	Факультет	Математики, физики и информатики
	Кафедра	Алгебры, математического анализа и геометрии
	Направление подготовки	02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии
	Направленность(профиль)	Открытые информационные системы
	Математическая логика и теория алгоритмов	Б1.В.11

Министерство образования и науки Российской Федерации  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Тульский государственный педагогический университет им. Л. Н. Толстого»  
 ФГБОУ ВО «ТГПУ им. Л.Н.Толстого»

УТВЕРЖДЕНА

на заседании Ученого совета университета

Протокол № 8 от «31» августа 2017 г.

## **Рабочая программа дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов»**

**Трудоемкость: 4 зачетные единицы**

**Квалификация выпускника: Бакалавр**

**Форма обучения: очная**

**Год начала подготовки: 2014**

Заведующий кафедрой алгебры, математического анализа и геометрии

 Н.М. Добровольский

Декан факультета МФИИ  И.Ю. Реброва

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП .....	3
3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.....	4
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ.....	5
5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА И ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ» .....	7
6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	7
6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы .....	7
6.2. Описание показателей, критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	7
6.3. Типовые контрольные задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы .....	9
6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций.....	10
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
7.1. Основная литература:.....	13
7.2. Дополнительная литература: .....	13
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	13
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	15
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА И ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ».....	15
12. АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА И ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ» .....	16
13. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА И ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ».....	18

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Достижение планируемых результатов обучения, соотнесенных с общими целями и задачами ОПОП, является целью освоения дисциплины.

Планируемые результаты освоения образовательной программы (код и название компетенции)	Планируемые результаты обучения	Этапы формирования компетенции в процессе освоения образовательной программы
Способность применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, методологии системной инженерии, системы автоматизации проектирования, электронные библиотеки и коллекции, сетевые технологии, библиотеки и пакеты программ, современные профессиональные стандарты информационных технологий (ОПК-2)	<p><b>Выпускник знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• законы и методы математической логики для изучения математических доказательств и теорий;</li> <li>• компоненты (аксиомы и правила вывода) и характеристики (свойства) исчислений высказываний и важнейших теорий первого порядка.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• распознавать тождественно истинные формулы языка логики высказываний (предикатов).</li> </ul> <p><b>Имеет опыт:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• равносильных преобразований формул.</li> </ul>	Этапы формирования компетенции соответствуют учебному плану и основной образовательной программе
Способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям (ПК-1)	<p><b>Выпускник знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• понятие частично-рекурсивной функции, машины Тьюринга и нормальный алгоритм Маркова.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• конструировать машины Тьюринга, строить нормальный алгоритм Маркова и доказывать примитивную рекурсивность и частичную рекурсивность функций.</li> </ul> <p><b>Имеет опыт:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• распознавания тождественно истинных формул.</li> </ul>	Этапы формирования компетенции соответствуют учебному плану и основной образовательной программе

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов» относится к обязательным дисциплинам вариативной части.

Для освоения дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в ходе изучения алгебры, теории чисел, геометрии и математического анализа.

Дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов» является логической основой понимания сущности доказательств и их строения, изучения аксиоматических математических теорий из разных областей математики и базовой основой разработки и оценки эффективности алгоритмов.

**3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ**

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Объем часов/зачетных единиц по формам обучения</b>
	<b>очная</b>
<b>Максимальная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>144/4</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	<b>54</b>
в том числе:	
лекции с применением мультимедийных технологий и раздаточным материалом для студентов	18
лабораторные занятия (включая защиту отчета по лабораторным работам)	6
практические занятия	28
контрольные работы	2
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>54</b>
в том числе:	
внеаудиторная самостоятельная работа при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям	32
подготовка к контрольной работе	4
Выполнение заданий для самостоятельной работы в модульной объектно-ориентированной динамической учебной среде Moodle	18
Контроль	<b>36</b>
<i>Промежуточная аттестация в форме: экзамен</i>	

