

**УТВЕРЖДЕНА**

Ректор АНО ВО «Центральный  
университет»  
Е.В. Ивашкевич

**Рабочая программа дисциплины (модуля)  
«Алгоритмы и структуры данных. Часть 2»  
дополнительной профессиональной программы – программы  
профессиональной переподготовки «Академия data science»**

**Траектория: Backend-разработка**

**Москва  
2025**

## Содержание

<b>1. Краткая характеристика дисциплины (модуля) .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Тематический план .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Содержание дисциплины (модуля) .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Учебно-методическое обеспечение .....</b>	<b>5</b>
<b>5. Материально-техническое обеспечение .....</b>	<b>5</b>
<b>6. Методические и оценочные материалы .....</b>	<b>7</b>

## 1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины (модуля) «Алгоритмы и структуры данных» формирует у слушателей умение разрабатывать и создавать оптимизированные решения, что критически важно для производительности программного обеспечения. Кроме того, эти знания являются основой для дальнейшего изучения более сложных тем в области компьютерных наук и программирования.

**Цель изучения дисциплины (модуля):** формирование глубоких знаний и практических навыков применения алгоритмов графов, динамического программирования, обработки строк и теории чисел для решения сложных прикладных задач.

### **Задачи изучения дисциплины (модуля):**

- изучить алгоритмы обхода графов и методы поиска кратчайших путей с учетом различных вариантов решения;
- освоить динамическое программирование и мемоизацию как эффективные методы решения оптимизационных задач;
- познакомиться с синтаксисом регулярных выражений и научиться применять их для решения алгоритмических задач;
- изучить классические алгоритмы обработки строк и развить навыки эффективного поиска подстрок и других операций;
- ознакомиться с классическими алгоритмами теории чисел и их применением в криптографии, включая реализацию простейших алгоритмов обмена ключами.

### **В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:**

#### **знать:**

- алгоритмы обхода графов и поиска кратчайших путей;
- динамическое программирование как метод решения задач, мемоизация;
- синтаксис регулярных выражений и их применение в решении алгоритмических задач;
- различные алгоритмы работы со строками;
- классические алгоритмы теории чисел и их применение в криптографии.

#### **уметь:**

- использовать регулярные выражения для решения практических задач разработки;
- искать кратчайшие пути в графах, особенности и специфики различных вариантов решений;
- реализовывать простейшие алгоритмы обмена ключами для шифрования.

#### **владеть:**

- навыками эффективного решения задач поиска подстрок и других классических задач, связанных с обработкой строк;
- навыками применения классических алгоритмов из области теории графов, теории обработки строк и теории чисел в прикладных задачах.

## 2. Тематический план

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		Очная форма				
		Аудиторная работа		Контроль	Самостоятельная работа	
Лекции	Семинары (практические занятия)					
1	Динамическое программирование	4	4		13	Домашнее задание
2	Обходы графов	5	5		13	Домашнее задание
3	Кратчайшие пути в графах	5	5		13	Домашнее задание
4	Минимальные остовные деревья	5	5		13	Домашнее задание
5	Строковые алгоритмы	5	5		13	Домашнее задание
6	Вычислительная геометрия	5	5		13	Домашнее задание
7	Криптографические протоколы	5	5		14	Домашнее задание
	<i>Экзамен</i>			8		
	<b>Итого:</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>8</b>	<b>92</b>	
	<b>Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)</b>	<b>168</b>				

## 3. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Динамическое программирование	Понятие задачи динамического программирования. Линейное и квадратичное динамическое программирование. Задача о рюкзаке. Динамическое программирование на подотрезках.
2	Обходы графов	Основы теории графов DFS, BFS, 0-k BFS DFS на ориентированных графах DFS на неориентированных графах
3	Кратчайшие пути в графах	Алгоритм Дейкстры. Алгоритм A* Алгоритм Форда-Беллмана. Алгоритм Флойда-Уоршелла. Алгоритм Джонсона
4	Минимальные остовные деревья	Минимальные остовные деревья. Система непересекающихся множеств. Алгоритмы Прима и Крускала
5	Строковые алгоритмы	Задача поиска подстроки. Полиномиальное хеширование. Алгоритм Кнута-Морриса-Прата Конечные автоматы. Регулярные выражения. Бор. Автомат Ахо-Корасик
6	Вычислительная геометрия	Вычислительная геометрия: работа с геометрическими примитивами, проверка многоугольника на выпуклость, подсчет площади многоугольника Выпуклая оболочка на плоскости
7	Криптографические протоколы	Функция Эйлера. Первообразные корни. Основы криптографических алгоритмов. Алгоритмы Диффи-Хеллмана и система RSA

#### 4. Учебно-методическое обеспечение

Университет располагает полным набором лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, включая продукты отечественного производства.

