

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Кубанский государственный  
университет» (ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Факультет компьютерных технологий и прикладной  
математики Кафедра вычислительных технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

 Иванов А.Г.

2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.Б.15 «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 Вычислительные технологии

*(наименование направленности (профиля) специализации)*

Программа подготовки академический бакалавриат

*(академическая /прикладная)*

Форма обучения очная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

*(бакалавр, магистр, специалист)*

Краснодар 2015

Рабочая программа дисциплины Б1.Б.15 «Теория алгоритмов и вычислительных процессов» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Составитель:

кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры вычислительных технологий



С.А. Жуков

Рабочая программа дисциплины «Теория алгоритмов и вычислительных процессов» утверждена на заседании кафедры вычислительных технологий протокол № № 9 «20» апреля 2015 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Миков А.И.



Рабочая программа дисциплины «Теория алгоритмов и вычислительных процессов» обсуждена на заседании кафедры вычислительных технологий протокол № 9 «20» апреля 2015 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Миков А.И.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол №5 от « 29» апреля 2015 г.

Председатель УМК факультета



К.В. Малыгин

Рецензенты:

Зайков В.П. Ректор НЧОУ ВО «Кубанский институт информзащиты» д. экон. наук, к.т.н.,  
доцент

Гаркуша Олег Васильевич, доцент кафедры информационных технологий ФБГОУ ВО  
«Кубанский государственный университет»,  
канд. физ.-мат. наук..

## 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 обязательных дисциплин блока Б1.

Для изучения дисциплины необходимо знание дисциплин «Дискретная математика», «Алгебраические структуры», «Основы программирования». Знания, получаемые при изучении Теории алгоритмов и вычислительных процессов используются при изучении таких дисциплин профессионального цикла учебного плана бакалавра как «Операционные системы», «NP-полные задачи», «Информационная безопасность», «Верификация программных систем», «Распределенные задачи и алгоритмы», «Прикладные логики» 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 компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-4	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применение информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной	Способы решения стандартных задач с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Моделировать вычисления общепринятых исполнителей алгоритмов, выражать результаты вычислений рекурсивными функциями	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применение

		безопасности			информационно - коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
2	ПК-6	способностью эффективно применять базовые математические знания и информационные технологии при решении проектно-технических и прикладных задач, связанных с развитием и использованием информационных технологий	способы применения базовых математических знаний и информационных технологий при решении проектно-технических и прикладных задач	эффективно применять базовые математические знания и информационные технологии при решении проектно-технических и прикладных задач	способностью эффективно применять базовые математические знания и информационные технологии при решении проектно-технических и прикладных задач, связанных с развитием и использованием информационных технологий

## 2 Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		4	–		
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>86,3</b>	<b>86,3</b>			
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>84</b>	<b>84</b>			
Занятия лекционного типа	34	34	-	-	-
Лабораторные занятия	50	50	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
<b>Иная контактная работа:</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3			
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>22</b>	<b>22</b>			
Курсовая работа	-	-	-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала	10	10	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка	10	10	-	-	-

сообщений, презентаций)						
Реферат		-	-	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		2	2	-	-	-
<b>Контроль:</b>		<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>			
Подготовка к экзамену		<b>35,7</b>	<b>35,7</b>	-	-	-
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	-	-	-
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>86,3</b>	<b>86,3</b>			
	<b>зач. ед</b>	<b>4</b>	<b>4</b>			

## 2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре (очная форма).

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Алгоритмы и алгоритмические проблемы	16	4	-	8	4
2	Вычислимость по Тьюрингу и другие модели вычислений	20	10	-	6	4
3	Универсальная машина Тьюринга	18	4	-	10	4
4	Алгоритмически неразрешимые проблемы	18	4	-	10	4
5	Рекурсивные функции	20	10		6	4
6	Основы сетей Петри	14	2		10	2
7	Подготовка к экзамену	35,7		-		
8	КСР	2				
9	ИКР	0,3				
	<b>Итого по дисциплине:</b>	<b>144</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>50</b>	<b>22</b>

## 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	Алгоритмические и 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	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. Неканторовские 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.

### 3. Образовательные технологии

При проведении занятий по дисциплине используются следующие образовательные технологии:

- технология разноуровневого обучения (дифференцированное обучение);
- технология коллективного взаимодействия (организованный диалог, коллективный способ обучения).

Технология адаптивного обучения (индивидуализированное обучение).

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

#### 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля

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).

#### 4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

##### 4.2.1 Перечень вопросов к зачету

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 ( $l, r, a_i$ )
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 сведения 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.

#### 4.2.2 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 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.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **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 библиотеке КубГУ).
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-телекоммуникационной сети «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 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.

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

### 8.1 Перечень информационных технологий

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

### 8.2 Перечень необходимого программного обеспечения

2. Microsoft Visual Studio 2012+ : Visual C++, C#
3. Oracle Virtual Box v 5.1 +
4. Python

### 8.3 Перечень информационных справочных систем

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ (<http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>).
2. Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE" ([www.biblioclub.ru](http://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 презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и 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 и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (лаб. 102-106.).
3.	Групповые	Аудитория, (кабинет) – компьютерный класс

	(индивидуальные) консультации	
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, приспособленная для письменного ответа при промежуточной аттестации.
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.