

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.08.02  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Избранные вопросы теоретической информатики 2**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
01.04.02 Прикладная математика и информатика

направленность (профиль)  
Математическое моделирование

Форма обучения: очная

Год набора: 2019

Общая трудоемкость: 5 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	2	Итого
Форма контроля	Экзамен	
Вид занятий		
Лекции	34	34
Лабораторные		
Практические	34	34
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	68,35	68,35
Самостоятельная работа	76	76
Контроль	35,65	35,65
<b>Итого</b>	<b>180</b>	<b>180</b>

Рабочую программу составил(и):  
Доцент кафедры «Прикладная математика и информатика», к. ф.-м. н., Лелонд О.В.

---

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

---

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана  
направления подготовки

01.04.02 Прикладная математика и информатика

---

(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВПО)

Срок действия программы дисциплины до «31» августа 2021 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Прикладная математика и информатика»

---

(протокол заседания № 1 от «30» августа 2018г.).

### 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов знаний о машинах Тьюринга, рекурсивных функциях, нормальных алгоритмах.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Избранные вопросы теоретической информатики 1.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Избранные вопросы математического моделирования, Научно-исследовательская работа.

### 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	ИУК-1.1 Знает методологию системного подхода	Знать: принципы работы машины Тьюринга, основные понятия теории рекурсивных функций, определение нормального алгоритма
	ИУК-1.2 Умеет разрабатывать и содержательно аргументировать стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов, анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними, определять пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, критически оценивать надежность источников информации, решать задачи, требующие навыков абстрактного мышления	Уметь: применять машины Тьюринга и нормальные алгоритмы для преобразования слов, использовать стандартные операторы для получения новых рекурсивных функций из простейших функций
	ИУК-1.3 Владеет методами анализа и синтеза, логико-методологическим инструментарием	Владеть: навыками применения машин Тьюринга и нормальных алгоритмов для преобразования слов, использования стандартных операторов для получения новых рекурсивных функций из простейших функций

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b> (код и наименование)	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> (код и наименование)	<b>Планируемые результаты обучения</b>
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	ИУК-2.1 Знает принципы разработки плана выполнения (дорожной карты) проекта в сфере профессиональной деятельности на всех этапах его жизненного цикла, методы управления проектом на всех этапах его жизненного цикла ИУК-2.2 Умеет формулировать на основе поставленной проблемы проектную задачу, разрабатывать план выполнения (дорожную карту) проекта в сфере профессиональной деятельности на всех этапах его жизненного цикла, предусматривая проблемные ситуации и риски, осуществлять мониторинг хода реализации проекта и корректировку его выполнения ИУК-2.3 Владеет методами планирования и выполнения проектов в условиях неопределенности, осуществляя руководство проектом (поддерживая выполнение проекта)	Знать: основные принципы математического моделирования
		Уметь: применять на практике методы математического моделирования
		Владеть: навыками построения и исследования математических моделей

