



Основная профессиональная образовательная программа  
01.03.01 Математика  
(Математика, алгоритмы и анализ данных)

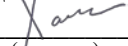
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра фундаментальной математики

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

 Ю.А. Хашина  
(подпись)

«\_1\_» сентября\_2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Комбинаторные алгоритмы**

Уровень высшего образования:	бакалавриат
Квалификация выпускника:	бакалавр
Направление подготовки:	01.03.01 Математика
Направленность (профиль) образовательной программы:	Математика, алгоритмы и анализ данных

Иваново



Основная профессиональная образовательная программа  
01.03.01 Математика  
(Математика, алгоритмы и анализ данных)

---

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины “Комбинаторные алгоритмы” являются получение базовых знаний по следующим разделам:

- общие методы построения и анализа эффективности алгоритмов;
- основные абстрактные типы данных (список, стек, очередь, и т.д.);
- бинарные деревья, хэширование и др. структуры для представления множеств;
- классические алгоритмы по следующим разделам: поиск элемента, сортировка, поиск подстроки, алгоритмы на ориентированных и неориентированных графах и др.
- специальные методы разработки алгоритмов: итерация, метод ветвей и границ, рекурсия, динамическое программирование, алгоритмы типа «разделяй и властвуй», «жадные алгоритмы», алгоритмы локального поиска и др.

При изучении дисциплины вырабатывается общематематическая культура:

- умение логически мыслить, проводить доказательства основных утверждений, устанавливать логические связи между понятиями;
- знание некоторых основных алгоритмов решения задач дискретной математики;
- умение производить последовательно все этапы решения задачи: математическая постановка, выбор формальной модели, реализация и анализ результатов.

При освоении дисциплины учащиеся приобретают практический навык проектирования и программной реализации: как простейших частных задач прикладного и научно ориентированного программирования, так и создание базовых частей больших программных комплексов. Закладывается навык работать в команде с разделенными задачами.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина “Комбинаторные алгоритмы” относится к Вариативной части Основной профессиональной образовательной программы.

Курс “Комбинаторные алгоритмы” использует следующие дисциплины учебного плана:

- языки программирования;
- архитектура ЭВМ;
- дискретная математика;
- дополнительные главы дискретной математики;
- теория алгоритмов;
- разработка приложений и программная инженерия;

Для освоения данной дисциплины (модуля) студент должен:

Знать: базовые понятия информационных технологий: алгоритм и его формы записи, логическое высказывание, система счисления, основы архитектуры ЭВМ, алгоритмические языки программирования и др.

Уметь: создавать программы на одном из алгоритмических языков программирования, решать простейшие вычислительные задачи и задачи обработки информации.

Владеть: навыками творческого использования понятий и теорем прикладной математики для решения задач обработки информации с последующей программной реализацией.

Ниже приводится список учебных дисциплин (модулей), изучение которых опирается на материал курса “Комбинаторные алгоритмы”:

- формальные языки и грамматики;
- компьютерная графика;
- распознавание образов;



Основная профессиональная образовательная программа  
01.03.01 Математика  
(Математика, алгоритмы и анализ данных)

- интеллектуальные системы;
- базы данных;
- преддипломная практика или научно-исследовательская работа;

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

#### 3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина

ПК-1: Способен выявлять актуальные научные проблемы в своей области специализации и решать их под руководством специалистов более высокой квалификации

#### 3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с формируемыми компетенциями

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

##### Знать:

- основные методы разработки алгоритмов;
- понятия оценки эффективности алгоритмов;
- строение основных структур данных: список, стек, очередь, бинарные деревья, хэшированная таблица и др., специальные структуры данных для следующих математических моделей, используемых при решении задач: графы, геометрические объекты и др.
- классические алгоритмы по следующим разделам: поиск элемента, сортировка, поиск подстроки, алгоритмы на ориентированных и неориентированных графах, поиск оптимального пути.

