложности" на основе решения задач и упражнений, иллюстрирующих доказываемые теоретические положения, а также развитие абстрактного мышления и способности самостоятельно доказывать частные утверждения. Практические занятия проходят в интерактивной форме обсуждения решения различных задач или в активной форме самостоятельного решения задач студентами.

Самостоятельная работа предполагает выполнение домашних работ. Практические задания, выполненные в аудитории, предназначены для указания общих методов решения задач определенного типа. Закрепить навыки можно лишь в результате самостоятельной работы. Кроме того, самостоятельная работа включает подготовку к экзамену. При подготовке к сдаче экзамена весь объем работы рекомендуется распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамену, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда всегда будет резерв времени.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Введение.**

экзамен

### **Тема 2. Общие подходы к разработке алгоритмов.**

экзамен

### **Тема 3. Алгоритмы сортировки.**

творческое задание , примерные вопросы:

Провести экспериментальный анализ различных методов сортировки: реализовать различные методы сортировки, сравнить их между собой на различных входных данных, наглядно представить полученные результаты и сделать выводы. Дополнительные задания: - построить нерекурсивные реализации рекурсивных методов сортировки и сравнить с исходными; - на основе полученных результатов сформулировать и реализовать собственную гибридную сортировку, использующую преимущества разных методов в зависимости от входных данных.

### **Тема 4. Алгоритмы поиска.**

творческое задание , примерные вопросы:

Провести экспериментальный анализ различных алгоритмов поиска: реализовать различные методы поиска, сравнить их между собой, наглядно представить полученные результаты и сделать выводы.

### **Тема 5. Задачи на графах.**

экзамен

### **Тема 6. Распределенные алгоритмы.**

экзамен

### **Тема 7. Основы теории вычислимости.**

экзамен

### **Тема 8. Основы теории сложности.**

экзамен

### **Тема 9. Задачи оптимизации.**

экзамен

### **Итоговая форма контроля**

экзамен

Примерные вопросы к экзамену:



По данной дисциплине предусмотрено проведение экзамена.

Для текущего контроля успеваемости предусмотрено выполнение творческих заданий.

Вопросы к экзамену

1. Алгоритмы и их сложность. Временная и емкостная сложность алгоритма. Равномерный и логарифмический критерии.
2. Машина с произвольным доступом к памяти (РАМ-машина). Модель с хранимой программой (РАСП-машина). Машины Тьюринга.
3. Разбиение задач на подзадачи ("разделяй и властвуй"). Примеры алгоритмов.
4. Балансировка. Примеры алгоритмов.
5. Динамическое программирование. Примеры алгоритмов.
6. Внутренние структуры данных: последовательная структура, ветвящаяся структура, списки, сети
7. Абстрактные структуры данных: массивы, очереди, стеки.
8. Абстрактные структуры данных: графы, деревья.
9. Абстрактные структуры данных: таблицы. В-деревья. Хеширование.
10. Цифровая сортировка. Сортировка слов фиксированной длины.
11. Цифровая сортировка. Сортировка слов переменной длины.
12. Сортировка сравнениями: сортировка слиянием.
13. Сортировка сравнениями: сортировка деревом.
14. Нахождение  $k$ -го минимального элемента.
15. Построение остова дерева минимальной стоимости.
16. Поиск пути в графе.
17. Поиск кратчайшего пути в графе.
18. Транзитивное замыкание бинарного отношения.
19. Алгоритмы умножения матриц.
20. Соотношение между умножением матриц и транзитивным замыканием бинарных отношений.
21. Классы P и NP. Связь между ними. NP-полные задачи.
22. Задача выполнимости. Теорема Кука.

### 7.1. Основная литература:

1. Бабенко, М.А. Введение в теорию алгоритмов и структур данных / М.А. Бабенко, М.В. Левин. ? Москва : МЦНМО, 2016. ? 144 с. ? ЭБС 'Лань': <https://e.lanbook.com/book/80136>
2. Дискретная математика: Учебное пособие / С.А. Канцедал. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 224 с.  
URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=376152>
3. Численные методы и программирование: Учебное пособие / В.Д. Колдаев; Под ред. Л.Г. Гагариной. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 336 с.  
URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=370603>
4. Структуры и алгоритмы обработки данных: Учебное пособие / В.Д. Колдаев. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 296 с.  
URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=418290>
5. Теория алгоритмов: Учебное пособие / В.И. Игошин. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 318 с.  
URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=241722>



## 7.2. Дополнительная литература:

1. Асанов, М.О. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы : учеб. пособие / М.О. Асанов, В.А. Баранский, В.В. Расин. - Санкт-Петербург : Лань, 2010. - 368 с.  
ЭБС 'Лань': <https://e.lanbook.com/book/536>.
2. Корнеев В.И. Интерактивные графические системы. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 232 с.  
ЭБС 'Лань': <https://e.lanbook.com/reader/book/66116>
3. Микони С.В. Дискретная математика для бакалавра: множества, отношения, функции, графы. - СПб.:Лань, 2012. - 192 с.  
ЭБС 'Лань': <https://e.lanbook.com/book/4316>

## 7.3. Интернет-ресурсы:

- Википедия - <http://ru.wikipedia.org>  
Портал математических интернет-ресурсов - <http://www.math.ru/>  
Портал математических интернет-ресурсов - <http://www.allmath.com/>  
Портал ресурсов по ИКТ - <http://www.ict.edu.ru/>  
Портал ресурсов по математике, алгоритмике и ИТ - <http://algotist.manual.ru/>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Алгоритмы и анализ сложности" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Лекции по дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной доской и мелом(маркером), практические занятия по дисциплине проводятся в компьютерном классе.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 02.03.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" и профилю подготовки Системный анализ и информационные технологии .

Автор(ы):

Васильев А.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Тагиров Р.Р. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.