МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
П. Е. Троян

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Математическая логика и теория алгоритмов
(наименование учебной дисциплины)

Уровень основной образовательной программы *бакалавриат*
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Направление(я) подготовки (специальность) *09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»*
(номер.уровень, полное наименование направления подготовки (специальности))

Профиль(и) *Системы автоматизированного проектирования*
(полное наименование профиля направления подготовки из ПООП)

Форма обучения *очная*
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

Факультет *ВС – Вычислительных систем*
(сокращенное и полное наименование факультета)

Кафедра *КСУП – Компьютерных систем в управлении и проектировании*
(сокращенное и полное наименование кафедры)

Курс *2* **Семестр** *4*

Учебный план набора 2016 года и последующих лет.

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8	Всего	Единицы
1.	Лекции			32						32	часов
2.	Лабораторные работы										часов
3.	Практические занятия			40						40	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)										часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)			72						72	часов
6.	Из них в интерактивной форме			20						20	часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)			72						72	часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)			144						144	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена			36						36	часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)			180						180	часов
	(в зачетных единицах)			5						5	ЗЕТ

Зачет нет **семестр** **Диф. зачет** нет **семестр**

Экзамен 4 **семестр**

Томск 2016

Согласована на портале № 313

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № от «___» ____________ 20__ г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (уровень бакалавриата), утвержденного 12.01.2016 приказ № 5, рассмотрена и утверждена
(дата утверждения ФГОС ВПО)
на заседании кафедры 13.04.16г. протокол № 17

Разработчик канд. физ.-мат. наук, профессор каф.КСУП ____________ В.М. Зюзьков
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. кафедрой КСУП ____________ Ю.А.Шурыгин
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФВС ____________ Е. В. Истигечева
(название факультета) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. профилирующей
и выпускающей кафедрой КСУП ____________ Ю.А. Шурыгин
(название кафедры) (подпись) (Ф.И.О.)

Эксперт:

Доцент каф. КСУП, канд. тех. наук ____________ Н.Ю. Хабибулина
(место работы, занимаемая должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Согласована на портале № 313

1. Цели и задачи дисциплины: *Обучение математической логике и теории алгоритмов.*
В результате изучения дисциплины студенты должны:
- *Освоить формальный язык математической логики для математических утверждений (язык логики предикатов);*
- *Освоить различные формализации понятий алгоритма и вычислимой функции;*
- *Освоить основные знания о сложности алгоритмов.*

2. Место дисциплины в структуре ООП: *Дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов» (Б1.В.ОД.2) относится к вариативной части блока Б1 цикла ООП бакалавриата по направлению подготовки бакалавров 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль подготовки «Системы автоматизированного проектирования».*
Дисциплины, которые для изучение данной дисциплины являются предшествующими: «Программирование» (Б1.В.ОД.14), «Дискретная математика» (Б1.В.ОД.3), «Математика» (Б1.Б.5). Кроме этих дисциплин, из дисциплин блока Б1 дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов» имеет логическую и содержательно-методическую взаимосвязь с дисциплинами «Искусственный интеллект» (Б1.В.11), «Новые технологии в программировании» (Б1.В.ОД.10), «Теория систем и системный анализ» (Б1.В.ОД.5), «Теория и системы управления» (Б1.В.ОД.7), «Научно-исследовательская работа студентов-1» (Б1.В.ДВ.6.1), «Научно-исследовательская работа студентов-2» (Б1.В.ДВ.3.1), «Научно-исследовательская работа студентов-3» (Б1.В.ДВ.3.2).

3. Требования к результатам освоения дисциплины:
Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:
Общекультурная компетенция:
- *способность к самоорганизации и самообразованию (**ОК–7**).*

Профессиональная компетенция
- *способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности (**ПК-3**)*

В результате изучения дисциплины студент должен:
***Знать**:*
Миссию математической логики;
формальный язык математической логики (язык логики предикатов) для записи математических утверждений;
логику высказываний;
основы логики предикатов;
основные понятия теории множеств;
основные понятия формальных (аксиоматических) теорий;
формальные представления алгоритмов и вычислимых функций (машины Тьюринга и частично-рекурсивные функции);
знать различные виды доказательств;
знать основные понятия сложности алгоритмов и задач;
общеизвестные сложные задачи (с точки зрения вычислений).

***Уметь**:*
отличать бессмысленные утверждения от осмысленных утверждений;
отличать истинные утверждения от ложных утверждений;
отличать доказанные утверждения от недоказанных утверждений;
применять основные результаты логики высказываний на практике;
понимать доказательства;
определять сложность алгоритмов и сравнивать алгоритмы по сложности.

***Владеть**: способностью переводить утверждения с естественного языка на формальный*

Согласована на портале № 313

язык и обратно;
методами математической логики, необходимой для программирования и доказательств.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		3			
Аудиторные занятия (всего)	72	72			
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	32	32			
Лабораторные работы (ЛР)					
Практические занятия (ПЗ)	40	40			
Семинары (С)					
Коллоквиумы (К)					
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)					
Самостоятельная работа (всего)	72	72			
В том числе:					
Курсовой проект(работа) (самостоятельная работа)	Не предусмотрено				
Решение индивидуальных задач	30	30			
Проработка лекционного материала	8	8			
Решение задач повышенной трудности	10	10			
Самостоятельное изучение тем	12	12			
Подготовка к экзамену	12	12			
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	36	36			
Общая трудоемкость час	180	180			
Зачетные Единицы Трудоемкости	5	5			

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лаборат. занятия	Практич. занятия.	Курсовой П/Р (КРС)	Самост. Работа студента	Всего час. (без экзам)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1.	Миссия математической логики	4		4		4	12	ОК-7
2.	Основы теории множеств	8		12		24	44	ПК-3
3.	Пропозициональная логика	4		6		12	22	ПК-3
4.	Языки первого порядка	4		6		12	22	ПК-3
5	Аксиоматический метод	3		2		4	9	ПК-3
6.	Математическое доказательство	3		4		8	15	ПК-3
7.	Алгоритмы и сложность вычислений	6		6		8	20	ПК-3

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Наименование тем лекций по разделам	Содержание разделов	Трудоемкость (час)	Формир. компетенции
1	Миссия математической логики.	Введение в математическую логику	Цели, задачи математической логики, связь с математикой и с реальным миром, парадоксы, софизмы, логические ошибки	2	ОК-7
		Краткая история логики	Античная логика и математика, становление математич. Логи-	2	ОК-7

			ки, современная логика		
2	Основы теории множеств	Интуитивная теория множеств	Наивная теория множеств Кантора, парадокс Рассела	1	ПК-3
		Операции над множествами	Булевы операции, диаграммы Эйлера и Вена	2	ПК-3
		Отношения	Определения, свойства	2	ПК-3
		Эквивалентность и порядок	Определения, свойства	1	ПК-3
		Функции	Определения, свойства	2	ПК-3
3	Пропозициональная логика	Высказывания и высказывательные формы	Семантика высказываний	1	ПК-3
		Язык логики высказываний	Пропозициональные операции, синтаксис	1	ПК-3
		Тавтологии и равносильности	Определения, доказательства	2	ПК-3
4	Языки первого порядка	Предикаты и кванторы	Определение предикатов и кванторов	1	ПК-3
		Термы и формулы	Синтаксис	1	ПК-3
		Общезначимые и выполнимые формулы	Определения и доказательства	1	ПК-3
		Перевод с естественного языка на логический и обратно	Теория и практика перевода	1	ПК-3
5	Аксиоматический метод	Предварительные понятия и простые примеры	Семантические понятия	0.5	ПК-3
		Формальные аксиоматические теории	Доказуемость и семантическая структура языка	0.5	ПК-3
		Исчисление высказываний	Синтаксис исчисления высказываний	1	ПК-3
		Теории первого порядка	Синтаксис и свойства теорий	1	ПК-3
		Аксиоматизации геометрии	Аксиомы, неевклидова геометрия	0.5	ПК-3
		Арифметика Пеано	Аксиомы	0.5	ПК-3
6	Математическое доказательство	Индукция	Индуктивные рассуждения	0.5	ПК-3
		Математическая индукция	Различные виды доказательств по индукции	1	ПК-3
		Различные виды доказательств в математике	Примеры доказательств	1	ПК-3
		Компьютерные доказательства	Проблемы, решаемые компьютером	0.5	ПК-3
7	Алгоритмы и сложность вычислений	Частично-рекурсивные функции	Формализация вычислимой функции	1.5	ПК-3
		Другие формализации алгоритма	Машины Тьюринга	1.5	ПК-3
		Алгоритмически неразрешимые проблемы	Тезис Черча, границы алгоритмизации и вычислимости	1	ПК-3
		Сложность алгоритмов	Асимптотические обозначения, сравнение алгоритмов	1.5	ПК-3
		Сложность задач	«Легкие» и «трудные» задачи	0.5	ПК-3

