

Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

О. М. Топоркова

АЛГОРИТМЫ И СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины
для студентов бакалавриата по направлению подготовки
09.03.03 Прикладная информатика

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2025

УДК 681.5

Рецензент

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры теории механизмов и машин и деталей машин ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» О. С. Витренко

Топоркова, О. М.

Алгоритмы и структуры данных: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студентов бакалавриата по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика / О. М. Топоркова. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2025. – 20 с.

В учебно-методическом пособии приведен тематический план по дисциплине и даны методические указания по её самостоятельному изучению, по подготовке к практическим занятиям, по подготовке и сдаче экзамена, по выполнению самостоятельной работы.

Пособие подготовлено в соответствии с требованиями утвержденной рабочей программы дисциплины направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика.

Табл. 5, список лит. – 7 наименований

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к использованию в качестве локального электронного методического материала в учебном процессе методической комиссией института цифровых технологий ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 24 июня 2025 г., протокол № 5

УДК 681.5

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2025 г.
© Топоркова О. М., 2025 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Введение.....	4
2 Тематический план.....	5
3 Содержание дисциплины	6
4 Методические указания по проведению практических занятий	9
5 Методические указания по проведению лабораторных занятий	10
6 Методические указания по выполнению самостоятельной работы.....	10
7 Методические указания по проведению занятий и освоению дисциплины	10
8 Требования к аттестации по дисциплине.....	12
8.1 Текущая аттестация	12
8.2 Промежуточная аттестация по дисциплине	14
9 Заключение	18
10 Библиографический список.....	18

1 ВВЕДЕНИЕ

Данное учебно-методическое пособие предназначено для студентов направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, изучающих дисциплину «Алгоритмы и структуры данных».

Целью освоения дисциплины является приобретение студентами способности формулировать требования, проектировать и разрабатывать программное обеспечение на языках высокого уровня.

Задачи изучения дисциплины:

- приобретение студентом навыков разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения;
- получение опыта использования методов построения и анализа алгоритмов при проектировании и разработке программных систем в рамках информационных систем и технологий.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- нотации записи алгоритмов, инвариантные к языкам высокого уровня, и методы анализа алгоритмов;

уметь:

- анализировать возможности алгоритмов и выбирать оптимальный вариант;

владеть:

- методами описания алгоритмов с целью их исследования, анализа и выбора.

Дисциплина «Алгоритмы и структуры данных» входит в состав профессионального модуля части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика.

Для успешного освоения дисциплины, в соответствии с учебным планом, ей предшествуют такие дисциплины, как: «Информатика и основы

программирования», «Программирование на языках высокого уровня», «Математические основы вычислительной техники и программирования».

Результаты освоения дисциплины могут быть использованы при выполнении выпускной квалификационной работы, а также в дальнейшей профессиональной деятельности.

Далее в пособии представлен тематический план, содержащий перечень изучаемых тем и отводимое на них аудиторное время (занятия в соответствии с расписанием). При формировании личного образовательного плана на семестр следует оценивать рекомендуемое время на изучение дисциплины.

В разделе «Содержание дисциплины» приведены подробные сведения об изучаемых вопросах, по которым можно ориентироваться в случае пропуска каких-то занятий.

В разделах с методическими указаниями приведены рекомендации по подготовке и выполнению практических заданий, по выполнению самостоятельной работы и прочие советы по освоению дисциплины. Каждая тема имеет ссылки на литературу (или иные информационные ресурсы), а также контрольные вопросы для самопроверки.

Раздел «Требования к аттестации по дисциплине» содержит описание обязательных мероприятий контроля самостоятельной работы и усвоения разделов или отдельных тем дисциплины. Далее изложены требования к завершающей аттестации – экзамену.

Помимо данного пособия, студентам следует использовать материалы, размещенные в соответствующем данной дисциплине разделе ЭИОС, в которые более оперативно вносятся изменения для адаптации дисциплины под конкретную группу.

