

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кубанский государственный университет»

Факультет компьютерных технологий и прикладной математики
Кафедра вычислительных технологий

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
Хагуров Т.А.
подпись



«31» мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.О.17 «ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ»

Направление

подготовки/специальность 02.03.02 **Фундаментальная информатика и
информационные технологии**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) /специализация

Математическое и программное обеспечение компьютерных технологий

Программа подготовки академический бакалавриат

Форма обучения очная

Квалификация выпускника бакалавр

Краснодар 2024

Рабочая программа дисциплины Б1.О.17 «ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Программу составил:
Патыковская Марина Валентиновна, ст. преподаватель



Рабочая программа дисциплины Б1.О.17 «ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ» утверждена на заседании кафедры Вычислительных Технологий протокол № 7 «03» мая 2024 г.
И. о. заведующего кафедрой (разработчика) Еремин А.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета Компьютерных Технологий и Прикладной Математики протокол № 3 от «21» мая 2024 г.

Председатель УМК факультета Коваленко А.В.



Рецензенты:

Гаркуша О.В., доцент каф. ИТ ФБГОУ ВО «КубГУ», к.ф.-м.н., доцент

Схаляхо Ч.А., доцент КВВУ им. С.М. Штеменко, к.ф.-м.н., доцент

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Теория алгоритмов и вычислительных процессов» является освоение студентами понятий формализации алгоритма и алгоритмической разрешимости, а также аппарата сетей Петри для моделирования взаимодействия параллельных процессов и потоков.

1.2 Задачи дисциплины

В результате освоения данной дисциплины студент должен:

знать способы формализации алгоритмов, методы доказательства алгоритмической разрешимости, возможности сетей Петри для моделирования параллельных процессов;

уметь применять логические рассуждения для получения выводов, строить алгоритмы, моделировать последовательные процессы с помощью сетей Петри; моделировать работу алгоритмов взаимодействия параллельных процессов (потоков) с использованием сетей Петри;

владеть навыками описания взаимодействия вычислительных процессов сетями Петри.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория алгоритмов и вычислительных процессов» относится к базовой части блока Б1 Дисциплины (модули).

Для изучения дисциплины необходимо знание дисциплин «Дискретная математика», «Алгебра», «Основы программирования».

Дисциплина предшествует изучению дисциплин: «Операционные системы», «Оценка сложности алгоритмов», «Информационная безопасность», «Верификация программных систем», «Распределённые задачи и алгоритмы», «Введение в теорию параллельных алгоритмов». Особенности реализации дисциплины: дисциплина реализуется в смешанной форме на русском языке.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих **профессиональных компетенций и соотнесённых с ними индикаторов достижения компетенций:**

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине (<i>знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности)</i>)
ОПК-2 способен применять компьютерные/суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение, в том числе отечественного происхождения, для решения задач профессиональной деятельности	
ОПК-2.1. Знает основные положения и концепции в области программирования, архитектуру языков программирования, теории коммуникации, знает основную терминологию, знаком с содержанием Единого Реестра Российских программ	Знает основные положения и концепции в области программирования, архитектуру языков программирования.

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине (знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))
ОПК-2.2. Знает особенности языков программирования, теорию алгоритмов, умеет составлять программы	Знает теорию алгоритмов, основные принципы формализации и описания алгоритмов, пределы возможностей алгоритмизации, умеет составлять программы
ОПК-2.3. Имеет практический опыт решения задач анализа, интеграции различных типов программного обеспечения, анализа типов коммуникаций	Умеет моделировать вычисления общепринятых исполнителей алгоритмов, выражать результаты вычислений рекурсивными функциями
ПК-1 Способен понимать и применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат, основные законы естествознания, современные языки программирования и программное обеспечение; операционные системы и сетевые технологии	
ПК-1.1. Знает основы разработки и реализации процессов жизненного цикла программного обеспечения	Знает теорию алгоритмов, основные принципы формализации и описания алгоритмов, пределы возможностей алгоритмизации, умеет составлять программы
ПК-1.2. Умеет приобретать и использовать организационно-управленческие навыки в профессиональной и социальной деятельности	Умеет моделировать вычисления общепринятых исполнителей алгоритмов, выражать результаты вычислений рекурсивными функциями
ПК-1.3. Имеет практический опыт управления процессами жизненного цикла программных продуктов	Владеет методами разработки и анализа алгоритмов

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	70,3	70,3
В том числе:		
Занятия лекционного типа	34	34
Лабораторные занятия	34	34
КСР	2	2
ИКР	0,3	0,3
Самостоятельная работа (всего)	38	38
В том числе:		
Проработка учебного (теоретического) материала	38	38
Промежуточная аттестации		экзамен
Контроль	35,7	35,7
Общая трудоёмкость зач. ед.	час 4	144 144

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые в _4_ семестре (очная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	КСР	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1. Алгоритмы и алгоритмические проблемы	18	4		4	10
2	Раздел 2. Вычислимость по Тьюрингу и другие модели вычислений	33	8	1	8	16
3	Раздел 3. Универсальная машина Тьюринга	16	2		2	12
4	Раздел 4. Алгоритмически неразрешимые проблемы	31.7	8		8	15.7
5	Раздел 5. Рекурсивные функции	23	6	1	6	10
6	Раздел 6-7. Системы Поста. Основы сетей Петри	22	6		6	10
	Итого по разделам дисциплины	143,7	34	2	34	73,7
	ИКР	0,3				
	<i>Итого по дисциплине:</i>	144	34	2	34	73,7

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Алгоритмы и алгоритмические проблемы	Понятие алгоритма и его свойства. Необходимость и способы формализации алгоритма. Примеры алгоритмически неразрешимых проблем.	ЛР
2	Вычислимость по Тьюрингу и другие модели вычислений	Машина Тьюринга, примеры. Диаграмма Тьюринга. Простейшие машины Тьюринга. Нормированная вычислимость. Вычислимость функций по Тьюрингу и композиции функций.	ЛР
3	Универсальная машина Тьюринга	Словарное описание машины Тьюринга. Формат ленты и принцип работы универсальной машины Тьюринга. Работа кодировщика и декодировщика в схеме универсальной машины.	ЛР