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл.5.2, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин						
		1	2	3	4	5	6	7

Предыдущие (обеспечивающие) дисциплины								
1	Программирование	+				+	+	+
2	Дискретная математика	+	+	+				
3	Математический анализ	+	+	+	+			
Последующие (обеспечиваемые) дисциплины								
1	Искусственный интеллект	+	+	+	+	+	+	+
2	Новые технологии в программировании						+	+
3	Теория систем и системный анализ		+	+		+		
4	Теория и системы управления		+	+				
5	Научно-исследовательская работа студентов		+	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля
	Л	Лаб	Пр.	КП	СРС	
ОК-7	+		+		+	Выполнение индивидуальной работы по темам: решение логических задач; тесты на знание миссии математической логики, на знание парадоксов, софизмов, роли математики, связи логики с реальным миром, истории логики, экзамен.
ПК-3	+		+		+	Выполнение индивидуальной работы по темам: переводы с естественного языка на математический и обратно; определение истинности и преобразования формул логики высказываний; задачи с множествами; задачи с отношениями и функциями, задачи с вычислимыми функциями; задачи на сложность вычислений, тесты, экзамен.

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа/проект, СРС – самостоятельная работа студента

6. Методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Формы / Методы	Лекции (час)	Практические занятия (час)	Тренинг Мастер-класс (час)	СРС (час)	Всего
Динамические интерактивные демонстрации в CDF-формате	6			4	10
Работа в команде		2			2
Поисковый метод		2		2	4
Исследовательский метод		2		2	4
Итого интерактивных занятий	6	6		8	20

Список динамических интерактивных демонстраций в CDF-формате приведен в приложении.

7. Лабораторный практикум не предусмотрен

Согласована на портале № 313

8. Практические занятия

№ п/п	№ табл. 5.2	Наименование практических занятий	Труд (час.)	Компетенции
1	2	Решение логических задач	4	ОК-7
2	2	Определение истинности и преобразования формул логики высказываний	6	ПК-3
		Переводы с естественного языка на математический и обратно	4	
3	3	Алгебра множеств	6	ПК-3
4	3	Задачи с отношениями	6	ПК-3
5	3	Задачи с функциями	4	ПК-3
6	4	Задачи со специальными видами отношений	4	ПК-3
7	5	Задачи с вычислимыми функциями	4	ПК-3
8	6	Задачи на сложность вычислений	2	ПК-3

9. Самостоятельная работа

№ п/п	№ из табл. 5.2	Тематика самостоятельной работы (темы для самостоятельного изучения)	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК	Контроль выполнения работы
1.	**1**	Миссия математической логики	2	ОК-7	Проверка решения индивидуальных задач, тесты
2	**2**	Переводы с естественного языка на математический и обратно. Решение индивидуальных задач.	5	ПК-3	Проверка решения индивидуальных задач,
3	**2**	Определение истинности и преобразования формул логики высказываний. Решение индивидуальных задач.	5	ПК-3	Проверка решения индивидуальных задач
4	**3**	Алгебра множеств. Решение индивидуальных задач. Решение задач повышенной трудности.	8	ПК-3	Проверка решения задач
5	**3**	Отношения. Решение индивидуальных задач. Решение задач повышенной трудности.	8	ПК-3	Проверка решения задач
6	**3**	Функции. Решение индивидуальных задач. Решение задач повышенной трудности.	8	ПК-3	Проверка решения задач
7	**3**	Специальные виды отношений. Решение индивидуальных задач. Решение задач повышенной трудности.	8	ПК-3	Проверка решения задач
8	**4**	Формальные системы. Решение задач повышенной трудности.	4	ПК-3	Проверка решения задач
9	**5**	Формализации алгоритма. Решение индивидуальных задач. Решение задач повышенной трудности	8	ПК-3	Проверка решения задач
10	**6**	Сложность алгоритмов и сложность задач. Решение индивидуальных задач.	4	ПК-3	Проверка решения индивидуальных задач
11		Подготовка и сдача экзамена	12	ОК-7, ПК-3	Оценка на экзамене

Согласована на портале № 313

Основные требования и методические указания по решению задач а также предлагаемые варианты задач представлены в пособии [12.3.1].

10. Примерная тематика курсовых проектов (работ) не предусмотрено

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Таблица 11.1 - Балльные оценки для элементов контроля.

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	2	2	2	6
Выполнение индивидуальных заданий	14	18	16	48
Компонент своевременности	2	2	2	6
Решение задач повышенной трудности			10	10
Итого максимум за период	18	22	30	70
Экзамен				**30**
Нарастающим итогом	18	40	70	100

Примеры экзаменационных вопросов представлены в приложении.

Таблица 11.2 - Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	**Оценка**
≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	**Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен**	**Оценка (ECTS)**
5 (отлично) (зачтено)	**90 - 100**	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	**85 – 89**	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	**65 – 69**	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	**Ниже 60 баллов**	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

Основная литература

1. В. М. Зюзьков. Математическая логика и теория алгоритмов: учебное пособие. – Томск: Эль Контент, 2015.– 236 с. **ISBN** 978-5-4332-0197-2
([Электронный ресурс]. – URL: https://edu.tusur.ru/training/publications/5988)
2. В. М. Зюзьков. Теория алгоритмов: учебное пособие для вузов – 2-е изд., испр. и доп. – Томск: Издательство Томского университета, 2009. – 162 с. **ISBN** 978-5-7511-1932-4 (22 экз)
3. В. М. Зюзьков, А. А. Шелупанов. Математическая логика и теория алгоритмов: учебное пособие для вузов – 2-е изд. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 176 с. – (Специальность для высших учебных заведений). **ISBN** 5-93517-349-2 (101 экз.)

Дополнительная литература

4. Непейвода Н. Н. Прикладная логика: Учебное пособие / Николай Николаевич Непейвода; Министерство общего и профессионального образования Российской Федерации, Удмурдский государственный университет. - Ижевск : Издательство Удмуртского университета, 1997. - 385 с. (5 экз.)
5. Вольвачев Р. Т. Элементы математической логики и теории множеств: Учебное пособие для вузов – Минск: Университетское, 1986. - 108 с. (10 экз.)
6. Клини С. К. Математическая логика: Пер. англ. - 3-е изд., стереотип. - М. : КомКнига, 2007 ; М.: УРСС, 2007. – 480 с. **ISBN** 978-5-484-00802-5 (20 экз.)

Учебно-методические пособия и требуемое программное обеспечение

Практические занятия

7. В. М. Зюзьков. Математическая логика и теория алгоритмов: учебное методическое пособие. – Томск: Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2015. – 80 с.
([Электронный ресурс]. – URL:
http://new.kcup.tusur.ru/sites/default/files/library/logic_solvebook__zyuzkov_2015.pdf)
Стр. 60-80.
8. В. М. Зюзьков. Задачи и упражнения по математической логике и теории алгоритмов: учебное методическое пособие. Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск, 2007. - 101 с. (35 экз.) Стр. 60-100.

Самостоятельная работа

9. В. М. Зюзьков. Математическая логика и теория алгоритмов: учебное методическое пособие. – Томск: Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2015. – 80 с.
([Электронный ресурс]. – URL:
http://new.kcup.tusur.ru/sites/default/files/library/logic_solvebook__zyuzkov_2015.pdf))
Стр. 3-59.
10. В. М. Зюзьков. Задачи и упражнения по математической логике и теории алгоритмов: учебное методическое пособие. Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск, 2007. - 101 с. (35 экз.) Стр. 5 – 59.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины: лекционный класс с компьютером и проектором, желательно с интерактивной доской.

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении

15. Методические рекомендации по организации и изучению дисциплины

Без рекомендаций.