2 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (ЗЕТ), т. е. 144 академических часа контактной (лекционных и практических занятий, а

также контрактной работы посредством электронной-информационно-образовательной среды) и самостоятельной работы студента, в том числе связанной с текущей и промежуточной (заключительной) аттестацией по дисциплине.

Формы аттестации по дисциплине:

очная форма, пятый семестр – экзамен;

заочная форма, третий семестр – контрольная работа, экзамен.

Тематический план лекционных занятий для очной и заочной формы обучения приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Тематический план лекционных занятий

Номер темы	Тема лекционного занятия	Объем учебной работы	
		очная форма, ч	заочная форма, ч
Тема 1	Введение в алгоритмы	2	2
Тема 2	Абстрактные типы данных	6	1
Тема 3	Алгоритмы поиска данных	6	1
Тема 4	Алгоритмы сортировки	6	2
Тема 5	Иерархические структуры данных	6	2
Тема 6	Хэширование данных	6	2
ИТОГО:		32	10

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Содержательно структура дисциплины представлена шестью тематическими блоками (темами).

Тема 1. Введение в алгоритмы

Перечень изучаемых вопросов

Свойства алгоритмов. Анализ алгоритмов. Псевдокод: простейшие операции, анализ средних и худших показателей, Асимптотическая нотация

Рекомендуемая литература: [1, гл. 1, 2]; [4, гл. 9]; [5, гл. 4]; [6].

Контрольные вопросы

1. Дайте определение алгоритма
2. Какие виды алгоритмов существуют?
3. Каковы свойства алгоритмов?
4. Что такое асимптотическая нотация?
5. Перечислите простейшие операции псевдокода для описания алгоритма.

Тема 2. Абстрактные типы данных

Перечень изучаемых вопросов

Вектор. Список. Стек. Очередь. Дек.

Рекомендуемая литература: [1, гл. 1]; [2, гл. 4]; [3]; [4, гл. 9, 10]; [5, гл. 5]; [6].

Контрольные вопросы

1. Понятие структуры данных. Классификация структур данных.
2. Статические структуры данных: векторы, массивы, множества, строки.
3. Общая характеристика динамических структур данных.
4. Связные списки, общие понятия.
5. Односвязные и двусвязные списки. Кольцевой список.
6. Рекурсивные структуры данных.

Тема 3. Алгоритмы поиска

Перечень изучаемых вопросов:

Наивный метод. Алгоритм Кнута-Морриса-Прата. Алгоритм Бойера-Мура. Алгоритм Рабина-Карпа.

Рекомендуемая литература: [1, гл. 2]; [4, гл. 12]; [6].

Контрольные вопросы

1. Алгоритмы поиска. Последовательный (линейный) поиск.
2. Индексно-последовательный поиск.

3. Дерево оптимального поиска.
4. Бинарный поиск. Эффективность бинарного поиска.
5. Оценка сложности алгоритмов в терминах «big O».
6. Поиск по бинарному дереву.

Тема 4. Алгоритмы сортировки

Перечень изучаемых вопросов

Подсчет. Включение. Метод Шелла. Извлечение. Пирамидальная сортировка. Обменная сортировка. Быстрая сортировка. Сортировка слиянием.

Рекомендуемая литература: [1, гл. 3]; [2].

Контрольные вопросы

1. Понятие сортировки. Методы сортировки.
2. Эффективность различных методов сортировки.

Тема 5. Иерархические структуры

Перечень изучаемых вопросов

Прохождение бинарных деревьев. бинарные деревья поиска: поиск заданного ключа, поиск минимума и максимума, предшествующий и последующий элементы, вставка и удаление. Сбалансированные деревья. Сильноветвящиеся деревья: Определение в-деревьев, поиск в в-дереве, Создание пустого в-деревя, Вставка ключа из в-деревя, удаление ключа из в-деревя.