4	Алгоритмически неразрешимые проблемы	Проблема самоприменимости. Проблемы остановки машины Тьюринга. Проблема соответствия Поста. Проблема домино.	ЛР
5	Рекурсивные функции	Базовые функции. Операторы рекурсии, минимизации. Классы примитивно рекурсивных и частично рекурсивных функций. Теоремы о суммировании, мультиплицировании и неявной функции. Канторовская и геделевская нумерации. Рекурсивные и рекурсивно перечислимые множества и их свойства. Характеризация рекурсивно перечислимых множеств и частично рекурсивных функций. Теоремы Клини и Успенского-Райса. Функция Аккермана и ее свойства.	ЛР
6	Системы Поста	Продукционные системы. Формальное описание, возможности и вывод слов	ЛР
7	Основы сетей Петри	Структурное описание сети Петри. Примеры описания известных задач синхронизации сетями Петри. Классификация сетей Петри. Диаграмма маркировок.	ЛР

2.3.2. Занятия семинарского типа

Занятия семинарского типа – не предусмотрены.

2.3.3. Лабораторные занятия

№ работы	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1.	1	Построение машин Тьюринга для решения массовых проблем с конструктивными объектами.	Отчет по лабораторной работе (опрос по теме)
2.	1	Анализ поведения заданных машин Тьюринга	-//-
3.	1	Построение нормальных алгоритмов для решения массовых проблем с конструктивными объектами.	-//-
4.	1	Словарные описания машин Тьюринга.	-//-
5.	1	Построение диаграмм Тьюринга.	-//-
6.	1	Варианты универсальных машин Тьюринга.	-//-
7.	2	Метод сведения одной алгоритмической проблемы к другой. Доказательства неразрешимости алгоритмических проблем методом Кантора. Примеры алгоритмических проблем.	-//-
8.	2	Определение функций, построенных суперпозицией и примитивной рекурсией из заданных функций.	-//-

9.	2	Доказательство примитивной рекурсивности заданных числовых функций.	-//-
10.	2	Определение функций, построенных минимизацией из заданных функций.	-//-
11.	2	Неканторовские нумерации числовых наборов. Рекурсивность и рекурсивная перечислимость заданных множеств.	-//-
12.	3	Построение различных сетей Петри и диаграмм маркировок.	-//-

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Учебным планом не предусмотрены.

2.3.4 Расчётно-графические задания

Учебным планом не предусмотрены.

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Алгоритмы и алгоритмические проблемы	Патыковская М. В., Головской В. А. Теория алгоритмов, вычислительных процессов и структур [Текст]: учебное пособие /- Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар: Кубанский государственный университет, 2023. - 204 с. - Библиогр.: с. 199-202. - ISBN 978-5-8209-2317-3, (30 экз. в библиотеке КубГУ).
2	Вычислимость по Тьюрингу и другие модели вычислений	Патыковская М. В., Головской В. А. Теория алгоритмов, вычислительных процессов и структур [Текст]: учебное пособие /- Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар: Кубанский государственный университет, 2023. - 204 с. - Библиогр.: с. 199-202. - ISBN 978-5-8209-2317-3, (30 экз. в библиотеке КубГУ).

3	Универсальная машина Тьюринга	Моделирование многоленточных машин Минского и Тьюринга трехленточными машинами Минского С. С. Марченков, С. Д. Makeev // Программирование, 2020, № 6, с. 67-72.
4	Алгоритмически неразрешимые проблемы	Патыковская М. В., Головской В. А. Теория алгоритмов, вычислительных процессов и структур [Текст]: учебное пособие /- Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар: Кубанский государственный университет, 2023. - 204 сил. - Библиогр.: с. 199-202. - ISBN 978-5-8209-2317-3, (30 экз. в библиотеке КубГУ).
5	Рекурсивные функции	Патыковская М. В., Головской В. А. Теория алгоритмов, вычислительных процессов и структур [Текст]: учебное пособие /- Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар: Кубанский государственный университет, 2023. - 204 сил. - Библиогр.: с. 199-202. - ISBN 978-5-8209-2317-3, (30 экз. в библиотеке КубГУ).
6	Системы Поста	Патыковская М. В., Головской В. А. Теория алгоритмов, вычислительных процессов и структур [Текст]: учебное пособие /- Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар: Кубанский государственный университет, 2023. - 204 сил. - Библиогр.: с. 199-202. - ISBN 978-5-8209-2317-3, (30 экз. в библиотеке КубГУ).

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

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
7	Л	Компьютерные презентации и обсуждение	34
	ЛР	Разбор конкретных ситуаций (задач), тренинги по решению задач, компьютерные симуляции (программирование алгоритмов), дискуссия по теме Методы командной разработки сложных проектов.	34
	КСР	Контроль самостоятельной работы	2
Итого:			70

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Теория алгоритмов и вычислительных процессов».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме лабораторных работ и опросов, промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий к зачёту.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ОПК-2.1. Знает основные положения и концепции в области программирования, архитектуру языков программирования, теории коммуникации, знает основную терминологию, знаком с содержанием Единого Реестра Российских программ	Знает основные положения и концепции в области программирования, архитектуру языков программирования.	Опрос по теме лабораторных работ.	Вопросы 1-28
2	ОПК-2.2. Знает особенности языков программирования, теорию алгоритмов, умеет составлять программы	Знает теорию алгоритмов, основные принципы формализации и описания алгоритмов, пределы возможностей алгоритмизации, умеет составлять программы	Опрос по теме лабораторных работ.	Вопросы 1-28 выносимые на зачет

3	ОПК-2.3. Имеет практический опыт решения задач анализа, интеграции различных типов программного обеспечения, анализа типов коммуникаций	Умеет моделировать вычисления общепринятых исполнителей алгоритмов, выражать результаты вычислений рекурсивными функциями	Опрос по теме лабораторных работ.	Вопросы 1-28, выносимые на зачет
4	ПК-1.1. Знает основы разработки и реализации процессов жизненного цикла программного обеспечения	Знает теорию алгоритмов, основные принципы формализации и описания алгоритмов, пределы возможностей алгоритмизации, умеет составлять программы	Опрос по теме лабораторных работ.	Вопросы 20-28, выносимые на зачет
5	ПК-1.2. Умеет приобретать и использовать организационно-управленческие навыки в профессиональной и социальной деятельности	Умеет моделировать вычисления общепринятых исполнителей алгоритмов, выражать результаты вычислений рекурсивными функциями	Опрос по теме лабораторных работ.	Вопросы 20-28, выносимые на зачет
6	ПК-1.3. Имеет практический опыт управления процессами жизненного цикла программных продуктов	Владеет методами разработки и анализа алгоритмов	Опрос по теме лабораторных работ.	Вопросы 20-28, выносимые на зачет

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля выполнения заданий, лабораторных работ, средств итоговой аттестации (экзамен в 4 семестре).

