



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.01.05 Основы теории алгоритмов

**Направление подготовки:** 01.03.02 Прикладная математика и информатика

**Направленность (профиль):** Прикладное программирование и информационные системы

**Квалификация (степень):** *бакалавр*

**Форма обучения:** *очная*

**Институт:** Математики, естествознания и техники

**Кафедра:** Математики и методики ее преподавания

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	2		
Семестр	4		

Лекций	36		
Практических (семинарских) занятий	36		
в т. ч. практическая подготовка	2		
Лабораторных занятий			
Форма(ы) промежуточной аттестации	Экзамен – 0,3		
Контроль	9		
Иные формы работы	-		
Самостоятельная работа	134,7		

**Всего часов:** 216

**Трудоемкость:** 6 зачетных единиц.

**Разработчик(и) рабочей программы:**

*Кандидат физико-математических наук, доцент Игонина Е.В.*

## I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

**Цель изучения дисциплины:** является формирование системных знаний о логической теории алгоритмов, занимающейся вопросами конструктивного обоснования математики и изучением феномена алгоритмической неразрешимости проблем, и об аналитической теории алгоритмов, связанной с изучением самих алгоритмов, анализом их структуры, методами эквивалентных преобразований, способами построения и оценкой эффективности.

**Задачи изучения дисциплины:**

- формирование системных знаний в областях «Основные алгоритмические модели», «Алгоритмически неразрешимые проблемы», «Основы теории сложности алгоритмов»;
- развитие умений построения алгоритмов в различных алгоритмических моделях, доказательства алгоритмической неразрешимости определенных проблем, исследования сложности и оценки эффективности алгоритмов.

**Место дисциплины в структуре ОПОП.**

Реализуется в рамках базовой (обязательной) части блока Б1. Дисциплины (модули).

**Планируемые результаты обучения по дисциплине:**

Код компетенции	Индикаторы компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-6	<b>Знать:</b> – свои ресурсы и их пределы (личностные, психофизиологические, ситуативные, временные и т.д.) для успешного выполнения порученной работы;	<b>Знает:</b> – на высоком уровне концепции, принципы теорий алгоритмов для выстраивания своей деятельности;
	<b>Уметь:</b> – планировать перспективные цели деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда; – критически оценивать эффективность использования времени и других ресурсов при решении поставленных задач, а также относительно полученного результата;	<b>Умеет:</b> – распределять время на реализацию задач с учетом разработанных алгоритмов.

	<p><b>Владеть:</b>  навыками реализации намеченной цели деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда; навыками использования предоставляемых возможностей для приобретения новых знаний и навыков.</p>	<p><b>Владеет:</b>  – способностью найти несколько методов решения задачи, выбрать из них оптимальный алгоритм;  – способность представления информации в графической и аналитической интерпретации, навыками поиска, интерпретации и анализа полученной информации</p>
<p><b>ПКС-1</b></p>	<p><b>Знать:</b>  - методы и приемы формализации задач, языки формализации функциональных спецификаций;  - принципы построения и виды архитектуры программного обеспечения;  - типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения.</p>	<p><b>Знает:</b>  – интуитивное понятие алгоритма;  – определения понятий «вычислимая функция», «разрешимое множество», «перечислимое множество»;  – состав и функционирование различных алгоритмических моделей;  – тезис Тьюринга и его роль в теории алгоритмов;  – сущность понятия «алгоритмически неразрешимые проблемы»;  – характеристику временной и емкостной сложности алгоритмов;  – классы сложности алгоритмов.</p>
	<p><b>Уметь:</b>  - вырабатывать варианты реализации программного обеспечения;  - применять методы и технологии проектирования программного обеспечения, программных интерфейсов, структур и баз данных.</p>	<p><b>Умеет:</b>  – обосновывать необходимость формализации интуитивного понятия алгоритма;  – доказывать алгоритмическую вычислимость функций, разрешимость и перечислимость множеств;  – строить простейшие алгоритмы для различных алгоритмических моделей;  – приводить пример нумерации машин Тьюринга;  – приводить примеры алгоритмически</p>

		неразрешимых проблем; – находить верхние и нижние оценки временной сложности алгоритма; – приводить примеры задач, решаемых за полиномиальное и экспоненциальное время.
	<b>Владеть:</b> - действиями по разработке и согласованию технических спецификаций на программные компоненты; – действиями по согласованию требований к программному обеспечению с заинтересованными сторонами, распределению заданий между программистами в соответствии с техническими спецификациями, осуществлению контроля выполнения заданий, формированию отчетности в соответствии с установленными регламентами.	<b>Владеет:</b> – навыками построения простейших алгоритмов для машины Тьюринга, машины Поста; – навыками построения простейших нормальных алгоритмов Маркова.