Рекомендуемая литература: [1, гл. 3]; [5].

Контрольные вопросы

1. Графы и деревья.
2. Бинарные деревья. Основные операции с деревьями.

Тема 6. Хэширование данных

Перечень изучаемых вопросов

Таблицы с прямой адресацией. Хеш-таблицы. Хеш-функции. Методы разрешения коллизий

Рекомендуемая литература: [1, гл. 3]; [8].

Контрольные вопросы

1. Хэш-функции и хэш-таблицы.
2. Опишите методы разрешения коллизий.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тематический план и трудоемкость практических занятий приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ПЗ

Тема и содержание практического занятия	Очная форма, ч	Заочная форма, ч
Тема 1. Язык графических символов. Псевдокод. Асимптотическая нотация	2	1
Тема 2. Анализ средних и худших показателей	2	1
Тема 3. Изучение свойств и различий линейных структур	4	1
Тема 4. Изучение свойств и различий иерархических структур	4	1
Тема 5. Изучение способов организации хэшей	4	1
Тема 6. Изучение поисковых процедур в линейных структурах	4	1
Тема 7. Изучение процедур сортировки в линейных структурах	4	1
Тема 8. Изучение поисковых процедур в иерархических структурах	4	1
Тема 9. Изучение процедур модификации деревьев	4	2
ИТОГО:	32	10

5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

В соответствии с учебным планом по направлению подготовки бакалавриата 09.03.03 Прикладная информатика лабораторные занятия по данной дисциплине не предусмотрены.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа студентов по дисциплине, а также работа в ЭИОС университета может проводиться в компьютерных классах кафедры прикладной информатики, оснащенных персональными компьютерами с выходом в сеть Интернет.

Самостоятельная работа студента включает в себя освоение теоретического учебного материала (в том числе подготовка к практическим занятиям, оформление работ, подготовка к защите работ).

Наряду с проработкой лекционного материала и подготовкой к практическим занятиям, студент заочной формы обучения обязан выполнить индивидуальную контрольную работу

В качестве задания для контрольной работы студентов заочной формы обучения выбирается (по указанию преподавателя) вариант для составления и отладки программы, реализующей поставленную в варианте задачу (задания приведены в ФОС по данной дисциплине).

7 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЙ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного освоения дисциплины необходимо ознакомиться с основными принципами построения алгоритмов, с видами структур данных, с типовыми алгоритмами решения прикладных задач.

При разработке образовательной технологии организации учебного процесса основной упор сделан на соединение активной и интерактивной форм обучения. Интерактивная форма позволяет студентам проявить самостоятельность в освоении теоретического материала и овладении практическими навыками, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе.

При изучении дисциплины внимание студентов постоянно акцентируется не только на теоретическом аспекте алгоритмов, но и их практическом применении в современных информационных технологиях и системах.

Для планирования работы студента в начале семестра производится выдача тем для самостоятельного изучения, определяются источники информации и график проведения текущего контроля. В качестве источников информации рекомендуется наряду с учебными пособиями использовать периодические издания (журналы) из области профессиональной деятельности.

В ходе лекционных занятий студенту следует вести конспектирование учебного материала. При самостоятельном изучении заданных преподавателем тем рекомендуется вносить основные материалы по ним в тот же конспект лекций в соответствии с рекомендованным порядком следования учебного материала.

При проведении занятий в интерактивной форме важно участвовать в процессе обсуждения и решения, поставленных в рамках учебной дисциплины задач, задавать преподавателю вопросы с целью уяснения теоретических положений, области их применения, разрешения спорных ситуаций.

На лекциях и практических занятиях изложению нового материала предшествуют обсуждение предыдущей темы с целью восстановления и закрепления студентами изученного теоретического и практического материала, а также ответы на вопросы студентов. В конце лекции (практического занятия) выделяется время для ответов на вопросы по текущему материалу и его обсуждению. На практических занятиях используется разбор конкретных ситуаций разработки алгоритмов решения типовых задач

обработки данных, при этом студенты участвуют в коллективном обсуждении. Активность студентов и проявленные знания при обсуждении материала учитываются при текущей и промежуточной (заключительной) аттестации по дисциплине.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать специальную литературу.