Оценка успеваемости осуществляется по результатам:

- выполнения лабораторных работ;
- ответов на теоретические вопросы при сдаче лабораторных работ;
- ответа на зачете (для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины).

Примеры типовых тестовых заданий

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Перечень вопросов к экзамену Теоретические вопросы

1. Неформальное содержательное определение алгоритма. Необходимость уточнения понятия алгоритма. Примеры неразрешимых задач. Свойства алгоритма.
2. Представление о конструктивном объекте, примеры конструктивных и неконструктивных объектов. Общие ограничения, накладываемые на исполнителя алгоритма. Примеры исполнителей алгоритмов.
3. Устройство машины Тьюринга. Формы задания машины Тьюринга. Определение функции, вычислимой по Тьюрингу.
4. Теорема о композиции вычислимых по Тьюрингу функций – формулировка и пояснение конструкции диаграммы результирующей машины Тьюринга.
5. Тезис Тьюринга. Статус этого тезиса и взаимосвязь между ним и другими подходами к формализации алгоритмов.

6. Эквивалентность различных теорий алгоритмов.
7. Характеристическая функция для множества слов в заданном алфавите. Определение алгоритмически разрешимого множества (проблемы).
8. Проблема распознавания само применимости – формулировка, статус проблемы, обоснование.
9. Проблема распознавания применимости – формулировка, статус проблемы, обоснование.
10. Теорема о существовании невычислимой по Тьюрингу функции.
11. Проблема остановки – формулировка, статус проблемы, обоснование.
12. Метод сведения одной проблемы к другой. Пример его использования.
13. Проблема остановки на пустой ленте – формулировка, статус проблемы, обоснование.
14. Критерий разрешимости множества (теорема Поста).
15. Примеры неразрешимых проблем, связанных с машинами Тьюринга.
16. Теорема Райса. Примеры неразрешимых проблем, основанных на теореме Райса.
17. Характеристика обобщений машины Тьюринга (МТ): многоленточные МТ и их возможности.
18. Нормальные алгоритмы Маркова. Марковские подстановки. Нормально вычислимые функции. Принцип нормализации Маркова.
19. Машина Поста. Принцип действия.
20. Причины введения рекурсивных функций. Определение базовых рекурсивных функций. Вычислимость этих функций по Тьюрингу.
21. Определение операторов суперпозиции и примитивной рекурсии. Примеры использования. Определение примитивно рекурсивной функции. Пример примитивно рекурсивной функции.
22. Определение оператора минимизации. Пример использования. Определение частично рекурсивной функции и общерекурсивной функции. Пример частично рекурсивной и общерекурсивной функций.
23. Теорема о суммировании и мультиплицировании примитивно рекурсивных функций. Пример использования.
24. Содержательное определение сети Петри. Отличительные особенности и области применения сетей Петри. Примеры сетей Петри.
25. Формальное определение сети Петри. Поведенческие свойства сетей Петри. Примеры сетей Петри с определенными свойствами.
26. Дерево маркировок сети Петри. Пример дерева маркировок. Структурные свойства сетей Петри. Примеры сетей Петри с определенными свойствами.
27. Продукционные системы. Формальное описание и возможности.
28. Продукционные системы. Формальное описание и вывод слов.

Типовые практические задачи

1. Постройте МТ, осуществляющую прибавление 1 к произвольному числу, представленному в троичной системе счисления.
2. Постройте МТ, осуществляющую прибавление 2 к произвольному числу, представленному в четверичной системе счисления.
3. Для заданного алфавита $\Sigma = \{0,1\}$ постройте МТ, осуществляющую функцию «копирование слова», т.е., например, из конфигурации $\dots a_0 01101 a_0 \dots$ формирует заключительную конфигурацию $\dots a_0 01101 a_0 01101 a_0 \dots$.
4. Для заданного алфавита $\Sigma = \{0,1\}$ постройте МТ, которая из n подряд записанных единиц оставляет на ленте $n - 2$ единиц, также записанные подряд, если $n \geq 2$, и работала бы вечно, если $n = 0$ или $n = 1$.
5. Для заданного алфавита $\Sigma = \{0,1\}$ постройте МТ, осуществляющую функцию «обращение», т.е. переворачивающую слово задом наперед.