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Наименование тем (разделов).	Количество академических или астрономических часов по видам учебных занятий				
	Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Практические занятия	Другие виды работ	Самостоятельная работа обучающихся
<b>Математическая логика</b>					
Тема 1.1. Логика высказываний	2		6		6
Тема 1.2. Логика предикатов	2		4		6
Тема 1.3. Формализованные математические теории	1		2		4
Тема 1.4. Проблемы оснований математики	1		2		4
<b>Теория алгоритмов</b>					
Тема 2.1. Интуитивное понятие алгоритма в математике	2		2		6
Тема 2.2. Частично рекурсивные функции и рекурсивные предикаты	2	2	2		4
Тема 2.3. Машины Тьюринга	2	2	2		6
Тема 2.4. Нормальные алгоритмы	2	2	2		4
Тема 2.5. Рекурсивные и рекурсивно перечислимые множества	2		2		4
Тема 2.6. Нумерация. Универсальные функции	1		2		4
Тема 2.7. Алгоритмически неразрешимые проблемы	1		2		4
Контрольная работа				2	
Групповые консультации					2
<i>Промежуточная аттестация в форме: экзамен</i>				36	
<b>ИТОГО</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>28</b>	<b>38</b>	<b>90</b>

**Тема 1.1. Логика высказываний.** Дедуктивный характер математики. Предмет математической логики, ее роль в вопросах обоснования математики. Тенденции в развитии современной математической логики. Логические операции над высказываниями. Язык логики высказываний. Истинностные функции. Представление истинностных функций формулами. Тавтологии. Основные законы логики высказываний. Равносильные формулы. Равносильные преобразования формул. Семантическое следование.

Исчисления высказываний - классическое и интуиционистское (конструктивное). Аксиомы (схемы аксиом), правила вывода. Понятие вывода в исчислении. Выводимость из гипотез. Доказуемость формул. Теорема дедукции. Основные характеристики исчислений – непротиворечивость, семантическая и синтаксическая полнота, разрешимость и связанные с ними теоремы. Независимость аксиом исчисления высказываний.

**Тема 1.2. Логика предикатов.** Предикаты и кванторы. Язык логики предикатов. Языки первого порядка. Термы, формулы. Свободные и связанные переменные. Интерпретации языков первого порядка. Общезначимые и выполнимые формулы.

Применение языка логики предикатов для записи математических предложений.

Исчисления предикатов: аксиомы, правила вывода. Семантическая корректность, полнота, непротиворечивость, неразрешимость классического исчисления предикатов.

**Тема 1.3. Формализованные математические теории.** Формализация математических теорий. Теории первого порядка. Язык, аксиомы, правила вывода теории. Теорема дедукции. Модели теорий. Лемма Гёделя о счётной модели. Основные характеристики теорий: непротиворечивость, полнота, разрешимость.

Теорема Гёделя о полноте для теорий первого порядка. Теория первого порядка, формализующая арифметику Пеано (формальная арифметика). Теоремы Гёделя о неполноте арифметики.

**Тема 1.4. Проблемы оснований математики.** Канторова теория множеств. Парадоксы теории множеств (Рассела, Кантора). Проблема непротиворечивости математики. Кризис оснований математики на рубеже XIX-XX вв. Логические принципы конструктивного направления в математике.

**Тема 2.1. Интуитивное понятие алгоритма в математике.** Массовые проблемы и алгоритмы в математике. Основные черты алгоритмов. Вычислимые функции. Разрешимые множества. Необходимость уточнения интуитивного понятия алгоритма.

**Тема 2.2. Частично рекурсивные функции и рекурсивные предикаты.** Операторы подстановки, примитивной рекурсии, минимизации; сохранение вычислимости функций при их применении. Частично рекурсивные функции, их вычислимость. Понятие частично рекурсивной функции как математическое уточнение интуитивного понятия вычислимой функции, тезис Черча.

Примитивно рекурсивные и рекурсивные функции. Относительная: (примитивная) рекурсивность функций. Рекурсивные и примитивно рекурсивные предикаты.

Операции над предикатами. Функции, определяемые через взаимно исключающие условия (кусочно-заданные функции).

**Тема 2.3. Машины Тьюринга.** Машины Тьюринга: элементарные действия, шаг работы, команды, программа машины Тьюринга. Понятие машины Тьюринга как математическое уточнение интуитивного понятия алгоритма. Вычислимые по Тьюрингу функции.

Тезис Тьюринга. Операции над машинами Тьюринга. Правильно вычислимые по Тьюрингу функции.

Элементарные машины. Правильная вычислимость частично рекурсивных функций. Теорема о совпадении классов частично рекурсивных и вычислимых по Тьюрингу функций.

**Тема 2.4. Нормальные алгоритмы.** Марковская подстановка. Нормальные алгоритмы Маркова. Нормально вычислимые функции. Принцип нормализации.