8 ТРЕБОВАНИЯ К АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1 Текущая аттестация

Текущая аттестация (текущий контроль) проводится с целью оценки освоения теоретического учебного материала, в том числе в рамках самостоятельной работы студента (п. 6).

Контроль на лекциях и практических занятиях производится в виде тестирования или устного опроса.

Типовые контрольные вопросы для устного опроса по темам приведены в п. 3 настоящего пособия. Тестовые задания представлены в фонде оценочных средств (приложение к рабочей программе дисциплины).

Положительная оценка («зачтено») по результатам каждого контроля (опроса) выставляется в соответствии с универсальной системой оценивания, приведенной в таблице 3. В случае получения оценки «не зачтено» студент должен пройти повторный контроль по данной теме в ходе последующих консультаций.

Таблица 3 – Система оценок и критерии выставления оценки при прохождении контроля (опроса)

Критерий	Система оценок			
	«не зачтено»	«зачтено»		
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект

Текущий контроль в виде защиты практических заданий проводится на практических занятиях, целью которых является формирование умений и навыков по разработке алгоритмов решения типовых задач обработки данных различной структуры. Оценка результатов выполнения каждого практического задания производится при представлении студентом отчета по практическому занятию и на основании ответов студента на вопросы по тематике занятия. Студент, самостоятельно выполнивший задание, продемонстрировавший знание использованных им технических средств, алгоритмов и языков программирования задачи, получает по работе оценку «зачтено».

С целью контроля качества самостоятельной работы студентов заочной формы запланировано выполнение и защита контрольной работы. Система оценивания и критерии оценки контрольной работы приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Система оценивания и критерии оценки контрольной работы

Критерий	Система оценок			
	2	3	4	5
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные

Критерий	Система оценок			
	2	3	4	5
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	информации в рамках поставленной задачи		задачи	источники информации в рамках поставленной задачи
2 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задаче данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
3 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

8.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Промежуточная (заключительная) аттестация по дисциплине предусматривает проведение экзамена (экзаменационного тестирования).

К экзамену допускаются студенты:

– выполнившие и защитившие все предусмотренные практические задания (получившие положительную оценку по результатам практикума);

– выполнившие контрольную работу (получившие оценку «зачтено» по контрольной работе) – для студентов заочной формы.

Экзамен может проводиться как в традиционной форме, так и в виде экзаменационного тестирования.

Экзаменационный билет содержит два экзаменационных вопроса.

Примерный перечень экзаменационных вопросов по дисциплине

1. Понятие типов данных и структур данных.
2. Стандартные и пользовательские типы данных.
3. Классификация структур данных. Векторы и массивы как статистические структуры.
4. Записи и таблицы как статические структуры.
5. Понятие списковой структуры.
6. Стек. Операции над стеками.
7. Очередь. Операции над очередью.
8. Недостатки полустатической очереди, методы их исправления. Очередь со сдвигом.
9. Кольцевая полустатическая очередь. Операции над кольцевой очередью.
10. Дек, операции над деком.
11. Понятие динамических структур данных. Примеры.
12. Организация односвязных и двусвязных списков. Простейшие операции над односвязными списками.
13. Реализация стеков с помощью списков.
14. Создание и удаление элемента динамической структуры.
15. Очередь и операции над ней при реализации связными списками.

Примеры.

16. Вставка и извлечение элементов из списка. Сравнение с массивом.

Примеры.

17. Понятие рекурсивных структур данных. Деревья, их признаки и представления.

18. Алгоритм сведения m -арного дерева к бинарному.

19. Основные операции над деревьями, виды обхода.

20. Алгоритмы поиска, их назначение и структура.