6. Для заданного алфавита $\Sigma = \{2, 7, G\}$ постройте МТ, осуществляющую функцию «обращение», т.е. переворачивающую слово задом наперед.
7. Постройте МТ, осуществляющую сортировку букв слова, составленного из алфавита $\Sigma = \{1, 2, 3\}$, по убыванию.
8. Согласно «Правилу» в скобочной последовательности внешние скобки должны поглощать целиком внутренние скобки, т.е. не может быть такой ситуации: $((((()))$. Постройте МТ, осуществляющую проверку выполнения Правила для произвольного слова, составленного из алфавита $\Sigma = \{(,)\}$.
9. Согласно «Правилу» в скобочной последовательности внешние скобки должны поглощать целиком внутренние скобки, т.е. не может быть такой ситуации: $[()]$. Постройте МТ, осуществляющую проверку выполнения Правила для произвольного слова, составленного из алфавита $\Sigma = \{(,), [,]\}$.
10. Постройте МТ, которая для исходной цепочки, составленной из символов 0, 1, определяет, входит ли в нее подцепочка 101. МТ печатает на ленте 1, если в исходной цепочке есть указанная подцепочка и печатает 0, если такой подцепочки нет. Исходная цепочка должна быть стерта с ленты. Например, ленту вида $\dots a_0 01101a_0 \dots$ машина должна преобразовать в ленту вида $\dots a_0 1a_0 \dots$. Ленту вида $\dots a_0 0a_0 \dots$ – в ленту вида $\dots a_0 0a_0 \dots$. Ленту вида $\dots a_0 01001a_0 \dots$ – в ленту вида $\dots a_0 0a_0 \dots$.
11. Постройте МТ, которая для исходной цепочки, составленной из символов 0, 1, определяет верно ли, что после каждого вхождения 1 обязательно следует хотя бы один 0. МТ печатает на ленте 1, если исходная цепочка удовлетворяет этому условию и печатает 0, если условие не выполнено. Исходная цепочка должна быть стерта с ленты. Например, ленту вида $a_0 010100a_0$ машина должна преобразовать в ленту вида $a_0 1a_0$. Ленту вида $a_0 0110a_0$ – в ленту вида $a_0 0a_0$. Ленту вида $a_0 000a_0$ – в ленту вида $a_0 1a_0$.
12. Постройте МТ, которая для исходной цепочки, составленной из символов 0, 1, определяет четность числа единиц в ней. МТ печатает на ленте 1, если в исходной цепочке четное число единиц и печатает 0, если это число – нечетное. Исходная цепочка должна быть стерта с ленты. Например, ленту вида $a_0 1100a_0$ машина должна преобразовать в ленту вида $a_0 1a_0$. Ленту вида $a_0 0a_0$ – в ленту вида $a_0 1a_0$. Ленту вида $a_0 01000a_0$ – в ленту вида $a_0 0a_0$.
13. Постройте МТ, вычисляющую функцию $f(x_1, x_2) = x_1 - x_2$, где аргументы x_i задаются в унарном алфавите «палочек», при условии, что $x_1 > x_2$. Например, ленту вида $a_0 11111a_0 1111a_0$ МТ должна переработать в ленту вида $a_0 11a_0$, а ленту вида $a_0 111a_0 11a_0$ – в ленту $a_0 1a_0$.
14. Постройте МТ, вычисляющую функцию $f(x_1, x_2, x_3) = x_1 + x_3 - 1$, где аргументы x_i задаются в унарном алфавите «палочек». Например, ленту вида $a_0 11a_0 1111a_0 11111a_0$ МТ должна переработать в ленту вида $a_0 111111a_0$, а ленту вида $a_0 1a_0 1111a_0 1a_0$ – в ленту $a_0 1a_0$.
15. Постройте МТ, которая допускает цепочки $1^n 0^n 1^n$, где 1^n – слово, составленное из n штук подряд идущих единиц, а 0^n – слово, составленное из n штук подряд идущих нулей и n – произвольное натуральное число. Читая на ленте слова такого вида, МТ должна по завершению работы оставить на ленте символ 1, слова иного вида МТ должна преобразовать в символ 0. Например, ленту вида $a_0 111000111a_0$ МТ должна преобразовать в ленту $a_0 1a_0$, ленту вида $a_0 111111000000111111a_0$ – в ленту $a_0 1a_0$, ленту вида $a_0 110001a_0$ – в ленту $a_0 0a_0$, ленту вида $a_0 11100a_0$ – в ленту $a_0 0a_0$.

16. Дана десятичная запись натурального числа $n > 1$. Постройте МТ, которая уменьшала бы заданное число n на 1. При этом запись числа, не должна содержать левый нуль, например, $100 - 1 = 99$, а не 099. Алфавит МТ $\Sigma = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$.

17. Постройте МТ, вычисляющую функцию $f(X) = Y$, где аргумент X задается в унарном алфавите “палочек”, а результат Y в восьмеричной системе счисления. Алфавит МТ $\Sigma = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$.

Например, ленту вида $a_0 1111111111 a_0$ МТ должна преобразовать в ленту $a_0 13 a_0$.

18. $A = \{a, b\}$. Преобразовать слово P так, чтобы в начале оказались все символы a , а в конце – все символы b .

19. $A = \{a, b, c\}$. Приписать слово bac слева к слову P .

20. Построить нормальный алгоритм Маркова, который бы в слове из алфавита $A = \{a, b, c, d, e, f\}$ все вхождения последовательности cde заменял на символ a и удваивал согласные буквы.

21. $A = \{a, b, c\}$. Заменить любое входное слово на слово a .

22. Выписать НАМ, не меняющий входное слово (при любом алфавите A).

23. $A = \{a, b\}$. Удвоить слово P , т.е. приписать к P (слева или справа) его копию.

24. Построить нормальный алгоритм Маркова, который бы в слове из алфавита $A = \{a, b, c, d, e, f\}$ все символы e заменял на d , а все d – на de .

25. Построить нормальный алгоритм Маркова, который упорядочивает любое слово в алфавите $A = \{a, b, c, d\}$.

26. На ленте имеется некоторое множество меток (общее количество меток не менее 1). Между метками множества могут быть пропуски, длина которых составляет одну ячейку. Заполнить все пропуски метками. Каретка находится на крайней правой метке.

27. Даны два массива меток, которые находятся на некотором расстоянии друг от друга. Требуется соединить их в один массив. Каретка находится над крайней левой меткой первого массива.

28. Каретка находится на пустой клетке. Слева от неё находится массив с количеством меток X , справа массив с количеством меток Y . Построить массив с количеством меток $X - Y$, при условии, что $X < Y$.

29. Дан массив меток (больше 1), удалить нечетные метки. Каретка находится в произвольном месте на массиве.

30. Дан массив меток (больше 5). Каретка располагается где-то над массивом, но не над крайними метками. Стереть каждую 5 метку, кроме крайних, и поставить каретку в исходное положение.

31. Удвоить данный массив слева от него, через ячейку, и затем стереть исходный. Каретка находится в произвольном месте на массиве.

32. Два массива меток с количествами X и Y разделены 3 пустыми ячейками, каретка находится ровно посередине. Построить где-либо на ленте массив меток с количеством $X * 3Y$. Исходные массивы удалить.