БИБЛИОТЕКА
ТУСУР

Приложение 1

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ
по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов»

1. Зачем обучать математике (мнение В. Успенского). Демократичность математики.
2. Что такое логика. Примеры ошибок в логических рассуждениях. Формальная логика Аристотеля. Переход от формальной логики к математической. Что такое математическая логика?
3. Существует ли математический мир независимо от нас или создается нами? – два мнения. Математики открывают или изобретают? Сущность математики (точка зрения Н. Н. Непейводы).
4. Недостатки естественного языка при использовании в математике. Роль формализации математики. Для каких предметных областей мы должны применять математику? Основные задачи математической логики.
5. Зачем Вам изучать формальный язык? Значение математической логики для программирования.
6. Парадоксы. Что является источником парадоксов в математике. Парадокс лжеца. Парадокс Сократа и Платона. Парадокс Альберта Саксонского. Значение парадоксов для математики.
7. Парадоксы. Что является источником парадоксов в математике. Парадокс Берри. Парадокс брадобрея. Значение парадоксов для математики.
8. Парадоксы. Что является источником парадоксов в математике. Парадокс о прямом и противоположном утверждение. Парадокс о прямоугольнике с числами. Значение парадоксов для математики.
9. Парадоксы. Что является источником парадоксов в математике. Парадокс о крокодиле. Парадокс о неожиданной контрольной. Парадокс Гемпеля. Значение парадоксов для математики.
10. Задача о двух шкатулках. Логика и реальный мир.
11. Что такое высказывание? Атомарные и сложные высказывания. Соглашение об истинностных значениях высказываний. Соглашение об истинностном значении сложного высказывания.
12. Формальный язык. Предметы и универсум. Константы и переменные. Функции. Термы. Отношения и предикаты. Элементарные формулы. Сложные формулы. Интерпретация формул.
13. Соглашение о логическом значении элементарной формулы. Логические связки: конъюнкция, дизъюнкция, отрицание. Какие утверждения при переводе на формальный язык используют конъюнкцию, дизъюнкцию, отрицание.
14. Примеры нестандартной оценки истинности автореферентных (самоссылочных высказываний). Пример Клини для конъюнкции. Примеры для отрицания.
15. Логические связки: эквиваленция, импликация (обоснование таблицы истинности для импликации). Какие утверждения при переводе на формальный язык используют импликацию и эквиваленцию.
16. Логические связки: квантор общности и квантор существования. Язык первого порядка.
17. Свободные и связанные переменные. Замкнутые формулы.
18. Как переводить высказывания на формальный язык.
19. Равенство. Основной закон равенства. Как представить единственность и не единственность на формальном языке.
20. Пропозициональные формулы. Таблицы истинности.
21. Тавтологии, противоречия и выполнимые формулы. Примеры тавтологий.
22. Как доказывать, что данная формула является тавтологией. Два способа.
23. Равносильные формулы. Примеры равносильностей. Способы доказательств равносильностей.
24. Теорема о равносильных преобразованиях (с доказательством).
25. Интуитивная теория множеств. Принцип абстракции и принцип объемности. Как доказывать равенство множеств?
26. Отношение включения. Пустое множество. Множество–степень. Парадокс Бертрана Рассела и его значение.
27. Операции над множествами: объединение, пересечение, относительное дополнение, симметрическая разность, абсолютное дополнение. Значение диаграмм Эйлера.
28. Основные булевы тождества для операций над множествами. Как их доказывать.
29. Упорядоченные пары и n-ки. Прямое произведение множеств. Отношения. Область определения и область значений отношения. Обратное отношение.
30. Композиция отношений. Определения рефлексивности, симметричности, транзитивности и антисимметричности. Примеры отношений.
31. Отношение эквивалентности. Примеры. Классы эквивалентности. Свойства классов эквивалентностей.
32. Разбиения множеств. Связь разбиения множества и отношения эквивалентности. Фактор–множество.
33. Частичный порядок. Линейный порядок. Примеры.
34. Определение функции. N-местные функции. Инъективность, сюръективностьь и биективность. Примеры.
35. Что такое образ множества и прообраз множества при отображениях. Композиция двух функций – функция (доказательство).
36. Обратное отображение. Теорема о существовании обратного отображения (доказательство). Примеры.
37. Определение формальной теории. Выводимость. Доказуемые формулы.
38. Примеры формальных теорий. Теоремы и метатеоремы.

Согласована на портале № 313

39. Интерпретация теории с языком первого порядка. Модель множества формул. Модель теории. Общезначимые формулы.
40. Математическая индукция. Индуктивные определения. Принцип индукции по построению объекта. Пример доказательства с математической индукцией.
41. Неформальное определение доказательства. Использование доказательства в математике. Виды доказательств.
42. Доказательство с использование теоремы о дедукции. Доказательство импликаций с помощью контрапозиций. Пример доказательства.
43. Доказательство контрпримером. Доказательство от противного. Пример доказательства.
44. Понятие алгоритма и неформальная вычислимость.
45. Определение частично–рекурсивных функций. Базисные функции.
46. Операции суперпозиции, примитивной рекурсии и минимизации.
47. Примитивно–рекурсивные и частично–рекурсивные функции. Функция Аккермана.
48. Машины Тьюринга.
49. Альтернативные способы формализации понятия алгоритма и вычислимых функций. Основной результат. Тезис Чёрча.
50. Некоторые алгоритмически неразрешимые проблемы.
51. Сравнение скорости роста функций (О – большое). Сводка результатов о сравнении функций.
52. Асимптотическая временная сложность алгоритмов.
53. Что больше влияет на максимальный размер задачи, которую мы можем решить: скорость вычисления или сложность алгоритма?
54. Сложность задач.
55. Классификация задач по их сложности. Задачи полиномиальной сложности и задачи экспоненциальной сложности.
56. Задачи, не попадающие ни в класс Е, ни в класс Р.

Согласована на портале № 313

Приложение 2

Примеры индивидуальных задач

Переводы с естественного языка на формальный и обратно (язык логики предикатов)

- В нашем цехе никто, кроме Иванова, Петрова, Васильева и Сидорова, не умеют играть в домино.
- Хотя 60 делится на 2, 3, 4, 5 и 6, но это не означает, что 60 делится на любое натуральное число.
- $\forall x\ (F(x) \supset \forall y\ (x \neq y \supset \neg F(y)))$, где F – быть чемпионом.

Логика высказываний

- Является ли тавтологией формула $((p \supset q) \& (r \supset s)) \supset ((p \vee r) \supset (q \vee s))$?
- Что можно сказать об истинностном значении высказывания $p \supset \neg t$, если формулы $p \supset q$, $\neg s \supset \neg q$ и $t \supset \neg s$ истинны?

Операции с множествами

- Определить операции $\cup$ и $\cap$ (каждую по отдельности) через операции $\backslash$ и $\div$.
- Решить систему уравнений

$$\begin{cases} A \cap X = B \\ A \cup X = C \end{cases}$$

где A, B, C – данные множества, удовлетворяющие условию: $B \subseteq A \subseteq C$.

Отношения

- Для бинарного отношения $X \rho Y \Leftrightarrow$ «$X \cap Y = \varnothing$» (X и Y – множества из целых чисел), выясните какими свойствами оно обладает (рефлексивность, симметричность, антисимметричность, транзитивность) и какими не обладает.
- Найдите отношения ρ-1, $\rho \circ \rho$, ρ-1 $\circ$ ρ-1 для бинарного отношения x ρ y $\Leftrightarrow$ «$y + x$ делится нацело на 3», определенного на множестве положительных целых чисел.

Функции (отображения)

- На множестве σ всех отображений R в R определено отношение f ρ g $\Leftrightarrow$ «существует c$\in$ R такое, что для всех x$\in$R имеем f(x) = g(x) + c». Докажите, что ρ – отношение эквивалентности и найдите классы эквивалентности.

Частично-рекурсивные функции

- Существуют ли примитивно-рекурсивные функции для решения следующей задачи? Если да, то привести алгоритм, если – нет, то обосновать.

Для данного натурального числа n>1 существуют ли такие натуральные числа a, b, c, что выполнено равенство a^n + b^n = c^n?

Сравнение скорости роста

- Расположите следующие 4 функции в порядке увеличения скорости роста (каждая функция есть O(следующая)), не исключено, что некоторые функции имеют одинаковую скорость:

$f1(n) = n\ (\ln n)$, $f2(n) = (3/2)n$, $f3(n) = (\ln n)^{\ln n}$, $f4(n) = (1 + n)!$.