Каждый слушатель в течение всего периода обучения получает индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде университета. Эти системы предоставляют возможность доступа к ресурсам из любой точки, где есть подключение к сети Интернет, как на территории университета, так и за его пределами.

Слушателям обеспечен удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

##### ***Основная литература:***

1. Методы оптимизации: теория и алгоритмы : учебник для вузов / А. А. Черняк, Ж. А. Черняк, Ю. М. Метельский, С. А. Богданович. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 354 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04103-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/559380>.

2. Сухарев, А. Г. Численные методы оптимизации : учебник и практикум для вузов / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 367 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17381-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562179>.

##### ***Дополнительная литература:***

1. Палий, И. А. Линейное программирование : учебник для вузов / И. А. Палий. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 175 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04716-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/563472>.

#### 5. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Изучение дисциплины (модуля) обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

- столами и стульями;
- компьютерной техникой;
- механическими калькуляторами;
- специализированным оборудованием, включая демонстрационное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и

обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Обучающимся предоставляется доступ (в том числе удаленный) к ресурсам информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронным ресурсам (в том числе электронным библиотечным системам, современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам):

№	Наименование портала (издания, курса, документа)	Ссылка
1.	Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp">https://elibrary.ru/defaultx.asp</a>
2.	База данных для IT-специалистов	<a href="https://habr.com">https://habr.com</a>
3.	База данных ScienceDirect	<a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a>
4.	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации	<a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>
5.	Федеральный портал «Российское образование»	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>
6.	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
7.	Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
8.	Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов	<a href="http://fcior.edu.ru/">http://fcior.edu.ru/</a>

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), в том числе комплект лицензионного программного обеспечения, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Наименование ПО	Производство	Лицензионное / свободно распространяемое
<b>Операционные системы:</b>		
Microsoft Imagine (Windows Client, Server)	зарубежное	лицензионное
<b>Браузеры:</b>		
Яндекс.Браузер	отечественное	свободно распространяемое
Google Chrome	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Офисные приложения:</b>		
Microsoft Imagine (Visio, OneNote)	зарубежное	лицензионное
TeXstudio	зарубежное	свободно распространяемое
Adobe Acrobat Reader	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Программное обеспечение для планирования и учета времени:</b>		
Toggle app	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Системы управления проектами:</b>		
Microsoft Imagine (Project)	зарубежное	лицензионное
<b>Системы управления базами данных:</b>		
Microsoft Imagine (SQL Server)	зарубежное	лицензионное
<b>Системы резервного копирования (backup):</b>		
Acronis Backup Advanced for HyperV	зарубежное	лицензионное
<b>Справочно-правовые системы:</b>		
КонсультантПлюс: справочно-правовая система	отечественное	лицензионное
<b>Средства антивирусной защиты:</b>		

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition	отечественное	лицензионное
<b>Среды разработки:</b>		
Visual Studio Code	зарубежное	свободно распространяемое
Bash (Unix shell)	зарубежное	свободно распространяемое
Anaconda	зарубежное	свободно распространяемое
Robotic Operating System	зарубежное	свободно распространяемое
CopelliaSim	зарубежное	свободно распространяемое
Google Colaboratory	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Пакеты программных средств и библиотек:</b>		
AutoPsy	зарубежное	свободно распространяемое
Interactive Disassembler (IDA)	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Системы управления библиографической информацией:</b>		
Zotero	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Сервисы и службы:</b>		
Bind	зарубежное	свободно распространяемое
Docker	зарубежное	свободно распространяемое

## 6. Методические и оценочные материалы

### Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «Алгоритмы и структуры данных» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, домашние задания, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

*Лекция* – систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера.

В процессе лекций рекомендуется вести конспект лекций: кратко и схематично фиксировать основные идеи, выводы и обобщения лекции; выделять важные мысли, ключевые слова и термины. Необходимо отметить вопросы или материалы, которые вызывают затруднения, и попытаться найти ответы в рекомендованной литературе. Если разобраться в материале не удастся, следует сформулировать вопрос и задать его преподавателю на консультации или во время семинарского (практического) занятия.

*Участие в семинаре (аудиторная работа)* – активная работа слушателя на семинаре, его ответы на вопросы преподавателя и участие в дискуссии.

