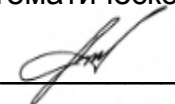


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
математического анализа


_____ А.Д. Баев
03.07.2018

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.03.01 Теория алгоритмов

- 1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:**
02.03.01 Математика и компьютерные науки
- 2. Профиль подготовки/специализации:**
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр
- 4. Форма образования:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра математического анализа
- 6. Составители программы:**
Найдюк Филипп Олегович, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры математического анализа
- 7. Рекомендована:** Научно-методическим Советом математического факультета, протокол №0500-07 от 03.07.2018г.
- 8. Учебный год:** 2018/2019 **Семестр(-ы):** 4

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями изучения дисциплины являются:

- получение базовых знаний и формирование основных навыков по теории алгоритмов, необходимых для решения задач, возникающих в практической деятельности;

- развитие логического мышления;

- приобретение умений использования основ логики и теории алгоритмов в решении задач.

Задачами изучения дисциплины являются:

- овладение студентами основными математическими методами логики и теории алгоритмов;

- выработка умений решать типовые задачи с помощью стандартных методов теории алгоритмов;

- формирование умений применения методов математического и алгоритмического моделирования при анализе прикладных проблем;

- приобретение навыков работы со специальной математической литературой.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Теория алгоритмов» относится к учебным дисциплинам вариативной части блока Б1 основной образовательной программы направления подготовки 02.03.01 – «Математика и компьютерные науки» (бакалавр).

Дисциплина «Теория алгоритмов» базируется на знаниях, полученных по дискретной математике и математической логике.

Приобретенные в результате обучения знания, умения и навыки используются во всех без исключения математических и естественнонаучных дисциплинах.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОК-7	способность к самоорганизации и к самообразованию	знать: - методы построения правильно вычислимых алгоритмов для различного класса прикладных задач; уметь: - решать основные типы задач на построение алгоритмов; владеть: - математическим аппаратом в области теории алгоритмов для решения прикладных задач;
ОПК-4	способность находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические	знать: - основные теоремы о правильной разрешимости алгоритмов, построенных с помощью различных подходов; - основные проблемы алгоритмической неразрешимости; уметь:

	алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем	<ul style="list-style-type: none"> - решать основные типы задач на построение алгоритмов для разрешения задач различными методами; - оценивать правильность готовых алгоритмов и выявлять наиболее оптимальные из них; владеть: <ul style="list-style-type: none"> - математическим аппаратом в области теории алгоритмов для решения прикладных задач; - навыками применения построения алгоритмов при программировании на ЭВМ для ускорения решения разнотипных задач;
ПК-1	способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы построения правильно вычисляемых алгоритмов для различного класса прикладных задач; - основные теоремы о правильной разрешимости алгоритмов, построенных с помощью различных подходов; - основные проблемы алгоритмической неразрешимости; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать основные типы задач на построение алгоритмов для разрешения задач различными методами; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - математическим аппаратом в области теории алгоритмов для решения прикладных задач; - навыками применения построения алгоритмов при программировании на ЭВМ для ускорения решения разнотипных задач;

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 2/72.

Форма промежуточной аттестации зачёт.

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)				
	Всего	По семестрам			
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.
Аудиторные занятия	36				36
в том числе: лекции	18				18
практические					
лабораторные	18				18
СРС	36				36
Итого:	72				72

13.1 Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
-------	---------------------------------	-------------------------------

Лекции		
1.1	Введение в теорию алгоритмов	Исторические этапы формирования понятия алгоритма: фундаментальные работы Евклида, К. Гёделя, А. Тьюринга, А. Черча, Э. Поста, А.Н. Колмогорова и А.А. Маркова. Практическое применение результатов теории алгоритмов: теоретический и практический аспекты. Неформальное понятие алгоритма: исходные данные, алгоритмический процесс, результат. Разновидности определений понятия алгоритма. Проблема алгоритмической разрешимости задачи.
1.2	Машина Тьюринга	Определение машины Тьюринга: внешний алфавит, внутренний алфавит состояний, функциональная схема (программа). Классификации конфигураций машин Тьюринга. Способы задания машины Тьюринга. Синтез машин Тьюринга. Понятие правильной алгоритмической вычислимости по Тьюрингу. Простейшие правильно вычисляемые машины Тьюринга. Понятие композиции машин Тьюринга. Тезис Тьюринга. Классификация стандартных функций, вычисляемых по Тьюрингу. Сопоставление машины Тьюринга и ЭВМ.
1.3	Рекурсивные функции	Аналитическое построение понятия рекурсивной функции: простейшие рекурсивные функции, оператор суперпозиции, оператор примитивной рекурсии, оператор минимизации. Определение примитивно-рекурсивных функций. Теоремы о примитивно-рекурсивных функциях. Базовые примитивно-рекурсивные функции, предикаты, характеристические функции. Тезис Чёрча. Теорема Аккермана. Функция Аккермана и диагональная функция Аккермана. Частично рекурсивные функции. Связь машин Тьюринга и рекурсивных функций.
1.4	Нормальные алгоритмы Маркова	Аксиоматическое определение нормального алгоритма Маркова: алфавит (слово), подстановка и результат. Применение нормальных алгоритмов Маркова к словам. Принцип нормализации Маркова. Понятие функции нормально вычисляемой по Маркову. Теоремы Маркова о совпадении классов функций вычисляемых по Тьюрингу и нормально вычисляемых по Маркову. Понятие алгоритмически перечислимого и алгоритмически разрешимого множеств. Теоремы о взаимосвязи алгоритмической перечислимости и

