


**ГОУ ВПО Российско-Армянский (Славянский)  
университет**

Утверждено  
Директор Института  
Математики и Информатики  
Дарбинян А.А.  
«18» июня 2024, протокол №15



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины: Математические методы анализа алгоритмов**

**Автор (ы) к.ф.-м.н., доцент Тоноян Рафик Ншанович**  
*Ф.И.О, ученое звание (при наличии), ученая степень (при наличии)*

**Направление подготовки: «Прикладная математика и информатика»  
01.03.02**

# 1. АННОТАЦИЯ

## 1.1. Краткое описание содержания данной дисциплины;

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. Кредиты - 6, общая трудоемкость изучения дисциплины -216 часа, форма итогового контроля: экзамен.

## 1.2. Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана специальности

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

## 1.3. Результаты освоения программы дисциплины:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенций	Наименование индикатора достижений компетенций
ПК-2	способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	ПК- 2.1 ПК- 2.2 ПК- 2.3	Знать основные современные методы математического аппарата, их сильные и слабые стороны Уметь применять основные современные методы математического моделирования в программах Владеть опытом в определении направления их усовершенствования
УК-2		УК- 2.1 УК- 2.2	"Знает подходы в постановке задач для достижения

		УК- 2.3	<p>поставленной цели, обладает знаниями в выборе оптимальных способов их решения"</p> <p>"Умеет, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, выбирать оптимальные способы решения задач в профессиональной области для достижения поставленной цели"</p> <p>"Владеет навыками определения круга профессиональных задач в рамках поставленной цели; выбором оптимальных способов их решения с учетом действующих правовых норм и имеющихся ресурсов"</p>
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>УК- 1.1</p> <p>УК- 1.2</p> <p>УК- 1.3</p>	<p>"Знает как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации для решения поставленных профессиональных задач"</p> <p>"Умеет применять системный подход на основе поиска, критического анализа и</p>

			<p>синтеза информации для решения задач профессиональной области"</p> <p>"Владеет навыками поиска, синтеза и критического анализа информации в своей профессиональной области; владеет системным подходом для решения поставленных задач"</p>
ПК- 7	<p>способностью к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения</p>	<p>ПК- 7.1</p> <p>ПК- 7.2</p> <p>ПК- 7.3</p>	<p>Знать методы и технологии разработки и применения системного и прикладного программного обеспечения</p> <p>Разрабатывать и применять алгоритмические и программные решения в области системного и прикладного программного обеспечения</p> <p>Владеть способностью разрабатывать и применять алгоритмические и программные решения в области системного и прикладного программного обеспечения</p>

## 2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

### 2.1. Цели 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.

### 2.2. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах и зачетных единицах)

Виды учебной работы	Всего, в акад. часах	Распределение по семестрам					
		— сем	5 сем	— сем	— сем.	— сем	— сем
1	3	4	5	6	7	10	11
<b>1.Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам , в т. ч.:</b>							
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	<b>216</b>		<b>216</b>				
1.1.1. Лекции	<b>70</b>		<b>70</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.:	<b>56</b>		<b>56</b>				

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. Контроль	64		54				
1.5. Кредиты	6		6				
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет/указать)	Экз.	.	Экз.				

### 2.3. Содержание дисциплины

#### 2.3.1. Тематический план и трудоемкость аудиторных занятий (модули, разделы дисциплины и виды занятий) по рабочему учебному плану

Разделы и темы дисциплины	Всего ак. часов	Лекции, ак. часов	Практ. занятия, ак. часов	Семинары, 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: нахождения фальшивой монеты, нахождения элемента множества, максимума унимодулярных функции, проверки равенства множеств,	10	10				
Тема 2. Турнирные задачи: нахождение первого и второго места, первого второго и третьего места, первого и последнего места в турнире. Задачи сортировки. Почти	10	10				