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Машины Тьюринга	Лек	Определение машины Тьюринга. Применение машин Тьюринга к словам. Конструирование машин	2	2	-	-	Контрольная работа, экзамен
	Пр	Применение машин Тьюринга к словам. Конструирование машин		4	-	-	
	Лек	Вычислимые по Тьюрингу функции. Правильная вычислимость функций на машине Тьюринга. Композиция машин Тьюринга.		2	-	-	
	Пр	Вычислимые по Тьюрингу функции. Правильная вычислимость функций на машине Тьюринга. Композиция машин Тьюринга.		4	-	-	
	Пр	Контрольная работа по теме «Машины Тьюринга».		2	-	-	
	СР	Работа с лекционным материалом и учебной литературой, выполнение домашних заданий.		12	-	-	
Модуль 2. Рекурсивные функции	Лек	Основные понятия теории рекурсивных функций. Тезис Черча.	2	4	-	-	Коллоквиум, экзамен
	Пр	Основные понятия теории рекурсивных функций. Тезис Черча.		2	-	-	
	Лек	Вычислимость по Тьюрингу примитивно рекурсивных функций. Функции Аккермана.		2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр	Вычислимость по Тьюрингу примитивно рекурсивных функций. Функции Аккермана.		2	-	-	
	Лек	Вычислимость по Тьюрингу частично рекурсивных функций. Частичная рекурсивность функций, вычислимых по Тьюрингу.		4	-	-	
	Пр	Вычислимость по Тьюрингу частично рекурсивных функций. Частичная рекурсивность функций, вычислимых по Тьюрингу.		4	-	-	
	СР	Работа с лекционным материалом и учебной литературой, выполнение домашних заданий, подготовка к коллоквиуму.		24	-	-	
Модуль 3. Нормальные алгоритмы Маркова.	Лек	Марковские подстановки. Нормальные алгоритмы и их применение к словам.	2	2	-	-	Коллоквиум, экзамен
	Пр	Марковские подстановки. Нормальные алгоритмы и их применение к словам.		4	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лек	Нормально вычислимые функции и принцип нормализации Маркова. Совпадение класса всех нормально вычислимых функций с классом всех функций, вычислимых по Тьюрингу. Эквивалентность различных теорий алгоритмов.		4	-	-	
	Пр	Нормально вычислимые функции и принцип нормализации Маркова. Совпадение класса всех нормально вычислимых функций с классом всех функций, вычислимых по Тьюрингу.		4	-	-	
	СР	Работа с лекционным материалом и учебной литературой, выполнение домашних заданий, подготовка к коллоквиуму.		24	-	-	
Модуль 4. Неразрешимые алгоритмические проблемы. Теорема Геделя о неполноте формальной арифметики.	Лек	Разрешимость и перечислимость множеств.	2	2	-	-	Экзамен
	Пр	Разрешимость и перечислимость множеств.		4	-	-	
	Лек	Нумерация алгоритмов. Нумерация машин Тьюринга. Существование невычислимых по Тьюрингу функций. Проблемы распознавания самоприменимости и применимости.		4	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр	Нумерация алгоритмов. Нумерация машин Тьюринга. Проблемы распознавания самоприменимости и применимости.		4	-	-	
	Лек	Алгоритмически неразрешимые проблемы в общей теории алгоритмов. Теорема Райса.		4	-	-	
	Лек	Формальная арифметика и ее свойства. Теорема Геделя о неполноте.		4	-	-	
	СР	Работа с лекционным материалом и учебной литературой, выполнение домашних заданий.		16	-	-	
	ПА		2	0,35	-	-	
	Контроль		2	35,65			
<b>Итого:</b>				<b>180</b>	<b>-</b>		



## **5. Образовательные технологии**

Технология традиционного обучения: лекции 1-17, практические занятия 1-17.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины необходимы посещение студентами лекционных и практических занятий, самостоятельная работа студентов с лекционным материалом и учебной литературой, выполнение индивидуального домашнего задания и всех предусмотренных в семестре контрольных работ.

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет.

В ходе лекционных занятий полезно задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Студент может дополнить список предложенной литературы современными источниками, не представленными в списке, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых и выпускных квалификационных работ.

Студентам следует

- при подготовке к практическим занятиям обязательно использовать не только лекции, учебную литературу, но и другие источники;
- в начале занятий задавать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и использовании при решении задач, предложенных для самостоятельного решения;
- на занятиях доводить каждую задачу до окончательного ответа, демонстрировать понимание проведенных расчетов (рассуждений), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что решение задач проводится по рассмотренному на лекциях материалу и связано, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться студентом на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и в процессе решения задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (что очень важно) для активной проработки лекционного материала.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений (рассуждений, преобразований) составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение задач следует излагать подробно, вычисления (рассуждения, преобразования) располагать в строгом порядке. Решение при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Полезно (если это возможно) решать задачу несколькими способами и сравнивать полученные результаты. Решение задач определённого типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и систематизации знаний, получаемых в процессе обучения. Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует как теоретические знания, приобретённые в процессе обучения по данной учебной дисциплине, так и навыки их практического использования при решении задач.