## II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
4 семестр						
1	Раздел 1. <i>Введение в теорию алгоритмов</i>	38	2	2		34
2	Тема 1. Алгоритмы. Общие сведения. Основные требования к алгоритмам. Свойства алгоритмов. Способы	38	2	2		34

	представления алгоритмов. Интуитивное понятие алгоритма					
5	<b>Раздел 2. Основные модели алгоритмов</b>	<b>66</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>34</b>
6.	<b>Тема 2.</b> Формальные понятия теории алгоритмов (вычислимая функция, разрешимые и перечислимые множества).	12	2	2		8
7.	<b>Тема 3.</b> Рекурсивные функции. Частично-рекурсивные функции. Прimitивно-рекурсивные функции	16	4	4		8
9.	<b>Тема 4.</b> Машина Поста. Машина Тьюринга. Устройство абстрактных машин.	16	4	4		8
	<b>Тема 5.</b> Понятие «алгоритмически неразрешимые проблемы». Существование алгоритмически невычислимой функции. Примеры алгоритмически неразрешимых проблем в математике и информатике (проблема самоприменимости, проблема останова, проблема Гильберта и др.	14	2	2		6
	<b>Тема 6.</b> Нормальные алгоритмы Маркова.	14	4	4		6
11	<b>Раздел 3. Программирование в алгоритмах</b>	<b>52</b>	<b>9</b>	<b>9</b>		<b>34</b>
12.	<b>Тема 7.</b> Арифметика многоразрядных	18	3	3		12

	целых чисел. Комбинаторные алгоритмы. Перебор и методы его сокращения. Сортировка.					
13.	<b>Тема 8.</b> Деревья. Алгоритмы поиска. Алгоритмы на графах. Поиск в графе. Поиск в глубину. Поиск в ширину. Алгоритмы на графах. Кратчайшие пути.	18	3	3		12
14.	<b>Тема 9.</b> Динамическое программирование. Алгоритмы вычислительной геометрии.	16	3	3		10
15	<b>Раздел 4. Методы вычисления сложности работы алгоритмов</b>	<b>50,7</b>	<b>9</b>	<b>9</b>		<b>32,7</b>
16.	<b>Тема 10.</b> Сравнительные оценки алгоритмов. Классификация алгоритмов по виду функции трудоемкости. Теория сложности вычислений и сложностные классы задач. Рекурсивные алгоритмы и методы их анализа.	16	3	3		10
17.	<b>Тема 11.</b> Временная и емкостная сложность алгоритмов. Нижние и верхние оценки временной сложности. Эффективно решаемая задача, трудно решаемая задача.	16	3	3		10
18.	<b>Тема 12.</b> Классы сложности. Классы	18,7	3	3		12,7

	сложности (P, EXP, NP, NPC). Задачи, решаемые за полиномиальное и экспоненциальное время.					
26	Форма отчетности: экзамен	0,3				
27	Контроль	9				
28	в т.ч. практическая подготовка	2				
29	Итого	216	36	36		134,7

**Очно-заочная форма обучения (не реализуется)**  
**Заочная форма обучения (не реализуется)**

### III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы, теста, реферата, семестрового задания.

#### Типовые варианты контрольных работ Контрольная работа №1 (4 семестр, очная форма обучения)

**Задача 1.** Значение функции  $I_4^5(3,2,1, \lambda(7), O(6))$  равно ... (где  $I_m^n(x_1, x_2, \dots, x_n)$  – оператор выбора,  $\lambda(x)$  – оператор сдвига,  $O(x)$  – оператор обнуления)

