

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Экономический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования, первый
проректор

_____ Г. А. Катгузов

подпись

«25» мая 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.23 Алгоритмизация и анализ сложности

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки: 27.03.03 Системный анализ и управление

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль):

Интеллектуальная бизнес-аналитика и управление экономическими процессами

(наименование направленности (профиля) / специализации)

Форма обучения: _____ очная _____

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация: бакалавр

Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины АЛГОРИТМИЗАЦИЯ И АНАЛИЗ СЛОЖНОСТИ составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 27.03.03 СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ (уровень высшего образования: бакалавриат)

Программу составил:

Л. К. Янковская, доцент кафедры МКМ, к.ф.-м.н, доц.



Рабочая программа дисциплины «Алгоритмизация и анализ сложности» утверждена на заседании кафедры (разработчика) математических и компьютерных методов протокол № 9 от 04.05.2022.

Заведующий кафедрой (разработчика) Лежнев А. В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук протокол № 5 от 05.05.2022.

Председатель УМК факультета Шмалько С. П.



Рецензенты:

Левочкин О.А., генеральный директор ЗАО «Сертификационный центр "Тест-СДН"»

Никитин Ю.Г., доцент кафедры теоретической физики и компьютерных технологий ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Развитие профессиональных компетентностей в области применения и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах при анализе реальных процессов и объектов с целью нахождения эффективных решений общенаучных и прикладных задач широкого профиля.

1.2 Задачи дисциплины.

- Развитие профессиональных компетентностей;
- актуализация и развитие знаний в области разработки алгоритмов программных комплексов и анализа их сложности;
- применение полученных знаний для разработки алгоритмов методов моделирования и анализа в области техники, технологии и организационных систем;
- развитие навыков реализации алгоритмов в программных комплексах для системного анализа и синтеза сложных систем в экономических науках.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Алгоритмизация и анализ сложности» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 2 курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: зачет. Для ее изучения необходимо усвоение материала дисциплин «Информатика» и «Компьютерный практикум». Изучение дисциплины «Алгоритмизация и анализ сложности» является базой для последующего изучения дисциплин «Теория и технология программирования» и «Программирование на языке Python».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций:

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-6 Способен разрабатывать методы моделирования, анализа и технологии синтеза процессов и систем, а также алгоритмы и программы, основанные на этих методах, пригодные для практического применения в области техники и технологии	
ИОПК-6.1 Разрабатывает и анализирует алгоритмы, пригодные для решения профессиональных задач	Зн. Знает современные методы и алгоритмы компьютерной математики
	У. Умеет применять современные алгоритмы компьютерной математики для решения прикладных задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности
	ТД. Владеет методами разработки и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Виды работ		Всего часов	Форма обучения
			очная 3 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:		41,2	41,2
Аудиторные занятия (всего):		34	34
Занятия лекционного типа		18	18
Лабораторные занятия		-	-
Практические занятия		16	16
Семинарские занятия		-	-
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		7	7
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:		66,8	66,8
Реферат (подготовка)		22	22
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям)		22	22
Подготовка к текущему контролю		22,8	22,8
Контроль:			
Подготовка к экзамену		-	-
Общая трудоемкость	час.	108	108
	в том числе контактная работа	41,2	41,2
	зач. ед	3	3

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре (2 курсе) (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Эффективные алгоритмы обработки данных	30	8	8	-	14
2.	Бинарные поисковые деревья	24	6	4	-	14
3.	Прикладные алгоритмы	24	4	4	-	16
	ИТОГО по разделам дисциплины:	78	18	16	-	44
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	7	-	-	-	7
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	-	-	-	0,2
	Подготовка к текущему контролю	22,8	-	-	-	22,8
	Общая трудоемкость по дисциплине	108	18	16	-	74

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Эффективные алгоритмы обработки данных	Структуры данных. Эффективные алгоритмы поиска. Алгоритмы сортировки массивов. Эффективные алгоритмы сортировки.	У
2.	Бинарные поисковые деревья	Сортировка и поиск с использованием деревьев. Страничные деревья поиска. Специальные методы сортировки и поиска.	У
3.	Прикладные алгоритмы	Хэширование. Рекурсивные алгоритмы.	У

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1	Эффективные алгоритмы обработки данных	Структуры данных.	ЛР
		Эффективные алгоритмы поиска.	ЛР
		Эффективные алгоритмы сортировки.	ЛР
		Алгоритмы пирамидальной и внешней сортировки.	ЛР
2	Бинарные поисковые деревья	Сортировка и поиск с использованием деревьев.	ЛР
		Специальные методы сортировки и поиска.	ЛР
3	Прикладные алгоритмы	Хэширование.	ЛР
		Рекурсивные алгоритмы.	ЛР

В данном подразделе, в табличной форме приводится описание содержания дисциплины, структурированное по разделам, с указанием по каждому разделу формы текущего контроля: устный опрос (У), выполнение индивидуального задания (ИЗ), защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), контрольной работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т), устного опроса (У), контрольной работы (К) и т.д.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы - не предусмотрены.