**Тема 2.5. Рекурсивные и рекурсивно перечислимые множества.** Рекурсивные множества. Понятие рекурсивного множества как математическое уточнение интуитивного понятия разрешимого множества. Теорема об операциях над рекурсивными множествами. Необходимое и достаточное условие рекурсивности для бесконечных множеств. Рекурсивно перечислимые множества.

Нумерация множества с помощью примитивно рекурсивных функций. Теорема об объединении и пересечении рекурсивно перечислимых множеств. Связь между рекурсивными и рекурсивно перечислимыми множествами.

**Тема 2.6. Нумерация. Универсальные функции.** Эффективная нумерация машин Тьюринга, восстановление машины Тьюринга по ее номеру. Нумерация частично рекурсивных функций. Теорема Клини о представлении рекурсивно перечислимых предикатов. Пример рекурсивно перечислимого, но не рекурсивного множества. Пример множества, не являющегося рекурсивно перечислимым.

Нумерация рекурсивно перечислимых множеств и предикатов. Универсальные функции.

Пример всюду определенной не рекурсивной функции. Множество номеров рекурсивных функций как пример не рекурсивно перечислимого множества.

**Тема 2.7. Алгоритмически неразрешимые проблемы.** Алгоритмически неразрешимые массовые проблемы в теории алгоритмов: проблемы самоприменимости, применимости, остановки и рекурсивности для машин Тьюринга.

Проблемы тождества для конечно определенных полугрупп и групп, их неразрешимость. 10-я проблема Гильберта, ее неразрешимость. Понятие алгоритмической сводимости.

## 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА И ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ»

- 1) Методическая система, используемая авторами данной рабочей программы, базируется на оптимальном сочетании активных форм и методов организации учебной деятельности студентов (лекция, беседа, анализ, синтез, мозговой штурм и т.п.).
- 2) В ходе занятий предполагается акцентировать внимание студентов на формировании навыка работы с учебной литературой, указанной в списке данной программы.
- 3) Особенностью работы со студентами данного направления подготовки является построение алгоритмов решения типовых задач с целью их дальнейшего использования в решении задач формирования профессиональных навыков программиста.
- 4) Все студенты должны быть активными пользователями системы LMSMOODLE, поскольку там представлены конспекты всех лекций с большим количеством примеров и материалы к лабораторным и практическим занятиям.
- 5) Проводится регулярная проверка и учет выполнения домашних заданий.
- 6) Разработан рейтинг по дисциплине.

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы представлен в таблице пункта 1 рабочей программы.

Формирование компетенций «Способность применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, методологии системной инженерии, системы автоматизации проектирования, электронные библиотеки и коллекции, сетевые технологии, библиотеки и пакеты программ, современные профессиональные стандарты информационных технологий» (ОПК-2) и «Способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям (ПК-1)» осуществляется в соответствии с учебным планом и основной образовательной программой.

### 6.2. Описание показателей, критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Дескриптор компетенций	Показатели оценивания	Критерии оценивания
Знания	законы и методы математической логики для изучения математических доказательств и теорий; понятие частично-рекурсивной функции, машины Тьюринга и нормальный алгоритм Маркова; компоненты (аксиомы и правила вывода) и характеристики (свойства) исчислений высказываний и важнейших теорий первого порядка.	Оценка «отлично» выставляется, если студент в целом за семестр набрал от 81 до 100 баллов (при условии, что на экзамене набрано не менее 20 баллов).  Оценка «хорошо» выставляется, если студент в целом за семестр набрал от 61 до 80 баллов (при

Умения	конструировать машины Тьюринга, строить нормальный алгоритм Маркова и доказывать примитивную рекурсивность и частичную рекурсивность функций; распознавать тождественно истинные формулы языка логики высказываний (предикатов)	условии, что на экзамене набрано не менее 20 баллов).  Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент в целом за семестр набрал от 41 до 60 баллов (при условии, что на экзамене набрано не менее 10 баллов).
Навыки и опыт деятельности	равносильных преобразований формул; распознавания тождественно истинных формул	Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент в целом за семестр набрал менее 41 балла (или на экзамене набрал менее 10 баллов).

Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих данный этап формирования компетенций, происходит по шкале с оценками: «отлично»; «хорошо»; «удовлетворительно»; «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал по дисциплине, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материалы рекомендованной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.