Для успешного участия в семинаре слушателям рекомендуется заранее ознакомиться с темой обсуждения, прочитать необходимые материалы и подготовить вопросы. Важно активно слушать и вовлекаться в дискуссию, высказывая свои мнения и аргументируя их. При ответах на вопросы преподавателя стоит быть уверенным, четким и логичным, опираясь на изученный материал. Также полезно поддерживать диалог с однокурсниками, чтобы обогатить обсуждение и расширить свои знания.

*Домашнее задание* – набор задач по темам недели.

При работе над домашними заданиями важно внимательно ознакомиться с требованиями и сроками выполнения. Рекомендуется разбивать задания на этапы, чтобы избежать перегрузки и лучше усвоить материал. Использовать различные источники информации, включая учебники и онлайн-ресурсы, для более глубокого понимания темы.

*Самостоятельная работа* – работа слушателей, направленная на углубленное

Электронный документ

изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины (модуля).

В процессе самостоятельной работы слушатели взаимодействуют с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Задачи слушателя включают работу с конспектами лекций (обработка текста), повторное изучение учебных материалов планов и тезисов ответов, изучение дополнительных тем, выполнение учебно-исследовательских заданий и другое.

### **Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Оценивание уровня учебных достижений обучающихся по дисциплине (модулю) осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

**Промежуточная аттестация** по дисциплине (модулю) осуществляется в форме **экзамена**.

Для оценивания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом:

<b>Десятибалльная оценка</b>	<b>Пятибалльная оценка</b>	<b>Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)</b>
10	Отлично	Слушатель полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину (модуль). Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя ключевые моменты и устанавливая причинно-следственные связи. Четко формулирует ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные задачи. Слушатель хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами.
9	Отлично	
8	Отлично	
7	Хорошо	Слушатель обладает знаниями предмета почти в полном объеме рабочей программы и самостоятельно, логически последовательно и всесторонне отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее значимых моментах. Он умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя его ключевые аспекты и устанавливая причинно-следственные связи. Формулирует свои ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные ситуационные задачи. Слушатель хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами.
6	Хорошо	
5	Удовлетворительно	Слушатель обладает базовыми знаниями по дисциплине

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
4	Удовлетворительно	(модулю), но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути вопросов. Слушатель способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования.
3	Не сдан	Слушатель не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	
1	Не сдан	

Дисциплина (модуль) «Алгоритмы и структуры данных» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Описание
Домашние задания	60%	За каждое из заданий можно набрать 10 баллов
Экзамен	40%	Письменная или устная работа над заданием, направленным на проверку полученных знаний и навыков по дисциплине (модулю)

**Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Алгоритмы и структуры данных»:** « $0,6 \times$  среднее за домашние задания +  $0,4 \times$  экзамен».

# Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

## Примерные домашние задания

### Домашнее задание

#### Задача А. Верные подмножества

Имя входного файла:	стандартный ввод
Имя выходного файла:	стандартный вывод
Ограничение по времени:	1 секунда
Ограничение по памяти:	256 мегабайт

В классе есть  $N$  ребят, у каждого из которых есть свое уникальное число конфет. Пара школьников с числом конфет  $a$  и  $b$  соответственно готова делиться между собой, если  $a$  делится на  $b$  или  $b$  делится на  $a$  без остатка.

Назовем подмножество учеников класса *верным*, если два любых школьника в нем готовы делиться друг с другом, то есть для любой пары числа конфет  $a$  и  $b$  одно из них делится на другое.

Найдите наибольшее по числу ребят верное подмножество в классе.

#### Формат входных данных

В первой строке дано число  $N$  ( $1 \leq N \leq 10^3$ ) — число школьников в классе.

На второй строке даны  $N$  чисел  $a_i$  ( $1 \leq a_i \leq 2 \cdot 10^9$ ) через пробел — количество конфет у  $i$ -го ученика.

#### Формат выходных данных

Выведите на первой строке число  $M$  — размер самого большого верного подмножества. На второй строке  $M$  чисел через пробел — число конфет у каждого школьника в найденном подмножестве.

Если ответов несколько, выведите любой. Выводить количества конфет у школьников можно в любом порядке.

#### Примеры

стандартный ввод	стандартный вывод
3 1 2 3	2 2 1
4 1 2 4 8	4 8 4 2 1

#### Задача В. НОП

Имя входного файла:	стандартный ввод
Имя выходного файла:	стандартный вывод
Ограничение по времени:	1 секунда
Ограничение по памяти:	256 мегабайт

Даны две последовательности, требуется найти и вывести их наибольшую общую подпоследовательность.