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Занятия лекционного и семинарского типа	Методические указания для подготовки к занятиям лекционного и семинарского типа. Утверждены на заседании Совета экономического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 1 от 30 августа 2018 года.. Режим доступа: https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya
2	Подготовка эссе, рефератов, курсовых работ.	Методические указания для подготовки эссе, рефератов, курсовых работ. Утверждены на заседании Совета экономического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 1 от 30 августа 2018 года.. Режим доступа: https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya
3	Выполнение лабораторных работ	Методические указания по выполнению лабораторных работ. Утверждены на заседании Совета экономического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 1 от 30 августа 2018 года.. Режим доступа: https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya
4	Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к текущему контролю, подготовка к экзамену)	Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся. Утверждены на заседании Совета экономического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 1 от 30 августа 2018 года.. Режим доступа: https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya
5	Интерактивные методы обучения	Методические указания по интерактивным методам обучения. Утверждены на заседании Совета экономического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 1 от 30 августа 2018 года. Режим доступа: https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, лабораторные занятия, проблемное обучение, разбор практических задач, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (разбора конкретных ситуаций, компьютерного эксперимента, аналитических работ) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Алгоритмизация и анализ сложности».

Оценочные средства включают контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме вопросов для устного опроса и защиты практических работ, разноуровневых заданий и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к зачету.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИОПК-6.1 Разрабатывает и анализирует алгоритмы, пригодные для решения профессиональных задач	З-1 Знает современные методы и алгоритмы компьютерной математики У-1 Умеет применять современные алгоритмы компьютерной математики для решения прикладных задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности У-2 Владеет методами разработки и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах	Реферат	Вопрос на зачете 1 – 13
			Практические работы 1 - 4	Вопрос на зачете 14 – 27
			Практические работы 5 - 8	Вопрос на зачете 28 - 41

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерный перечень вопросов и заданий

1. Понятие структуры данных стек, очередь, дек.
2. Представление в памяти структур данных стек, очередь, дек.
3. Задание структур данных стек, очередь, дек.
4. Основные операции над структурами данных стек, очередь, дек.
5. Достоинства и недостатки различного представления в памяти структур данных стек, очередь, дек.
6. Использование структур данных стек, очередь для решения задач.
7. Объясните, чем характеризуется сложность алгоритма.
8. Как оценивается асимптотическая сложность алгоритма.
9. Как получается верхняя оценка сложности алгоритма.
10. Объясните, отличаются ли и на сколько асимптотическая и верхняя оценка сложности алгоритма.
11. Укажите, какие функции используются для представления верхней оценки сложности алгоритма.
12. Опишите, у каких известных вам алгоритмов сложность является константной, а у каких – линейной.
13. Объясните, как оценивается сложность экспериментальным методом.

