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



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
(наименование направленности (профиля) специализации)

Программа подготовки _академический бакалавриат
(академическая /прикладная)

Форма обучения ___очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация выпускника ____бакалавр
(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2021

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат:
4E23D21DF7CC6DF6D9D04D6AEAE74F342DA725D9
Владелец: Хагуров Темыр Айтечевич
Действителен: с 13.05.2021 до 13.08.2022

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(а):

Жуков Сергей Александрович, доцент, к. ф.-м. н., доцент __ __
Ф.И.О. ,должность, ученая степень, ученое звание подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.О.15 «ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ» утверждена на заседании кафедры Вычислительных Технологий
протокол №6 от «20 » мая 2021 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Вишняков Ю. М.
фамилия, инициалы подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета Компьютерных Технологий и Прикладной Математики
протокол № 1 от «21» мая 2021 г

Председатель УМК факультета Коваленко А.В.
фамилия, инициалы подпись

Рецензенты:

Гаркуша О.В., доцент кафедры информационных технологий ФБГОУ ВО «Кубанский государственный университет», кандидат физико-математических наук.

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 преподавания и изучения 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

Студент должен освоить способы формализации алгоритмов, методы доказательства алгоритмической разрешимости, возможности сетей Петри для моделирования параллельных процессов; научиться 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; овладеть навыками описания взаимодействия вычислительных процессов сетями Петри.

1.3 Место дисциплины в образовательной программе

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”. Знания, получаемые при изучении Теории алгоритмов и вычислительных процессов используются при изучении таких дисциплин профессионального цикла учебного плана бакалавра как “Операционные системы”, “Оценка сложности алгоритмов”, “Информационная безопасность”, “Верификация программных систем”, “Распределенные задачи и алгоритмы”, “Введение в теорию параллельных алгоритмов” а также при работе над выпускной работой.

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 следующих **профессиональных компетенций:**

№ п.п.	Индекс компе-тенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающие должны		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-2	способен применять компьютерные /суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение, в том числе отечественного происхождения, для решения задач профессиональной	основные принципы формализации и описания алгоритмов, пределы возможностей алгоритмизации	моделировать вычисления общепринятых исполнителей алгоритмов, выражать результаты вычилений рекурсивными функциями	методами разработки и анализа алгоритмов
2	ПК-5	способен применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и методы параллельной обработки данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии	основные принципы формализации и описания алгоритмов, пределы возможностей алгоритмизации	моделировать вычисления общепринятых исполнителей алгоритмов, выражать результаты вычислений рекурсивными функциями	методами разработки и анализа алгоритмов

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	86,3	86,3
В том числе:		
Занятия лекционного типа	34	34
Лабораторные занятия	50	50
КСР	2	2
ИКР	0,3	0,3
Самостоятельная работа (всего)	58	58
В том числе:		
Проработка учебного (теоретического) материала	58	58
Промежуточная аттестации		экзамен
Контроль	35,7	35,7
Общая трудоемкость час зач. ед.	180 5	180

2.2 Структура дисциплины

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

№ Раздела	Наименование раздела	Количество часов						
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа	
			Лек	ЛР	КСР	ИКР	СРС	Контроль
1	Алгоритмы и алгоритмические проблемы	12	4	2			12	
2	Вычислимость по Тьюрингу и другие модели вычислений	34	10	18			12	
3	Универсальная машина Тьюринга	12	4	6	2		6	
4	Алгоритмически неразрешимые проблемы	12	4	4			10	
5	Рекурсивные функции	28	10	14			10	
6	Основы сетей Петри	46	2	6		0,3	8	35,7
7	Всего	180	34	50	2	0,3	58	35,7

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 формализации алгоритма и ее варианты. Примеры алгоритмически неразрешимых проблем.	ЛР
2	Вычислимость по Тьюрингу и другие модели вычислений	Машина Тьюринга, диаграмма Тьюринга и ее примеры. 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 множест-ва и их свойства. Характеризация рекурсивно перечислимых множеств и частично рекурсивных функций. Теоремы Клини и Успенского-Райса. Функция Аккермана и ее свойства.	ЛР
6	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

Учебным планом не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия

№ работы	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	1	Блок-схемы и диаграммы Несси-Шнейдермана
2-10	2	Построение машин Тьюринга, нормальных алгоритмов для решения массовых проблем с конструктивными объектами. Анализ поведения заданных машин Тьюринга
11-13	3	Словарные описания машин Тьюринга. Построение диаграмм Тьюринга. Варианты универсальных машин Тьюринга.
14−15	4	Метод сведения одной алгоритмической проблемы к другой. Доказательства неразрешимости алгоритмических проблем методом Кантора. Примеры алгоритмических проблем.
16-22	5	Определение функций, построенных суперпозицией и примитивной рекурсией из заданных функций. Доказательство примитивной рекурсивности заданных числовых функций. Определение функций, построенных минимизацией из заданных функций. Некантоpовские нумерации числовых наборов. Рекурсивность и рекурсивная перечислимость заданных множеств.
23−25	6	Построение различных сетей Петри и диаграмм маркировок.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Учебным планом не предусмотрены.

