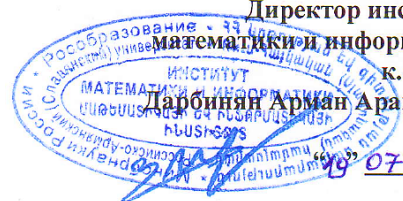


# ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Составлен в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по направлению 01.03.02 Прикладная математика и информатика и Положением «Об УМКД РАУ».

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института  
математики и информатики  
к.ф.-м.н.,  
Дарбинян Арман Араикович



07 2023г.

**Институт Математики и информатики**

**Кафедра: Математической кибернетики**

**Автор(ы): к.ф.-м.н., и.о.профессора Тоноян Рафик Ншанович**

## **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС**

**Дисциплина: Б1.О.21 «Комбинаторные алгоритмы»**

**Направление: «Прикладная математика» 01.03.02**

**ЕРЕВАН**

## Аннотация

В курсе излагаются основы теории комбинаторных алгоритмов. Рассматриваются алгоритмы поиска, задачи сортировки, турнирные задачи, оптимизационные задачи на графах, принцип динамического программирования, алгоритмы вычислительной геометрии, Дается понятие классов P, NP, сводимости комбинаторных задач, полиномиально-приближенных алгоритмов и элементов теории матроидов.

### 1. Требования к исходным уровням знаний и умений студентов

Студенты должны владеть основными разделами дискретной математики и структур данных в объеме программы специальности.

### 2. Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины: ознакомить студентов с основными методами построения и анализа комбинаторных алгоритмов, а также с возможностями их применения для решения практических задач.

Задачи дисциплины: привить студентам навыки разработки и анализа комбинаторных алгоритмов и умение применять их для решения практических задач.

### 3. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

После прохождения дисциплины студент должен:

- *Знать:* основы теории комбинаторных алгоритмов.
- *Уметь:* применять методы теории комбинаторных алгоритмов для решения практических задач.
- *Владеть:* навыками решения практических задач, связанных с разработкой комбинаторных алгоритмов.

### 4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы по учебному плану

Виды учебной работы	Всего, в акад. часах	Распределение по семестрам					
		4 сем	5 сем	6 сем	7 сем.	10 сем	11 се м.
<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
<b>1.Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам , в т. ч.:</b>							
1.1.Аудиторные занятия, в т. ч.:	<b>216</b>	<b>72</b>	<b>144</b>				
1.1.1.Лекции	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>36</b>				
1.1.2.Практические занятия, в т. ч.	<b>36</b>		<b>36</b>				

1.1.2.1. Обсуждение прикладных проектов							
1.1.2.2. Кейсы							
1.1.2.3. Деловые игры, тренинги							
1.1.2.4. Контрольные работы							
1.1.3. Семинары							
1.1.4. Лабораторные работы							
1.1.5. Другие виды аудиторных занятий							
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	27	9	18				
1.2.1. Подготовка к экзаменам							
1.2.2. Другие виды самостоятельной работы, в т.ч. (можно указать)							
1.2.2.1. Письменные домашние задания							
1.2.2.2. Курсовые работы							
1.2.2.3. Эссе и рефераты							
1.3. Консультации							
1.4. Другие методы и формы занятий **							
1.5. Кредиты	6	2	4				
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет/указать)	Экз.	Экз.	Экз.				

#### 5. Распределение весов по формам контроля (и для I семестра, и для II семестра)

Формы контролей	Веса форм текущих контролей в результирующих оценках текущих контролей	Веса форм промежуточных контролей в оценках промежуточных контролей	Веса оценок промежуточных контролей и результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей	Веса итоговых оценок промежуточных контролей в результирующей оценке промежуточных контролей	Веса результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля
-----------------	--	---	--	--	---