14. Укажите, совпадают ли результаты экспериментальной и верхней оценок и, если нет, то на сколько они отличаются.
15. Опишите, как влияет размер массива на временную сложность алгоритма.
16. Объясните, как влияет количество циклов повторения исследуемого алгоритма на погрешность определения времени его выполнения.
17. Понятие упорядочения.
18. Характеристика прямых методов сортировки: вставок, выбора, пузырька.
19. Сравнительная оценка сложности простых методов сортировки по числу сравнений и числу перемещений элементов.
20. Характеристика улучшенных методов сортировки, оценки их сложности.
21. Объясните, для каких задач предпочтительными являются древовидные структуры данных.
22. Укажите, какие типы деревьев, используемые в программировании, вы знаете.
23. Опишите, что представляет собой бинарное дерево.
24. Объясните, чем отличается идеально сбалансированное бинарное дерево от обычного.
25. Укажите, что представляет собой узел дерева.
26. Опишите, что такое поддерев.
27. Объясните, как задаются связи между узлами дерева.
28. Укажите, чем отличается AVL-дерево от обычного бинарного.
29. Опишите, чем отличается B+ дерево от бинарного.
30. Объясните, какие основные операции выполняются над деревьями.
31. Укажите, как строится бинарное дерево.
32. Опишите, как может быть выполнено удаление узла бинарного дерева.
33. Объясните, какие типы перекосов существуют в AVL-деревьях.
34. Укажите, какие встречаются повороты при балансировке AVL-деревьев.
35. Опишите, как выполняется поиск на бинарном дереве.
36. Объясните, как выполняется поиск на B+ дереве.
37. Укажите, в каких случаях целесообразно применение специальных методов сортировки и поиска.
38. Опишите, от какой характеристики зависит время поиска по нагруженному дереву.
39. Объясните, в чем состоит преимущество, а в чем недостаток специальных методов сортировки и поиска по сравнению с универсальными методами.
40. Укажите, какое представление данных называется нагруженным деревом.
41. Опишите, почему поиск по нагруженному дереву называется поиском в словаре.
42. Объясните, в чем отличие бинарного представления нагруженного дерева от простого.
43. Укажите, в чем суть поразрядной сортировки.
44. Опишите, для каких ключей применяется поразрядная сортировка.
45. Объясните, какова трудоемкость алгоритма поразрядной сортировки.
46. Укажите, что называется хэш-функцией.
47. Объясните, что называется хэш-таблицей.
48. Опишите, в чем суть коллизии хэширования.
49. Укажите, какие две задачи должны быть решены для успешной реализации хеширования.
50. Объясните, от каких факторов зависит выбор наиболее удачного решения этих задач.
51. Опишите, как Вы можете объяснить требование хорошего рассеяния значений ключей.
52. Укажите, какие алгоритмы хэш-функций Вам известны.
53. Объясните, в каком случае алгоритм деления приводит к частым коллизиям и как этого избежать.

54. Опишите, в чем особенность хэширования строковых ключей.
55. Укажите, какие методы преобразования строкового ключа в числовой Вы знаете.
56. Перечислите методы разрешения коллизий при хэшировании.
57. Объясните, в чем отличие алгоритма Уильямса от алгоритма списков в динамической памяти.
58. Опишите, от какого показателя зависит скорость поиска с использованием хэширования и по каким формулам она определяется.
59. Укажите, какая операция называется рехешированием и в каких случаях она применяется.

Реферат

Тематика рефератов

1. Вычислимые функции.
2. Нормальные алгоритмы Маркова.
3. Машины Тьюринга.
4. Машины Поста.
5. Примитивно-рекурсивные функции и отношения.
6. Алгоритмически неразрешимые задачи.
7. Временная сложность: полиномиальные и экспоненциальные алгоритмы.
8. Класс NP и NP-полных задач.
9. Пространственная сложность алгоритмов.
10. Конечные автоматы.
11. Распознавание регулярных и нерегулярных языков.
12. Применение конечных автоматов в программировании.
13. Современное состояние теории сложности.
14. Применение теории сложности в сфере телекоммуникаций.
15. Алгоритмическая теория множеств.
16. Трудноразрешимые задачи.
17. Асимптотические оценки функций сложности.
18. Задача об оптимальном порядке умножения матриц.
19. Алгоритмический метод «разделяй и властвуй».
20. Алгоритм Карацубы для умножения чисел.
21. Алгоритм Э Дейкстры.
22. Алгоритм Беллмана-Форда.
23. Задача о кратчайшем маршруте и алгоритм Борувка.
24. Задача о максимальном потоке в сети и алгоритм Форда-Фалкерсона.
25. Задача о максимальном потоке в сети и алгоритм Эдмондса-Карпа.
26. Задача Коммивояжера и алгоритмы ее решения.
27. Задача о рюкзаке и алгоритмы ее решения.
28. Эвристические методы решения задачи о назначениях.
29. Метод динамического программирования.
30. Задача о замене оборудования и методы ее решения.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

1. Структуры данных – основные понятия, определения и классификация.
2. Треугольные массивы и списки.
3. Деки, стеки и очереди.
4. Деревья.
5. Линейный поиск в массиве данных.
6. Бинарный поиск в массиве данных.
7. Задача поиска в строке.
8. Алгоритм Кнута, Морриса и Пратта.
9. Алгоритм Бойера – Мура.