Необходимо ориентировать студентов на систематическую подготовку к занятиям в течение семестра, поскольку это позволит освоить основы изучаемой дисциплины, а время сессии можно будет использовать для систематизации уже имеющихся знаний.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
2	УК-1	Вопросы к экзамену №1-50 Вопросы к коллоквиуму №1-19 Контрольная работа
2	УК-2	Вопросы к экзамену №1-50 Вопросы к коллоквиуму №1-19 Контрольная работа

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Контрольная работа по теме «Машины Тьюринга»

(наименование оценочного средства)

#### Типовой(ые) пример(ы) задания(ий)

##### Вариант 1

Задание 1. Машина Тьюринга с внешним алфавитом  $A = \{a_0, 1\}$  и алфавитом внутренних состояний  $Q = \{q_0, q_1, \dots, q_{13}\}$  определяется следующей функциональной схемой:  
 $q_1 a_0 \rightarrow q_2 a_0 Л, q_1 1 \rightarrow q_0 1, q_2 a_0 \rightarrow q_5 a_0, q_2 1 \rightarrow q_3 a_0, q_3 a_0 \rightarrow q_4 a_0 Л, q_3 1 \rightarrow q_0 1, q_4 a_0 \rightarrow q_5 1, q_4 1 \rightarrow q_4 1 Л, q_5 a_0 \rightarrow q_0 a_0, q_5 1 \rightarrow q_6 1 Л, q_6 a_0 \rightarrow q_0 a_0, q_6 1 \rightarrow q_7 a_0, q_7 a_0 \rightarrow q_8 a_0 П, q_7 1 \rightarrow q_0 1, q_8 a_0 \rightarrow q_9 1, q_8 1 \rightarrow q_8 1 П,$

$q_9 a_0 \rightarrow q_0 a_0, q_9 1 \rightarrow q_{10} 1 Л, q_{10} a_0 \rightarrow q_0 a_0, q_{10} 1 \rightarrow q_{11} a_0, q_{11} a_0 \rightarrow q_{12} a_0 Л, q_{11} 1 \rightarrow q_0 1, q_{12} a_0 \rightarrow q_{13} 1, q_{12} 1 \rightarrow q_{12} 1 Л, q_{13} a_0 \rightarrow q_0 a_0, q_{13} 1 \rightarrow q_0 1.$

Изображая на каждом такте работы машины получающуюся конфигурацию, определите, в какое слово перерабатывает машина каждое из следующих слов (в начальный момент времени машина находится в состоянии  $q_1$  и обозревает крайнюю правую ячейку, в которой записан пустой символ  $a_0$ , в следующей слева ячейке уже записан символ 1):

$a_0 1 a_0 1 1 a_0, a_0 1 1 1 a_0 1 a_0, a_0 1 1 a_0 1 1 1 a_0 1 1 a_0.$

Задание 2. Сконструируйте машину Тьюринга с внешним алфавитом  $A = \{a_0, 1\}$ , которая каждое слово длиной  $n$  в алфавите  $A_1 = \{1\}$  перерабатывает в слово длиной  $n+1$  в том же алфавите  $A_1$ .

Задание 3. Доказать, что функция  $f(x, y) = x - y$  вычислима по Тьюрингу, для чего построить машину Тьюринга, её вычисляющую.

##### Вариант 2

Задание 1. Машина Тьюринга с внешним алфавитом  $A = \{a_0, 1\}$  и алфавитом внутренних состояний  $Q = \{q_0, q_1, \dots, q_{13}\}$  определяется следующей функциональной схемой:  
 $q_1 a_0 \rightarrow q_2 a_0 Л, q_1 1 \rightarrow q_0 1, q_2 a_0 \rightarrow q_5 a_0, q_2 1 \rightarrow q_3 a_0, q_3 a_0 \rightarrow q_4 a_0 Л, q_3 1 \rightarrow q_0 1, q_4 a_0 \rightarrow q_5 1, q_4 1 \rightarrow q_4 1 Л, q_5 a_0 \rightarrow q_0 a_0, q_5 1 \rightarrow q_6 1 Л, q_6 a_0 \rightarrow q_0 a_0, q_6 1 \rightarrow q_7 a_0, q_7 a_0 \rightarrow q_8 a_0 П, q_7 1 \rightarrow q_0 1, q_8 a_0 \rightarrow q_9 1, q_8 1 \rightarrow q_8 1 П,$