##### Уметь:

- применять классические алгоритмы для решения конкретных задач;
- производить поиск и выбор оптимальной модели данных, выбор оптимального алгоритма для решения поставленной задачи;
- самостоятельно проектировать структуры данных и создавать алгоритмы, используя идеи и методы, описанные в классической литературе по данной дисциплине.

##### Владеть:

- навыками программной реализации теоретических понятий, вводимых дисциплиной «Комбинаторные алгоритмы»;
- навыками полного цикла решения задачи: постановка, формализация, выбор математической модели, выбор или разработка структуры данных, выбор или разработка алгоритма, написание программы, её тестирование и отладка, представление результатов.

### 4. Объем и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 10 зачетных единиц (360 часа).

#### 4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра.) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Заняти я лекцио н-ного типа	Занятия семинар- ского типа	Самосто- ятельная работа	
1	Временная сложность алгоритмов	1	1	2	2	2	



Основная профессиональная образовательная программа  
01.03.01 Математика  
(Математика, алгоритмы и анализ данных)

2	Линейный и бинарный поиск	1	2	2	2	2	
3	Структуры данных: стек, очередь, дек и др.	1	3-4	4	4	4	Контр. раб. № 1
4	Алгоритмы сортировки	1	5-6	4	4	4	
5	Алгоритмы поиска подстроки	1	7-8	4	4	4	Контр. раб. № 2
6	Метод ветвей и границ	1	9	2	2	2	
7	Рекурсия	1	10-11	4	4	4	
8	Динамическое программирование	1	12-13	4	4	4	Контр. раб. № 3
9	Алгоритмы на графах: поиск оптимального пути	1	14	2	2	2	
10	Обход графа. Поиск «в ширину» и «в глубину»	1	15	2	2	2	
11	Алгоритмы на ориентированных графах (дополнение)	1	16	2	2	2	
12	Алгоритмы на неориентированных графах	1	17	2	2	2	Контр. раб. № 4
13	Представление множеств. Хэширование	1	18	2	2	2	Зачет
14	Бинарные деревья: представление множеств.	2	1	2	2	2	
15	Сбалансированные бинарные деревья	2	2-3	4	4	4	
16	Рекуррентные соотношения и алгоритмы, методы анализа	2	4	2	2	2	Контр. раб. № 1
17	Методы разработки алгоритмов: «разделяй и властвуй», «жадные» алгоритмы, локальный поиск	2	5-6	4	4	4	
18	Элементы теории игр: цена игры, поиск выигрышной стратегии	2	7-9	6	6	4	Контр. раб. № 2
19	Элементы теории кодирования: сжатие и помехоустойчивое кодирование	2	10-12	6	6	4	Контр. раб. № 3
20	Элементы вычислительной геометрии	2	13-15	6	6	4	Контр. раб. № 4
21	NP-полнота	2	16	2	2	2	Экзамен
Итого:				36+28 =64 ч.	36+28 =64 ч.	110+68= 178 ч.	

#### 4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

1. Временная сложность алгоритмов. Асимптотический порядок роста.



Основная профессиональная образовательная программа  
01.03.01 Математика  
(Математика, алгоритмы и анализ данных)