										й	
<b>Вид учебной работы/контроля</b>	<b>М1<sup>1</sup></b>	<b>М2</b>	<b>М3</b>	<b>М1</b>	<b>М2</b>	<b>М3</b>	<b>М1</b>	<b>М2</b>	<b>М3</b>		
Контрольная работа						1					
Тест											
Курсовая работа											
Лабораторные работы											
Письменные домашние задания			1								
Реферат											
Эссе											
<i>Другие формы (Указать)</i>											
<i>Другие формы (Указать)</i>											
Весы результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей									0.4		
Весы оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей									0.6		
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей											
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей											
Вес итоговой оценки 3-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей										1	
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля											0.4
<b>Экзамен/зачет (оценка итогового контроля)</b>											0.6 (Экзамен/Зачет)
	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$

<sup>1</sup> Учебный Модуль

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Тематический план и трудоемкость аудиторных занятий (Модули, разделы дисциплины и виды занятий) по учебному плану

Разделы и темы дисциплины	Всего ак. часов	Лекции, ак. часов	Практ. занятия, ак. часов	Семина-ры, ак. часов	Лабор, ак. часов	Другие виды занятий, ак. часов
<b>четвертый семестр</b>	<b>3=4+5 +6+7 +8</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
Тема 1. Основные задачи курса комбинаторных алгоритмов. Алгоритмы поиска. Сложность алгоритма. Построение оптимальных алгоритмов для задач: нахождение фальшивой монеты, нахождение элемента множества, максимума унимодулярных функции, проверки равенства множеств,	<b>8</b>	<b>8</b>				
Тема 2. Турнирные задачи: нахождение первого и второго места, первого второго и третьего места, первого и последнего места в турнире. Задачи сортировки. Почти оптимальные алгоритмы сортировки. Нахождение k-ого элемента. Внешняя сортировка.	<b>10</b>	<b>10</b>				
Тема 3. Оптимизационная задача на графах. Алгоритмы Прима, Краскала, Дейкстры, Флойда. Задача Штейнера на плоскости. Метод динамического программирования: максимальная возрастающая подпоследовательность, умножение цепочки матриц, разбиение выпуклого многоугольника, задача о стеклянных шарах, пакетная обработка данных, оптимальное распределение ресурсов, задача о палиндроме.	<b>8</b>	<b>8</b>				

Тема 4. Задачи вычислительной геометрии.Треангуляция многоугольника. Алгоритмы построения выпуклой оболочки: Джервис, Грэхем, Разделяй и властвуй Крикпатрик-Зейдель. Диаграмма Вороного.	8	8	8			
<b>Пятый семестр</b>						
Тема 5. Сводимость комбинаторных проблем.Задачи: Выполнимость,клика, вершинное покрытие, покрытие множества, целочисленное программирование, комивояжер, гамильтонов цикл, раскраска графа.рюкзак, разбиение,	16	8	8			
Тема 6. Приближенные полиномиальные алгоритмы для NP-трудных задач ( задача комивояжера, задача о рюкзаке, покрытие множества, вершинное покрытие,раскраска вершин графа, кластеризация, задача Штейнер).Задачи расписания.	32	16	16			
Тема 7. Матроиды. Аксиомы независимости. Примеры матроидов (графовый матроид, матроид паросочетаний, матроид трансверселей). Аксиомы ранга. Аксиомы баз.Двойственный матроид. Оптимизационные задачи на матроидах. Теорема Рамо-Эдмонса	20	10	10			
<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>72</b>	<b>36</b>			

## **5.2 Содержание разделов и тем дисциплины:**

**Тема 1.** Основные задачи курса комбинаторных алгоритмов.

Алгоритмы поиска, представление деревом, сложность алгоритма. Построение наилучшего алгоритма для решения некоторых задач: поиск элемента упорядоченного множества, задача о фальшивой монете, проверка равенства множеств.

**Тема 2.** Задачи сортировки: описание основных алгоритмов и оценка сложности. Понятие о внешней сортировке.

Турнирные задачи: определение участников, занявших а) первое и последнее, б) первое и второе, в) первое, второе и последнее места.