**Задача 2.** Функция  $f(x_1, x_2)$  является вычислимой по Тьюрингу. Для вычисления значения  $f(1,3)$  начальная конфигурация имеет вид

- a. 0101110
- b. 010111q<sub>1</sub>0
- c. 1\*111
- d. 1\*11q<sub>1</sub>1

**Задача 3.** Марковская подстановка  $21 \rightarrow 3$  не применима к словам

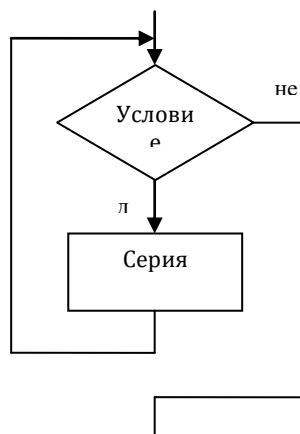
- a. 521421
- b. 5241
- c. 21
- d. 12

**Задача 4.** Установите соответствие между упорядоченными парами натуральных чисел и их номерами в отображении  $C(x; y)$

$$C(x; y) = \frac{(x + y)^2 + 3x + y}{2}, \quad \forall x, y \in \mathbb{N}$$

- |      |          |
|------|----------|
| a) 4 | 1) (1,1) |
| b) 7 | 2) (2,1) |
| c) 8 | 3) (1,2) |
| d) 9 | 4) (3,0) |
|      | 5) (1,3) |

### Задача 5.



На рисунке показана алгоритмическая структура:

1. Следование.
2. Ветвление.
3. Цикл-пока.
4. Цикл-до.
5. Цикл с параметром.

### **Примерная тематика рефератов (4 семестр, очная форма обучения)**

1. История развития информатики.
2. Кибернетика - наука об управлении.
3. Информатика и управление социальными процессами.
4. Информационные системы.
5. Компьютерная революция: социальные перспективы и последствия.
6. Информационные технологии в деятельности современного специалиста.
7. Защита информации.
8. Информация, её виды и свойства.
9. Проблема информации в современной науке.
10. Передача информации.
11. Алгоритм и его свойства.
12. История формирования понятия "алгоритм".
13. Известнейшие алгоритмы в истории математики.
14. Проблема существования алгоритмов в математике.
15. Средства и языки описания (представления) алгоритмов.
16. Методы разработки алгоритмов.
17. Формализация понятия алгоритм.
18. Проблема алгоритмической разрешимости в математике.
19. Основатели теории алгоритмов - Клини, Черч, Пост, Тьюринг.
20. Основные определения и теоремы теории рекурсивных функций.
21. Тезис Черча. Проблемы вычислимости в математической логике.
22. Машина Поста и машина Тьюринга.
23. Нормальные алгоритмы Маркова и ассоциативные исчисления в исследованиях по искусственному интеллекту.



24. Принципы разработки алгоритмов и программ для решения прикладных задач.
25. Жизненный цикл программных систем.
26. Методы управления проектами при разработке программных систем.
27. Методы проектирования программных систем.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме экзамена с использованием следующих оценочных материалов:

**Вопросы к экзамену  
(4 семестр, очная форма обучения)**

1. Интуитивное понятие алгоритма.
2. Характерные черты алгоритма (дискретность, детерминированность, элементарность).
3. Характерные черты алгоритма (массовость, реализуемость, результативность).
4. Конструктивный объект.
5. Виды алгоритмов.
6. Типы частных алгоритмов.
7. Формы записи алгоритма.
8. Формализация понятия алгоритма.
9. Современное состояние теории алгоритмов.
10. Понятие вычислимой функции.
11. Разрешимые множества.
12. Перечислимые множества.
13. Алгоритм Дейкстры.
14. Алгоритм Крускала.
15. Алгоритм Прима.
16. Поиск в глубину.
17. Поиск в ширину.
18. Алгоритмы сортировки.
19. Алгоритмы слияния.
20. Сжатие без потерь.
21. Сжатие с потерями.
22. Алгоритм разделения секрета.
23. Описание машины Тьюринга.
24. Принцип работы машины Тьюринга.
25. Конструирование машины Тьюринга.
26. Вычислимые по Тьюрингу функции.
27. Операции над машинами Тьюринга.
28. Тезис Тьюринга.
29. Конечные автоматы.
30. Машина с неограниченными регистрами.
31. Машина Поста.
32. Происхождение рекурсивных функций.
33. Операция суперпозиции.
34. Операция примитивной рекурсии.
35. Операция минимизации.
36. Виды рекурсивных функций.
37. Тезис Чёрча.
38. Универсальная функция.
39. Марковские подстановки.
40. Нормальные алгорифмы и их применение к словам.
41. Нормально вычислимые функции.