### 6.3. Типовые контрольные задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### *Вопросы к экзамену по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов»*

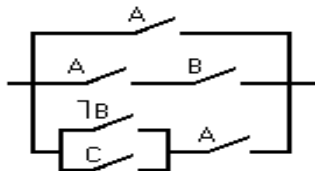
1. Язык логики высказываний, определение формулы.
2. Истинностные значения формул. Тавтологии. Основные законы логики высказываний.
3. Равносильные формулы и основные равносильности логики высказываний.
4. Теорема о представлении всякой истинностной функции формулой логики высказываний.
5. Классическое и интуиционистское исчисления высказываний. Понятие вывода в исчислении высказываний. Доказуемые формулы.
6. Свойства отношения выводимости в исчислении высказываний.
7. Теорема дедукции для исчислений высказываний.
8. Производные правила исчислений высказываний.
9. Семантическая корректность исчислений высказываний.
10. Непротиворечивость классического исчисления высказываний.
11. Теорема о семантической полноте классического исчисления высказываний.
12. Разрешимость классического исчисления высказываний.
13. Доказательство независимости аксиом (правил вывода) исчисления высказываний.
14. Языки первого порядка, определение терма, формулы. Замкнутые формулы.
15. Понятие интерпретации языка первого порядка. Значение формулы в интерпретации с оценкой. Общезначимые и выполнимые формулы.
16. Равносильные формулы и основные равносильности логики предикатов.
17. Проблема общезначимости для логики предикатов.
18. Понятие теории первого порядка. Примеры.
19. Теорема дедукции для теорий первого порядка.
20. Теорема о непротиворечивости исчисления предикатов.
21. Разрешимые теории, полные теории первого порядка. Примеры.
22. Теорема Гёделя о полноте для теорий первого порядка.
23. Формальная арифметика: язык, аксиомы.
24. Теоремы Гёделя о неполноте арифметики.
25. Парадоксы канторовой теории множеств. Парадоксы Рассела и Кантора.
26. Интуитивное понятие алгоритма. Основные черты алгоритмов. Интуитивное понятие вычислимой арифметической функции.
27. Оператор подстановки, определение и свойства.
28. Оператор примитивной рекурсии, определение и свойства
29. Оператор минимизации, определение и свойства.
30. Частично рекурсивные функции, их свойства. Тезис Черча.
31. Машина Тьюринга.
32. Нормальные алгоритмы Маркова.
33. Вычислимые по Тьюрингу функции. Тезис Тьюринга.
34. Операции над машинами Тьюринга.
35. Теорема о вычислимости по Тьюрингу всякой частично рекурсивной функции.
36. Теорема об объединении и пересечении рекурсивно перечислимых множеств.
37. Нумерация машин Тьюринга.
38. Проблема самоприменимости для машин Тьюринга.
39. Проблема применимости для машин Тьюринга.
40. Проблема остановки для машин Тьюринга.
41. 10-я проблема Гильберта, ее неразрешимость.
42. Формулировка проблемы тождества для конечно определенных полугрупп, групп.
43. Понятие алгоритмической сводимости.

**Варианты контрольной работы по дисциплине  
«Математическая логика и теория алгоритмов»**

*Контрольная работа*

Вариант 0.

1. Определите количество значений И для формы  $(A \rightarrow B) \vee (A \rightarrow B \& A)$ .
2. Докажите тавтологию  $(A \rightarrow (B \rightarrow C)) \rightarrow ((A \rightarrow B) \rightarrow (A \rightarrow C))$ .
3. Упростите схему



4. Найдите СДНФ, равносильную форме  $\neg(A \& B \rightarrow \neg A) \& \neg(A \& B \rightarrow \neg B)$ .
5. Сколько пар скобок можно сократить, не нарушая формулы

$$(\forall x_1 (\forall x_2 (\exists x_3 (A^1(x_1) \rightarrow (A^1(x_2) \& A^1(x_3))))))$$

6. Сколько имеется свободных вхождений переменных в формуле

$$\forall x_1 A_1^1(x_1) \rightarrow A_1^3(x_2, x_3, x_4) \& A_1^2(x_1, x_5)$$

7. Для каких переменных терм  $f_1^2(x_1, x_2)$  свободен в формуле

$$\forall x_1 A_1^1(x_1) \rightarrow A_1^3(x_2, x_3, x_4) \& A_1^2(x_1, x_5)$$

8. Докажите в исчислении предикатов теорему  $\exists x_1 A_1^1(x_1) \rightarrow (\forall x_1 \neg A_1^1(x_1) \rightarrow A_1^1(x_1))$ .