Согласована на портале № 313

Приложение 3

Примеры задач повышенной трудности

- Обязательно записать исходные факты в виде формул исчисления высказываний. Логические выводы делать на основе анализа формул.

По обвинению в ограблении перед судом предстали *A*, *B* и *C*. Установлено следующее:

1. По крайней мере, один из трех подсудимых виновен.
2. Если А виновен и В не виновен, то С виновен.

Этих данных недостаточно, чтобы доказать виновность каждого из трех подсудимых в отдельности, но эти же данные позволяют отобрать двух подсудимых, о которых известно, что один из них заведомо виновен. О каких двух подсудимых идет речь?

- Принцип пьяницы

Человек сидит у стойки в баре. Внезапно он ударяет кулаком по стойке и приказывает бармену: «Налей-ка мне и налей всем. Когда пью я, пьют все. Такой уж я человек!»

Все выпивают, настроение у посетителей бара повышается. Через какое-то время человек, сидящий у стойки, снова ударяет кулаком по стойке и заплетающим языком отдает бармену распоряжение: «Налей-ка мне ещё и налей всем еще по одной. Когда пью я ещё одну, все пьют еще по одной. Такой уж я человек!». Все выпивают еще по одной, и настроение в баре повышается еще больше.

Затем человек, сидящий у стойки, кладет на неё деньги и говорит: «А когда я плачу, платят все. Такой уж я человек!»

Проблема состоит в следующем: существует ли в действительности такой человек, что если он пьёт, то пьют все?

Если ответ на вопрос положительный, то запишите утверждение в виде формулы, которая должна быть общезначима.

- **Все лошади одной масти**.

То, что все лошади одной масти, можно доказать индукцией по числу лошадей в определенном табуне.

Если существует только одна лошадь, то она своей масти, так что база индукции тривиальна. Для индуктивного перехода предположим, что существует n лошадей (с номерами от 1 до n). По индуктивному предположению лошади с номерами от 1 до n–1 одинаковой масти и, аналогично, лошади с номерами от 2 до n имеют одинаковую масть. Но лошади посередине с номерами с 2 до n–1 не могут изменять масть в зависимости от того, как они сгруппированы – это лошади, а не хамелеоны. Поэтому лошади с номерами от 1 до n также должны быть одинаковой масти. Таким образом, все n лошадей одинаковой масти. Что и требовалось доказать.

Найдите ошибку в доказательстве.

Согласована на портале № 313

Приложение 4

Демонстрации (интерактивные динамические приложения в CDF-формате)

Данные демонстрации свободно распространяются фирмой Wolfram Reseach. Wolfram Demonstration Project [Электронный ресурс]. – URL: http://demonstrations.wolfram.com/topic.html?topic=Mathematical+Logic&limit=20

Демонстрации воспроизводятся с помощью Wolfram CDF Player – свободно распространяемого приложения.

1. 3D View of Binary Logical Operations (трехмерное изображение бинарных логических операций)
2. Another Knights and Knaves Puzzle Generator (еще один генератор задач с рыцарями и лжецами)
3. Basic Examples of Propositional Calculus (основные примеры исчисления высказываний)
4. Deaf Island Puzzle Generator (генератор задач для острова глухих)
5. Find a Model for a Set of Propositions (найди модель для множества высказываний)
6. First-Order Logic Test (тест для логики первого порядка)
7. Formula Generator (генератор формул)
8. Gödelization (гёделизация)
9. Goodstein Function in Terms of Fast-Growing Function Hierarchies (функция Гудстейна с точки зрения иерархии быстро растущих функций)
10. Hereditary Representation (наследственное представление)
11. Hofstadter's MU Riddle (задача Хофштадтера с выводом MU)
12. Interactive Venn Diagrams (интерактивные диаграммы Венна)
13. Knights and Knaves Puzzle Generator (генератор задач с рыцарями и лжецами)
14. Knights, Knaves, and Normals Puzzle Generator (генератор задач с рыцарями, лжецами и нормальными людьми)
15. Logic on the Number Line (логика на числовой прямой)
16. Logic with Letters (логика с буквами)
17. MIU Explorer (исследование MUI-системы))
18. Primality Formal System Explorer (исследование простых формальных систем)
19. Propositional Logic Puzzle Generator (генератор задач для логики высказываний)
20. Propositional Logic Test (тест для логики высказываний)
21. Recursion in the Ackermann Function (рекурсия функции Аккермана)
22. The Perfect Venn Diagram (совершенные диаграммы Венна)
23. Typical Predicate Calculus Statements (типичные утверждения исчисления предикатов)
24. Venn Diagrams (диаграммы Венна)
25. Venn Diagrams for Two Sets (диаграммы Венна для двух множеств)
26. Venn Diagrams for Two-Variable Boolean Logic Circuits (диаграммы Венна для двухмерных булевских логических кругов)

Согласована на портале № 313

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
____
П. Е. Троян

«___» ____________________ 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Математическая логика и теория алгоритмов
(наименование учебной дисциплины)

Уровень основной образовательной программы **бакалавриат**
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Направление(я) подготовки (специальность)

Управление в технических системах
(полное наименование направления подготовки (специальности))

Форма обучения **очная**
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

Факультет **Факультет вычислительных систем (ФВС)**
(сокращенное и полное наименование факультета)

Кафедра **Компьютерные системы в управлении и проектировании**
(сокращенное и полное наименование кафедры)

Курс **2** **Семестр** **4**

Учебный план набора 2016 **года и последующих лет.**

Зачет ________________**семестр** **Диф. зачет** ________________ **семестр**

Экзамен ______**4**________**семестр**

Томск 2016

Согласована на портале № 313

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (КИМ) (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций приведен в таблице 1

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию	**Должен знать**: Миссию математической логики; формальный язык математической логики (язык логики предикатов) для записи математических утверждений; логику высказываний; основы логики предикатов; основные понятия теории множеств; основные понятия формальных (аксиоматических) теорий; формальные представления алгоритмов и вычислимых функций (машины Тьюринга и частично-рекурсивные функции); знать различные виды доказательств; знать основные понятия сложности алгоритмов и задач; общеизвестные сложные задачи (с точки зрения вычислений). **Должен уметь**: отличать бессмысленные утверждения от осмысленных утверждений; отличать истинные утверждения от ложных утверждений; отличать доказанные утверждения от недоказанных утверждений; применять основные результаты логики высказываний на практике; понимать доказательства; определять сложность алгоритмов и сравнивать алгоритмы по сложности. **Должен владеть**: способностью переводить утверждения с естественного языка на формальный язык и обратно; методами математической логики, необходимой для программирования и доказательств.
ОПК-1	способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	

Согласована на портале № 313

2. Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОК-7

ОК-7: способность к самоорганизации и самообразованию.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

1. Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает миссию математической логики и ее историю. Знает логические ошибки, софизмы и парадоксы. Знает способы рассуждений: индукцию и дедукцию. Знает различные виды доказательств. **Стремится узнать новое, выйти за пределы учебника. Знает о необходимости самообразования.**	Умеет отличать доказанное от недоказанного, осмысленное от бессмысленного, понятное от непонятного. Умеет находить логические ошибки, анализировать парадоксы и софизмы. **Умеет самообучаться.**	Владеет навыками логического мышления. **Дисциплина в мышлении развивает способность организовывать себя и планировать свое время, т.е. самоорганизации личности.**
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия • Групповые консультации;	• Практические занятия – индивидуальная работа • Практические занятия – командная работа • Самостоятельная работа	• Практические занятия – индивидуальная работа • Практические занятия – командная работа • Самостоятельная работа
Используемые средства оценивания	• Тесты; • Задачи для команды, общие для малой группы • Индивидуальные задачи; • Экзамен	• Проверка решения общих и индивидуальных задач в процессе беседы со студентом – это позволяет выставить оценку за каждую задачу. • Экзамен	• Проверка решения общих и индивидуальных задач в процессе беседы со студентом – это позволяет выставить оценку за каждую задачу. • Экзамен

Согласована на портале № 313

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическим и теоретическим знанием в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	**Высокая мотивация в получении знания, в том числе и самообразованием.** 1. Знает цель и задачи логики. 2. Описывает психологическую цель изучения математики. 3. Знает три важнейших умения, получаемых при изучении математики. 4. Формулирует пользу от "чистой" математики. 5. Находит применение математического мышления не только в математике. 6. Перечисляет примеры	**Умеет самообучаться и может научить другого.** 1. Различает дедукцию и индукцию. 2. Умеет отличить доказанное от недоказанного, имеющее смысл от бессмысленного, понятное от непонятного. 3. Различает формальное рассуждение от	Владеет навыками логического мышления, может научить другого. Может самостоятельно изучать логику без преподавателя. **Владеет самоорганизацией, Может организовать работу коллектива.**