21. Последовательный поиск и его эффективность.

22. Индексно-последовательный поиск.

23. Оптимизация поиска. Дерево оптимального поиска.

24. Метод оптимизации поиска путем перестановки в начало списка.

25. Метод транспозиции при оптимизации поиска.

26. Бинарный поиск.

27. Алгоритм создания упорядоченного бинарного дерева.

28. Поиск по бинарному дереву. Эффективность поиска по бинарному дереву.

29. Поиск по бинарному дереву с включением.

30. Поиск по бинарному дереву с удалением.

31. Алгоритмы прохождения бинарных деревьев.

32. Понятие сортировки, ее эффективность; классификация методов сортировки.

33. Сортировка методом прямого выбора.

34. Сортировка методом прямого включения.

35. Сортировка методом прямого обмена.

36. Быстрая сортировка.

37. Сортировка Шелла.

38. Сортировка с помощью бинарного дерева.

39. Сравнительный анализ эффективности методов сортировки.

40. Критерии оценки сложности алгоритма.

Тестовые задания для проведения экзаменационного тестирования приведены в фонде оценочных средств по дисциплине.

Система оценивания и критерии выставления оценок по экзамену (экзаменационному тестированию) приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Система оценок и критерии выставления оценки по экзамену (экзаменационному тестированию).

Критерий	Система оценок			
	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать и систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно-корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно-корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задаче данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

9 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Алгоритмы и структуры данных» для направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика приведен тематический план изучения дисциплины, методические указания по выполнению практических заданий и по самостоятельной работе, требования по текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

10 БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. Павлов, Л. А. Структуры и алгоритмы обработки данных: учебник для вузов / Л. А. Павлов, Н. В. Первова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 256 с. – ISBN 978-5-8114-7259-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/156929> (дата обращения: 30.05.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Скворцова, Л. А. Структуры и алгоритмы обработки данных: учебно-методическое пособие / Л. А. Скворцова, К. В. Гусев, С. М. Трушин. – Москва: РТУ МИРЭА, 2021. – 235 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/218699> (дата обращения: 30.05.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Гулаков, В. К. Структуры и алгоритмы обработки многомерных данных: монография / В. К. Гулаков, А. О. Трубаков, Е. О. Трубаков. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 356 с. – ISBN 978-5-8114-7965-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/169812> (дата обращения: 30.05.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Варфоломеева, Т. Н. Структуры данных и основные алгоритмы их обработки: учеб. пособие / Т. Н. Варфоломеева. – 2-е изд., стер. – Москва:

ФЛИНТА, 2023. – 159 с. – ISBN 978-5-9765-3691-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/348230> (дата обращения: 30.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

5. Царев, Р. Ю. Алгоритмы и структуры данных: учебник / Р. Ю. Царев, А. В. Прокопенко. – Сибирский федеральный университет. – Красноярск, 2016. – 204 с. – Университетская библиотека онлайн

6. Пантелеев, Е. Р. Алгоритмы и структуры данных: учеб. пособие / Е. Р. Пантелеев. – Иваново, Изд-во ИГЭУ, 2018 – 142 с. – Лань : электронно-библиотечная система.

7. Белик, А. Г. Алгоритмы и структуры данных: учеб. пособие / А. Г. Белик. – Омск, Изд-во ОмГТУ, 2011. – 104 с.

Интернет-ресурсы

Ссылки на журналы в области автоматизации технологических процессов и производств:

8. <https://practicum.yandex.ru/algorithms/>

9. <https://portal.tpu.ru/SHARED/o/OFOFANO/work/Tab2/up.pdf>

10. <https://habr.com/ru/articles/782088/>

Локальный электронный методический материал

Ольга Мстиславовна Топоркова

АЛГОРИТМЫ И СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

Редактор С. Кондрашова
Корректор Т. Звада

Уч.-изд. л. 1,1. Печ. л. 1,3.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1