9. Какому свойству натуральных чисел соответствует формула  $\exists x_1 A_1^2(x_2, f_1^2(x_1, x_1))$  при интерпретации  $A_1^2$  как отношения равенства,  $f_1^2$ -операция сложения.

**6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций**

Балльно-рейтинговая система  
оценки обучения студентов

по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов»

Направление 02.03.02. Фундаментальная информатика и информационные технологии  
Профиль подготовки Открытые информационные системы

Курс	Сессия	Лекций	Практических	Лабораторных	СРС	К-во КР	Отчетность
3	зимняя	18	28	6	54	2	экзамен

Максимальная сумма баллов – 100.

Промежуточная аттестация – 60 баллов, экзамен – 40 баллов.

Вид работы	Количество единиц работы	Количество баллов на единицу вида работы	Максимальная сумма баллов по виду работы
Посещение занятий в период се-	52	0,25	13

местра			
Выполнение заданий для самостоятельной работы, сформулированных в ходе практических занятий	26	0,5	13
Выполнение домашних заданий	14	1	14
Отчет по выполнению лабораторных работ	6	0,5	3
Решение заданий повышенной сложности, сформулированных преподавателем в индивидуальном порядке	3	4	12
Контрольная работа	1	5	5
Экзамен	1	40	40

<b>Оценка</b>	<b>«5»</b>	<b>«4»</b>	<b>«3»</b>	<b>«2»</b>
Интервал количества баллов	81..100	61..80	41..60	0..40

№ п/п	Содержание занятия	количество часов	баллы
1.	Логика высказываний	14	7
2.	Логика предикатов	12	6
3.	Формализованные математические теории	7	4
4.	Проблемы оснований математики	7	4
5.	Интуитивное понятие алгоритма в математике	10	5
6.	Частично рекурсивные функции и рекурсивные предикаты	10	5
7.	Машины Тьюринга	12	6
8.	Нормальные алгоритмы	10	5
9.	Рекурсивные и рекурсивно перечислимые множества	8	4
10.	Нумерация. Универсальные функции	7	4
11.	Алгоритмически неразрешимые проблемы	7	4
12.	Контрольная работа	2	6
13.	Экзамен	36	40
<b>ИТОГО</b>		<b>108</b>	<b>100</b>

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания с весовым коэффициентом	Показатели оценивания				
		1	2	3	4	5
Выпускник знает законы и методы математической логики для изучения математических доказательств и теорий	когнитивный – 0.1	Знает законы математической логики	Может доказать некоторые законы математической логики	Имеет представление о применении некоторых законов и методов математической логики при изучении теорий	Может применять некоторые законы и методы математической логики при изучении теорий	Осознанно применяет законы и методы математической логики при изучении теорий
Выпускник знает понятие частично-рекурсивной функции, машины Тьюринга и нормальный алгоритм Маркова	когнитивный – 0.1	Может определить вид алгоритма	Может определить правильность работы алгоритма	Может доказать вычислимость функции	Знает хотя бы одно точное определение понятия алгоритма	Знает разные точные понятия алгоритма
Выпускник знает компоненты (аксиомы и правила вывода) и характеристики (свойства) исчислений высказываний и важнейших теорий первого порядка	когнитивный – 0.1	Знает некоторые этапы построения формальной теории	Знает этапы построения формальной теории	Может проанализировать выполнение условий построения формальной теории	Знает построение некоторой формальной теории	В соответствии с определениями формальной теории может продемонстрировать построение теорий
Выпускник умеет конструировать машины Тьюринга, строить нормальный алгоритм Маркова и доказывать примитивную рекурсивность и частичную рекурсивность функций	деятельностный – 0.2	Может определить вид алгоритма	Может проверить работу алгоритма	Может построить машину Тьюринга	Может доказать вычислимость функций	Уверенно конструирует машины Тьюринга, строит нормальный алгоритм Маркова и доказывает примитивную и частичную рекурсивности функций
Выпускник умеет распознавать тождественно истинные формулы языка логики высказываний (предикатов)	деятельностный – 0.2	Имеет представление об истинных формулах	Может определить истинность формул исчисления высказываний	Может определить истинность формул исчисления высказываний и предикатов	Знает разнообразные способы определения истинности формул	Может использовать свойства истинности формул
Выпускник имеет опыт равносильных преобразований формул	деятельностный – 0.1	Путается в чтении и распознавании формул	Определяет равносильность преобразований формул при помощи таблицы истинности	Неуверенно определяет равносильность преобразований формул	Может осуществлять равносильные преобразования формул и распознавания тождественно истинных формул	Имеет устойчивые навыки равносильных преобразований формул и распознавания тождественно истинных формул
Выпускник имеет опыт распознавания тождественно истинных формул	деятельностный – 0.2	Путается в чтении и распознавании формул	Определяет равносильность преобразований формул при помощи таблицы истинности	Неуверенно определяет равносильность преобразований формул	Может осуществлять равносильные преобразования формул и распознавания тождественно истинных формул	Имеет устойчивые навыки равносильных преобразований формул и распознавания тождественно истинных формул