Согласована на портале № 313

	логических ошибок, парадоксов и софизмов. 7. Может привести примеры, не входящие в лекции. 8. Перечисляет задачи математической логики. 9. Знает отношения между логикой и реальным миром. 10. Называет основных античных ученых, сделавших вклад в логику. 11. Знает применение логики в математике, в философии. 12. Описывает роль Евклида и Аристотеля. 13. Определяет вклад в логику Буля, Кантора, Фреге и Рассела с Уайтхедом. 14. Воспроизводит суть булевой логики, теория множеств, логики высказываний и предикатов. 15. Формулирует положения Гёттингенской программы и утверждения теорем Гёделя. 16. Называет роль математической логики в теории алгоритмов. 17. Описывает значение Бурбаки для математики. 18. Знает некоторый материал из дополнительной литературы.	неформального. 4. Может обнаружить логическую ошибку в рассуждении и объяснить. 5. Умеет решать логические задачи различной . 6. Может обнаружить софизм и парадокс. сложности. 7. Может сопоставить Гётингенскую программу и теоремы Гёделя.	
Хорошо (базовый уровень)	Из списка знаний уровня «отлично» знает все пункты, за исключением, 4, 5, 7, 9, 11, 14, 17–18.	**Умеет самообучаться.** Умения 1–4 из списка уровня «отлично». 5. Умеет решать логические задачи стандартной сложности.	**Владеет самоорганизацией.** Может самостоятельно логически рассуждать. Может самостоятельно обнаружить и исправить логическую ошибку.
Удовлетво-рительно (пороговый уровень)	**Знает о необходимости самообразования, но делает это очень редко.** Из списка знаний уровня «отлично» знает только пункты 1–3, 8, 13, 16.	Умения 1–3 из списка уровня «отлично». 4. Может обнаружить логическую ошибку в рассуждении. 5. Умеет решать логические задачи, только имея образец решения.	Работая в команде, может логически рассуждать, может обнаружить и исправить несложную логическую ошибку.

2.2 Компетенция ОПК-1

ОПК-1: способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Согласована на портале № 313

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

2. Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	**Знает основания математики – математическую логику и теорию множеств.** Знает основы теории множеств. Знает пропозициональную логику. Знает языки первого порядка. Знает аксиоматический метод. Знает различные виды математических доказательств. Знает формализации алгоритмов и вычислимости. Знает возможности алгоритмизации. Знает сложность алгоритмов и задач.	**Умеет представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.** Умеет переводить решаемую задачу с естественного языка на формальный язык. Умеет доказывать и решать несложные задачи теории множеств. Умеет решать задачи на применение пропозициональной логики. Различает формальные и неформальные рассуждения. Описывает простые аксиоматические теории. Может проводить неформальную индукцию и строгую математическую индукцию. Различает алгоритмы и задачи по их сложности.	**Владеет формально-логическим базисом математики и естественных наук, на основанию чего понимает адекватную современному уровню знаний картину мира.** Владеет формализацией постановки задачи и ее решения. Обосновывает выбор алгоритмов и методов решения задач.
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия • Групповые консультации;	• Практические занятия – индивидуальная работа • Практические занятия – командная работа • Самостоятельная работа	• Практические занятия – индивидуальная работа • Практические занятия – командная работа • Самостоятельная работа

Согласована на портале № 313

Используемые средства оценивания	• Тесты; • Задачи для команды, общие для малой группы • Индивидуальные задачи; • Экзамен	• Проверка решения общих и индивидуальных задач в процессе беседы со студентом – это позволяет выставить оценку за каждую задачу. • Экзамен	• Проверка решения общих и индивидуальных задач в процессе беседы со студентом – это позволяет выставить оценку за каждую задачу. • Экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическим и теоретическим знанием в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 7.

Согласована на портале № 313

Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	**Знает фундамент математики – теорию множеств - и логические связи между различными разделами математики.** 1. Знает основные понятия и положения интуитивной теории множеств. 4. Формулирует теорему Венна. 5. Помнит основные булевы тождества для множеств. 6. Формулирует парадокс Рассела. 7. Знает основные понятия и положения, связанные с отношениями. 8. Знает свойства высказываний. 9. Знает определения пропозициональных операций. 10. Формулирует определения тавтологии, противоречии, выполнимой и опровержимой формул. 11. Помнит теорему о подстановке вместо пропозициональной переменной. 12. Помнит основные равносильности. 13. Определяет язык логики предикатов. 14. Может перечислить основные правила перевода с естественного языка на логический язык и обратно. 15. Знает аксиоматический метод. 16. Различает «Начала» Евклида и современные аксиоматические теории. 17. Различает формальные и неформальные доказательства. 18. Помнит определение формальной аксиоматической теории. 19. Знает основные понятия, связанные с аксиоматическими теориями. 20. Знает разницу между теоремами и истинными . 20. Знает теории аксиоматической геометрии и элементарной арифметики. 21. Знает различные виды математических доказательств. 22. Знает о системах	**Умеет в практической инженерной задаче выделить логико-математичекие аспекты и применить математическую логику.** 1. Применяет операции над множествами. 2. Доказывает булевы тождества. 3. Применяет диаграммы Венна для доказательств. 4. Находит свойства отношений. 5. Решает стандартные задачи, связанные с отношениями. 7. Решает стандартные задачи, связанные с отображениями. 8. Умеет вычислять результаты пропозициональных операций 9. Уметь записывать логические задачи на языке пропозициональных формул и решать их. 10. Определяет, к какому виду относится формула. 11. Умеет разными способами доказывать тавтологичность. 12. Уметь доказывать разными способами равносильность формул. 13. Решает задачи с рыцарями и лжецами. 14. Умеет вычислить логическое значение формулы в данной интерпретации. 15. Умеет переводить утверждения с естественного языка на логический язык и обратно. 16. Приводит примеры аксиоматических теорий. 17. Умеет доказывать теорему "Если теория первого порядка противоречива, то в ней выводима любая формула". 17. Приводить примеры	**Владеет логическими моделями в математическом описании современной картины мира.** Свободно владеет инструментами теории множеств и логикой высказываний в формализации постановки задачи, ее решения, в анализе и проверки решения. Может научить другого. Свободно владеет языком логики предикатов в формализации постановки задачи, ее решения, анализа и проверки решения. Понимает, на чем основано логическое программирование. Владеет видами доказательств: прямым, косвенным, перебором, математической индукцией. Опровергает с помощью контрпримера.

Согласована на портале № 313

	компьютерной алгебры и о компьютерных доказательствах. 23. Знает неформальное определение алгоритма и вычислимости. 24. Знает формализации алгоритмов. 25. Перечисляет алгоритмически неразрешимые задачи. 26. Помнит сводку основных результатов сравнения роста функций. 27. Определяет асимптотическую временную сложность алгоритма. 28. Помнить классификацию наиболее часто встречаемых задач по классам сложности. 29. Знает некоторый материал из дополнительной литературы.	индукции, гипотез и контпримеров. 18. Доказывает с помощью математической индукции. 19. Понимает доказательство от противного. 20. Приводит примеры задач с компьютерными доказательств. 21. Объясняет, зачем нужны понятия алгоритма и вычислимости. 22. Объясняет значение алгоритмически неразрешимых задач. 23. Умеет объяснить, что обозначает отношение О-большое. 24. Сравнивает асимптотический рост функций.	Владеет выбором наиболее эффективных алгоритмов для решения задач.
Хорошо (базовый уровень)	Из списка знаний уровня «отлично» знает все пункты, за исключением 4, 6, 11, 16, 18, 22, 24, 26. Перевод в пункте 14 знает только в одну сторону. Дополнительную литературу не изучал.	Из списка умений уровня «отлично» умеет все пункты, за исключением 3, 9, 14, 14, 20, 22. В пунктах 11 и 12 использует только таблицы истинности и доказательства от противного. В пункте 15 умеет переводить только с естественного языка на логический язык.	Самостоятельно применяет основной инструмент теории множеств и логики высказываний в формализации постановки задачи, ее решения, в анализе и проверки решения. Частично владеет языком логики предикатов в формализации постановки задачи, ее решения, в анализе и проверки решения. Владеет видами доказательств: прямым, перебором. Опровергает с помощью контрпримера. Оценивает сложность алгоритмов.
Удовлетво-рительно (пороговый уровень)	Знает основные понятия и положения интуитивной теории множеств. 2. Знает определения пропозициональных операций. 3. Знает определение равносильности. 4. Определяет язык логики предикатов. 5. Знает аксиоматический метод. 6. Различает формальные и	1. Применяет операции над множествами. 2. Доказывает булевы тождества по аналогичным примерам. 3. Применяет диаграммы Эйлера для доказательств. 4. Находит свойства отношений. 5. Решает задачи, связанные с отношениями и	Работая в команде, может под руководством, применяя инструментарий теории множеств и логику высказываний, участвовать в формализации постановки задачи, ее решения, в анализе и