#### Формат входных данных

В первой строке входных данных содержится число  $N$  — длина первой последовательности ( $1 \leq N \leq 1000$ ). Во второй строке заданы члены первой последовательности (через пробел) — целые числа, не превосходящие 10000 по модулю.

В третьей строке записано число  $M$  — длина второй последовательности ( $1 \leq M \leq 1000$ ). В четвертой строке задаются члены второй последовательности (через пробел) — целые числа, не превосходящие 10000 по модулю.

#### Формат выходных данных

Требуется вывести наибольшую общую подпоследовательность данных последовательностей, через пробел.

#### Пример

стандартный ввод	стандартный вывод
3 1 2 3 4 2 3 1 5	2 3

## Задача С. Альтернирующая последовательность

Имя входного файла: стандартный ввод  
Имя выходного файла: стандартный вывод  
Ограничение по времени: 1 секунда  
Ограничение по памяти: 256 мегабайт

Последовательность чисел  $a_1, \dots, a_n$  является *альтернирующей*, если выполнено одно из двух соотношений на элементы последовательности:  $a_1 < a_2 > a_3 < a_4 > \dots$  либо  $a_1 > a_2 < a_3 > a_4 < \dots$ .

Последовательность  $b_1, \dots, b_k$  называется подпоследовательностью  $a_1, \dots, a_n$ , если существуют такие индексы  $i_1 < i_2 < \dots < i_k$ , что  $b_j = a_{i_j}$ . Например, последовательность  $[1, 2, 3]$  является подпоследовательностью для  $[1, 2, 0, 3]$  и не является для  $[1, 3, 0, 2]$ .

Найдите наибольшую по длине *альтернирующую* подпоследовательность данной последовательности.

### Формат входных данных

В первой строке входного потока записано число  $n$ . Во второй строке записаны  $n$  ( $1 \leq n \leq 2000$ ) целых чисел  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  ( $|a_i| \leq 10^9$ ).

### Формат выходных данных

В первой строке выведите длину найденной подпоследовательности. На второй строке выведите саму подпоследовательность. Если таких последовательностей несколько, то выведите любую.

### Примеры

стандартный ввод	стандартный вывод
10 1 4 2 3 5 8 6 7 9 10	6 1 4 2 8 6 7
5 1 2 3 4 5	2 1 2
1 100	1 100

### Примерные вопросы для подготовки к экзамену

1. Что такое динамическое программирование и в каких случаях оно применяется?
2. Объясните разницу между линейным и квадратичным динамическим программированием.
3. Как решается задача поиска наибольшей общей подпоследовательности (НГП)?
4. Какова основная идея алгоритма для нахождения наибольшей возрастающей подпоследовательности?
5. Как осуществляется динамическое программирование на подотрезках? Приведите пример.
6. Какова задача поиска наибольшей подпоследовательности-палиндрома и как она решается?
7. Как решается задача о минимальном числе умножений в перемножении матриц с помощью динамического программирования?
8. Что такое динамическое программирование по подмножествам? Приведите пример.
9. Как решается задача о максимальной клике в графе с использованием динамического программирования?
10. Опишите алгоритм решения задачи коммивояжёра с помощью динамического программирования.
11. Что такое граф и какие основные его компоненты?
12. Каковы свойства деревьев и в чем их отличие от общих графов?
13. Как работает алгоритм обхода в глубину (DFS)? Приведите пример его применения.
14. Как осуществляется поиск цикла в графе с помощью DFS?
15. Что такое компоненты связности и как они выделяются в графе?
16. Объясните алгоритм Косарайю для нахождения компонент сильной связности.
17. Как строится дерево обхода при использовании DFS?

18. Каковы алгоритмы поиска мостов и точек сочленения в графе?
19. Как работает алгоритм обхода в ширину (BFS) и в чем его преимущества?
20. Каковы особенности работы с взвешенными графами и алгоритмами поиска кратчайшего пути?
21. Что такое модульная арифметика и как она применяется в криптографии?
22. Объясните, что такое кольцо  $Zm$  и его свойства.
23. Как осуществляется быстрое возведение в степень и в каких задачах оно используется?
24. Как работает алгоритм факторизации и какие методы для этого существуют?
25. Как найти обратный элемент в кольце  $Zp$ ?
26. Что такое функция Эйлера и как она вычисляется?
27. Объясните, что такое первообразные корни и их значение в криптографии.
28. Как работает алгоритм Диффи — Хеллмана для обмена ключами?
29. Как функционирует система RSA и какие шаги включает в себя её реализация?
30. Каковы основные принципы работы криптографических алгоритмов и их применение в современном мире?