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Основная литература:

1. Математическая логика и теория алгоритмов: Учебник/ С.В.Судоплатов, Е.В.Овчинникова. – Новосибирск, 2012. – 256с. Доступно по ссылке: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view&book\\_id=135676](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=135676)

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Математическая логика и теория алгоритмов: учебное пособие / Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет», Министерство образования РФ ; сост. А.Н. Макоха, А.В. Шапошников и др. - Ставрополь : СКФУ, 2017. - 418 с. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467015> (25.09.2017).
2. Математическая логика и теория алгоритмов: Учебно-практическое пособие/ Э.Л.Балюкевич, Л.Ф.Ковалева – М.: Евразийский открытый институт, 2009. – 189с. Доступно по ссылке: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93166>

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Университетская библиотека Online [Электронный ресурс] / ООО "Директ-Медиа" . - М : [б. и.], 2006. - URL: <http://www.biblioclub.ru/> (режим доступа свободный).
2. Интернет-тестирование в сфере образования.
3. Электронное обучение ТГПУ им. Л.Н. Толстого. <http://moodle.tsput.ru/> (режим доступа через логин и пароль, выдаваемые в деканате).

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс студенту необходимо научиться работать на лекциях, проявлять творчество и деятельную активность на практических занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

В начале лекции необходимо уяснить цель, которую лектор ставит перед собой и студентами. Важно внимательно слушать лектора, отмечать наиболее существенную информацию и кратко записывать ее в тетрадь. Сравнивать то, что услышано на лекции с прочитанным и усвоенным ранее, укладывать новую информацию в собственную, уже имеющуюся, систему знаний.

По ходу лекции важно подчеркивать новые термины, устанавливать их взаимосвязь с понятиями, научиться использовать новые понятия в процессе анализа положений науки.

Очень важно активно участвовать в дискуссиях, анализе творческих задач, моделировании и решении различных проблемных ситуаций, предлагаемых лектором.

Если на лекции студент не получил ответа на возникшие у него вопросы, необходимо в конце лекции задать их лектору. Дома необходимо прочитать записанную лекцию, подчеркнуть наиболее важные моменты, определить словарь новых терминов, определить сущность изученной проблемы, а также какие вопросы оказались сложными для его восприятия.

Зная тему практического занятия, необходимо готовиться к нему заблаговременно. Для этого необходимо изучить лекционный материал, соответствующий теме занятия и рекомендованный преподавателем материал из учебной литературы, подготовить необходимый материал,

информацию, предложенные для самостоятельного выполнения на предыдущей лекции или практическом занятии.

Предусмотренные по ряду тем лабораторные работы ставят своей целью демонстрацию студентами способности работать по предложенному преподавателем плану, после выполненного задания делать обобщения и выводы. Важным навыком, отрабатываемым во время выполнения лабораторной работы, является формирование терминологии и лексикологии предметной области. С целью дальнейшей профессиональной формализации предметной области особняком стоит задача выделения характеризующих свойств объектов рассматриваемой области математики.

Важнейшей особенностью обучения в высшей школе является высокий уровень самостоятельности студентов в ходе образовательного процесса. Эффективность самостоятельной работы зависит от таких факторов как:

- уровень мотивации студентов к овладению конкретными знаниями и умениями;
- наличие навыка самостоятельной работы, сформированного на предыдущих этапах обучения;
- наличие четких ориентиров самостоятельной работы.

Приступая к самостоятельной работе, необходимо получить следующую информацию:

- цель изучения конкретного учебного материала;
- место изучаемого материала в системе знаний, необходимых для формирования специалиста;
- перечень знаний и умений, которыми должен овладеть студент;
- порядок изучения учебного материала;
- источники информации;
- наличие контрольных заданий;
- форма и способ фиксации результатов выполнения учебных заданий;
- сроки выполнения самостоятельной работы.

Следует выполнять рекомендуемые задания, анализировать вопросы.

Результатом самостоятельной работы должна быть систематизация и структурирование учебного материала по изучаемой теме, включение его в уже имеющуюся у студента систему знаний.

После изучения учебного материала необходимо проверить усвоение учебного материала с помощью предлагаемых контрольных вопросов и при необходимости повторить учебный материал.

В процессе подготовки к экзамену и зачету необходимо систематизировать, запомнить учебный материал.

Основными способами приобретения знаний, как известно, являются: чтение учебника и дополнительной литературы, рассказ и объяснение преподавателя, анализ ситуаций, проблем организационного поведения, поиск ответа на контрольные вопросы.

Известно, что приобретение новых знаний идет в несколько этапов:

- знакомство;
- понимание, уяснение основных закономерностей строения и функционирования изучаемого объекта, выявление связей между его элементами и другими подобными объектами;
- фиксация новых знаний в системе имеющихся знаний;
- запоминание и последующее воспроизведение;
- использование полученных знаний для приобретения новых знаний, умений и навыков и т.д.

Для того, чтобы студент имел прочные знания на определенном уровне (уровень узнавания, уровень воспроизведения и т.д.), рекомендуют проводить обучение на более высоком уровне.

Приобретение новых знаний требует от студента определенных усилий и активной работы на каждом этапе формирования знаний. Знания, приобретенные учащимся в ходе активной самостоятельной работы, являются более глубокими и прочными.

Изучая материал, студент сталкивается с необходимостью понять и запомнить определённого объёма учебный материал.

Важнейшим условием для успешного формирования прочных знаний является их упорядочивание, приведение их в единую систему. Это осуществляется в ходе выполнения студентом следующих видов работ по самостоятельному структурированию учебного материала:

- запись ключевых терминов,
- составление словаря терминов,
- составление таблиц, схем
- выявление причинно-следственных связей,
- составление коротких рефератов, учебных текстов,
- составление опорных схем и конспектов,
- составление плана рассказа.

Информация, организованная в систему, где учебные элементы связаны друг с другом различного рода связями (функциональными, логическими и др.), лучше запоминается. При структурировании учебного материала на помощь студенту приходит содержание самой учебной дисциплины, при этом у студента есть возможность проявить свою эрудицию и общий уровень подготовки по данному направлению, что существенно повышает мотивацию и облегчает запоминание необходимой информации.

#### **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются информационные технологии, охватывающие ресурсы (компьютеры, программное обеспечение и сети), необходимые для управления информацией (создание, хранение, управление, передача и поиск информации):

- технические средства: компьютерная техника и средства связи (ноутбук, проектор, экран, USB-накопители и т.п.);
- коммуникационные средства (проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты);
- организационно-методическое обеспечение (электронные учебные и учебно-методические материалы, компьютерное тестирование, использование электронных мультимедийных презентаций при проведении практических занятий);
- программное обеспечение (Microsoft Office (Excel, Power Point, Word и т.д.), поисковые системы, электронная почта и т.п.);
- среда электронного обучения ТГПУ им. Л.Н. Толстого <http://moodle.tsput.ru>.

При организации самостоятельной работы современные информационные и коммуникационные технологии используются для обращения к электронным образовательным ресурсам.

#### **Дисциплина обеспечена комплектом лицензионного программного обеспечения:**

1. Операционная система Microsoft Windows XP Professional Russian – Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.
2. Программное обеспечение Microsoft Office XP Professional Win32 Russian– Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.
3. Программное обеспечение Microsoft Office Enterprise 2007 Russian - Лицензия №46138962 от 16.11.2009 г.
4. Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian – Лицензия №48497058 от 13.05.2011 г.

5. Комплексная Система Антивирусной Защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999 Node 2 year Educational Renewal License – Лицензия № 1894-150512-101810 от 12-05-2015 г.

**Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования <http://fgosvo.ru>.
2. Портал "Информационно-коммуникационные технологии в образовании" <http://www.ict.edu.ru>.