$q_9 a_0 \rightarrow q_0 a_0, q_9 1 \rightarrow q_{10} 1 Л, q_{10} a_0 \rightarrow q_0 a_0, q_{10} 1 \rightarrow q_{11} a_0, q_{11} a_0 \rightarrow q_{12} a_0 Л, q_{11} 1 \rightarrow q_0 1, q_{12} a_0 \rightarrow q_{13} 1, q_{12} 1 \rightarrow q_{12} 1 Л, q_{13} a_0 \rightarrow q_0 a_0, q_{13} 1 \rightarrow q_0 1.$

Изображая на каждом такте работы машины получающуюся конфигурацию, определите, в какое слово перерабатывает машина каждое из следующих слов (в начальный момент времени машина находится в состоянии  $q_1$  и обозревает крайнюю правую ячейку, в которой записан пустой символ  $a_0$ , в следующей слева ячейке уже записан символ 1):

$$a_011a_0111a_0, a_01111a_01a_0, a_01a_01a_01111a_0.$$

Задание 2. Составьте функциональную схему машины Тьюринга, которая бы от натурального числа в десятичной системе счисления отнимала единицу.

Задание 3. Доказать, что функция  $f(x) = x \div 1 = \begin{cases} 0, & x = 0 \\ x - 1, & x > 0 \end{cases}$  вычислима по Тьюрингу, для чего построить машину Тьюринга, её вычисляющую.

### Вариант 3

Задание 1. Машина Тьюринга с внешним алфавитом  $A = \{a_0, 1\}$  и алфавитом внутренних состояний  $Q = \{q_0, q_1, \dots, q_{13}\}$  определяется следующей функциональной схемой:  
 $q_1a_0 \rightarrow q_2a_0Л, q_11 \rightarrow q_01, q_2a_0 \rightarrow q_5a_0, q_21 \rightarrow q_3a_0, q_3a_0 \rightarrow q_4a_0Л, q_31 \rightarrow q_01, q_4a_0 \rightarrow q_51, q_41 \rightarrow q_41Л, q_5a_0 \rightarrow q_0a_0, q_51 \rightarrow q_61Л, q_6a_0 \rightarrow q_0a_0, q_61 \rightarrow q_7a_0, q_7a_0 \rightarrow q_8a_0П, q_71 \rightarrow q_01, q_8a_0 \rightarrow q_91, q_81 \rightarrow q_81П,$

$q_9a_0 \rightarrow q_0a_0, q_91 \rightarrow q_{10}1Л, q_{10}a_0 \rightarrow q_0a_0, q_{10}1 \rightarrow q_{11}a_0, q_{11}a_0 \rightarrow q_{12}a_0Л, q_{11}1 \rightarrow q_01, q_{12}a_0 \rightarrow q_{13}1, q_{12}1 \rightarrow q_{12}1Л, q_{13}a_0 \rightarrow q_0a_0, q_{13}1 \rightarrow q_01.$

Изображая на каждом такте работы машины получающуюся конфигурацию, определите, в какое слово перерабатывает машина каждое из следующих слов (в начальный момент времени машина находится в состоянии  $q_1$  и обозревает крайнюю правую ячейку, в которой записан пустой символ  $a_0$ , в следующей слева ячейке уже записан символ 1):

$$a_01a_0111a_0, a_01111a_011a_0, a_01a_011a_0111a_0.$$

Задание 2. Дана конечная совокупность единиц, вписанных в ячейки, взятые подряд без пропусков. Постройте функциональную схему такой машины Тьюринга, которая записывала бы в десятичной системе число этих единиц, то есть пересчитывала бы набор единиц.

Задание 3. Доказать, что функция  $Sg(x) = \begin{cases} 0, & x = 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}$  вычислима по Тьюрингу, для чего построить машину Тьюринга, её вычисляющую.