2.3.5 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Раздел 1. Примеры неразрешимых задач: квадратура круга, трисекция угла, удвоение куба. Неразрешимые проблемы в логике, алгебре, геометрии.

Раздел 2. Различные формы задания автоматных моделей вычислителей. Машины с неограниченными регистрами. Продукционные системы Поста.

Раздел 4. Метод сведения одной алгоритмической проблемы к другой проблеме. Неразрешимость алгоритмической проблемы на основе диагональной конструкции.

Раздел 5. Универсальная функция для класса примитивно рекурсивных функций. Характеризации рекурсивно перечислимых множеств. Быстро растущие функции.

Раздел 6. Использование сетей Петри для спецификации взаимодействия подсистем.

3. Образовательные технологии

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
4	Л	Компьютерные презентации и обсуждение	34
	ЛР	Программирование алгоритмов для интерпретаторов Никитина и Полякова для машин Тьюринга и нормального алгоритма Маркова.	50
Итого:			84

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

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

Оценка успеваемости осуществляется по результатам:

- выполнения лабораторных работ;

- ответа на экзамене (для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины).

4.1. Перечень вопросов к экзамену

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. Определение диаграммы Тьюринга. Пример базиса для диаграммы Тьюринга. Пример диаграммы Тьюринга.
5. Понятие моделирования вычисления машины Тьюринга. Трансляция диаграммы Тьюринга в машину Тьюринга.
6. Понятие моделирования вычисления машины Тьюринга. Трансляция машины Тьюринга M в диаграмму Тьюринга, моделирующую M.
7. Нормированная вычислимость для вычислимых по Тьюрингу функций. Теорема о нормированной вычислимости произвольной вычислимой по Тьюрингу функции – формулировка и пояснение конструкции.
8. Кодирование произвольного конечного алфавита в бинарном алфавите для слов и ленточных позиций. Понятие моделирования вычисления машины Тьюринга M вычислением на машине Тьюринга $\bar{M}$, имеющей бинарный алфавит.
9. Построение по произвольной машине Тьюринга M машины Тьюринга $\bar{M}$, имеющей бинарный алфавит и моделирующей M, − идея построения и пояснение отдельных элементов конструкции (l, r, ai).
10. Теорема о нормированной вычислимости произвольной вычислимой по Тьюрингу функции – формулировка и пояснение конструкции машины Тьюринга (кодировщика), формирующей по записи списка аргументов их “палочное”

представление в бинарном алфавите.

11. Теорема о нормированной вычислимости произвольной вычислимой по Тьюрингу функции – формулировка и пояснение конструкции машины Тьюринга (декодировщика), формирующей по бинарной записи списка аргументов и результата счета представление в исходном конечном алфавите.
12. Теорема о нормированной вычислимости произвольной вычислимой по Тьюрингу функции – формулировка и пояснение конструкции диаграммы машины Тьюринга, осуществляющей кодирование, моделирование в бинарном алфавите и декодирование в исходный алфавит результатов счета.
13. Теорема о композиции вычислимых по Тьюрингу функций – формулировка и пояснение конструкции диаграммы результирующей машины Тьюринга.
14. Тезисы Тьюринга и Черча. Статус этих тезисов и взаимосвязь между ними.
15. Характеристическая функция для множества слов в заданном алфавите. Определение алгоритмически разрешимого множества (проблемы).
16. Проблема самоприменимости – формулировка, статус проблемы, обоснование.
17. Проблема остановки – формулировка, статус проблемы, обоснование.
18. Метод сведение одной проблемы к другой. Пример его использования.
19. Проблема остановки на пустой ленте – формулировка, статус проблемы, обоснование.
20. Униформная проблема остановки и проблема бессмертия – формулировка и статус проблем.
21. Проблем домино – формулировка, статус проблемы и обоснование.
22. Проблема соответствия Поста - формулировка и статус проблемы.
23. Универсальная машина Тьюринга U – общее описание U, зоны ленты U, их назначение. Представление таблицы команд произвольной машины Тьюринга – пример и пояснение использования.
24. Универсальная машина Тьюринга U – пояснение диаграммы машины Тьюринга, отвечающей за обновление “текущего” состояния моделируемой машины Тьюринга.
25. Универсальная машина Тьюринга U – пояснение диаграммы машины Тьюринга, описывающей весь алгоритм работы U.
26. Проблема остановки универсальной машины Тьюринга – формулировка, статус проблемы, обоснование.
27. Причины введения рекурсивных функций. Определение базовых рекурсивных функций. Вычислимость этих функций по Тьюрингу.
28. Определение операторов суперпозиции и примитивной рекурсии. Примеры использования. Определение примитивно рекурсивной функции. Пример примитивно рекурсивной функции.
29. Определение оператора минимизации. Пример использования. Определение частично рекурсивной функции и общерекурсивной функции. Пример частично рекурсивной и общерекурсивной функций.
30. Теорема о суммировании и мультиплицировании примитивно рекурсивных функций. Пример использования.
31. Теорема о мажорировании неявно заданной функции через примитивно рекурсивные функции. Пример использования.
32. Канторовские нумерации числовых наборов: функции свертки набора в номер и

функции проектирования – их основные свойства и статус вычислимости. Примеры использования на парах и тройках чисел.

