

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт вычислительной математики и информационных технологий



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

_____ Турилова Е.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Алгоритмы и структуры данных

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Прикладная математика и информатика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Гайнутдинова А.Ф. (кафедра теоретической кибернетики, отделение фундаментальной информатики и информационных технологий), Aida.Gainutdinova@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-5	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
ПК-3	Способен разрабатывать, адаптировать и применять математические методы и модели для решения вычислительных задач

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- необходимость в построении эффективных алгоритмов, роль абстрактных структур данных при построении алгоритмов, как выбор структуры данных влияет на сложность реализации задачи;
- обладать теоретическими знаниями об основных структурах данных, уметь работать с динамическими структурами данных
- ориентироваться в вопросах оценки сложности алгоритмов, сравнивать различные способы реализации алгоритма по сложности

Должен уметь:

- ориентироваться в существующих методах анализа временной и ёмкостной сложности алгоритмов и методах эффективных алгоритмов,
- сравнивать различные способы реализации по сложности;

Должен владеть:

- теоретическими знаниями о методах анализа и проектирования алгоритмов, об основных структурах данных, уметь работать с динамическими структурами данных;

Должен демонстрировать способность и готовность:

- приобрести навыки эффективной реализации задач, требующих создания сложных структур данных, умения разбивать сложную задачу на составные части,
- анализировать связи между различными частями, использовать объектно-ориентированный подход.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.02 "Прикладная математика и информатика (Прикладная математика и информатика)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 72 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 54 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 18 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тель-ная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Предмет дисциплины: анализ качества алгоритмов и разработка методов построения эффективных алгоритмов. Меры сложности. Временная и емкостная сложности.	3	4	0	0	0	4	0	6
2.	Тема 2. Модели вычислений. Математические основы анализа алгоритмов.	3	4	0	0	0	4	0	6
3.	Тема 3. Структуры данных для представления некоторых математических объектов.	3	4	0	0	0	4	0	6
4.	Тема 4. Древоидная структура данных для задачи ОБЪЕДИНИТЬ - НАЙТИ.	3	4	0	0	0	4	0	6
5.	Тема 5. Сортировка данных. Внутренняя сортировка (массивов). Внешняя сортировка (последовательностей).	3	4	0	0	0	4	0	6
6.	Тема 6. Задача поиска	3	4	0	0	0	4	0	6
7.	Тема 7. Методы разработки алгоритмов.	3	4	0	0	0	4	0	6
8.	Тема 8. Алгоритмы на графах. Построение минимального остовного дерева. Задачи о кратчайших путях.	3	4	0	0	0	4	0	6
9.	Тема 9. Эквивалентность некоторых комбинаторных задач. Классы P и NP.	3	4	0	0	0	4	0	6
	Итого		36	0	0	0	36	0	54

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Предмет дисциплины: анализ качества алгоритмов и разработка методов построения эффективных алгоритмов. Меры сложности. Временная и емкостная сложности.

Необходимость анализа качества алгоритмов. Примеры и анализ задач, в которых выбор подходящей структуры данных позволяет улучшить качество алгоритма:

Ряд Фибоначи: пример, показывающий преимущество итеративного алгоритма (с использованием динамического программирования) перед рекурсивным аналогом .

ряд Фарей (использование линейных списков), лексикографическая сортировка.

Тема 2. Модели вычислений. Математические основы анализа алгоритмов.

Различные модели вычислений: Машина Тьюринга. РАМ- и РАСП- машины. Равномерный и логарифмический весовые критерии при оценке временной и емкостной сложности алгоритмов. Другие модели: неветвящиеся программы, битовые вычисления, деревья решений. Верхние оценки сложности: оценка в худшем случае, оценка в среднем, амортизированная оценка

Тема 3. Структуры данных для представления некоторых математических объектов.

Структуры данных для представления некоторых математических объектов. Представление последовательностей (линейные структуры данных: массив, линейный список, стек, очередь, дек), множеств, деревьев, графов и т.п. Обходы деревьев и графов в глубину и ширину. Копирование деревьев. Представление графов с использованием матриц смежности, линейных списков, нелинейных структур

Тема 4. Древоподобная структура данных для задачи ОБЪЕДИНИТЬ - НАЙТИ.

Различные способы описания задачи ОБЪЕДИНИТЬ - НАЙТИ. Древоподобная структура данных для задачи ОБЪЕДИНИТЬ - НАЙТИ. Различные подходы к решению задачи. Процедуры НАЙТИ и ОБЪЕДИНИТЬ и их модификации путем перестройки данных: сжатие пути и балансировка. Оценка сложности времени выполнения соответствующих алгоритмов.

Тема 5. Сортировка данных. Внутренняя сортировка (массивов). Внешняя сортировка (последовательностей).