33. Дан массив из N Меток. Сделать из него массив, в котором будет $2N + 1$ меток. Если полученный массив делится нацело на 5, то справа от него, через одну пустую ячейку, поставить две метки; если нет - то три метки. Каретка находится над крайней левой меткой.

34. Постройте трехленточную МТ, осуществляющую сложение двух чисел, представленных в троичной системе счисления.

а) на каждой ленте записано по слагаемому;

б) оба числа записаны на первой ленте и разделены символом a_0 .

35. Постройте k -ленточную МТ, осуществляющую умножение двух чисел, представленных в троичной системе счисления.

36. Постройте k -ленточную МТ, осуществляющую функцию «копирование слова», т.е., например, из конфигурации $\dots a_0 01101 a_0 \dots$ формирует заключительную конфигурацию $\dots a_0 01101 a_0 01101 a_0 \dots$.

37. Постройте МТ, осуществляющую сортировку букв слова, составленного из алфавита $A = \{1, 2, 3\}$, по убыванию.
38. Для заданного алфавита $A = \{0, 1\}$ постройте k -ленточную МТ, осуществляющую функцию «обращение», т.е. переворачивающую слово задом наперед.
39. Для заданного алфавита $A = \{2, 7, G\}$ постройте k -ленточную МТ, осуществляющую функцию «обращение», т.е. переворачивающую слово задом наперед.
40. Постройте следующую 2-ленточную МТ, допускающую язык всех цепочек из 0 и 1, в которых этих символов поровну. Первая лента содержит вход и просматривается слева направо. Вторая лента используется для запоминания излишка нулей по отношению к единицам или наоборот в прочитанной части входа.
41. Для заданного алфавита $A = \{2, 7, G\}$ постройте k -ленточную МТ, осуществляющую проверку слова, является ли оно палиндромом.
42. Заданы машины Тьюринга T_1 и T_2 в стандартном состоянии.

$T_1:$

	0	1
q_1	$q_2 0R$	$q_1 1R$
q_2	$q_2 0R$	$q_0 1R$

$T_2:$

	0	1
q'_1	$q'_0 0S$	$q'_1 0R$

постройте машину $T = T(T_1, T_2, (q_0, q'_1))$, являющуюся их произведением.

43. Постройте композицию $T_1 \circ T_2$ машин T_1 и T_2 по паре состояний (q_0, q'_1) и найдите результат применения композиции $T_1 \circ T_2$ к слову $1^4 0^2 1^3 0^2 1^2$

T_1

	0	1
q_1	$q_0 0L$	$q_2 1R$
q_2	$q_3 0R$	$q_3 1R$
q_3	$q_1 0R$	$q_1 0R$

T_2

	0	1
q'_1	$q'_2 1L$	$q'_2 1L$
q'_2	$q'_0 0R$	$q'_1 0L$

44. Определите, является ли множество M перечислимым и/или разрешимым. Неформально опишите алгоритм, доказывающий Ваш ответ.
- M – множество всех четных чисел.
 - M – множество всех простых чисел.
 - M – множество всех положительных действительных чисел;
 - M – множество, содержащее натуральные числа x, y, z для которых $x^n + y^n = z^n$, n – натуральное.
 - M – множество, содержащее натуральные числа x, y, z для которых $x^n + y^n = z^n$, натуральное $n > 2$.
 - M – множество псевдослучайных чисел в диапазоне $[0, 1]$, сформированных программой.
 - M – множество всех псевдослучайных чисел в диапазоне $[0, 1]$, сформированных программой.
 - M – множество всех совершенных чисел. Совершенные числа – это такие, сумма всех делителей которых равна самому числу. Например, число 6.

- i) M – множество всех слов, кодирующих машины Тьюринга в фиксированном алфавите.
- j) M – множество кодов машин Тьюринга, допускающих все входы, которые являются палиндромами (возможно, наряду с другими входами).
- к) M – множество всех кодов МТ, которые никогда не совершают сдвиг влево.
- l) M – язык кодов МТ, которые, начиная с пустой ленты, в конце концов записывают где-либо на ней символ 1.
- m) M – множество кодов МТ M , которые, имея в начальный момент пустую ленту, в конце концов записывают на ней некоторый непустой символ.

45. Построить продукционные системы, в которых выводятся следующие множества слов в алфавите $\{0, 1, S\}$:

- a) пар слов (α, β) , таких что число единиц в α больше числа единиц в β ;
- b) $\{(\alpha, \beta) \mid \alpha \text{ и } \beta \text{ – двоичные последовательности, длины которых различаются не более чем в два раза}\}$;
- c) Пар слов (α, β) равной длины.
- d) Пар слов (α, β) из которых первое слово короче второго.
- e) $\{(\alpha, \beta) \mid \alpha \text{ произвольное, а } \beta \text{ получается из } \alpha \text{ сжатием всякой группы подряд идущих одинаковых символов в один такой символ}\}$;
- f) пар слов (α, β) , таких что α – произвольное, а β получается из α удвоением всякого нуля и сжатием всякой последовательности подряд идущих единиц в одну единицу;
- g) $\{(\alpha, \beta) \mid \alpha \text{ получается из } \beta \text{ сжатием всякой последовательности подряд идущих нулей в один ноль, а } \beta \text{ получается из } \alpha \text{ сжатием всякой группы подряд идущих единиц в одну единицу}\}$;
- h) $\{(\alpha, \beta) \mid \alpha \text{ произвольное, а } \beta \text{ составлено из нечетных по порядку групп единиц, разделенных нулями}\}$;
- i) $\{(\alpha, \beta, \gamma) \mid \alpha \text{ произвольное, а } \beta \text{ и } \gamma \text{ составлены соответственно из четных и нечетных по порядку групп нулей в } \alpha, \text{ разделенных единицами}\}$;
- j) Монотонных слева направо слов в алфавите $\{0, 1\}$.

46. Даны слова $\alpha_i, i = \overline{1, 3}$: 101, 110, 10110. Определите, выводимо ли слово α_3 из α_1, α_2 с помощью продукции $\pi = \frac{x1 \ 1x}{x1x}$.