### Вариант 4

Задание 1. Машина Тьюринга с внешним алфавитом  $A = \{a_0, 1\}$  и алфавитом внутренних состояний  $Q = \{q_0, q_1, \dots, q_{13}\}$  определяется следующей функциональной схемой:  
 $q_1a_0 \rightarrow q_2a_0Л, q_11 \rightarrow q_01, q_2a_0 \rightarrow q_5a_0, q_21 \rightarrow q_3a_0, q_3a_0 \rightarrow q_4a_0Л, q_31 \rightarrow q_01, q_4a_0 \rightarrow q_51, q_41 \rightarrow q_41Л, q_5a_0 \rightarrow q_0a_0, q_51 \rightarrow q_61Л, q_6a_0 \rightarrow q_0a_0, q_61 \rightarrow q_7a_0, q_7a_0 \rightarrow q_8a_0П, q_71 \rightarrow q_01, q_8a_0 \rightarrow q_91, q_81 \rightarrow q_81П,$

$q_9a_0 \rightarrow q_0a_0, q_91 \rightarrow q_{10}1Л, q_{10}a_0 \rightarrow q_0a_0, q_{10}1 \rightarrow q_{11}a_0, q_{11}a_0 \rightarrow q_{12}a_0Л, q_{11}1 \rightarrow q_01, q_{12}a_0 \rightarrow q_{13}1, q_{12}1 \rightarrow q_{12}1Л, q_{13}a_0 \rightarrow q_0a_0, q_{13}1 \rightarrow q_01.$

Изображая на каждом такте работы машины получающуюся конфигурацию, определите, в какое слово перерабатывает машина каждое из следующих слов (в начальный момент времени машина находится в состоянии  $q_1$  и обозревает крайнюю правую ячейку, в которой записан пустой символ  $a_0$ , в следующей слева ячейке уже записан символ 1):

$$a_0111a_01111a_0, a_01a_01111a_0, a_0111a_01a_0111a_0.$$

Задание 2. На ленту подряд вписаны два конечных набора единиц, разделённые звёздочкой. Составьте программу машины Тьюринга, которая выписывала бы подряд, без деления звёздочкой, столько единиц, сколько их в обоих наборах (сложение единиц).

Задание 3. Доказать, что функция  $\bar{S}g(x) = \begin{cases} 1, & x = 0 \\ 0, & x > 0 \end{cases}$  вычислима по Тьюрингу, для чего построить машину Тьюринга, её вычисляющую.

### Вариант 5

Задание 1. Машина Тьюринга с внешним алфавитом  $A = \{a_0, 1\}$  и алфавитом внутренних состояний  $Q = \{q_0, q_1, \dots, q_{13}\}$  определяется следующей функциональной схемой:  
 $q_1a_0 \rightarrow q_2a_0Л, q_11 \rightarrow q_01, q_2a_0 \rightarrow q_5a_0, q_21 \rightarrow q_3a_0, q_3a_0 \rightarrow q_4a_0Л, q_31 \rightarrow q_01, q_4a_0 \rightarrow q_51, q_41 \rightarrow q_41Л, q_5a_0 \rightarrow q_0a_0, q_51 \rightarrow q_61Л, q_6a_0 \rightarrow q_0a_0, q_61 \rightarrow q_7a_0, q_7a_0 \rightarrow q_8a_0П, q_71 \rightarrow q_01, q_8a_0 \rightarrow q_91, q_81 \rightarrow q_81П,$

$q_9 a_0 \rightarrow q_0 a_0, q_9 1 \rightarrow q_{10} 1Л, q_{10} a_0 \rightarrow q_0 a_0, q_{10} 1 \rightarrow q_{11} a_0, q_{11} a_0 \rightarrow q_{12} a_0 Л, q_{11} 1 \rightarrow q_0 1, q_{12} a_0 \rightarrow q_{13} 1, q_{12} 1 \rightarrow q_{12} 1Л, q_{13} a_0 \rightarrow q_0 a_0, q_{13} 1 \rightarrow q_0 1.$

Изображая на каждом такте работы машины получающуюся конфигурацию, определите, в какое слово перерабатывает машина каждое из следующих слов (в начальный момент времени машина находится в состоянии  $q_1$  и обозревает крайнюю правую ячейку, в которой записан пустой символ  $a_0$ , в следующей слева ячейке уже записан символ 1):