**11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА И ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ»**

Специальные помещения должны представлять собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Лекционные аудитории должны быть укомплектованы техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, мультимедийное оборудование.

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для проведения лабораторных работ, включает в себя компьютерные классы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду MOODLE.



## 12. АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА И ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ»

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

**Компетенция:** Способность применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, методологии системной инженерии, системы автоматизации проектирования, электронные библиотеки и коллекции, сетевые технологии, библиотеки и пакеты программ, современные профессиональные стандарты информационных технологий (ОПК-2).

**Выпускник знает:**

- законы и методы математической логики для изучения математических доказательств и теорий;
- компоненты (аксиомы и правила вывода) и характеристики (свойства) исчислений высказываний и важнейших теорий первого порядка.

**Умеет:**

- распознавать тождественно истинные формулы языка логики высказываний (предикатов).

**Имеет опыт:**

- равносильных преобразований формул.

**Компетенция:** Способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям (ПК-1).

**Выпускник знает:**

- понятие частично-рекурсивной функции, машины Тьюринга и нормальный алгоритм Маркова.

**Умеет:**

- конструировать машины Тьюринга, строить нормальный алгоритм Маркова и доказывать примитивную рекурсивность и частичную рекурсивность функций.

**Имеет опыт:**

- распознавания тождественно истинных формул.

2. Место дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов» в структуре ОПОП.

Дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов» относится к обязательным дисциплинам вариативной части.

Для освоения дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в ходе изучения алгебры, теории чисел, геометрии и математического анализа.

Дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов» является логической основой понимания сущности доказательств и их строения, изучения аксиоматических математических теорий из разных областей математики и базовой основой разработки и оценки эффективности алгоритмов.

3. Объем дисциплины 4 зачетные единицы.

4. Образовательный процесс осуществляется на русском языке.

6. Разработчик:

Ваньков Борис Петрович, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры алгебры, математического анализа и геометрии;

### 13. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ 2016-2017 учебный год

Внесены изменения в п.7 «Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины».

Обновлен п.10 «Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем» на основании действующих лицензионных соглашений.

Решение Ученого совета университета, протокол №2 от 16 февраля 2017 г.

#### 2017-2018 учебный год

**Обновлен состав необходимого комплекта лицензионного программного обеспечения.**

1. Операционная система Microsoft Windows XPP Professional Russian – Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.
2. Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian – Лицензия №48497058 от 13.05.2011 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 года.
3. Операционная система Microsoft Windows 10 Professional Russian - контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 года.
4. Программное обеспечение Microsoft Office Enterprise 2007 Russian - Лицензия №46138962 от 16.11.2009 г.
5. Программное обеспечение Microsoft Office 2013 Professional - контракт № 405535 от 2 ноября 2015 года, контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г.
6. Программа для распознавания текста ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition лицензионный сертификат - код позиции AF90-3U1V25-102, ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition - Volume License Concurrent от 28 июля 2009 г.
7. Электронный словарь ABBYY Lingvo X3 Европейская версия - Код позиции AL14-2U1V05-102, ABBYY Lingvo X3 Европейская версия. Именная лицензия Concurrent от 28 июля 2009 г.
8. Комплексная Система Антивирусной Защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999 Node 2 year Educational Renewal License – Лицензия № 17E0-170518-102844-823-690 от 18-05-2017 г.

**Обновлен состав современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ обучающимся.**

1. Компьютерная информационно-правовая система «Гарант» - регистрационный номер клиента 71-70685-000033.
2. Официальный интернет-портал базы данных правовой информации <http://pravo.gov.ru>.
3. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования <http://fgosvo.ru>.
4. Портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» <http://www.ict.edu.ru>.
5. Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных <http://webofscience.com>.
6. Полнотекстовый архив ведущих западных научных журналов на российской платформе Национального электронно-информационного консорциума (НЭИКОН) <http://neicon.ru>.
7. Базы данных издательства Springer <https://link.springer.com>.

Изменения к рабочей программе дисциплины утверждены на заседании Ученого совета университета, протокол № 8 от 31 августа 2017 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

**Разработчик:**

<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Учёная степень</b>	<b>Учёное звание</b>	<b>Должность</b>
Ваньков Борис Петрович	к.ф.м.н.	доцент	доцент кафедры алгебры, математического анализа и геометрии