		алгоритмической разрешимости множеств.
1.5	Неразрешимые алгоритмические проблемы	Существование невычислимых по Тьюрингу функций. Алгоритмически неразрешимые проблемы в общей теории алгоритмов. Теорема Райса.
Лабораторные работы		
2.1	Машина Тьюринга	Способы задания машины Тьюринга. Синтез машин Тьюринга. Простейшие правильно вычислимые машины Тьюринга. Понятие композиции машин Тьюринга. Тезис Тьюринга.
2.2	Рекурсивные функции	Простейшие рекурсивные функции, оператор суперпозиции, оператор примитивной рекурсии, оператор минимизации. Базовые примитивно-рекурсивные функции, предикаты, характеристические функции. Частично рекурсивные функции.
2.3	Нормальные алгоритмы Маркова	Применение нормальных алгоритмов Маркова к словам. Принцип нормализации Маркова. Функции нормально вычислимые по Маркову.

13.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	СРС	Всего
01	Введение в теорию алгоритмов	1			4	5
02	Машина Тьюринга	6		10	12	28
03	Рекурсивные функции	5		4	8	17
04	Нормальные алгоритмы Маркова	4		4	8	16
05	Неразрешимые алгоритмические проблемы	2			4	6
Итого		18		18	36	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

В процессе освоения дисциплины студенты должны посетить лекционные и лабораторные занятия и сдать зачёт.

Указания для освоения теоретического и практического материала и сдачи зачёта:

1. Обязательное посещение лекционных и лабораторных занятий по дисциплине с конспектированием излагаемого преподавателем материала в соответствии с расписанием занятий.

2. Получение в библиотеке рекомендованной учебной литературы и электронное копирование рабочей программы с методическими рекомендациями, конспекта лекций.

3. Копирование (электронное) перечня вопросов к зачёту по дисциплине, а также списка рекомендованной литературы из рабочей программы дисциплины.

4. При подготовке к лабораторным занятиям по дисциплине необходимо изучить рекомендованный лектором материал, иметь при себе конспекты соответствующих тем и необходимый справочный материал.

5. Рекомендуется следовать советам лектора, связанным с освоением предлагаемого материала, провести самостоятельный Интернет – поиск информации (видеофайлов, файлов-презентаций, файлов с учебными пособиями) по ключевым словам курса и ознакомиться с найденной информацией при подготовке к зачёту по дисциплине.

6. Студент допускается к сдаче зачёта, если имеет на руках конспект основного теоретического материала с разбором основных типовых задач, имеется зачёт по 2 контрольным работам.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины:

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	<u>Головешкин, Василий Адамович</u> . Теория рекурсии для программистов / В.А. Головешкин, М.В. Ульянов. — М.: Физматлит, 2006. — 292 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	<u>Лавров, Игорь Андреевич</u> . Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. — М.: Физматлит, 2004. — 255 с.
3	<u>Игошин, Владимир Иванович</u> . Математическая логика и теория алгоритмов / В.И. Игошин. — М.: ACADEMIA, 2004. — 446 с.
4	<u>Игошин, Владимир Иванович</u> . Задачи и упражнения по математической логике и теории алгоритмов / В.И. Игошин. — М.: ACADEMIA, 2006. — 302 с.
5	<u>Иванов, Борис Николаевич</u> . Дискретная математика. Алгоритмы и программы / Б.Н. Иванов. — М.: Известия, 2011. — 511 с.
6	<u>Крупский, Владимир Николаевич</u> . Теория алгоритмов / В.Н. Крупский, В.Е. Плиско. — М.: Академия, 2009. — 205 с.
7	<u>Закревский, Аркадий Дмитриевич</u> . Логика распознавания / А.Д. Закревский. — М.: Едиториал УРСС, 2003. — 139 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
8	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – (http // www.lib.vsu.ru/)
9	Поисковые системы www.google.ru www.yandex.ru

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы:

Курс дисциплины построен таким образом, чтобы позволить студентам проявить способность к самостоятельной работе. Для успешной самостоятельной работы предполагается интерактивный диалог с преподавателем, осуществляемый с помощью удаленной связи через интернет.

Самостоятельная работа студента-бакалавра, прежде всего, заключается в изучении литературы, дополняющей материал, излагаемый на лекции и в ходе лабораторных работ. Необходимо овладеть навыками библиографического поиска, уметь находить подходящие источники, творчески и критически перерабатывать информацию, научиться определять методы исследований.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

Осуществляется интерактивная связь с преподавателем через сеть интернет, проводятся индивидуальные онлайн консультации.

Лабораторные работы осуществляются как аналитически, так и с использованием ЭВМ и прикладного ПО: MS Visual Studio, Lazarus.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебные аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий. Компьютерные классы для выполнения индивидуальных заданий, оснащённые лицензионным и свободно распространяемым программным обеспечением: Windows 7 или 10, MS Visual Studio, Lazarus.

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОК-7: способность к самоорганизации и к самообразованию	знать: - методы построения правильно вычисляемых алгоритмов для различного класса прикладных задач;	- Введение в теорию алгоритмов; - Неразрешимые алгоритмические проблемы;	Устный опрос
	уметь: - решать основные типы задач на построение алгоритмов;	- Введение в теорию алгоритмов; - Неразрешимые алгоритмические проблемы;	Устный опрос
	владеть: - математическим аппаратом в области теории алгоритмов для решения прикладных задач;	- Введение в теорию алгоритмов; - Неразрешимые алгоритмические проблемы;	Устный опрос

ОПК-4: способность находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные теоремы о правильной разрешимости алгоритмов, построенных с помощью различных подходов; - основные проблемы алгоритмической неразрешимости; 	<ul style="list-style-type: none"> - Машина Тьюринга; - Рекурсивные функции; - Нормальные алгоритмы Маркова; 	Устный опрос
	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать основные типы задач на построение алгоритмов для разрешения задач различными методами; - оценивать правильность готовых алгоритмов и выявлять наиболее оптимальные из них; 	<ul style="list-style-type: none"> - Машина Тьюринга; - Рекурсивные функции; - Нормальные алгоритмы Маркова; 	Устный опрос
	<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - математическим аппаратом в области теории алгоритмов для решения прикладных задач; - навыками применения построения алгоритмов при программировании на ЭВМ для ускорения решения разнотипных задач; 	<ul style="list-style-type: none"> - Машина Тьюринга; - Рекурсивные функции; - Нормальные алгоритмы Маркова; 	Контрольная работа
ПК-1: способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы построения правильно вычислимых алгоритмов для различного класса прикладных задач; - основные теоремы о правильной разрешимости алгоритмов, построенных с помощью различных подходов; - основные проблемы алгоритмической неразрешимости; 	<ul style="list-style-type: none"> - Машина Тьюринга; - Рекурсивные функции; - Нормальные алгоритмы Маркова; - Неразрешимые алгоритмические проблемы; 	Устный опрос
	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать основные типы задач на построение алгоритмов для разрешения задач различными методами; 	<ul style="list-style-type: none"> - Машина Тьюринга; - Рекурсивные функции; - Нормальные алгоритмы Маркова; - Неразрешимые 	Устный опрос

		алгоритмические проблемы;	
	владеть: - математическим аппаратом в области теории алгоритмов для решения прикладных задач; - навыками применения построения алгоритмов при программировании на ЭВМ для ускорения решения разнотипных задач;	- Машина Тьюринга; - Рекурсивные функции; - Нормальные алгоритмы Маркова;	Контрольная работа

19.2. Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации)

Для оценивания результатов обучения на зачёте используются следующие показатели:

- Знание основных положений математической логики и теории алгоритмов; методов построения правильно вычислимых алгоритмов для различного класса прикладных задач; основных теорем о правильной разрешимости алгоритмов, построенных с помощью различных подходов; основных проблемы алгоритмической неразрешимости.
- Умение решать основные типы задач на построение алгоритмов для разрешения задач различными методами; оценивать правильность готовых алгоритмов и выявлять наиболее оптимальные из них.
- Владение математическим аппаратом в области теории алгоритмов для решения прикладных задач; навыками применения построения алгоритмов при программировании на ЭВМ для ускорения решения разнотипных задач.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Достаточное владение материалом: правильные и конкретные, без грубых ошибок ответы на основные вопросы, с возможными неточностями в отдельных ответах;	Пороговый уровень и/или выше порогового	Зачтено
Плохое владение материалом: ответ неверен, отсутствие ориентации в предмете	Ниже порогового уровня	Незачтено