$a_0 11 a_0 1111 a_0, a_0 111 a_0 11 a_0, a_0 11 a_0 111 a_0 1 a_0.$

Задание 2. Постройте машину Тьюринга, осуществляющую перевод слова  $00 \underbrace{1 \dots 1}_x 0$  в слово  $0 \underbrace{1 \dots 1}_x 00$ . Причём в начальном положении машина должна находиться в состоянии  $q_1$  и обозревать первую слева ячейку, эту же ячейку она должна обозревать и в момент остановки.

Задание 3. Доказать, что функция  $f(x, y) = x \div y = \begin{cases} 0, & x \leq y \\ 1, & x > y \end{cases}$  вычислима по Тьюрингу, для чего построить машину Тьюринга, её вычисляющую.

### Краткое описание и регламент выполнения

Контрольная работа выполняется на практическом занятии после изучения модуля «Машины Тьюринга» и сдается преподавателю.

### Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если правильно выполнено не менее 90% работы;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если правильно выполнено 70-89% работы;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если правильно выполнено 50-69% работы;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если правильно выполнено менее 50% работы.

## **7.2.2. Коллоквиум по теме «Рекурсивные функции. Нормальные алгоритмы Маркова»**

*(наименование оценочного средства)*

### Примерные вопросы к коллоквиуму

- 1 Простейшие рекурсивные функции.
- 2 Оператор суперпозиции.
- 3 Оператор примитивной рекурсии.
- 4 Понятие примитивно рекурсивной функции.
- 5 Оператор минимизации.
- 6 Понятие частично рекурсивной функции.
- 7 Понятие общерекурсивной функции.
- 8 Тезис Чёрча.
- 9 Вычислимость по Тьюрингу примитивно рекурсивных функций.
- 10 Функции Аккермана.
- 11 Вычислимость по Тьюрингу частично рекурсивных функций.
- 12 Частичная рекурсивность функций, вычисляемых по Тьюрингу.
- 13 Понятие марковской подстановки.
- 14 Примеры марковских подстановок.
- 15 Понятие нормального алгоритма Маркова.

- 16 Примеры нормальных алгоритмов.
- 17 Понятие нормально вычислимой функции.
- 18 Принцип нормализации Маркова.
- 19 Совпадение класса всех нормально вычислимых функций с классом всех функций, вычислимых по Тьюрингу.

### **Краткое описание и регламент выполнения**

Коллоквиум проводится в устной форме после изучения модулей «Рекурсивные функции» и «Нормальные алгоритмы Маркова».

### **Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если студент даёт развёрнутый ответ на основной вопрос, грамотно излагает материал, верно отвечает на дополнительные вопросы;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент даёт развёрнутый ответ на основной вопрос, грамотно излагает материал, но допускает при ответе незначительные ошибки; при этом он верно отвечает на большинство дополнительных вопросов;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент при ответе демонстрирует знание лишь необходимых основ учебного материала;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки при ответе на вопросы.

## **7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

### **7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации**

Семестр 2

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы к экзамену</b>
1	Понятие машины Тьюринга.
2	Основные принципы работы машины Тьюринга.
3	Понятие вычислимой по Тьюрингу функции.
4	Примеры функций, вычислимых по Тьюрингу.
5	Правильная вычислимость функций на машине Тьюринга.
6	Примеры правильно вычислимых функций.
7	Понятие композиции машин Тьюринга.
8	Примеры композиций машин Тьюринга.
9	Тезис Тьюринга.
10	Простейшие рекурсивные функции.
11	Оператор суперпозиции.
12	Оператор примитивной рекурсии.
13	Понятие примитивно рекурсивной функции.
14	Примеры примитивно рекурсивных функций.
15	Оператор минимизации.
16	Понятие частично рекурсивной функции.
17	Примеры частично рекурсивных функций.
18	Понятие общерекурсивной функции.