Согласована на портале № 313

	неформальные доказательства. 7. Знает разницу между теоремами и истинными утверждениями. 8. Знает только некоторые виды доказательств. 9. Знает неформальное определение алгоритма и вычислимости. 10. Помнить классификацию наиболее часто встречаемых задач по классам сложности.	отображениями по аналогичным примерам. 7. Строит таблицы истинности. 8. Задачи на тавтологичность и равносильность формул может решать только с помощью таблиц истинности. 9. Умеет переводить утверждения с естественного языка на логический язык. 10. Приводит примеры аксиоматических теорий. 11. Понимает доказательство от противного. 12. Сравнивает асимптотический рост функций.	проверки решения. Языком логики предикатов владеет только когда для перевода есть аналогичный пример. Может доказывать только когда есть аналогичный пример. Оценивает сложность алгоритмов, если есть аналогичный пример.

3. Контрольные задания

3.1 Тесты (приведено 35 типовых вопросов из 150)

Тестовые задания для главы 1
Вопрос 1.
Какие утверждения правильны?

Рассуждение правильно с точки зрения логики только тогда, когда исходные посылки истинны.
Логическими рассуждениями можно получить истину, даже если исходные посылки ложны.
Логическое рассуждение в любой предметной области требует достаточные знания этой предметной области.
Если рассуждая, мы приходим к правильному выводу, то рассуждение было логически правильно.

Вопрос 2.
Какие утверждения правильны?

Естественный язык всегда проще формального.
Дедукция всегда дает верный результат.
Индукция не используется в точных науках.
Чтобы человек стал успешным в жизни, он не обязан всегда логически правильно рассуждать.

Вопрос 3.
Какие утверждения правильны?

Школьные знания математики – это та математика, которая пригодится каждому взрослому.
Современная физическая картина мира не описывается на математическом языке.
Математика в основном занимается решением задач, которые имеют прикладное значение.
Математика учит умению отличать понятное от непонятного.

Вопрос 4.
Какие утверждения правильны?

Математика учит отличать смысл от бессмыслицы.
Даже самые оторванные от практики разделы математики рано или поздно находят важные применения.
Единственная цель математики – это открытие и доказательство новых теорем.
Математическая деятельность никак не связана с вопросами этики.

Вопрос 5.
Какие утверждения правильны?

Согласована на портале № 313

Софизмы создавали только философы-софисты, жившие в Древнем Риме.
Все парадоксы, открытые в древнем мире, в настоящее время имеют общепринятые решения.
Древнегреческие софисты имеют много общего с современными судьями в государстве, в котором законодательство служит только власти.

Тестовые задания для главы 2

Вопрос 1
Какие из следующих утверждений правильны?
$\varnothing \subseteq \varnothing$;
$\varnothing \subset \varnothing$;
$\varnothing \in \varnothing$;
$\varnothing \subseteq$A, где A – произвольное множество;
$\varnothing \in$ A, где A – произвольное множество.

Вопрос 2
Определите количество элементов во множестве $\boldsymbol{P}(\boldsymbol{P}(\mathrm{A}))$, если $\mathrm{A}=\varnothing$. ($\boldsymbol{P}(\mathrm{X})$ – множество-степень множества X)

Вопрос 3
Какие из следующих трех функций являются сюръективными?

f: R→R, $x \to x^2+3x+5$;
= f: R→R, $x \to x^{15}(x^2-1)$;
f: R→R, $x \to 2^{3x+1}$.

Вопрос 4
Пусть Z – множество целых чисел и отображение f(n) = n отображает Z в Z. Какие утверждения об образах и прообразах множеств правильны?
$f(\varnothing) = \{5\}$
$f(\varnothing) = Z$
$f^{-1}(\{1,2,0\}) = \varnothing$
$f^{-1}(Z) = Z$
$f^{-1}(\varnothing) = \varnothing$

Вопрос 5
Какие из следующих трех функций имеют обратные функции?

f: R→R, $x \to x^2+3x+5$;
f: R→R, $x \to x^{15}(x^2-1)$;
f: R→$\{y \in R \mid y > 0\}$, $x \to 2^{3x+1}$;

Тестовые задания для главы 3

Вопрос 1
Пусть A – произвольное высказывание, $Л$ – любое ложное высказывание.
Тогда истинностное значение высказывания $A \vee Л$ есть

Истина
Ложь
Такое же как у A
Противоположно A

Вопрос 2
Какие пары формул действительно являются равносильностями?

$A \vee B \equiv B \,\&\, \neg A$

Согласована на портале № 313

$A \vee \neg A \equiv \neg\neg A$
$A \vee (B \vee C) \equiv (A \vee B) \vee C$

Вопрос 3
Какие пары формул действительно являются равносильностями?
$\neg(A \vee B) \equiv \neg A \vee \neg B$
$A \equiv (A \;\&\; B) \vee (A \;\&\; \neg B)$
$A \equiv (A \vee B) \vee A$

Вопрос 4
Какие пары формул действительно являются равносильностями?
$A \sim B \equiv (A \supset B) \;\&\; (B \supset A)$
$A \supset B \equiv \neg A \vee B$
$A \vee B \equiv \neg A \;\&\; \neg B$

Вопрос 5
Пусть A – произвольное высказывание, $И$ – любое истинное высказывание, $Л$ – любое ложное высказывание.
Какая из формул тавтология? (В этих формулах пропозициональная переменная только A)

$(A \vee Л) \sim И$
$(A \vee Л) \sim Л$
$(A \vee Л) \sim A$
$(A \vee Л) \sim \neg Л$

Тестовые задания для главы 4
(20 вопросов)
Вопрос 1
Задан некоторый язык первого порядка с константами a и b одноместными предикатными символами P и Q. Пусть задана интерпретация, носитель которой состоит из двух элементов $\{a, b\}$. Интерпретация предикатов: $P(a) = 1$, $P(b) =1$; $Q(a) = 1$, $Q(b) = 0$. Найдите истинностные значения формул в данной интерпретации (1 – истина, 0 – ложь).
$\forall x(P(x) \& Q(x)) =$
$\forall x Q(x) \vee \forall y Q(y) =$

Вопрос 2
Задан некоторый язык первого порядка с константами a и b одноместными предикатными символами P и Q. Пусть задана интерпретация, носитель которой состоит из двух элементов $\{a, b\}$. Интерпретация предикатов: $P(a) = 1$, $P(b) =1$; $Q(a) = 1$, $Q(b) = 0$. Найдите истинностные значения формул в данной интерпретации (1 – истина, 0 – ложь).
$\exists x(\neg P(x) \;\&\; \neg Q(x)) =$
$\forall x \,(P(x) \sim Q(x)) =$

Вопрос 3
Задан некоторый язык первого порядка с константами a и b одноместными предикатными символами P и Q. Пусть задана интерпретация, носитель которой состоит из двух элементов $\{a, b\}$. Интерпретация предикатов: $P(a) = 1$, $P(b) =1$; $Q(a) = 1$, $Q(b) = 0$. Найдите истинностные значения формул в данной интерпретации (1 – истина, 0 – ложь).
$\forall x \,\exists y(P(x) \vee Q(y)) =$
$\exists x \,(P(a) \;\&\; Q(x)) =$

Вопрос 4
Универсум – множество животных
Предикаты:
$A(x)$ = истина тогда и только тогда, когда животное x – человек.
$B(x)$ = истина тогда и только тогда, когда животное x – свинья.
Выберите правильный перевод на язык логики предикатов.
«Чтобы не быть человеком необходимо быть свиньей».