2. Линейный поиск в неупорядоченном массиве и бинарный поиск в упорядоченном. Сравнение двух (символьных) строк, лексический порядок. Бинарный поиск строки в упорядоченном списке строк.
3. Структуры данных: стек, очередь, дек. Реализация: а) в динамической памяти, б) при помощи массива. Другие структуры: односвязный, двусвязный, кольцевой список и др.
4. Алгоритмы сортировки массива: 1) последовательный выбор минимума; 2) пузырьковая сортировка; 3) открытый алгоритм вставками (простыми включениями); 4) слияниями (k-упорядочение); 5) при помощи бинарного дерева (2 варианта); 6) «быстрая сортировка» (разделением по Хоару). Теорема о нижней границе временной сложности алгоритмов.
5. Алгоритмы поиска подстроки: прямой поиск, алгоритм Кнута–Морриса–Пратта, Боуэра-Мура, Рабина.
6. Метод ветвей и границ. Обход дерева вариантов (поиск с возвратами, «back-tracking»). Примеры задач перебора.
7. Рекурсивные алгоритмы: 1) простейшие задачи; 2) рекурсивная обработка бинарного дерева; 3) порождение комбинаторных объектов.
8. Динамическое программирование. Таблицы промежуточных значений. Стек отложенных заданий.
9. Алгоритмы на графах: поиск оптимального пути: алгоритм Форда-Беллмана, алгоритм Флойда, алгоритм Дейкстры.
10. Обход графа. Поиск «в ширину» и «в глубину». Различные формы реализации. Дерево универсального накрытия графа.
11. Алгоритмы на ориентированных графах: ацикличность, топологическая сортировка, сильная связность.
12. Неориентированные графы. Структуры данных. Остовные деревья минимальной стоимости: алгоритмы Прима, Крускала.
13. Представление множеств и хэширование: с открытой адресацией; со списками. Реализация: 1) в динамической памяти, 2) k списков в одном массиве. Средняя временная сложность операций: поиска, вставки, удаления.
14. Представление множеств и бинарные деревья. Т-деревья. Упорядоченные Т-деревья. Процедуры поиска, удаления, вставки.
15. Сбалансированные (АВЛ) бинарные деревья. Процедуры балансировки.
16. Рекуррентные соотношения и алгоритмы. Методы анализа эффективности.
17. Методы разработки алгоритмов: «разделяй и властвуй», «жадные» алгоритмы, локальный поиск.
18. Теория игр. Симметричные игры с нулевой суммой. Цена игры. Теорема Цермело. Вычисление цены: полный рекурсивный обход, сокращенный обход, ретроспективный анализ.
19. Основы теории кодирования. «Сжатие информации»: коды Хаффмена. Помехоустойчивое кодирование: геометрические коды, коды Хэмминга.
20. Элементы вычислительной геометрии: поиск выпуклой оболочки, поиск ближайших точек.
21. NP-полнота. Полиномиальное время. NP-полнота и приводимость. NP-полные задачи.



Основная профессиональная образовательная программа  
01.03.01 Математика  
(Математика, алгоритмы и анализ данных)

- Лабораторные занятия с использованием активных форм, в частности, - технологий проблемного обучения. Основной тип проблемных ситуаций - *решение учебных проблем*, чем обеспечивает сознательность, глубина и прочность знаний, повышение уровня самостоятельности обучаемых, выработка у них способности к актуализации ранее полученных и вновь приобретаемых знаний.

- Одной из составляющих учебного процесса является обязательное применение программных продуктов: компиляторы для решения практической реализации учебных задач;

#### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа учащихся проводится на следующих уровнях:

- а) освоение теоретического материала по текстам лекций, либо работа с литературой.
- б) выполнение текущих домашних заданий по устному и письменному решению задач;
- б) практическое решение индивидуальных задач, выдаваемых каждому учащемуся на контрольных работах (собеседованиях). Задание предполагает выполнение студентами двух составляющих частей работы: 1) Письменная часть, предназначенная для описания теоретической модели – проверяется непосредственно в аудитории. 2) Составление и отладка программы для ЭВМ в качестве реализации – частично в аудитории, завершение при домашней подготовке. Проверка результатов работы проходит на устных собеседованиях, проводимых в течение семестра.

#### **7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Оценочные средства промежуточного контроля: самостоятельные работы по материалам лекций, решение задач в аудитории, проверка домашних заданий, контрольные работы (собеседования).

По результатам первого семестра проводится зачет. Для получения зачета студенту необходимо изложить материал по одному теоретическому вопросу и решить задачу, предполагающую создание программы для ЭВМ. Студент может быть освобожден от практической части в случае отличного выполнения всех заданий контрольных работ (собеседований) в течение семестра.