Сортировка данных. Внутренняя сортировка (массивов). Нижние оценки сложности алгоритмов сортировки, основанных на сравнениях элементов. Элементарные методы сортировки: обмен, вставка, выбор. Улучшенные методы сортировки. Быстрая сортировка - упорядочение за среднее время $O(n \log n)$. Сортировка деревом упорядочение за время $O(n \log n)$ в худшем случае. Распределяющая сортировка. Сортировка слиянием и ее применение в алгоритмах внешней сортировки.

Тема 6. Задача поиска

Поиск и другие операции над таблицами. Последовательный поиск. Логарифмический поиск в статических таблицах. Деревья поиска. Задача балансировки деревьев. AVL деревья, красно-черные деревья, Splay - дерево, декартово дерево и его свойства. Хеширование. Выбор хэш функции. Различные алгоритмы хеширования.

Тема 7. Методы разработки алгоритмов.

Методы разработки алгоритмов. Алгоритмы 'разделяй и властвуй'. Примеры задач: алгоритм Карацубы быстрого умножения чисел. Динамическое программирование. Редакционное расстояние. Жадные алгоритмы. Алгоритм Хаффмена построения минимального кода. Переборные алгоритмы. Поиск с возвратом. Приближенные алгоритмы. Алгоритмы локального поиска.

Тема 8. Алгоритмы на графах. Построение минимального остовного дерева. Задачи о кратчайших путях.

Алгоритмы на графах. Построение минимального остовного дерева. Жадный алгоритм Крускала. Алгоритм Прима. Алгоритм Дейкстры. Оценки их временной сложности.

Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) и его свойства. Алгоритм быстрого преобразования Фурье. Применение алгоритма Фурье для задачи вычисления произведения многочленов.

Тема 9. Эквивалентность некоторых комбинаторных задач. Классы P и NP.

Эквивалентность некоторых комбинаторных задач. Недетерминированные вычисления. Классы P и NP. Проблема $P=NP$. Понятие NP-полной задачи. Задачи о выполнимости и 3-выполнимости. Полиномиальная сводимость комбинаторных задач. Использование сводимости для доказательства NP-полноты комбинаторной задачи. Некоторые NP-полные задачи.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Алгоритмы и структуры данных - <https://www.lektorium.tv/course/22823>

Основные структуры данных и алгоритмы -

<http://codenamecrud.ru/ruby-programming/common-data-structures-and-algorithms>

Школа анализа данных - <https://academy.yandex.ru/dataschool/>

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Алгоритмы и структуры данных ? Лекториум - www.lektorium.tv/course/22823

Алгоритмы и структуры данных поиска. Лекции и курсы ... - habrahabr.ru/company/yandex/blog/208716/

Инструменты, алгоритмы и структуры данных ? Интуит - www.intuit.ru/studies/courses/683/539/info