№ п/п	Вопросы к экзамену
19	Примеры общерекурсивных функций.
20	Тезис Чёрча.
21	Вычислимость по Тьюрингу примитивно рекурсивных функций.
22	Функции Аккермана.
23	Вычислимость по Тьюрингу частично рекурсивных функций.
24	Частичная рекурсивность функций, вычислимых по Тьюрингу.
25	Понятие марковской подстановки.
26	Примеры марковских подстановок.
27	Понятие нормального алгоритма Маркова.
28	Примеры нормальных алгоритмов.
29	Понятие нормально вычислимой функции.
30	Примеры нормально вычислимых функций.
31	Принцип нормализации Маркова.
32	Совпадение класса всех нормально вычислимых функций с классом всех функций, вычислимых по Тьюрингу.
33	Понятие вычислимой функции.
34	Примеры вычислимых функций.
35	Понятие разрешимого множества.
36	Примеры разрешимых множеств.
37	Понятие перечислимого множества.
38	Примеры перечислимых множеств.
39	Свойства перечислимых множеств.
40	Связь между перечислимыми и разрешимыми множествами.
41	Понятие алгоритмической проблемы.
42	Нумерация алгоритмов.
43	Нумерация машин Тьюринга.
44	Существование невычислимых по Тьюрингу функций.
45	Проблема распознавания самоприменимости алгоритма.
46	Проблема распознавания применимости алгоритма.
47	Алгоритмически неразрешимые проблемы в общей теории алгоритмов.
48	Теорема Райса.
49	Формальная арифметика и её свойства.
50	Теорема Гёделя о неполноте.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
2	Экзамен (устно)	«отлично»	Оценка «отлично» ставится студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагающему. При этом студент тесно увязывает

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
			теорию с практикой, не затрудняется в ответе при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и вопросами. Оценки за контрольную работу и коллоквиум должны быть не ниже «хорошо».
		«хорошо»	Оценка «хорошо» ставится студенту, который твёрдо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, но допускает несущественные ошибки при ответе на вопросы или при решении задач. Оценки за контрольную работу и коллоквиум должны быть не ниже «хорошо».
		«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» ставится студенту, который показывает знание только необходимых основ учебного материала, но не усвоил его деталей, допускает ошибки в формулировках правил и теорем, нарушения в последовательности изложения материала, испытывает затруднения при решении задач, но способен справиться с наиболее простыми из них под руководством преподавателя.
		«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» ставится студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки при ответе на теоретические вопросы, не справляется с предлагаемыми ему задачами.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Н. К. Верещагин, А. Шень	Языки и исчисления	Учебное пособие	2016	ЭБС "IPRbooks"
2	С. А. Унучек	Математическая логика	Учебное пособие	2018	ЭБС "IPRbooks"

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
3	А. С. Герасимов	Курс математической логики и теории вычислимости	Учебное пособие	2014	ЭБС «Лань»
4	Ю. П. Шевелев, Л. А. Писаренко, М. Ю. Шевелев	Сборник задач по дискретной математике	Учебное пособие	2013	ЭБС «Лань»
5	Э. Л. Балюкевич, Л. Ф. Ковалева, А. Н. Романников	Дискретная математика	Учебно-практическое пособие	2012	ЭБС "IPRbooks"



### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

ЭБС «Лань»;  
ЭБС "IPRbooks".

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Бессрочно
2	Office Standart	Бессрочно

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (УЛК-305).	Столы ученические двухместные (моноблок), стол преподавательский, стул, доска аудиторная (меловая)
2	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (УЛК-411).	Столы ученические двухместные (моноблок), стол преподавательский, доска аудиторная (меловая)
3	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (УЛК-310).	Столы ученические двухместные (моноблок), стол преподавательский, стул, доска аудиторная (меловая)
4	Учебная аудитория для проведения	Столы ученические двухместные

№ п/п	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
	занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (УЛК-413).	(моноблок), стол преподавательский, стул, доска аудиторная (меловая)
5	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (УЛК-418).	Столы ученические двухместные (моноблок), доска аудиторная 3-х секционная (меловая), стол преподавательский, стулья, проектор Acer
6	Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (Г-401).	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет