

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра теоретической информатики

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИВТ

 Д.Ю. Чалый

«18» мая 2020 г.

Рабочая программа дисциплины

«Математическая логика»

Направление подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)

«Прикладная математика и информатика»

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Программа рассмотрена
на заседании кафедры
от 27 апреля 2020 г., протокол № 9

Программа одобрена НМК
факультета ИВТ
протокол № 7 от 17 мая 2020 г.

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Целями дисциплины «Математическая логика» являются приобретение фундаментальных знаний и умений в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом, содействует фундаментализации образования, развитию логического мышления и формированию математического и общенаучного мировоззрения.

Целью изучения дисциплины является овладение базовыми понятиями и методами математической логики, ознакомление с их применениями в информатике, в частности, для верификации программ, изучение основ теории алгоритмов, установление существования алгоритмически неразрешимых проблем и значение этого фундаментального факта теории алгоритмов для алгоритмической практики и компьютерных наук, ознакомление с базовыми подходами к оценке сложности алгоритмов и задач и некоторыми приемами построения эффективных алгоритмов.

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «Математическая логика» относится к базовой части ОП бакалавриата.

Рассматриваемая дисциплина играет исключительно важную роль для общематематической подготовки бакалавров. При ее изучении существенно используются знания, полученные при изучении математических дисциплин "Математический анализ", "Алгебра", "Аналитическая геометрия", "Теория чисел", "Информатика". Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины "Математическая логика и приложения в информатике и компьютерных науках", используются обучаемыми при изучении обще профессиональных и специальных дисциплин математического и компьютерного циклов.

Получаемые в рамках дисциплины знания являются основой понимания последующих курсов, таких как теория формальных языков, теория неклассических логик, логическое программирование и других формально-аксиоматических теорий, лежащих в основе современных информационных прикладных систем.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП бакалавриата

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК – 2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	ОПК – 2.1 Имеет представление о существующих математических методах и системах программирования необходимых для реализации алгоритмов решения прикладных задач; ОПК – 2.2 Умеет использовать и адаптировать существующие математические методы и	Знать: основные понятия, принципиальные результаты и методы математической логики. Уметь: решать стандартные задачи математической логики. Владеть навыками: установления выводимости формул в ИВ и ИП, написания программ для машин Тьюринга, оценки временной и емкостной

	системы программирования необходимые для реализации алгоритмов решения прикладных задач; ОПК – 2.3 Демонстрирует владение навыками реализации математических алгоритмов для решения прикладных задач	сложности Тьюринговых алгоритмов.
--	--	--------------------------------------

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. ед., 72 акад. час.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1.	Введение.	2	2	2		1		1	Устный опрос Реферат
2.	Логика высказываний и логика предикатов	2	2	2		1		1	Задания для самостоятельной (домашней) работы Устный опрос
3.	Булевы функции.	2	2	2		1		5	Задания для самостоятельной (домашней) работы Устный опрос
4.	Логические исчисления. Исчисление высказываний	2	2	2				5	Задания для самостоятельной (домашней) работы Устный опрос
5.	Исчисление предикатов.	2	2	2		1		5	Задания для самостоятельной (домашней) работы

									Устный опрос Реферат Контрольная работа
6.	Метод резолюций.	2	3	3				5	Задания для самостоятельной (домашней) работы
7.	Применения математической логики в информатике.	2	4	4		1		10,7	Задания для самостоятельной (домашней) работы Устный опрос Реферат
	Всего за 2 семестр		17	17		5		32,7	Зачет
	Всего		17	17		5		32,7	

Содержание разделов дисциплины:

1. Введение.

Понятие множества. Операции над множествами и их свойства. Соответствия, функции, отношения и их типы. Сравнение мощностей множеств. “наивная” теория множеств – теоремы о счетных множествах, о несчетности множества действительных чисел, о шкале мощностей. Парадоксы. Теория алгоритмов и принципиальные возможности вычислительных машин. Сложность алгоритмов и её значение для практики.

2. Исчисление высказываний

Высказывания как предложения, имеющие истинностное значение. Понятие формальной аксиоматической теории. Исчисление высказываний (ИВ) как пример аксиоматической теории. Понятие и примеры выводимости. Теорема о дедукции. Переформулировка аксиом как правил выводимости. Формализация понятия истинности на основе булевых функций. Связь между выводимостью и истинностью. Решение основных проблем формальной теории ИВ – непротиворечивость, полнота, разрешимость. Проблема разрешимости для других математических теорий.

Язык логики высказываний: алфавит, пропозициональные переменные и пропозициональные связки, формулы. Интерпретации, истинностное значение формулы в интерпретации. Тавтологически истинные и выполнимые формулы. Булевы алгебры. Алгебра высказываний и алгебра подмножеств множества как примеры булевых алгебр. Предикаты на множестве и их связь с отношениями. Логические операции над предикатами. Язык логики предикатов: сигнатура, термы и формулы, свободные и связанные вхождения переменных. Интерпретации. Значение замкнутого терма в интерпретации. Истинностное значение замкнутой формулы в интерпретации. Оценки.. Выполнимые, тавтологически истинные и тавтологически ложные формулы. Равносильность формул, основные соотношения равносильности и их использование для упрощения формул. Предваренные нормальные формы, дизъюнктивные и конъюнктивные нормальные формы.

3. Булевы функции

Алгебра булевых функций как функциональная система с операциями. Теоремы о СДНФ и СКНФ. Теорема о булевских многочленах. Формулы в данном базисе. Теоремы о выразимости и полноте. Базисы замкнутых классов булевых функций. Пример применения к функциональному проектированию – схема двоичного сумматора и инвертора.

Булевы функции. Их представление термами и формулами над заданной системой функций. Представление булевых функций формулами алгебры высказываний и многочленами Жегалкина. Замкнутые классы функций. Критерии полноты для булевых функций. Базисы замкнутых классов булевых функций. Минимизация булевых функций.

4. Логические исчисления. Исчисление высказываний.

Общее понятие о логическом исчислении. Язык, аксиомы и правила вывода исчисления высказываний. Вывод и выводимость формул в исчислении высказываний. Вывод из множества гипотез. Теорема дедукции. Непротиворечивость исчисления высказываний. Задача полноты ИВ.

5. Элементы исчисления предикатов

Алгебра предикатов и интерпретация формул исчисления предикатов (ИП) в данной предметной области. Определение формальной аксиоматической системы ИП. Простейшие примеры выводимости. Общезначимость и выводимость. Непротиворечивость ИП. Пример формулы, тождественно истинной в любой конечной предметной области, но не выводимой. Алгоритмическая неразрешимость проблемы общезначимости формул ИП.

Язык, логические аксиомы и правила вывода исчисления предикатов. Вывод и выводимость формул в исчислении предикатов. Вывод и выводимость формул из множества гипотез. Теорема дедукции. Вспомогательные правила вывода. Эквивалентность формул. Приведение формул к нормальным формам. Теоремы непротиворечивости и адекватности. Непротиворечивость исчисления предикатов. Теорема К.Геделя о полноте для исчисления предикатов. Элементы теории моделей. Применение исчисления предикатов для записи математических утверждений и для автоматизации доказательства теорем.

6. Метод резолюций.

Применение исчисления предикатов для доказательства теорем. Семантические деревья. Метод резолюции для логики предикатов. Теорема о полноте метода резолюции для логики предикатов. Применение логики предикатов в дедуктивных базах данных и экспертных системах. Методика составления и реализация логических программ.

7. Применения математической логики в информатике.

Логико-математические подходы к верификации программ. Аксиоматическая семантика программ. Триады Хоара. Аксиомы и правила вывода исчисления Хоара. Корректность исчисления Хоара относительно операционной семантики.

5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Вводная лекция – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность,

убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации – программы Microsoft Office, издательская система LaTeX;
- компиляторы с высокоуровневыми языками программирования;
- для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next").

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

а) основная:

1. Белов, Ю. А., Лекции по математической логике и теории алгоритмов [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению Фундаментальная информатика и информационные технологии / Ю. А. Белов, В. А. Соколов; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2013, 138с
2. Белова Л. Ю., Элементы теории множеств и математической логики : теория и задачи [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л. Ю. Белова, Ю. А. Белов ; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2012, 200 с.
3. Дурнев, В. Г., Введение в математическую логику [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Г. Дурнев, Ярославль, ЯрГУ, 2006, 221 с.
4. Лавров, И. А., Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов / И. А. Лавров, Л. Л. Максимова. - 5-е изд., испр., М., ФИЗМАТЛИТ, 2003, 255с

б) дополнительная:

4. Александров, П. С., Введение в теорию множеств и общую топологию : учеб. пособие, М., Наука, 1977, 368с
5. Клини, С., Математическая логика, М., Мир, 1973, 480 с.(ссылка в интернете: mat.net.ua/mat/Klini – Matematicheskaya logica)

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Глухов М.М. Задачи и упражнения по математической логике, дискретным функциям и теории алгоритмов: учеб. пособие для вузов / М. М. Глухов, О. А. Козлитин, В. А. Шапошников, А. Б. Шишков. СПб., Лань, 2008, 111 с.
2. Электронно-библиотечная система «Юрайт»(<https://urait.ru/>).
3. Электронно-библиотечная система «Лань»(<https://e.lanbook.com/>).

8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа и практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,

- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочим программам дисциплин.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров) – списочному составу группы обучающихся.

Автор(ы) :

Доцент каф. теоретической информатики Ю.А. Белов

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Математическая логика»
Фонд оценочных средств
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине**

1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

1.1. Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей аттестации

Задания для самостоятельной работы

Задания по теме 1

Домашние задания по теме № 1 "Логика высказываний и логика предикатов"

Задания для самостоятельного решения № 1 - 47 из параграфа 1 части II сборника задач Лавров И.А. Задачи по теории множеств, математической логики и теории алгоритмов / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. М.: Наука. 1984. 287 с.

Задания для самостоятельного решения № 1.1 - 1.29 из параграфа 1 главы I сборника задач Глухов М.М. Задачи и упражнения по математической логике, дискретным функциям и теории алгоритмов: учеб. пособие для вузов / М. М. Глухов, О. А. Козлитин, В. А. Шапошников, А. Б. Шишков. СПб., Лань, 2008, 111 с.

Задания для самостоятельного решения № 1- 45 из параграфа 5 части II сборника задач Лавров И.А. Задачи по теории множеств, математической логики и теории алгоритмов / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. М.: Наука. 1984. 287 с.

Задания для самостоятельного решения № 5.1 - 5.42 из параграфа 5 главы I сборника задач Глухов М.М. Задачи и упражнения по математической логике, дискретным функциям и теории алгоритмов: учеб. пособие для вузов / М. М. Глухов, О. А. Козлитин, В. А. Шапошников, А. Б. Шишков. СПб., Лань, 2008, 111 с.

Типовые индивидуальные задания

Задания по теме «Булевы функции»

1. Каково число булевых функций от n переменных, принимающих на противоположных наборах одинаковые значения?
2. Каково число булевых функций от n переменных, принимающих на смежных наборах противоположные значения?
3. Доказать, что если функция f реализуема формулой над S глубины k , то она реализуема над S
4. Найти число различных булевых многочленов длины k от n переменных, равных нулю на нулевом и единичном наборах значений переменных.
5. Найти булеву функцию от n переменных, у которой длина многочлена в $2n$ раз превосходит длину её СДНФ.
6. Перечислить все самодвойственные функции, существенно зависящие от переменных x, y, z .
7. Выражается ли $x \Rightarrow y$ через систему $\{0, 1, x \cdot y, x \vee y, x \cdot y \vee z, x \cdot y \vee y \cdot z \vee x \cdot z\}$?
8. Выражается ли $x \Rightarrow y$ через систему $\{x \cdot y, x \oplus y \oplus z\}$?
9. Выражается ли $x \vee y$ через $\{x \cdot \neg y, x \oplus y \oplus z\}$?

10. Выражается ли $x \vee y$ через $\{ \bar{x} \}$?
11. Выражается ли $x \downarrow y$ через $\{ x \cdot y \vee \bar{z} ((z \Rightarrow y) \Rightarrow x) \}$?
12. Выражается ли $x \cdot y$ через $\{ \bar{x} \}$?
13. Выражается $x|y$ ли через $\{ x \cdot y \cdot \bar{z} \vee x \cdot \bar{z} \}$?
14. Выражается ли $x \cdot y$ через $\{ x \oplus y \oplus z, x \Rightarrow y \}$?
15. Перечислить все функции, существенно зависящие от трех переменных, такие, что отождествление любых двух переменных приводит к функции, существенно зависящей ровно от одной переменной.
16. Доказать, что из многочлена степени $k \geq 3$ можно с помощью отождествления переменных получить многочлен степени $k-1$.
17. Доказать, что любой базис в T_0 содержит не более трех функций. Дать примеры базисов класса T_0 , состоящих из одной, двух и трёх функций.
18. Доказать, что любой базис в $T_0 \cap T_1$ содержит не более двух функций. Привести пример
19. базиса, состоящего из одной функции.
20. Каково число монотонных самодвойственных функций, существенно зависящих ровно от четырёх переменных?
21. Доказать, что любая монотонная функция, отличная от константы, имеет ДНФ из монотонных функций.. Аналогичное утверждение имеется для КНФ.
22. Доказать, что система $\{0, 1, x \wedge y, x \vee y\}$ образует базис в M .
23. Доказать, что всякий базис в M содержит не более четырёх и не менее трёх функций.
24. Доказать, что любая функция из $M \cap S$, существенно зависящая более чем от одной переменной, образует базис в $M \cap S$.
25. Доказать, что если функция f существенно зависит более, чем от одной переменной и принадлежит классу $M \cap S$, то система $\{0, \bar{f}\}$ полна в B_2 .

Домашние задания по теме "Булевы функции"

26. Задания для самостоятельного решения № 1 - 36 из параграфа 2 части II сборника задач Лавров И.А. Задачи по теории множеств, математической логики и теории алгоритмов / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. М.: Наука. 1984. 287 с.
27. Задания для самостоятельного решения № 8.1 - 8.45 из параграфа 8 главы 2 сборника задач Глухов М.М. Задачи и упражнения по математической логике, дискретным функциям и теории алгоритмов: учеб. пособие для вузов / М. М. Глухов, О. А. Козлитин, В. А. Шапошников, А. Б. Шишков. СПб., Лань, 2008, 111 с.
28. Домашние задания по теме **"Логические исчисления. Исчисление высказываний"**
29. Задания для самостоятельного решения № 1 - 48 из параграфа 3 части II сборника задач Лавров И.А. Задачи по теории множеств, математической логики и теории алгоритмов / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. М.: Наука. 1984. 287 с.
30. Задания для самостоятельного решения № 3.1 - 3.10 из параграфа 3 главы I сборника задач Глухов М.М. Задачи и упражнения по математической логике, дискретным функциям и теории алгоритмов: учеб. пособие для вузов / М. М. Глухов, О. А. Козлитин, В. А. Шапошников, А. Б. Шишков. СПб., Лань, 2008, 111 с.
31. Домашние задания по теме № 5 **"Исчисление предикатов"**
32. Задания для самостоятельного решения № 1 - 54 из параграфа 6 части II сборника задач Лавров И.А. Задачи по теории множеств, математической логики и теории алгоритмов / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. М.: Наука. 1984. 287 с.
33. Задания для самостоятельного решения № 6.1 - 6.15 из параграфа 6 главы I сборника задач Глухов М.М. Задачи и упражнения по математической логике, дискретным функциям и теории алгоритмов: учеб. пособие для вузов / М. М. Глухов, О. А. Козлитин, В. А. Шапошников, А. Б. Шишков. СПб., Лань, 2008, 111 с.
34. Домашние задания по теме № 6 **"Метод резолюций"**

35. Задания для самостоятельного решения № 1 - 54 из параграфа 6 части II сборника задач Лавров И.А. Задачи по теории множеств, математической логики и теории алгоритмов / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. М.: Наука. 1984. 287 с.

36.36.

Домашние задания по теме "Применения математической логики в информатике"

37. Задания для самостоятельного решения в конце параграфов 6.2 и 6.3 главы 6 учебного пособия Герасимов А.С. Курс математической логики и теории вычислимости. СПб., ЛЕМА, 2011. 284 с.

Домашние задания по теме "Алгоритмические модели. Элементы теории алгоритмов"

38. Задания для самостоятельного решения № 1 - 44 из параграфа 1 части III сборника задач Лавров И.А. Задачи по теории множеств, математической логики и теории алгоритмов / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. М.: Наука. 1984. 287 с.
39. Задания для самостоятельного решения № 1 - 25 из параграфа 2 части III сборника задач Лавров И.А. Задачи по теории множеств, математической логики и теории алгоритмов / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. М.: Наука. 1984. 287 с.
40. Задания для самостоятельного решения № 15.1 - 15.19 из параграфа 15 главы 3 сборника задач Глухов М.М. Задачи и упражнения по математической логике, дискретным функциям и теории алгоритмов: учеб. пособие для вузов / М. М. Глухов, О. А. Козлитин, В. А. Шапошников, А. Б. Шишков. СПб., Лань, 2008, 111 с.

Домашние задания по теме "Алгоритмическая разрешимость и неразрешимость"

41. Задания для самостоятельного решения № 1 - 48 из параграфа 3 части III сборника задач Лавров И.А. Задачи по теории множеств, математической логики и теории алгоритмов / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. М.: Наука. 1984. 287 с.
42. Задания для самостоятельного решения № 1 - 43 из параграфа 4 части III сборника задач Лавров И.А. Задачи по теории множеств, математической логики и теории алгоритмов / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. М.: Наука. 1984. 287 с.
43. Домашние задания по теме № 10 "Сложность алгоритмов и вычислений"
44. Задания для самостоятельного решения № 16.1 - 16.26 из параграфа 16 главы 3 сборника задач Глухов М.М. Задачи и упражнения по математической логике, дискретным функциям и теории алгоритмов: учеб. пособие для вузов / М. М. Глухов, О. А. Козлитин, В. А. Шапошников, А. Б. Шишков. СПб., Лань, 2008, 111 с.
45. Домашние задания по теме № 10 "Сложностная классификация переборных задач"
46. Задания для самостоятельного решения № 16.1 - 16.26 из параграфа 16 главы 3 сборника задач Глухов М.М. Задачи и упражнения по математической логике, дискретным функциям и теории алгоритмов: учеб. пособие для вузов / М. М. Глухов, О. А. Козлитин, В. А. Шапошников, А. Б. Шишков. СПб., Лань, 2008, 111 с.

Типовой вариант контрольной работы

Задания по теме «Булевы функции»

Замечание: обозначение $m(x, y, z) = x \cdot y \vee y \cdot z \vee x \cdot z = x \cdot y \oplus y \cdot z \oplus x \cdot z$ – медиана, или функция голосования. Проверить.

- Доказать, что $m(x, y, z) \in [m(\bar{x}, y, z)]$.
- Доказать, что $x \oplus y \oplus z \in [m(\bar{x}, y, z)]$.
- Доказать, что $\overline{x \oplus y} = \bar{x} \oplus y$.
- Выражается ли $x \oplus y$ через систему $\{0, 1, x \cdot y, x \vee y\}$?
- Выражается ли $x \Rightarrow y$ через систему $\{0, 1, x \cdot y, x \vee y, x \cdot y \vee z, x \cdot y \vee y \cdot z \vee x \cdot z\}$?

6. Выражается ли $x \Rightarrow y$ через систему $\{x \cdot y, x \oplus y \oplus z\}$?
7. Выражается ли $x \vee y$ через $\{x \cdot \bar{y}, x \oplus y \oplus z\}$?
8. Выражается ли $x \vee y$ через $\{\bar{x} \cdot \bar{y}\}$?
9. Выражается ли $x \downarrow y$ через $\{x \cdot y \vee \bar{z} ((z \Rightarrow y) \Rightarrow x)\}$?
10. Выражается ли $x \cdot y$ через $\{\bar{x} \cdot \bar{y}\}$?
11. Выражается $x|y$ ли через $\{x \cdot y \cdot \bar{z} \vee x \cdot \bar{z} \cdot \bar{y}\}$?
12. Выражается ли $x \cdot y$ через $\{x \oplus y \oplus z, x \Rightarrow y\}$?
13. В системе $\{\Rightarrow, \vee, 1, \oplus\}$ выяснить, какая из четырёх функций выражается через остальные три, какая не выражается.
14. В системе $\{\Rightarrow, x \cdot y, 1, \oplus\}$ выяснить, какая из четырёх функций выражается через остальные три, какая не выражается.
15. Базисы в T_0 : $\{x \cdot y \oplus z\}$, $\{x \cdot y, x \oplus y\}$, $\{0, x \cdot y, x \oplus y \oplus z\}$, $\{x \vee y, x \cdot \bar{y}\}$, $\{x \vee y, x \oplus y\}$.
16. Базисы в T_0 : $\{0, \bar{x} \vee xz \vee \bar{y}\}$, $\{0, x \vee y, x \oplus y \oplus z\}$.
17. Базис в T_0 : $\{x \cdot y \oplus x, x \oplus y\}$.
18. Система $\{x \cdot \bar{y}, x \oplus y \oplus z\}$ -- базис в T_0 .
19. Доказать, что любой базис T_0 состоит из одной, двух или трёх функций. Аналогичное утверждение для T_1 .
20. Базисы в T_1 : $\{x \cdot y, x \vee y, x \oplus y\}$, $\{x \cdot y, x \vee \bar{y}, x \oplus y\}$, $\{x \cdot y, x \Rightarrow y\}$, $\{x \cdot y, x \oplus y \oplus 1\}$, $\{x \Rightarrow y, x \oplus y \oplus z\}$, $\{1, x \cdot y, x \oplus y \oplus z\}$.
21. Является ли система $\{x \oplus y\}$ полной?
22. Является ли система $\{\bar{x} \vee \bar{x} \cdot y \cdot \bar{z} \vee y \cdot z\}$ полной?
23. Является ли система $\{x \vee y \vee \bar{z} x \Rightarrow \bar{y}\}$ полной?
24. Является ли система $\{x \vee y \Rightarrow (x|y) \vee z\}$ полной?
25. Является ли система $\{x \cdot y \vee \bar{z} ((z \Rightarrow y) \Rightarrow x)\}$ полной?
26. Является ли система $\{(x \oplus y) \Rightarrow (y \oplus z), \bar{x}\}$ полной?
27. Являются ли системы $\{x \Rightarrow y, x \oplus y\}$, $\{x \Rightarrow y, 0\}$ полными?
28. Являются ли указанные системы $\{y \Rightarrow z, \bar{x}\}$, $\{x \oplus y, \bar{y}\}$, $\{x \Rightarrow y, x \Rightarrow yz\}$, $\{x \vee y \Rightarrow x(y \vee z)\}$, $\{x \vee y \vee z, x \Rightarrow y\}$ полными?
29. Являются ли указанные системы $\{\bar{x} \vee \bar{y}, x \oplus y\}$ полными?
30. Являются ли указанные системы $\{x \Rightarrow y\}$, $\{x \Rightarrow yz, \bar{x}\}$ полными?
31. Простые базисы в P_2 : $\{0, 1, x \cdot y, x \oplus y \oplus z\}$, $\{0, 1, x \vee y, x \oplus y \oplus z\}$, $\{0, 1, m(x, y, z), x \oplus y \oplus z\}$.
32. Системы $\{x \cdot y, x \oplus y \oplus z\}$, $\{x \cdot y \oplus z \oplus t\}$ – базисы в $T_0 \cap T_1$.
33. Система $\{\bar{x}\}$ – базис в $L \cap T_1$.
34. Система $\{x \oplus y\}$ – базис в $L \cap T_0$.
35. Является ли базисом в $T_0 \cap T_1$ система $\{x \oplus y \oplus z, x \cdot y, x \vee y \vee z\}$?
36. Является ли базисом в T_0 система $\{0, x \cdot \bar{y} \vee x \cdot z, \bar{y} \cdot z\}$?
37. Система $\{0, 1, x \cdot y, x \vee y\}$ является базисом в M .
38. Из системы $\{0, 1, x \cdot y, x \vee y, x \cdot y \vee z, x \cdot y \vee y \cdot z \vee x \cdot z\}$ выделить все подмножества функций, составляющих базис в M .
39. Привести примеры базисов в $M \cap T_1$, в $T_0 \cap M$, в $L \cap M$.
40. Система $\{\bar{x}\}$ является базисом в S .
41. Класс, двойственный к данному замкнутому классу, также является замкнутым классом. Доказать.
42. Указать классы, двойственные к T_0 , T_1 , L , M , S .
43. Перечислить все замкнутые конечные классы функций – всего 9: $[0]$, $[1]$, $[x]$, $[0, 1]$, $[0, x]$, $[1, x]$, $[x, \bar{x}]$, $[1, 0, x]$, $[0, 1, x, \bar{x}]$.
44. Являются ли полными следующие системы: $(S \cap M) \cup (L \setminus M)$, $(L \cap T_1) \cup (S \cap M)$, $(L \cap T_1) \cup (S \setminus T_0)$, $(M \setminus T_0) \cup (S \setminus L)$, $(M \setminus T_0) \cup (L \setminus S)$, $(M \setminus S) \cup (L \cap S)$, $(L \cap M) \cup (S \setminus T_0)$?

Используя теорему о десяти выводимых правилах, леммы о противоположной теореме и о противоречии,

доказать, что имеются следующие отношения выводимости:

1. $A \rightarrow B \vdash (B \rightarrow C) \rightarrow (A \rightarrow C)$, 2. $A \rightarrow B \vdash (C \rightarrow A) \rightarrow (C \rightarrow B)$
3. $A \rightarrow B \vdash (A \vee C) \rightarrow (B \vee C)$, 4. $A \rightarrow B \vdash (A \wedge C) \rightarrow (B \wedge C)$
4. $A \rightarrow \neg B \vdash B \rightarrow \neg A$, 6. $A \rightarrow B \vdash \neg B \rightarrow \neg A$
5. $\vdash A \rightarrow A$, 8. $\vdash (A \rightarrow B) \rightarrow ((A \rightarrow C) \rightarrow (A \rightarrow B \wedge C))$
6. $\vdash \neg A \vee A$, 10. $\vdash (A \rightarrow B) \vee (B \rightarrow A)$

Доказать следующие равносильности:

7. $A \rightarrow B \equiv \neg A \vee B$, 13. $\neg(A \vee B) \equiv \neg A \wedge \neg B$

8. $\neg(A \wedge B) \equiv \neg A \vee \neg B$,

9. $A \vee (B \wedge C) \equiv (A \vee B) \wedge (A \vee C)$

10. $A \wedge (B \vee C) \equiv (A \wedge B) \vee (A \wedge C)$,

11. $A \rightarrow (B \rightarrow C) \equiv (A \wedge B) \rightarrow C$

12. Доказать, что $X \vee Y$ и $X \wedge Y$ монотонно возрастают по X и по Y , $\neg X$ - монотонно убывает по X , $X \rightarrow Y$ монотонно возрастает по Y и монотонно убывает по X .

13. Доказать, что аксиома 10 ИВ независима.

14. Доказать, что аксиомы 3 - 9 ИВ независимы.

15. Доказать, что в ИИВ справедлива теорема о дедукции: пусть $\Gamma = \{A_1, A_2, \dots, A_k\}$ – произвольный набор формул, $k \geq 0$, A, B - еще две формулы ИИВ. Тогда, если $\Gamma, A \vdash_{\text{ИИВ}} B$, то $\Gamma \vdash_{\text{ИИВ}} A \rightarrow B$.

16. Доказать, что формула $\neg\neg A \rightarrow A$ не доказуема в ИИВ.

17. Доказать, что формула $A \vee \neg A$ не доказуема в ИИВ.

18. Пусть задана предметная область $D = \{a, b, c\}$ из трёх предметов и формула $\exists y(\forall x A(x, y, z) \rightarrow \exists t B(y, t))$. Перечислить интерпретации данной формулы на данной области, не являющиеся тождественно ложными.

Задания по теме «Элементы исчисления предикатов»

1. Пусть задана предметная область $D = \{a, b, c\}$ из трёх предметов и формула $\exists y(\forall x A(x, y, z) \rightarrow \exists t B(y, t))$. Перечислить интерпретации данной формулы на данной области, не являющиеся тождественно ложными.

2. Построить 2-общезначимую, но не общезначимую формулу ИП.

3. Записать формулу с двумя свободными переменными x и y истинными тогда и только тогда $x < y$; когда x является делителем y .

4. Используя связки ИП, записать формулы с одной свободной переменной x , истинные в $D = \mathbb{N}$ тогда и только тогда, когда $x = 0$; когда x – четное число; когда x простое число.

5. Рассматривая в качестве предметной области поле вычетов по модулю простого p , записать основные законы операций в данном поле, используя две предикатные буквы для суммы и произведения и правила построения формул ИП.

Список заданий к зачету

Зачет выставляется по результатам тестового задания и краткого собеседования со студентом после его проверки. Тестовое задание аналогично по своей структуре заданиям из контрольной работы, варианты конкретных заданий для каждого обучающегося подбираются с учётом текущей успеваемости данного студента по конкретным темам.

Список вопросов к экзамену

1) Язык логики высказываний: алфавит, пропозициональные переменные и пропозициональные связки, формулы. Интерпретации, истинностное значение формулы в интерпретации. Тождественно истинные и выполнимые формулы.

2) Язык логики предикатов: сигнатура, термы и формулы, свободные и связанные вхождения переменных. Интерпретации. Значение замкнутого терма в интерпретации. Истинностное значение замкнутой формулы в интерпретации.

3) Оценки. Значение терма и формулы на оценке при данной интерпретации. Выполнимые, тождественно истинные и тождественно ложные формулы. Равносильность формул, основные соотношения равносильности и их использование для упрощения формул. Предваренные нормальные формы, дизъюнктивные и конъюнктивные нормальные формы.

4) Булевы функции и их представление термами и формулами над заданной системой функций. Представление булевых функций формулами алгебры высказываний и многочленами Жегалкина.

5) Замкнутые классы функций. Критерии полноты для булевых функций.

6) Псевдобулевы функции и их задание. Минимизация булевых функций.

7) Логические исчисления. Общее понятие о логическом исчислении.

8) Язык, аксиомы и правила вывода исчисления высказываний. Вывод и выводимость формул в исчислении высказываний. Вывод из множества гипотез.

9) Теорема дедукции для ИВ. Непротиворечивость исчисления высказываний.

10) Формулы ИВ и булевы функции.

11) Критерий выводимости формулы ИВ из аксиом и условий. Разрешимость аксиоматической теории ИВ.

12) Исчисление предикатов. Язык, логические аксиомы и правила вывода исчисления предикатов. Вывод и выводимость формул в исчислении предикатов. Вывод и выводимость формул из множества гипотез.

13) Теорема дедукции. Вспомогательные правила вывода. Эквивалентность формул. Приведение формул к нормальным формам.

14) Теоремы непротиворечивости и адекватности. Непротиворечивость исчисления предикатов.

15) Теорема К.Геделя о полноте для исчисления предикатов.

16) Элементы теории моделей. Применение исчисления предикатов для записи математических утверждений и для автоматизации доказательства теорем.

17) Метод резолюции. Применение исчисления предикатов для доказательства теорем. Секвенциальный и натуральный вывод в исчислении предикатов.

18) Сколемовская стандартная форма. Семантические деревья. Метод резолюции для логики предикатов. Унификация. Теорема о наиболее общем унификаторе. Теорема о полноте метода резолюции для логики предикатов.

19) Применение логики предикатов в дедуктивных базах данных и экспертных системах.

20) Основные понятия логического программирования: хорновские дизъюнкты, SLD - резолюция. Методика составления и реализация логических программ.

19) Применения математической логики в информатике. Исчисление Хоара для доказательства корректности программ.

20) Логико-математические подходы к верификации программ. Операционная семантика. Оценки для интерпретаций языков. Значение терма и формулы на данной оценке.

21) Аксиоматическая семантика программ. Триады Хоара. Аксиомы и правила вывода исчисления Хоара. Корректность исчисления Хоара относительно операционной семантики.

22) Алгоритмическая разрешимость и неразрешимость. Нумерация слов в счетном алфавите и арифметизация алгоритмов.

23) Примеры алгоритмически неразрешимых массовых задач. Примеры алгоритмически разрешимых и неразрешимых задач из математической логики, теории алгоритмов, алгебры, теории чисел, теории формальных грамматик, теории обыкновенных

дифференциальных уравнений, топологии, математического анализа и теории конечных автоматов.

24) Теорема Черча о неразрешимости логики предикатов.

25) Сложность алгоритмов и вычислений. Подходы к оценкам сложности алгоритмов и вычислений. Сложность вычисления на машине Тьюринга. Временная и емкостная меры сложности.

26) Существование сколь угодно сложно вычислимых функций.

27) Теория алгоритмов и задачи использования ЭВМ. Вычислительные возможности современных ЭВМ. Модель ЭВМ – машина произвольного доступа (МПД). МПД - вычислимые функции и их связь с частично рекурсивными функциями

Экзамен заключается в решении нескольких задач по темам, раскрываемых в рамках дисциплины. Задания аналогичны тем, которые даются в качестве индивидуальных заданий.

2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

2.1. Шкала оценивания сформированности компетенций и ее описание

Оценивание уровня сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины осуществляется по следующей трехуровневой шкале:

Пороговый уровень - предполагает отражение тех ожидаемых результатов, которые определяют минимальный набор знаний и (или) умений и (или) навыков, полученных студентом в результате освоения дисциплины. Пороговый уровень является обязательным уровнем для студента к моменту завершения им освоения данной дисциплины.

Продвинутый уровень - предполагает способность студента использовать знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, полученные при освоении дисциплины, для решения профессиональных задач. Продвинутый уровень превосходит пороговый уровень по нескольким существенным признакам.

Высокий уровень - предполагает способность студента использовать потенциал интегрированных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, полученных при освоении дисциплины, для творческого решения профессиональных задач и самостоятельного поиска новых подходов в их решении путем комбинирования и использования известных способов решения применительно к конкретным условиям. Высокий уровень превосходит пороговый уровень по всем существенным признакам.

**2.2 Перечень компетенций, этапы их формирования,
описание показателей и критериев оценивания компетенций
на различных этапах их формирования**

Код компетенции	Форма контроля	Этапы формирования (№ темы (раздела))	Показатели оценивания	Шкала и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования		
				Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
Общепрофессиональные компетенции						
ПК-2	Экзамен	1 – 7	Знать: основные понятия, принципиальные результаты и методы математической логики. Уметь: решать стандартные задачи математической логики. Владеть навыками: установления выводимости формул в ИВ и ИП, написания программ для машин Тьюринга, оценки временной и емкостной сложности Тьюринговых алгоритмов.	Знает основные понятия математической логики - описание синтаксиса языков логики и исчисления высказываний, логики и исчисления предикатов, понятие интерпретации, значения терма в интерпретации и истинностного значения формулы в интерпретации, понятие вывода и вывода из множества гипотез в исчислении высказываний и исчислении предикатов, формулировки теорем дедукции, адекватности и непротиворечивости.	Знает основные понятия математической логики - описание синтаксиса языков логики и исчисления высказываний, логики и исчисления предикатов, понятие интерпретации, значения терма в интерпретации и истинностного значения формулы в интерпретации, понятие вывода и вывода из множества гипотез в исчислении высказываний и исчислении предикатов, формулировки теорем дедукции, адекватности и непротиворечивости. Умеет строить истинностные таблицы для формул ЛВ, доказывать теоремы дедукции, адекватности и непротиворечивости для исчисления высказываний и исчисления предикатов, , устанавливать выводимость	Знает основные понятия математической логики синтаксиса языков логики и исчисления высказываний, исчисления предикатов, понятие интерпретации, интерпретации и истинностного значения формул интерпретации, понятие вывода и вывода из множества исчисления высказываний и исчисления предикатов формулировки теорем дедукции, адекватности и непротиворечивости. Умеет строить истинностные таблицы для формул теоремы дедукции, адекватности и непротиворечивости исчисления высказываний и исчисления предикатов устанавливать выводимость формул в исчислении исчисления предикатов. Владеть навыками написания программ для машин Тьюринга, оценки временной и емкостной сложности Тьюринговых алгоритмов.

					формул в исчислении высказываний и исчислении предикатов.	
--	--	--	--	--	---	--

3. Методические рекомендации преподавателю по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Целью процедуры оценивания является определение степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения (знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности).

Процедура оценивания степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения осуществляется с помощью методических материалов, представленных в разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций»

3.1 Критерии оценивания степени овладения знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности, определяющие уровни сформированности компетенций

Пороговый уровень (общие характеристики):

- владение основным объемом знаний по программе дисциплины;
- знание основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы без существенных ошибок;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по изучаемой дисциплине;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

Продвинутый уровень (общие характеристики):

- достаточно полные и систематизированные знания в объёме программы дисциплины;
- использование основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Высокий уровень (общие характеристики):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины;
- точное использование терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;

- безупречное владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

3.2 Описание процедуры выставления оценки

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка. Для дисциплин, изучаемых в течение нескольких семестров, оценка может выставляться не только по окончании ее освоения, но и в промежуточных семестрах. Вид оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «незачтено») определяется рабочей программой дисциплины в соответствии с учебным планом.

Оценка «отлично» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована на высоком уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на продвинутом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «зачет» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

3.3. Критерии оценивания степени овладения знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности по результатам самостоятельной работы студентов

Критерии оценивания устного ответа студента на экзамене.

Экзамен проводится в устной форме по билетам: студент должен выполнить три задания – два теоретических и одно практическое.

На экзамене не разрешается пользоваться литературой, конспектами и иными вспомогательными средствами. В случае использования студентами подобной литературы преподаватель оставляет за собой право удалить студента с зачета, выставив ему неудовлетворительную оценку.

При оценке устных ответов студентов учитываются следующие критерии:

1. Понимание и степень усвоения теории курса.
2. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
3. Правильность формулировки основных понятий и закономерностей

4. Знание основных процессов изучаемой предметной области, глубина и полнота раскрытия вопроса.
5. Владение терминологическим аппаратом и использование его при ответе.
6. Владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.
7. Умение связать теорию с практическим применением.
8. Умение сделать обобщение, выводы.
9. Умение ответить на дополнительные вопросы

34. Шкала оценивания самостоятельной работы студентов

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по результатам самостоятельной работы студенту выставляется оценка. Для дисциплин, изучаемых в течение нескольких семестров, оценка может выставляться не только по окончании ее освоения, но и в промежуточных семестрах. Вид оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «незачтено») определяется рабочей программой дисциплины в соответствии с учебным планом.

Оценка «отлично» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована на высоком уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на продвинутом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «зачет» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Шкала оценивания контрольной работы

«Отлично» (5 баллов) – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов. «Хорошо» (4 балла) – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной ошибки и одного недочета, или не более трех недочетов. «Удовлетворительно» (3 балла) – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы. «Неудовлетворительно» (0 баллов) – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «3» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

**Приложение №2 к рабочей программе дисциплины
«Математическая логика»**

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по данной дисциплине являются лекции, причем в достаточно большом объеме. Это связано с тем, что математическая логика излагается как формальная аксиоматическая теория, с примерами которых студенты до этого фактически не были знакомы.

По большинству тем предусмотрены практические занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала путем применения его к конкретным задачам.

Для успешного освоения дисциплины очень важно решение достаточно большого количества задач, как в аудитории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий. Примеры решения задач разбираются на лекциях и практических занятиях, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации. Основная цель решения задач – помочь усвоить фундаментальные понятия и основы построения аксиоматических математических теорий.

Для решения всех задач необходимо знать и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, практических занятиях или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются задачи, аналогичные разобранным на лекциях и практических занятиях или немного более сложные, которые являются результатом объединения нескольких базовых задач.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков работы с аппаратом современной математической логики, в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде контрольной работы в 1-ом семестре и самостоятельных работ в обоих семестрах изучения дисциплины. Также проводятся консультации (при необходимости) по разбору заданий для самостоятельной работы, которые вызвали затруднения.

В конце первого семестра изучения дисциплины студенты сдают зачет, в конце всего курса – экзамен. Зачет по итогам первого семестра выставляется по итогам тестирования и краткого собеседования по его результатам. Экзамен принимается в аудитории, где студентам предлагаются экзаменационные билеты, каждый из которых включает в себя две задачи. На самостоятельную подготовку к экзамену выделяется 30 минут. До экзамена, и во время подготовки к экзамену предусмотрена групповая консультация.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «математическая логика» самостоятельно студенту крайне сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать зачет и экзамен по итогам изучения дисциплины студенту практически невозможно.

1. Задания для самопроверки

2. Сколько существует различных булевых функций от n переменных?
 - A. 2^m , где $m=2^n$.
 - B. 2^m , где $m=C_n^2$.
 - C. 2^m , где $m=n^2$.
 - D. 2^m , где $m=n!$.
3. Сколько существует самодвойственных булевых функций от двух существенных переменных?
 - A. 1.

- B. 4.
C. 16.
D. 0.
4. Указать класс булевых функций, двойственный классу T_0 .
A. T_0 .
B. T_1
C. L.
D. M.
E. S.
5. Указать класс булевых функций, двойственный классу L.
A. T_0 .
B. T_1
C. L.
D. M.
E. S.
6. Указать класс булевых функций, двойственный классу M.
A. T_0 .
B. T_1
C. L.
D. M.
E. S.
- Ключ: 1–A, 2–D, 3–B, 4–C, 5–D
7. Какая формула равносильна формуле $A \rightarrow B$?
A. $A \vee B$.
B. $A \vee \neg B$.
C. $\neg A \vee B$.
D. $\neg A \vee \neg B$.
8. Какая формула равносильна формуле $A \rightarrow B$?
A. $\neg B \rightarrow \neg A$.
B. $AA \neg B$.
C. $\neg AAB$.
D. $\neg AA \neg B$.
9. Какая формула равносильна формуле $\neg(AAB)$?
A. $\neg AA \neg B$.
B. $\neg AAB$.
C. $AA \neg B$.
D. $\neg A \vee \neg B$
- Ключ 6–C, 7–A, 8–D.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

В качестве учебно-методического обеспечения рекомендуется использовать литературу, указанную в разделе № 7 данной рабочей программы.

Также для подбора учебной литературы рекомендуется использовать широкий спектр интернет-ресурсов:

1. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» (www.biblioclub.ru) - электронная библиотека, обеспечивающая доступ к наиболее востребованным материалам-первоисточникам, учебной, научной и художественной литературе ведущих издательств (*регистрация в электронной библиотеке – только в сети университета. После регистрации работа с системой возможна с любой точки доступа в Internet.).

2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://window.edu.ru/library>).

Целью создания информационной системы "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (ИС "Единое окно ") является обеспечение свободного доступа к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования.

Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2008 гг. Главной разработчик проекта - Федеральное государственное автономное учреждение Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций (ФГАУ ГНИИ ИТТ "Информика") www.informika.ru.

ИС "Единое окно" объединяет в единое информационное пространство электронные ресурсы свободного доступа для всех уровней образования в России. Разделы этой системы:

- Электронная библиотека – является крупнейшим в российском сегменте Интернета хранилищем полнотекстовых версий учебных, учебно-методических и научных материалов с открытым доступом. Библиотека содержит более 30 000 материалов, источниками которых являются более трехсот российских вузов и других образовательных и научных учреждений. Основу наполнения библиотеки составляют электронные версии учебно-методических материалов, подготовленные в вузах, прошедшие рецензирование и рекомендованные к использованию советами факультетов, учебно-методическими комиссиями и другими вузовскими структурами, осуществляющими контроль учебно-методической деятельности.

- Интегральный каталог образовательных интернет-ресурсов содержит представленные в стандартизированной форме метаданные внешних ресурсов, а также содержит описания полнотекстовых публикаций электронной библиотеки. Общий объем каталога превышает 56 000 метаописаний (из них около 25 000 - внешние ресурсы). Расширенный поиск в "Каталоге" осуществляется по названию, автору, аннотации, ключевым словам с возможной фильтрацией по тематике, предмету, типу материала, уровню образования и аудитории.

- Избранное. В разделе представлены подборки наиболее содержательных и полезных, по мнению редакции, интернет-ресурсов для общего и профессионального образования.

- Библиотеки вузов. Раздел содержит подборки сайтов вузовских библиотек, электронных каталогов библиотек вузов и полнотекстовых электронных библиотек вузов.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет (http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/пароллю.

3. Электронная картотека «Книгообеспеченность» (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.