$\forall x(B(x) \supset \neg A(x))$
$\exists x(A(x) \& \neg B(x))$

Согласована на портале № 313

$\exists x(A(x) \supset \neg B(x))$
$\forall x(\neg A(x) \supset B(x))$

Вопрос 5.
Универсум – множество вещественных чисел.
Предикаты:
$x = y$ – истина тогда и только тогда, когда числа x и y равны.
$f(x)=0$ – число x есть решение уравнения $f(x)=0$.
Выберите правильный перевод на язык логики предикатов
«У уравнения $f(x)=0$ не менее двух решений».

$\exists x\ y\ (f(x)=0\ \ \&\ f(x)=0\ \ \&\ \neg(x = y))$
$f(x)=0\ \ \&\ f(y)=0$
$\exists x\ R(x)\ \&\ \exists y\ R(y)$

Тестовые задания для главы 5

Вопрос 1
Какие языки используются для описания формальных аксиоматических теорий?
Русский
Английский
Языки первого порядка
Языки программирования

Вопрос 2
Выберите правильные утверждения:
Теорема в формальной аксиоматической теории определяется синтаксически.
В качестве теорем формальной аксиоматической теории выбирается утверждение, истинность которого подтверждается на практике.
В качестве аксиом формальной аксиоматической теории выбираются утверждения, для которых не существуют доказательства.

Вопрос 3
Какие формулы являются теоремами (или аксиомами) исчисления предикатов?
$\neg\neg A \supset \neg A$;
$\neg(A\& \neg A)$;
$\neg(A \vee \neg A)$.

Вопрос 4
Какие правила вывода присутствуют во всех теориях первого порядка?

Правило модус поненс
Правило вывода с помощью математической индукции
Правило обобщения

Вопрос 5
Для аксиоматизации какой области математики используется аксиоматика Пеано?

Геометрия
Арифметика
Алгебра
Математический анализ
Теория множеств

Тестовые задания для главы 6

Вопрос 1
Предскажите наиболее вероятное следующее число в последовательности.
1, 8, 27, 64, ?

Вопрос 2
Предскажите наиболее вероятное следующее число в последовательности.

Согласована на портале № 313

1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, ?

Вопрос 3.
Какие утверждения верны?
Принцип математической индукции имеет три шага: 1) базис индукции; 2) индуктивный переход; 3) проверка.
Принцип математической индукции выражается одной из аксиом аксиоматики Пеано.
Выполнение базиса индукции необязательно для доказательства по математической индукции.
Вопрос 4
Какие утверждения верны?
Доказательство (неформальное) просто в том смысле, что каждый шаг «кажется правильным», даже если мы и не знаем точно, почему.
Неформальное доказательство безошибочно, потому что используется привычный человеческий язык.
Логический вывод прост, потому что каждый из многочисленных его шагов так прост, что сомнения в правильности этих шагов не возникают и, поскольку весь вывод состоит из таких шагов, мы предполагаем, что он безошибочен.
Логический вывод имеет грандиозную длину, поэтому ошибки в нем случаются чаще по сравнению с неформальным доказательством.

Вопрос 5
Какие утверждения верны?

Доказательство становится таковым только в результате социального акта «принятия доказательства». Это относится к математике в той же мере, что и к физике, лингвистике или биологии.
Так, как доказывал Евклид, сейчас никто не доказывает.
Представление о математическом доказательстве меняется со временем.

Тестовые задания для главы 7

Вопрос 2
Какие утверждения правильны?
Примитивная рекурсия равносильна использованию цикла for.
В число базисных функций при определении частично-рекурсивных функций входит нигде не определенная функция.
Суперпозиция и примитивная рекурсия из всюду определенных функций получают всюду определенные функции.

Вопрос 2
Определение функции $power(x, y) = x^y$ возведения в степень для натуральных аргументов:
$power(x, 0) = 1$
$power(x, y+1) = x\, power(x, y)$.
Какие утверждения правильны?
Функция не является примитивно рекурсивной.
Функция определена через умножение с помощью суперпозиции.
Функция является общерекурсивной.

Вопрос 3
Какие утверждения правильны?
Машина Тьюринга всегда останавливается.
Машина Тьюринга – это функция M такая, что для некоторого натурального числа n область определения этой функции есть подмножество множества $\{0, 1, ..., n\} \times \{0, 1\}$, а область значений есть подмножество множества $\{0, 1\} \times \{Л, П\} \times \{0, 1, ..., n\}$.
Пусть $D_f \subseteq N^k$ – область определения k-местной функции f: $D_f \rightarrow N$. Функция f называется **вычислимой по Тьюрингу**, если существует машина Тьюринга M такая, что как только M начинает с инструкции q_0, обозревая самой левый символ строки

$$<n_1> 0 <n_2> 0 \dots 0 <n_k>,$$

(вся остальная часть ленты пуста), тогда:
если $f(n_1, n_2, ..., n_k)$ определено, то M, в конце концов, остановится, обозревая самый левый символ строки $<f(n_1, n_2, ..., n_k)>$, при этом часть, находящаяся справа от этой строчки, пустая.

Вопрос 4
Какие утверждения правильны?

Согласована на портале № 313

$100n = O(n/100)$
$n = O(n^2)$
$n^2 = O(n)$
$n/100 = O(100n)$

Вопрос 5
Для каких задач неизвестна их сложность?

Решение систем уравнений с целыми переменными.
Составление расписаний, учитывающих определенные условия.
Построить множество всех подмножеств данного множества.

Вычислить $2^{(2^k)}$ для заданного натурального k.
Размещение обслуживающих центров (телефон, телевидение, срочные службы) для максимального числа клиентов при минимальном числе центров.
Определение, простое число или нет.
Разложение простого числа на простые множители.

3.2 Экзаменационные вопросы по предмету «Математическая логика и теория алгоритмов»

1. Зачем обучать математике (мнение В. Успенского). Демократичность математики.
2. Что такое парадоксы. Парадокс «Лжец». Парадоксы брадобрея и Бертрана Рассела.
3. Два основных метода рассуждений. Индукция и дедукция. Примеры.
4. Логика и реальный мир. Задача Смаллиана о двух шкатулках.
5. Интуитивная теория множеств. Принцип абстракции и принцип объемности. Как доказывать равенство множеств?
6. Отношение включения. Пустое множество. Множество–степень. Парадокс Бертрана Рассела и его значение.
7. Операции над множествами: объединение, пересечение, относительное дополнение, симметрическая разность, абсолютное дополнение.
8. Основные булевы тождества для операций над множествами. Как их доказывать. Теорема Венна о диаграммах.
9. Упорядоченные пары и кортежи. Прямое произведение множеств. Отношения. Область определения и область значений отношения. Обратное отношение.
10. Композиция отношений. Определения рефлексивности, симметричности, транзитивности и антисимметричности. Примеры отношений.
11. Отношение эквивалентности. Примеры. Классы эквивалентности. Свойства классов эквивалентностей.
12. Разбиения множеств. Связь разбиения множества и отношения эквивалентности. Фактор–множество.
13. Частичный порядок. Линейный порядок. Примеры.
14. Определение функции. N-местные функции. Инъективность, сюръективностьь и биективность. Примеры.
15. Что такое образ множества и прообраз множества при отображениях. Композиция двух функций – функция (доказательство).
16. Высказывания и высказывательные формы. Простые высказывания.
17. Сложные высказывания. Пропозициональные операции.
18. Язык логики высказываний.
19. Интерпретация формул логики высказываний. Таблицы истинности. Выполнимые и опровержимые формулы.
20. Тавтологии и равносильности. Способы доказательств.
21. Языки первого порядка. Предикаты и кванторы.
22. Языки первого порядка. Термы и формулы.
23. Языки первого порядка. Интерпретация формул. Общезначимые и выполнимые формулы.
24. Как переводить с естественного языка на язык первого порядка? Как переводить единственность?
25. Аксиоматический метод. Аксиоматические теории: формальные и неформальные.
26. Теории первого порядка.
27. Исчисление высказываний. Полнота, непротиворечимость и разрешимость логики высказываний.
28. Исчисление предикатов. Полнота и (не) разрешимость исчисления предикатов.
29. Аксиоматика геометрии.
30. Аксиоматика Пеано.
31. Виды математических доказательств. Формальные и неформальные.