оптимальные алгоритмы сортировки. Нахождение k-ого элемента. Внешняя сортировка.						
Тема 3. Оптимизационные 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>10</b>	<b>10</b>				
Тема 4. Задачи вычислительной геометрии. Треангуляция многоугольника. Алгоритмы построения выпуклой оболочки: Джервис, Грэхем, Разделяй и властвуй Крикпатрик-Зейдель. Диаграмма Вороного.	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>8</b>			
<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,	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>8</b>			
Тема 6. Приближенные полиномиальные алгоритмы для NP-трудных задач ( задача комивояжера, задача о рюкзаке, покрытие множества, вершинное покрытие, раскраска вершин графа, кластеризация, задача Штейнера). Задачи расписания.	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>			

Тема 7. Матроиды.  Аксиомы независимости. Примеры матроидов (графовый матроид, матроид паросочетаний, матроид трансверсалей).  Аксиомы ранга. Аксиомы баз. Двойственный матроид. Оптимизационные задачи на матроидах. Теорема Рамо-Эдмонса	20	10	10			
ИТОГО	108		108			

### 2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

**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 гафах: 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 аксиоматически 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).
19. Эквивалентность задач. Выполнимость и 3-выполнимость, 3-выполнимость и 3-раскраска, выполнимость-клика, коммивояжер-ЦЛП, 0-1 рюкзак-разбиение.
20. Класс P, примеры задач P.

### **2.3.3. Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума**

Лекционные занятия по комбинаторным алгоритмам: Изучение основных концепций комбинаторики и алгоритмов, включая перечисление комбинаторных объектов, генерацию комбинаторных структур и алгоритмы для решения комбинаторных задач. Рассмотрение различных методов перебора и оптимизации комбинаторных алгоритмов.

Практические занятия по комбинаторным алгоритмам: Решение практических задач на основе конкретных комбинаторных структур и алгоритмов. Применение алгоритмов для решения задач на перечисление перестановок, сочетаний, разбиений и других комбинаторных объектов. Анализ эффективности алгоритмов с учетом временной и пространственной сложности.

### **2.3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Проектор, доска, мел

## **2.4. Модульная структура дисциплины с распределением весов по формам контролей**

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
	М1 <sup>1</sup>	М2	М3	М1	М2	М3	М1	М2	М3		
Вид учебной работы/контроля	М1 <sup>1</sup>	М2	М3	М1	М2	М3	М1	М2	М3		
Контрольная работа						1					
Тест											
Курсовая работа											
Лабораторные работы											
Письменные домашние задания			1								
Реферат											
Эссе											
<i>Другие формы (Указать)</i>											
<i>Другие формы (Указать)</i>											
Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей									0.4		
Веса оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей									0.6		
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей											

<sup>1</sup> Учебный Модуль

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)
	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$

**3. Теоретический блок (указываются материалы, необходимые для освоения учебной программы дисциплины)**

1. А.Ахо, Д.Уильям. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. М, Мир, 1979.
2. С.Даступта, Х.Пападимитриу, У.Вазирани. 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.Տոնոյան. Հմտորին տարաբանի սլգորիթմներ. Երևան, ԵՊՀ, 2000թ..
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. Vizirani. Approximation Algorithms. Springer. 2000

#### **4. Фонды оценочных средств**

Планы практических и семинарских занятий

Контрольные работы

Проектные работы

Домашние задания

Устные опросы

#### **5. Методический блок**

##### **5.1. Методика преподавания**

В основу методики преподавания и обучения положен тезис о том, что формирование профессиональных компетенций осуществляется в полном соответствии с диалектическим законом перехода количественных изменений в качественные. Для создания наилучших условий для действия этого закона, а также мотивации студентов применяются пять принципов: солидарности, объективности, основательности, актуальности и рационального использования времени. Принципы, с изложением их содержания, доводятся до студентов на первой лекции в ходе организационно-методических указаний.

Доступ к электронному курсу лекций избавляет студентов от необходимости тотальной записи излагаемого лекционного материала, что, в свою очередь, создаёт условия для продуктивной мыслительной работы. Текущий контроль осуществляется в ходе практических занятий: по итогам каждого занятия студенты оцениваются по трём составляющим: присутствие, выполнение домашнего задания, активность и проявленные знания в ходе самого занятия.

Итоговый контроль осуществляется в виде устного опроса на основе письменно изложенных студентом ответов на вопросы контрольного билета. Порядок оценивания разъясняется студентам в начале обучения и доводится до них в письменном виде в электронном формате.