10. Задачи сортировки таблиц и массивов.
11. Алгоритм пузырька (BubbleSort) и алгоритм выбора (SelectionSort).
12. Алгоритм вставок (InsertionSort).
13. Общая характеристика простых алгоритмов.
14. Алгоритм Шелла (ShellSort).
15. Алгоритм быстрой сортировки (QuickSort).
16. Алгоритм пирамидальной сортировки (HeapSort).
17. Алгоритм пирамидальной сортировки (HeapSort).
18. Задача внешней сортировки.
19. Сравнение алгоритмов сортировки.
20. Задача поиска со вставкой.
21. Бинарные деревья поиска.
22. AVL-деревья.
23. Страничные деревья поиска.
24. B-деревья.
25. Использование B-деревьев в базах данных.
26. Поразрядная сортировка.
27. Поиск в словаре и нагруженные деревья.
28. Основные понятия хеширования.
29. Общие требования к хеш-функциям.
30. Алгоритм деления.
31. Алгоритм середины квадрата.
32. Алгоритм умножения.
33. Хеширование строковых ключей.
34. Метод разрешения коллизий алгоритмом квадратичных проб.
35. Алгоритм двойного хеширования.
36. Алгоритм списков в динамической памяти.
37. Алгоритм Уильямса.
38. Эффективность хеширования и сравнение с другими методами поиска.
39. Эффективность хеширования и сравнение с другими методами поиска.
40. Алгоритмы с возвратом.
41. Задача оптимального выбора.

Критерии оценивания результатов обучения

Критерии оценивания по зачету:

«зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по курсу «Алгоритмизация и анализ сложности», знает современные методы и алгоритмы компьютерной математики, допускает незначительные ошибки; студент умеет разработки и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах, правильно объяснять изученный материал, иллюстрируя его примерами применения современных алгоритмов для решения прикладных задач.

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется привести примеры применения современных алгоритмов на практике, довольно ограниченный объем знаний программного материала.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме с увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме.
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1 Учебная литература

1. Ландовский, В. В. Алгоритмы обработки данных : учебное пособие : [16+] / В. В. Ландовский. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 67 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574809> (дата обращения: 03.07.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3645-5. – Текст : электронный.

2. Дроздов, С. Н. Структуры и алгоритмы обработки данных : учебное пособие : [16+] / С. Н. Дроздов. – Таганрог : Южный федеральный университет, 2016. – 228 с. : схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493032> (дата обращения: 03.07.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-2242-2. – Текст : электронный.

3. Царёв, Р. Ю. Алгоритмы и структуры данных (CDIO) : учебник / Р. Ю. Царёв, А. В. Прокопенко ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2016. – 204 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497016> (дата обращения: 03.07.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7638-3388-1. – Текст : электронный.

4. Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие / сост. А. Н. Макоха, А. В. Шапошников, В. В. Бережной ; Министерство образования Российской Федерации и др. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2017. – 418 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467015> (дата обращения: 03.07.2021). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

5. Перемитина, Т. О. Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие / Т. О. Перемитина ; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск : ТУСУР, 2016. – 132 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480886> (дата обращения: 03.07.2021). – Библиогр.: с. 130. – Текст : электронный.

6. Судоплатов, С. В. Математическая логика и теория алгоритмов : учебник : [16+] / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. – 3-е изд. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. – 254 с. – (Учебники НГТУ). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135676> (дата обращения: 03.07.2021). – ISBN 978-5-7782-1838-3. – Текст : электронный.

7. Теория алгоритмов: лабораторный практикум / сост. А. А. Брыкалова ; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016. – 134 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467401> (дата обращения: 03.07.2021). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

5.2. Периодическая литература

1. Инженерно-технические решения и инновации, 2018, № 1 (10): Международный научно-практический журнал. ISBN. - Текст: электронный. - URL:

<https://znanium.com/catalog/document?id=337959>

2. Вестник Московского университета. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика; учред. Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Факультет вычислительной математики и кибернетики МГУ. – Москва: Московский Государственный Университет, 2021. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=610694>. – ISSN 0137-0782. – Текст : электронный.

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.uceba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

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

Варианты методических указаний

- Методические указания для подготовки к занятиям лекционного и семинарского типа.;
- Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся;
- Методические указания для подготовки эссе, рефератов, курсовых работ;
- Методические указания по выполнению лабораторных работ;
- Методические указания по интерактивным методам обучения.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, ноутбук	Microsoft Windows 8, 10, Microsoft Office Professional Plus
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, ноутбук	Microsoft Windows 8, 10, Microsoft Office Professional Plus
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория информационных и управляющих систем 201Н Лаборатория экономической информатики 202Н	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютеры, ноутбуки Оборудование: ПК, Терминальные станции, Усилитель автономный беспроводной	Microsoft Windows 8, 10, Microsoft Office Professional Plus 1С: Предприятие 8 SPSS Statistics

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows 8, 10, Microsoft Office Professional Plus
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.213 А, 218 А)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows 8, 10, Microsoft Office Professional Plus