33. Геделевская нумерация числовых наборов. Ее отличие от канторовской и математическое обоснование.
34. Геделевская нумерация числовых наборов. Функция Геделя, ее статус вычислимости и основное свойство функции Геделя.
35. Определение рекурсивного и примитивно рекурсивного множества. Примеры рекурсивных и примитивно рекурсивных множеств.
36. Свойства рекурсивных множеств – свойства замкнутости и свойство направленной функции.
37. Понятие и определение рекурсивно перечислимого множества. Примеры рекурсивно перечислимых множеств.
38. Свойства замкнутости рекурсивно перечислимых множеств.
39. Теорема Поста о рекурсивной перечислимости множества и его дополнения.
40. Характеристика рекурсивно перечислимого множества через область значений функции.
41. Теорема о графике частично рекурсивной функции.
42. Теорема об области определения частично рекурсивной функции.
43. Теорема Клини о нормальной форме частично рекурсивной функции.
44. Функция Аккермана: определение и свойства.
45. Характеризация примитивно-рекурсивной функции посредством функции Аккермана.
46. Теорема Райса-Успенского: формулировка и смысл теоремы.
47. Определение вычислимости на конечно-порожденных алгебраических структурах и на множестве вещественных чисел.
48. Содержательное определение сети Петри. Отличительные особенности и области применения сетей Петри. Примеры сетей Петри.
49. Формальное определение сети Петри. Поведенческие свойства сетей Петри. Примеры сетей Петри с определенными свойствами.
50. Дерево маркировок сети Петри. Пример дерева маркировок. Структурные свойства сетей Петри. Примеры сетей Петри с определенными свойствами.

4.2 Образцы билетов

Билет №1

1. Причины введения рекурсивных функций. Определение базовых рекурсивных функций. Вычислимость этих функций по Тьюрингу.
2. Функция Аккермана: определение и свойства.
3. Пусть f(x) – некоторая всюду определенная вычислимая по Тьюрингу функция, g(x) – нигде неопределенная вычислимая по Тьюрингу функция. Как будет функционировать машина Тьюринга, вычисляющая функцию f(g(x))?

Билет №2

1. Тезисы Тьюринга и Черча. Статус этих тезисов и взаимосвязь между ними.
2. Теорема Райса-Успенского: формулировка и смысл теоремы.
3. Является ли разрешимой проблема остановки произвольной машины Тьюринга, если она стартует на ленте, на которой записано слово 1101001?

4.3. Критерии оценивания к экзамену

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 формулировкиалгоритмов, теорем и правильные доказательства; точные определения математическихобъектов и ясные и правильные определения о формулировки алгоритмов, теорем или пробелы в правильных доказательствах;недостаточно точные определения математических объектов или неясные и не совсемправильные 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 совсемправильные определения объектов, характеризующихся неформализованными понятиями.Оценка «неудовлетворительно»: отсутствует ответ хотя бы на один из вопросов или имеются существенные неточности в формулировках алгоритмов, теорем, приведенынеправильные доказательства; неверные определения понятиями.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы,необходимой для освоениядисциплины

5.1 Основная 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. 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. 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 библиотекеКубГУ).

2. 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

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационнойсети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины(модуля)

1. Шкундин, С.З. Теория информационных процессов и систем : учебное пособие / С.З. Шкундин, В.Ш. Берикашвили. - Москва : Горная книга, 2012. - 475 с. - ISBN 978-5- 98672-285-6; То же [Электронный ресурс].- URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229031.

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

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, лабораторных работ, контрольной работы, 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 данномдокументе.

Для лучшего освоения дисциплины при защите ЛР студент должен ответить нанесколько 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.

8. Перечень информационных технологий, используемых приосуществлении образовательного процесса по дисциплине(модулю)

8.1 Перечень информационныхтехнологий

– Проверка домашних заданий и консультирование посредствомэлектронной почты.

– Использование электронных презентаций при проведении лекций ипрактических занятий.

8.2 Перечень необходимого программногообеспечения

2. Microsoft VisualStudio 2012+ :Visual C++, C#
3. OracleVirtualBox v 5.1+
4. Python

8.3 Перечень информационных справочныхсистем

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ (http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web).
2. Электронная библиотечная система "Университетскаябиблиотека ONLINE"(www.biblioclub.ru).
3. Электронная библиотечная система издательства"Лань"(https://e.lanbook.com).
4. Электронная библиотечная система "Юрайт"(http://www.biblio-online.ru).

9.Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационнойтехникой (проектор, соответствующим программным обеспечением (ПО)PowerPoint. ауд. 129, 131, А305.
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированными техническими средствами обучения – компьютерный класс, с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения иобеспеченный доступом в электронную информационно-образовательнуюсреду университета (лаб. 102-106.).
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, (кабинет) – компьютерный класс

4.	Текущийконтроль, промежуточная аттестация	Аудитория, приспособленная для письменного ответа припромежуточной аттестации.
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электроннуюинформационно-образовательную среду университета.