Согласована на портале № 313

32. Математическая индукция.
33. Доказательство от противного и доказательство импликаций с помощью контропозиций.
34. Компьютерные доказательства.
35. Формализация алгоритмов и вычислимости: частично-рекурсивные функции.
36. Формализация алгоритмов и вычислимости: машины Тьюринга.
37. Тезис Черча.
38. Алгоритмически неразрешимые задачи.
39. Сравнение скорости роста функций (O – большое). Сводка результатов о сравнении функций.
40. Асимптотическая временная сложность алгоритмов.
41. Что больше влияет на максимальный размер задачи, которую мы можем решить: скорость вычисления или сложность алгоритма?
42. Сложность задач.
43. Классификация задач по их сложности. Задачи полиномиальной сложности и задачи экспоненциальной сложности.
44. Задачи, не попадающие ни в класс E, ни в класс P.

4. Методические материалы

Таблица 8. Содержание лекций

№ п/п	Наименование разделов	Наименование тем лекций по разделам и ссылки на литературу	Формируем компетенции
1	Миссия математической логики.	Введение в математическую логику [1, 4, 6]	ОК-7
		Краткая история логики [1, 4, 6]	ОК-7
2	Основы теории множеств	Интуитивная теория множеств [1, 3, 4, 5, 6]	ПК-3
		Операции над множествами [1, 3, 5]	ПК-3
		Отношения [1, 3, 5]	ПК-3
		Эквивалентность и порядок [1, 3, 5]	ПК-3
		Функции [1, 3, 5]	ПК-3
3	Пропозициональная логика	Высказывания и высказывательные формы [1, 4, 6]	ПК-3
		Язык логики высказываний [1, 4, 6]	ПК-3
		Тавтологии и равносильности [1, 4, 6]	ПК-3
4	Языки первого порядка	Предикаты и кванторы [1, 4, 6]	ПК-3
		Термы и формулы [1, 4, 6]	ПК-3
		Общезначимые и выполнимые формулы [1, 4, 6]	ПК-3
		Перевод с естественного языка на логический и обратно [1, 4, 6]	ПК-3
5	Аксиоматический метод	Предварительные понятия и простые примеры [1, 4, 6]	ПК-3
		Формальные аксиоматические теории [1, 4, 6]	ПК-3
		Исчисление высказываний [1, 4, 6]	ПК-3
		Теории первого порядка [1, 4, 6]	ПК-3
		Аксиоматизации геометрии [1, 4, 6]	ПК-3
		Арифметика Пеано [1, 4, 6]	ПК-3
6	Математическое доказательство	Индукция [1]	ПК-3
		Математическая индукция [1, 4, 6]	ПК-3

Согласована на портале № 313

		Различные виды доказательств в математике [1]	ПК-3
		Компьютерные доказательства [1]	ПК-3
7	Алгоритмы и сложность вычислений	Частично-рекурсивные функции [1, 2]	ПК-3
		Другие формализации алгоритма [1, 2]	ПК-3
		Алгоритмически неразрешимые проблемы [1, 2]	ПК-3
		Сложность алгоритмов [1, 2]	ПК-3
		Сложность задач [1, 2]	ПК-3

Таблица 9. Темы практических занятий

№ п/п	Наименование практических занятий	Компетенции
1.	Решение логических задач	ОК-7
2.	Переводы с естественного языка на математический и обратно	ПК-3
3.	Определение истинности и преобразования формул логики высказываний	ПК-3
4.	Алгебра множеств	ПК-3
5.	Задачи с отношениями	ПК-3
6.	Задачи с функциями	ПК-3
7.	Задачи со специальными видами отношений	ПК-3
8.	Задачи с вычислимыми функциями	ПК-3
9.	Задачи на сложность вычислений	ПК-3

Таблица 10. Темы самостоятельной работы

№ п/п	Тематика самостоятельной работы (темы для самостоятельного изучения)	Компетенции	Контроль выполнения работы
1.	Миссия математической логики Решение индивидуальных задач.	ОК-7	Проверка решения индивидуальных задач, тесты
2	Переводы с естественного языка на математический и обратно. Решение индивидуальных задач.	ПК-3	Проверка решения задач, тесты
3	Определение истинности и преобразования формул логики высказываний. Решение индивидуальных задач.	ПК-3	Проверка решения задач, тесты
4	Алгебра множеств. Решение индивидуальных задач.	ПК-3	Проверка решения задач, тест
5	Отношения. Решение индивидуальных задач.	ПК-3	Проверка решения задач, тест
6	Функции. Решение индивидуальных задач.	ПК-3	Проверка решения задач, тест
7	Специальные виды отношений. Решение индивидуальных задач.	ПК-3	Проверка решения задач, тест
8	Формальные системы. Решение задач повышенной трудности.	ПК-3	Проверка решения задач, тест

Согласована на портале № 313

9	Формализации алгоритма. Решение индивидуальных задач.	ПК-3	Проверка решения задач, тест
10	Сложность алгоритмов и сложность задач. Решение индивидуальных задач.	ПК-3	Проверка решения задач, тест
11	Проработка лекционного материала	ОК-7, ПК-3	Оценка на экзамене, тест

Основные требования и методические указания по решению задач, а также условия индивидуальных задач представлены в пособии [7].

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (дублирует содержание рабочей программы дисциплины):

Основная литература

1. В. М. Зюзьков. Математическая логика и теория алгоритмов: учебное пособие. – Томск: Эль Контент, 2015.– 236 с. **ISBN** 978-5-4332-0197-2 ([Электронный ресурс]. – URL: https://edu.tusur.ru/training/publications/5988)
2. В. М. Зюзьков. Теория алгоритмов: учебное пособие для вузов – 2-е изд., испр. и доп. – Томск: Издательство Томского университета, 2009. – 162 с. **ISBN** 978-5-7511-1932-4 (22 экз)
3. В. М. Зюзьков, А. А. Шелупанов. Математическая логика и теория алгоритмов: учебное пособие для вузов – 2-е изд. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 176 с. – (Специальность для высших учебных заведений). **ISBN** 5-93517-349-2 (101 экз.)

Дополнительная литература

4. Непейвода Н. Н. Прикладная логика: Учебное пособие / Николай Николаевич Непейвода; Министерство общего и профессионального образования Российской Федерации, Удмурдский государственный университет. - Ижевск : Издательство Удмуртского университета, 1997. - 385 с. (5 экз.)
5. Вольвачев Р. Т. http://lib.tusur.ru/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=LIB&P21DBN=LIB&S21STN=1&S21REF=1&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=M=&S21STR=Элементы математической логики и теории множеств: Учебное пособие для вузов – Минск: Университетское, 1986. - 108 с. (10 экз.)
6. Клини С. К. Математическая логика: Пер. англ. - 3-е изд., стереотип. - М. : КомКнига, 2007 ; М.: УРСС, 2007. – 480 с. **ISBN** 978-5-484-00802-5 (20 экз.)

Учебно-методические пособия и требуемое программное обеспечение
Практические занятия

7. В. М. Зюзьков. Математическая логика и теория алгоритмов: учебное методическое пособие. – Томск: Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2015. – 80 с. ([Электронный ресурс]. – URL: http://new.kcup.tusur.ru/sites/default/files/library/logic_solvebook__zyuzkov_2015.pdf) Стр. 60-80.
8. В. М. Зюзьков. http://lib.tusur.ru/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=LIB&P21DBN=LIB&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=M=&S21STR=Задачи и упражнения по математической логике и теории алгоритмов: учебное методическое пособие. Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск, 2007. - 101 с. (35 экз.) Стр. 60-100.

Самостоятельная работа

Согласована на портале № 313

9. В. М. Зюзьков. Математическая логика и теория алгоритмов: учебное методическое пособие. – Томск: Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2015. – 80 с. ([Электронный ресурс]. – URL: http://new.kcup.tusur.ru/sites/default/files/library/logic_solvebook__zyuzkov_2015.pdf)) Стр. 3-59.
10. В. М. Зюзьков. http://lib.tusur.ru/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=LIB&P21DBN=LIB&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=M=&S21STR=Задачи и упражнения по математической логике и теории алгоритмов: учебное методическое пособие. Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск, 2007. - 101 с. (35 экз.) Стр. 5 – 59.

Материально-техническое обеспечение дисциплины: лекционный класс с компьютером и проектором.

БИБЛИОТЕКА ТУСУР

Согласована на портале № 313