**Тема 3.** Оптимизационные задачи на графах: задачи определения кратчайшего пути в орграфе, кратчайшей цепи в графе и задачи, связанные с остовыми деревьями. Метод динамического программирования.

**Тема 4.** Некоторые задачи вычислительной геометрии: триангуляция многоугольника, алгоритмы построения выпуклой оболочки.

Тема 5. Сводимость комбинаторных задач. Понятие о полиномиальной сводимости задач: целочисленное программирование, покрытие множества, коммивояжер, рюкзак, раскраска графа и т.п. Понятие о классах P и NP.

Тема 6, Построение приближенных полиномиальных алгоритмов для некоторых NP-трудных задач: задача коммивояжера, покрытие множества, вершинное покрытие и др.

Тема 7. Матроиды: примеры матроидов, разные аксиоматические матроидах.е определения, оптимизационные задачи на

### **5.3 Экзаменационные ( и или зачетные) вопросы и тесты.**

1. Определение и свойства 2-дерева..
2. Дерево поиска, сложность алгоритма. Задача нахождения радиоактивного шара.
3. Сложность наилучшего алгоритма поиска элемента множества.
4. Поиск фальшивой монеты (оценка снизу).
5. Поиск фальшивой монеты (общий случай) на примере  $N=13$ .
6. Алгоритм сортировки со вставками.
7. Алгоритм сортировки со слиянием.
8. Оценка оптимального алгоритма сортировки со слиянием.
9. Динамическое программирование. Алгоритм нахождения самой длинной возрастающей последовательности.
10. Динамическое программирование. Задача нахождения самой длинной общей подпоследовательности.
11. Динамическое программирование. Задача умножения матриц.
12. Задача об оптимальном распределении ресурсов.
13. Поведение жадного алгоритма для непрерывной и дискретной задач о рюкзаке.
14. Алгоритм нахождения минимального покрывающего дерева взвешенного графа.
15. Алгоритм Дейкстры.
16. Алгоритмы триангуляции многоугольника.
17. Алгоритмы построения выпуклой оболочки.
18. Определение классов P и NP. Понятие полиномиальной сводимости. Теорема Кука (без доказательства).

18. Эквивалентность задач. Выполнимость и 3-выполнимость, 3-выполнимость и 3-раскраска, выполнимость-клика, коммивояжер-ЦЛП, 0-1 рюкзак-разбиение.

19. Класс P, примеры задач P.

## **6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.**

### **6.1. Основная литература**

1. А.Ахо, Д.Уильям. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. М, Мир, 1979.
2. С.Даступта, Х.Пападимитриу, У.Вазирану. Алгоритмы. МЦНМО. 2014.

3. Д.Кнут. Искусство программирования для ЭВМ, т.3, Сортировка и поиск. М, 2004
4. А.Кононов, П.Кононова. Приближенные алгоритмы для NP–трудных задач. Нов. 2014
5. Н.Кузюрин, П.Фомин. Эффективные алгоритмы и сложность вычислений. М. 2008
6. Х.Пападимитриу, К.Стейглиц. Комбинаторная оптимизация. Алгоритмы и их сложность. М, Мир, 1985.
7. Э.Рейнгольд, К.Стейглиц. Комбинаторные алгоритмы. Теория и практика. М, Мир, 1980.
8. Ռ.Ն.Տոնյան. Կոմբինատորային ալգորիթմներ. Երևան, ԵՊՀ, 2000թ.

## 6.2. Дополнительная литература

1. М.Свами, К.Тхуласариман. Графы, сети и алгоритмы. М, Мир, 1980..
2. М.Гэри, Д.Джонсон. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. М., Мир, 1982..
3. Т.Н. Cormen, С.Е. Leiserson, R.I. Rivest, С. Stein. Introduction to Algorithms. The MIT Press, 2001.
4. V. Vazirani. Approximation Algorithms. Springer. 2000

**Учебная программа одобрена кафедрой Математической кибернетики.**

Зав. кафедрой: Арамян Р.Г



(подпись)