По результатам второго семестра проводится экзамен. На экзамене студенту необходимо изложить материал по двум теоретическим вопросам и решить задачу, предполагающую создание программы для ЭВМ. Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент демонстрирует минимальный базовый уровень усвоения дисциплины: излагает основные понятия теоретических вопросов, демонстрирует возможность решения задачи в идейном плане. Оценка «удовлетворительно» полное изложение теоретического материала и практическое решение задачи (возможно в частном случае либо с некоторыми недочетами). Оценка «отлично»: полное изложение и демонстрация полного решения задачи.

#### **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

##### **Основная литература:**

- 1) Костюкова, Н.И. Комбинаторные алгоритмы для программистов / Н.И. Костюкова. - 2-е изд., исправ./ - М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 217 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429067> (10.03.2016).
- 2) Гагарина, Л.Г. Алгоритмы и структуры данных : учебное пособие / Л.Г. Гагарина, В.Д. Колдаев. - М. : Финансы и статистика, 2009. - 304 с. : табл., схем. - ISBN 978-5-279-03351-5 ;



Основная профессиональная образовательная программа  
01.03.01 Математика  
(Математика, алгоритмы и анализ данных)

То же [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=225965> (10.03.2016).

3) Мейер, Б. Инструменты, алгоритмы и структуры данных / Б. Мейер. - 2-е изд., испр. - М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 543 с. : схем., ил. - Библиогр. в кн. ;

То же [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429033> (10.03.2016).

4) Ильев, В.П. Комбинаторные задачи на графах : учебное пособие / В.П. Ильев. - Омск : Омский государственный университет, 2013. - 80 с. - ISBN 978-7779-1668-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=237294> (10.03.2016).

5) Алексеев, В.Е. Структуры данных. Модели вычислений / В.Е. Алексеев, В.А. Таланов. - 2-е изд., исправ. - М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 248 с. : схем., ил. - (Основы информационных технологий). - Библиогр. в кн. - ISBN 5-9556-0066-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428782> (14.03.2016).

*Задачники (по алгоритмам):*

1) Шень, А.Х. Практикум по методам построения алгоритмов : курс / А.Х. Шень. - М. : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2009. - 289 с. ; То же [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234674> (10.03.2016).

2) Ларина, Э.С. Решение олимпиадных задач по информатике / Э.С. Ларина. - 2-е изд., исправ. - М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 167 с. : схем., ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428806> (10.03.2016).

**Дополнительная литература:**

1. Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. Алгоритмы: построение и анализ. М: «Вильямс», 2005.

2. А. Ахо, Дж. Хопкрофт, Д. Ульман. Структуры данных и алгоритмы. М: «Вильямс», 2010.

3. А. Шень. Программирование: теоремы и задачи. М: МЦНМО, 2011.

4. Н. Вирт. Алгоритмы + структуры данных = программы. Москва, Мир, 1977.

5. Кнут, Дональд Эрвин. Искусство программирования : пер. с англ. / Д. Э. Кнут ; под общ. ред. Ю. В. Козаченко. — 3-е изд. — М. : Вильямс, 2004.

- Т. 1: Основные алгоритмы. — 2004. — 720 с. : ил. — ISBN 5-8459-0080-8 ((рус.)) — ISBN 0-201-89683-4.

- Т. 2: Получисленные алгоритмы. — 2003. — 832 с. : ил. — ISBN 5-8459-0081-6 ((рус.)) — ISBN 0-201-89684-2 ((англ.)) .

- Т. 3: Сортировка и поиск. — 2003. — 832 с. : ил. — ISBN 5-8459-0082-4 ((рус.)) — ISBN 0-201-89685-0 ((англ.)).

6. Р. Хэмминг. Теория кодирования и теория информации. М: Радио и связь, 1983.