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Теоретический материал излагается на лекциях. Причем конспект лекций, который остается у студента в результате прослушивания лекции не может заменить учебник. Его цель формулировка основных утверждений и определений. Прослушав лекцию, полезно ознакомиться с более подробным изложением материала в учебнике. Список литературы разделен на две категории: необходимый для сдачи экзамена минимум и дополнительная литература. Изучение курса подразумевает не только овладение теоретическим материалом, но и получение практических навыков для более глубокого понимания разделов данной дисциплины на основе решения задач и упражнений, иллюстрирующих доказываемые теоретические положения, а также развитие абстрактного мышления и способности самостоятельно доказывать частные утверждения.
лабораторные работы	При выполнении лабораторных работ студент должен перед составлением программы выбрать алгоритм решения, подобрать подходящую структуру данных, обосновать эффективность выбранного алгоритма, и только после этого приступать к его реализации в виде программного продукта. При этом необходимо обратить внимание на этап отладки, подбора отладочных примеров.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоя- тельная работа	<p>В процессе самостоятельной работы необходимо обратить внимание на основные методы построения эффективных алгоритмов, разобраться в целесообразности применения того или иного подхода. Необходимо разобраться в различных подходах оценки качества алгоритмов, разобраться в различии нижних и верхних оценок сложности.</p>
экзамен	<p>Вопросы к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Обоснование выбора подходящей структуры данных на примере задачи. Ряд Фаррея. 2. Лексикографическая сортировка последовательностей одинаковой длины. 3. Задача "Объединить-Найти?". Решение задачи построения связной сети методом взвешенного быстрого объединения со сжатием пути. 4. Меры временной сложности алгоритмов. Оценки в среднем и в худшем случаях. 5. Амортизированное время работы. Оценка амортизационной сложности работы бинарного счетчика 6. Модели вычислений: Машина Тьюринга, РАСП, РАМ, неветвящиеся программы, деревья решений 7. Асимптотические обозначения времени выполнения программ. Оценки снизу, сверху, асимптотически точные. <p>Правило суммы и правило произведения</p> <ol style="list-style-type: none"> 8. Нижние оценки сложности. Нижние оценки сложности для задачи сортировки, построения выпуклой оболочки 9. Сводимость задач и ее свойства 10. Задача построения максимальной суммы для подпоследовательности заданной последовательности целых чисел. 11. Метод разделяй и властвуй. Основная теорема подсчета времени выполнения программы 12. Задача построения максимальной суммы для подпоследовательности заданной последовательности целых чисел. Метод последовательных уточнений 13. Труднорешаемые задачи. Недетерминированные вычисления. Вычисления с оракулом 14. Полиномиальная сводимость и ее свойства 15. Класс NP полных задач. Примеры 16. Абстрактные типы данных: последовательность, множество, отображение 17. Линейные структуры данных: массив, список, стек, очередь, дек. Способы представления данных, операции над ними 18. Нелинейные структуры данных: деревья, графы. Обходы деревьев в глубину и ширину 19. Элементарные методы сортировки: обмен, вставка, выбор. 20. Улучшенные методы сортировки (Шелла, Сортдеревом). 21. Улучшенные методы сортировки. Сортировка слиянием. 22. Двоичная куча. Алгоритм сортировки при помощи кучи. 23. Быстрая сортировка - упорядочение за среднее время $O(n \log n)$. 24. Задача поиска. Деревья бинарного поиска (ДБП). Операции над ними. 25. Задача поиска. Деревья, сбалансированные по высоте. Основные типы балансировки.. 26. Задача поиска. Красно-черные деревья. Задача балансировки для красно-черных деревьев. 27. АТД Словарь. Реализация словаря 2-3 деревьями. 28. Sprau-деревья 29. Хеширование, или метод вычисляемого адреса. Хеш-функции. Разрешение коллизий. 30. Быстрое преобразование Фурье. 31. Поиск подстроки в строке. Алгоритм Рабина-Карпа 32. Поиск подстроки в строке. Алгоритм Курта-Мориса-Пратта 33. Построение выпуклой оболочки методом Джарвиса 34. Построение выпуклой оболочки методом Грэхема 35. Построение выпуклой оболочки. Метод разделяй и властвуй 36. Задача построения выпуклой оболочки. Алгоритм Quick Hall 37. Алгоритмы "разделяй и властвуй?". Задача быстрого умножения чисел 38. Динамическое программирование. Алгоритм Дейкстры нахождения кратчайшего пути от источника 39. Жадные алгоритмы. Алгоритм Крускала построения остовного дерева 40. Жадные алгоритмы. Алгоритм Прима построения остовного дерева 41. Переборные алгоритмы. Поиск с возвратом. Задача разбиения числового множества на k подмножеств с одинаковыми суммами 42. Алгоритмы локального поиска. 43. Приближенные алгоритмы

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.02 "Прикладная математика и информатика" и профилю подготовки "Прикладная математика и информатика".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Прикладная математика и информатика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Основная литература:

1. Анализ и построение вычислительных алгоритмов (на примерах олимпиадных задач по программированию) [Текст: электронный ресурс] : методическое пособие / Пшеничный П. В., Тагиров Р. Р. ; Казан. гос. ун-т, Фак. вычисл. математики и кибернетики, Каф. систем. анализа и информ. технологий .- Казань : Казанский государственный университет, 2009. - 29 с. Режим доступа: http://libweb.kpfu.ru/ebooks/09-IVMIT/09_104_2009_000112.pdf
2. Разборов, А. А. Алгебраическая сложность : брошюра / А. А. Разборов. - Москва : МЦНМО, 2016. - 31 с. - ISBN 978-5-4439-3032-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/80160> (дата обращения: 13.12.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Структуры и алгоритмы обработки данных: Учебное пособие / Колдаев В.Д. - М.:ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 296 с. - (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-369-01264-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/418290>

Дополнительная литература:

1. Введение в методы и алгоритмы принятия решений: Учебное пособие / В.Г. Дорогов, Я.О. Теплова. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012. - 240 с. - (Высшее образование). ISBN 978-5-8199-0486-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/241287>
2. Бабенко, М.А. Введение в теорию алгоритмов и структур данных [Электронный ресурс] / М.А. Бабенко, М.В. Левин. - Электрон. дан. - Москва : МЦНМО, 2016. - 144 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/80136>
3. Абрамов, С.А. Лекции о сложности алгоритмов [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.А. Абрамов. - Электрон. дан. - Москва : МЦНМО, 2009. - 256 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/9273>

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Прикладная математика и информатика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.