47. Даны слова $\alpha_i, i = \overline{1, 4}$: 101, 111, 1101, 111011. Определите, выводимо ли слово α_4 из $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ с помощью продукции $\pi = \frac{1x \ 1y \ yx}{y1x1}$.

48. Даны слова $\alpha_i, i = \overline{1, 4}$: 101, 111, 1101, 111011. Определите, выводимо ли слово α_4 из $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ с помощью продукции $\pi = \frac{x1 \ 1x \ yx}{y1x1}$.

49. Постройте систему Поста, описывающую сложение неотрицательных целых чисел в троичной системе счисления.

50. Постройте систему Поста, описывающую сложение неотрицательных целых чисел в четверичной системе счисления.

51. Постройте систему Поста, описывающую вычитание неотрицательных целых чисел в троичной системе счисления.

52. Построить продукционные системы, в которых выводятся следующие множества слов в алфавите $\{0, 1, S\}$:

а) слов, в которых никакие два соседних символа не являются одинаковыми;

б) пар двоичных слов (α, β) , таких что β является обращением α (т.е. $\beta = \alpha^{-1}$), например, $\alpha = 10111, \beta = 11101$;

в) пар слов, в которых первое слово произвольное, а второе получается из первого удалением всех нулей;

г) пар слов (α, β) , содержащих поровну единиц;

е) пар слов (α, β) , содержащих поровну и нулей и единиц.

53. По данной схеме примитивной рекурсии восстановить функцию:

$$f(x, 0) = x, f(x, y + 1) = x^{f(x, y)}.$$

54. По данной схеме примитивной рекурсии восстановить функцию:

$$f(x, 0) = 2, f(x, y + 1) = 2^{f(x, y)}.$$

55. По данной схеме примитивной рекурсии восстановить функцию:

$$f(x, 0) = 2, f(x, y + 1) = f(x, y)^2.$$

56. По данной схеме примитивной рекурсии восстановить функцию:

$$f(x, 0) = x, f(x, y + 1) = f(x, y) * x.$$

57. По данной схеме примитивной рекурсии восстановить функцию:

$$f(x, 0) = x, f(x, y + 1) = f(x, y) + x.$$

58. По данной схеме примитивной рекурсии восстановить функцию:

$$f(x, 0) = 2, f(x, y + 1) = f(x, y) * 2.$$

59. По данной схеме примитивной рекурсии восстановить функцию:

$$f(x, 0) = 2, f(x, y + 1) = f(x, y) + 2.$$

60. По данной схеме примитивной рекурсии восстановить функцию:

$$f(x, 0) = x, f(x, y + 1) = f(x, y)^2.$$

61. По данной схеме примитивной рекурсии восстановить функцию:

$$f(x, 0) = x, f(x, y + 1) = 2^{f(x, y)}.$$

62. По данной схеме примитивной рекурсии восстановить функцию:

$$f(x, 0) = 10, f(x, y + 1) = f(x, y) + 10.$$

63. По данной схеме примитивной рекурсии восстановить функцию:
 $f(x, 0) = 2^x, f(x, y + 1) = f(x, y) * 2^x$.
64. Пользуясь определением примитивно рекурсивной функции (ПРФ), показать, что числовая функция $f(x)$ примитивно рекурсивна: $f(x) = x!$
65. Пользуясь определением ПРФ, показать, что числовая функция $f(x, y)$ примитивно рекурсивна:
 $f(x, y) = x * y$
66. Пользуясь определением ПРФ, показать, что числовая функция $f(x, y)$ примитивно рекурсивна:
 $f(x, y) = xy$
67. Пользуясь определением ПРФ, показать, что числовая функция $f(x, y)$ примитивно рекурсивна:
 $f(x, y) = \max(x, y)$
68. Пользуясь определением ПРФ, показать, что числовая функция НОД(x) примитивно рекурсивна.
69. Пользуясь определением ПРФ, показать, что числовая функция $f(x)$ примитивно рекурсивна:
 $f(x) = \text{число Эйлера с номером } x$.
70. Пользуясь определением частично рекурсивной функции, показать, что числовая функция $f(x, y)$ частично рекурсивна: $f(x, y) = x + y$
71. Пользуясь определением частично рекурсивной функции, показать, что числовая функция $f(x, y)$ частично рекурсивна: $f(x, y) = y - x$
72. Пользуясь определением частично рекурсивной функции, показать, что числовая функция $f(x, y)$ частично рекурсивна: $f(x, y) = |x - y|$
73. Пользуясь определением ПРФ, доказать, что если числовая функция $f(x)$ примитивно рекурсивна, то функция $g(x) = \sum_{i=0}^x f(i)$ тоже примитивно рекурсивна.
74. Является ли частично рекурсивной функция, которая определяет, является ли слово палиндромом? Является ли она примитивно рекурсивной?
75. Является ли частично рекурсивной функция, которая проверяет совпадение слова с выражением $1n0k1n^*k0n1k$, примитивно рекурсивной?
76. Пользуясь определением частично рекурсивной функции, показать, что числовая функция $f(x, y)$ частично рекурсивна: $f(x, y) = y \bmod x$
77. Является ли частично рекурсивной функция $f(x)$, которая нигде не определена? Является ли она примитивно рекурсивной?