7. Ф. Препарата, М. Шеймос. Вычислительная геометрия: Введение. М: Мир, 1989.



Основная профессиональная образовательная программа  
01.03.01 Математика  
(Математика, алгоритмы и анализ данных)

---

*Язык программирования C, C++*

8. Седжвик, Р. Алгоритмы на C++ / Р. Седжвик. - 2-е изд., испр. - М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 1773 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429164> (10.03.2016).
9. Костюкова, Н.И. Программирование на языке Си. Методические рекомендации и задачи по программированию / Н.И. Костюкова. - Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2003. - 160 с. - ISBN 5-94087-104-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57176> (10.03.2016).
10. Подбельский, В.В. Стандартный Си++ : учебное пособие / В.В. Подбельский. - М. : Финансы и статистика, 2008. - 688 с. - ISBN 978-5-279-03243-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=226131> (10.03.2016).
11. Царев, Р.Ю. Программирование на языке Си : учебное пособие / Р.Ю. Царев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. - 108 с. : табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-7638-3006-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364601> (10.03.2016).
12. Слабнов, В.Д. Программирование на C++ : лекции / В.Д. Слабнов ; Институт экономики, управления и права (г. Казань). - Казань : Познание, 2012. - 136 с. : табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-8399-0386-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364222> (10.03.2016).

*Язык программирования Pascal*

13. Абрамян, М.Э. Практикум по программированию на языке Паскаль: массивы, строки, файлы, рекурсия, линейные динамические структуры, бинарные деревья : учебное пособие / М.Э. Абрамян ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет». - Изд. 7-е, перераб. и доп. - Ростов-н/Д : Издательство Южного федерального университета, 2010. - 277 с. : ил. - ISBN 978-5-9275-0801-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240952> (10.03.2016).
14. Андреева, Т.А. Программирование на языке Pascal : учебное пособие / Т.А. Андреева. - М. : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2006. - 234 с. - (Основы информационных технологий). - ISBN 5-94774-405-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232980> (10.03.2016).
15. Александрова, Л.В. Основы программирования на языке Паскаль : учебно-методическое пособие / Л.В. Александрова, А.М. Мардашев, Е.Н. Матюхина. - М. : Российский университет дружбы народов, 2013. - 116 с. : ил., схем. - ISBN 978-5-209-05118-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=226863> (10.03.2016).
16. Комарова, Е.С. Практикум по программированию на языке Паскаль : учебное пособие / Е.С. Комарова. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - Ч. 1. - 85 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-4914-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=426942> (10.03.2016).





Основная профессиональная образовательная программа  
01.03.01 Математика  
(Математика, алгоритмы и анализ данных)

---

Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет»  
<https://uni.ivanovo.ac.ru>

**Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru);  
<http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/ebs-universitetskaya-biblioteka>
2. Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/elibnew>
3. Электронный каталог НБ ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek>
4. <http://window.edu.ru> (единое окно доступа к образовательным ресурсам)
5. <http://10.1.1.39/> (доступ из локальной сети университета к электронной библиотеке математического факультета)
6. <http://www.mathnet.ru/> (Общероссийский математический портал)

**Программное обеспечение:**

операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office и(или) LibreOffice, интернет-браузер Microsoft Edge и(или) Yandex Browser.

Компиляторы языков программирования: C++, Pascal.

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории:

- для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;

- для проведения занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения;

Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации.



Основная профессиональная образовательная программа  
01.03.01 Математика  
(Математика, алгоритмы и анализ данных)

**Автор(ы) рабочей программы дисциплины:** доцент кафедры фундаментальной математики, к.ф.-м.н. Кононенко П.Г.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры фундаментальной математики  
«1» сентября 2023 г., протокол № 1

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Согласовано:  
Руководитель ОП \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(подпись)

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Согласовано:  
Руководитель ОП \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(подпись)

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Согласовано:  
Руководитель ОП \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(подпись)