42. Принцип нормализации Маркова.
43. Основные способы композиции нормальных алгоритмов (суперпозиция, объединение).
44. Основные способы композиции нормальных алгоритмов (разветвление, итерация).
45. Эквивалентность различных теорий алгоритмов.
46. Алгоритмически неразрешимые проблемы.
47. Нумерация алгоритмов

#### **IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **4.1 Основная литература**

1. Ягьяева, Л. Т. Теория алгоритмов и программ : учебное пособие : [16+] / Л. Т. Ягьяева, М. Ю. Валеев ; Казанский национальный исследовательский технологический институт. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2019. – 116 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=683842> (дата обращения: 01.09.2022). – Библиогр.: с. 108. – ISBN 978-5-7882-2737-5. – Текст : электронный.

##### **4.2 Дополнительная литература**

1. Теория алгоритмов : учебное пособие / сост. А. А. Брыкалова ; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016. – 129 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467402> (дата обращения: 01.09.2022). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.
2. Теория алгоритмов: лабораторный практикум / сост. А. А. Брыкалова ; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016. – 134 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467401> (дата обращения: 01.09.2022). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

#### **V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>№ пп</b>	<b>Ссылка на информационный ресурс</b>	<b>Наименование разработки в электронной форме</b>	<b>Доступность</b>
1.	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	<a href="http://www.exponenta.ru">http://www.exponenta.ru</a>	Образовательный математический сайт, содержащий математические пакеты для поддержки проводимых занятий, а также	Неограниченный доступ

		методические разработки	
3.	<a href="http://lib.elsu.ru">http: lib.elsu.ru</a> <a href="http://WWW.E.LANBOOK.COM">WWW.E.LANBOOK.COM</a>	ЭБС Издательства «ЛАНЬ» – ресурс, предоставляющий online доступ к научным журналам и полнотекстовым коллекциям книг различных издательств.	Работать с ресурсом можно из сети вуза без предварительной регистрации или из любой точки мира, где есть доступ к сети "Интернет", предварительно зарегистрировав свой личный кабинет, находясь внутри сети вуза.
4.	<a href="http://allmath.ru">http: allmath.ru</a>	Математический портал, содержащий разделы: высшая математика, прикладная математика, школьная математика, олимпиадная математика.	Неограниченный доступ
5.	<a href="http://en.edu.ru">http: en.edu.ru</a>	Естественнонаучный портал	Неограниченный доступ

## VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.	<a href="http://www.school.edu.ru">www.school.edu.ru</a>	Российский общеобразовательный портал	Свободный доступ.
2.	<a href="http://www.krugosvet.ru">http: www.krugosvet.ru</a>	Электронная энциклопедия	Неограниченный доступ
3.	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http: www.iprbookshop.ru</a>	Полнотекстовая база электронных изданий, предназначенная для студентов и аспирантов разных специальностей. Содержит учебники и учебные пособия, монографии, производственно-практические, справочные издания, периодические издания, а также деловую литературу для практикующих специалистов.	Доступ к полному тексту изданий на сайте возможен после авторизации, для этого необходимо получить логин и пароль в информационно-библиографическом отделе библиотеки (3 этаж, 308 каб., 2 этаж, 206 а). После получения пароля необходимо пройти личную регистрацию и в дальнейшем работать под своими учетными данными.
4.	<a href="http://vilenin.narod.ru">http: vilenin.narod.ru</a> Mm Books Books.htm	Математическая библиотека, постоянно пополняемое	Неограниченный доступ

		собрание университетских учебников, исследований по математическому анализу, алгебре, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальным уравнениям, математической физике.	
--	--	---	--

## **VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

## **VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.