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

Примерный перечень заданий проверки практических навыков

Задание 1. Проверить работу машины Тьюринга с внешним алфавитом $A = \{a_0, 1\}$ и программой, записанной в виде сокращённой таблицы:

Q A	q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	q_6	q_7	q_8	q_9	q_{10}
a_0	$q_8\Pi$	$q_9\Pi$	$q_{10}\Pi$	$q_8\Pi$	$q_9\Pi$	$q_{10}\Pi$	q_01	q_0a_0	q_01	q_71
1	$q_2\Pi$	$q_3\Pi$	$q_1\Pi$				$q_7\Pi$	q_4a_0	q_5a_0	q_6a_0

на слове 111. Какое действие может скрываться за работой этой машины?

Задание 2. Составить программу машины Тьюринга с внешним алфавитом $A = \{a_0, 1\}$, которая бы была неприменима ни к какому непустому слову.

Задание 3. Составить программу машины Тьюринга для функции:
 $f(x, y) = x + y$.

Задание 4. Проверить работу машины Тьюринга с внешним алфавитом $A = \{a_0, 1\}$ и программой, записанной в виде сокращённой таблицы:

Q A	q_1	q_2	q_3
a_0	$q_2a_0\Pi$	$q_2a_0\Pi$	q_0a_0
1	$q_11\Pi$	$q_31\Pi$	$q_31\Pi$

на слове $111a_0a_01$. Какое действие может скрываться за работой этой машины?

Задание 5. Составить программу машины Тьюринга с внешним алфавитом $A = \{a_0, 1\}$, которая бы была применима только к словам вида $11\dots 1$ ($3n$ единиц), $n \geq 1$.

Задание 6. Составить программу машины Тьюринга для функции:
 $f(x) = \overline{sg(x)}$.

Задание 7. На ленту подряд вписаны два конечных набора единиц, разделённых звёздочкой. Составить программу машины Тьюринга, которая бы выписывала бы подряд (без разделения звёздочкой) столько единиц, сколько их есть в обоих наборах исходя из предположения о правильной вычислимости.

Задание 8. Составить программу машины Тьюринга для функции:
 $f(x) = x - 4$.

Задание 9. На ленту подряд вписаны два конечных набора единиц, разделённых звёздочкой. Составить программу машины Тьюринга, которая бы выписывала бы подряд (без разделения звёздочкой) столько единиц, сколько их есть в обоих наборах исходя из правильной вычислимости составленной программы.

Задание 10. Составить программу машины Тьюринга для функции:
 $f(x) = sg(x)$.

Задание 11. Составить программу машины Тьюринга с внешним алфавитом $A = \{a_0, 1\}$, которая бы была применима к любому непустому слову.

Задание 12. Составить программу машины Тьюринга для функции:
 $f(x) = 2x$.

Задание 13. Составить программу машины Тьюринга с внешним алфавитом $A = \{a_0, 1\}$, которая бы была применима только к словам вида $11\dots 1$ ($2n$ единиц), $n \geq 1$.

Задание 14. Составить программу машины Тьюринга для функции:
 $f(x) = x + 2$.

Задание 15. Составить программу машины Тьюринга с внешним алфавитом $A = \{a_0, 1\}$, которая бы была применима только к словам вида $11\dots 1$ ($2n+1$ единиц), $n \geq 1$.

Задание 16. Составить программу машины Тьюринга для функции: $f(x) = x + 1$ в десятичной системе счисления.

Примерный перечень вопросов к зачёту

1. Основные логические операции. Свойства.
2. Определение машины Тьюринга.
3. Таблицы истинности.
4. Определение начальной, k -й и заключительной конфигураций работы машины Тьюринга.
5. Понятие логического следования.
6. Вычислимые по Тьюрингу функции.
7. Эквивалентность логических высказываний.
8. Композиция машин Тьюринга.
9. Стандартные функции, вычислимые по Тьюрингу.
10. Определение алгоритма. Алгоритмический процесс.
11. Сравнительный анализ машин Тьюринга и ЭВМ.
12. Существенные черты алгоритма.
13. Операторы суперпозиции, примитивной рекурсии и минимизации.
14. Определение правильной вычислимости функции по Тьюрингу.
15. Примитивно рекурсивные функции. Примеры.
16. Тезис Тьюринга.
17. Теорема о примитивной рекурсивности сложной функции.
18. Понятие частично рекурсивной функции. Тезис Чёрча.
19. Функции Аккермана.

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в форме письменно-устного опроса (индивидуального).

Промежуточная аттестация включает в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и защиту контрольной работы, позволяющую оценить степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.