Критерии оценивания результатов обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
ОПК-2 способен применять компьютерные/суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение, в том числе отечественного происхождения, для решения задач профессиональной деятельности	Знает специфику разработки мобильных платформо-независимых приложений, знаком с компонентами сенсорики в мобильных устройствах, способами программного управления и	Отсутствие знаний по теме, студент не может сформулировать специфику разработки мобильного платформо-независимого ПО, не знаком с компонентами сенсорики	Студент демонстрирует поверхностные знания по теме: знает специфику разработки платформо-независимого ПО, имеет общее понимание сенсорики в мобильных устройствах и	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно демонстрирует понимание специфики разработки мобильного платформо-независимого ПО, знает способы работы	Студент может самостоятельно получать новые знания, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях при разработке мобильного платформо-

	синхронизации сенсоров. Принципы сбора и обработки информации методами Data Minig.	в мобильных устройствах и принципами сбора и обработки информации методами Data Minig.	принципов сбора и обработки информации методами Data Minig.	с сенсорами и принципы сбора и обработки информации методами Data Minig, продуктивно применяет полученные знания в знакомых ситуациях	независимого ПО
	Умеет корректно построить архитектуру кроссплатформенного приложения. Реализовать программу, включающую возможности сенсорной координации и пространственного позиционирования, алгоритмы извлечения и обработки данных, а также возможности автономного принятия решений на основе ИИ.	Студент затрудняется с выбором инструментов при решении задач разработки кроссплатформенного приложения, плохо ориентируется в необходимых классах и написании кода программы.	Студент умеет выбирать инструменты при решении задач разработки кроссплатформенного приложения, ориентируется в необходимых классах и написании кода программы. Способен контурно реализовать программу, включающую возможности сенсорной координации и пространственного позиционирования	Студент умеет самостоятельно выполнять действия по решению задач разработки кроссплатформенного приложения, ориентируется в необходимых классах и написании кода программы. Способен реализовать программу, включающую возможности сенсорной координации и пространственного позиционирования, а также автономного принятия решений на основе ИИ.	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование технологий
	Владеет математическим аппаратом и инструментами для разработки кроссплатформенных программных систем, решающих научно-исследовательские и прикладные задачи, включая задачи сенсорной координации и пространственного позиционирования с извлечением и обработкой данных и привлечением методов ИИ для	Не владеет математическим аппаратом и инструментами для разработки кроссплатформенных программных систем, решающих научно-исследовательские и прикладные задачи	Студент владеет математическим аппаратом и инструментами для разработки кроссплатформенных программных систем, решающих научно-исследовательские и прикладные задачи с сенсорным функционалом, но не в полном объеме	Студент владеет математическим аппаратом и инструментами для разработки кроссплатформенных программных систем, решающих научно-исследовательские и прикладные задачи с элементами анализа данных, но испытывает затруднения в нестандартных ситуациях	Студент использует математический аппарат и инструменты для разработки кроссплатформенных программных систем, решающих научно-исследовательские и прикладные задачи с элементами анализа данных и привлечением методов ИИ при решении нестандартных профессиональных задач

	принятия решений.				
ПК-1 способен понимать и применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат, основные законы естествознания, современные языки программирования и программное обеспечение; операционные системы и сетевые технологии	Знаком с особенностями параллельного программирования на различных языках высокого уровня; с содержанием Единого Реестра Российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных, а также задачами цифровых технологий в области сенсорики, беспроводной связи и искусственного интеллекта.	Отсутствие знаний по теме, студент не знает методы параллельной обработки данных, не знаком с задачами цифровых технологий в области сенсорики, беспроводной связи и искусственного интеллекта.	Студент демонстрирует поверхностные знания по теме: знает основные методы, связанные с параллельной обработкой данных, однако с трудом формулирует задачи цифровых технологий в области сенсорики, беспроводной связи и искусственного интеллекта.	Студент демонстрирует знания в области параллельных вычислений, четко излагает понятия цифровых технологий в области сенсорики, беспроводной связи и искусственного интеллекта.	Студент демонстрирует уверенные знания методов параллельных вычислений, четко излагает понятия цифровых технологий в области сенсорики, беспроводной связи и искусственного интеллекта, способен привести примеры приложений, использующих названные технологии.
	Умеет реализовывать методы ИИ для решения прикладных задач в профессиональной сфере деятельности, пакеты программного обеспечения, операционные системы, электронные библиотеки, сетевые технологии, в том числе беспроводные.	Студент затрудняется с реализацией методов ИИ для решения прикладных задач в профессиональной сфере деятельности, не может применить пакеты программного обеспечения, операционные системы, электронные библиотеки, сетевые технологии	Студент умеет реализовать методы ИИ для решения прикладных задач в профессиональной сфере деятельности, пакеты программного обеспечения, операционные системы, электронные библиотеки, сетевые технологии не в полном объеме	Студент умеет самостоятельно реализовать методы ИИ для решения прикладных задач в профессиональной сфере деятельности, пакеты программного обеспечения, операционные системы, электронные библиотеки, сетевые технологии не в полном объеме, нестандартные ситуации вызывают у него некоторые затруднения	Студент умеет эффективно реализовать методы ИИ для решения прикладных задач в профессиональной сфере деятельности, пакеты программного обеспечения, операционные системы, электронные библиотеки, сетевые технологии в полном объеме, демонстрирует творческое использование технологий
	Имеет практический опыт архитектурного проектирования, коллективной разработки и интеграции платформо-независимых информационных систем.	Не обладает опытом архитектурного проектирования коллективной разработки и интеграции платформо-независимых информационных систем.	Студент владеет практическим опытом архитектурного проектирования не в полном объеме, слабо владеет инструментами коллективной разработки и интеграции платформо-	Студент владеет практическим опытом архитектурного проектирования, инструментами, коллективной разработки и интеграции платформо-независимых информационных систем.	Студент практическим опытом архитектурного проектирования, инструментами, коллективной разработки и интеграции платформо-независимых информационных систем,

			независимых информационных систем.		применяет эти умения при решении нестандартных профессиональных задач
--	--	--	------------------------------------	--	---

Критерии оценивания:

Оценка «отлично»: точные формулировки алгоритмов, теорем и правильные доказательства; точные определения математических объектов и ясные и правильные определения объектов, характеризующихся неформализованными понятиями.

Оценка «хорошо»: при ответе на один вопрос даны точные формулировки алгоритмов, теорем и правильные доказательства; точные определения математических объектов и ясные и правильные определения объектов, характеризующихся неформализованными понятиями; при ответе на второй вопрос имеются неточности формулировки алгоритмов, теорем или пробелы в правильных доказательствах; недостаточно точные определения математических объектов или неясные и не совсем правильные определения объектов, характеризующихся неформализованными понятиями.

Оценка «удовлетворительно»: при ответе на оба вопроса имеются неточности формулировки алгоритмов, теорем или пробелы в правильных доказательствах; недостаточно точные определения математических объектов или неясные и не совсем правильные определения объектов, характеризующихся неформализованными понятиями.

Оценка «неудовлетворительно»: отсутствует ответ хотя бы на один из вопросов или имеются существенные неточности в формулировках алгоритмов, теорем, приведены неправильные доказательства; неверные определения математических объектов и неправильные определения объектов, характеризующихся неформализованными понятиями.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учётом 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 предусматривает предоставление информации 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.

5. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Основная литература:

1. Патыковская М. В., Головской В. А. Теория алгоритмов, вычислительных процессов и структур [Текст]: учебное пособие /- Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар: Кубанский государственный университет, 2023. - 204 с. - Библиогр.: с. 199-202. - ISBN 978-5-8209-2317-3, (30 экз. в библиотеке КубГУ).

2. Моделирование многоленточных машин Минского и Тьюринга трехленточными машинами Минского С. С. Марченков, С. Д. Макеев // Программирование, 2020, № 6, с. 67-72.

3. Кузнецов, А.С. Теория вычислительных процессов: учебник / А.С. Кузнецов, Р.Ю. Царев, А.Н. Князьков; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015. - 184 с. [Электронный ресурс]. - URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435696>.

5.2 Дополнительная литература:

1. Крупский В.Н., Плиско В.Е. Теория алгоритмов [Текст]: учебное пособие для студентов вузов / - М.: Академия, 2009. - 206 с.: ил. - (Университетский учебник. Прикладная математика и информатика). - Библиогр.: с. 203. (15 экз. в библиотеке КубГУ).

2. Игошин, В. И. Математическая логика и теория алгоритмов [Текст]: учебное пособие для студентов вузов / В. И. Игошин. - 3-е изд., стер. - М.: Академия, 2008. - 447 с. - (Высшее профессиональное образование. Педагогические специальности). - Библиогр.: с. 435-442. - ISBN 9785769552007: 335,40., (10 экз. в библиотеке КубГУ).

3. Глухов М.М. Шишков А.Б. Математическая логика. Дискретные функции. Теория алгоритмов [Электронный ресурс]: учебное пособие - Санкт- Петербург : Лань, 2012. - 416 с. -<https://e.lanbook.com/book/4041#authors>

4. Верещагин Н. К., Шень А. Лекции по математической логике и теории алгоритмов. Часть 3. Вычислимые функции. – 4-е изд., исправленное. – М.: МЦНМО, 2012. – 160 с. <https://www.mccme.ru/free-books/shen/shen-logic-part3-2.pdf>

5. M. Alfonseca, M. Cebrian, A. F. Anta, L. Coviello, A. Abeliuk, I. Rahwan Superintelligence Cannot be Contained: Lessons from Computability Theory // Journal of Artificial Intelligence Research 70 (2021) 65-76 <https://arxiv.org/pdf/1607.00913.pdf>

6. Johnson, P. Intrinsic Propensity for Vulnerability in Computers? Arbitrary Code Execution in the Universal Turing Machine [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/2105.02124v1.pdf> (дата обращения: 23.10.2021)

7. Рогожин Ю.В. Универсальные вычисления // Математические вопросы кибернетики. Вып. 8. – М.: Наука, 1999. – С. 147–190. URL: <http://library.keldysh.ru/mvk.asp?id=1999-147>

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.prilib.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>

Ресурсы свободного доступа:

1. STARTANDROID - Учебный сайт Дмитрия Виноградова <https://startandroid.ru/ru/uroki/vse-uroki-spiskom.html>
2. Курс по архитектуре клиент-серверных Андроид-приложений с RxJava
<https://www.fandroid.info/kurs-po-arhitekture-klient-servernyh-android-prilozhenij/>
3. Документация по Miro. <https://we.study/blog/miro>
4. Trello. Руководство пользователя <https://trello.com/ru/guide/trello-101>
5. Машинное обучение на Android (DataLearner для Андроид) -
<https://habr.com/ru/post/487660/>
6. Направление «цифровые технологии». Дорожные карты развития сквозных цифровых технологий. <https://digital.gov.ru/ru/documents/?directions=878>
7. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
8. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
9. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
10. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
<https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
11. Министерство развития связи и массовых коммуникаций России
<https://digital.gov.ru/ru/documents/>
12. Направление «цифровые технологии». Дорожные карты развития сквозных цифровых технологий. <https://digital.gov.ru/ru/documents/?directions=878>
13. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
14. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru/>;

15. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
 16. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);

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

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых даётся основной систематизированный материал, лабораторных работ, контрольной работы и экзамена.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине с использованием указанных литературных источников и методических указаний автора курса.

Виды и формы СР, сроки выполнения, формы контроля приведены выше в данном документе.

Для лучшего освоения дисциплины при защите ЛР студент должен ответить на несколько вопросов из лекционной части курса.

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.

6.1 Перечень информационных технологий

- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций при проведении лекций и практических занятий.
- Разработка командного проекта.
- Дискуссии.

6.2 Перечень необходимого программного обеспечения

№	Наименование	Правообладатель ПО (наименование владельца ПО, страна)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1	Симулятор машины Тьюринга Полякова И.М.	Поляков И.М., Россия	свободно распространяемое	

2	Симулятор машины Поста Полякова И.М.	Поляков И.М., Россия	свободно распространяемое	
3	Симулятор многоленточной машины Тьюринга Еремина	КубГУ, Россия	свободно распространяемое	
4	Симулятор многоленточной машины Тьюринга Гиренко-Хахука-Якухнова	КубГУ, Россия	свободно распространяемое	

6.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа- ауд. 129, 131.	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	PowerPoint. ауд. 129, 131, А305.
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Аудитория, (кабинет) – компьютерный класс
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория 102, 103,301а.	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: компьютер	Лаборатория, укомплектованная специализированными техническими средствами обучения – компьютерный класс, с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (лаб. 102-106.).

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

<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)</p>	<p>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)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. OS Windows, 2. Антивирус.
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 102, 105,106,301а.)</p>	<p>Мебель: учебная мебель 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)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. OS Windows, 2. Антивирус.