

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
Экономики, менеджмента и
информационных технологий

Баркалов С. А.
«31» августа 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Математическая логика»**

Направление подготовки 09.03.03 Прикладная информатика

Профиль Проектирование информационно-аналитических систем
высокотехнологичных производств

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2022

Автор программы

А. И. Барсуков

Заведующий кафедрой
Прикладной математики и
механики

В. И. Рязских

Руководитель ОПОП

В. Е. Белоусов

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины: развитие логического и алгоритмического мышления, выработка умения самостоятельно расширять и углублять математические знания; освоение необходимого математического аппарата, помогающего анализировать, моделировать и решать прикладные задачи; формирование у студента начального уровня математической культуры, достаточного для продолжения образования, научной работы или практической деятельности, методологических основ для формирования целостного научного мировоззрения, отвечающего современному уровню развития человеческой цивилизации

1.2. Задачи освоения дисциплины

- Выработка ясного понимания необходимости математического образования в подготовке бакалавра и представления о роли и месте математики в современной системе знаний и мировой культуре;
- Ознакомление с системой понятий, используемых для описания важнейших математических моделей и математических методов, и их взаимосвязью;
- Формирование конкретных практических приемов и навыков постановки и решения математических задач, ориентированных на практическое применение при изучении профильных дисциплин;
- Овладение основными математическими методами, необходимыми для анализа процессов и явлений при поиске оптимальных решений, обработки и анализа результатов экспериментов

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математическая логика» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Математическая логика» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

ОПК-2 - Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности;

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-1	знать фундаментальные основы математической логики, необходимые для анализа задач, возникающих в практической деятельности
	уметь самостоятельно находить математический аппарат,

	содержащийся в литературе по компьютерным наукам, и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи, рассматривать различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки
	владеть первичными навыками использования математического аппарата для выработки системного подхода к решению поставленных задач
ОПК-2	Знать математические основы и программные средства их реализации, необходимые для понимания и моделирования технических процессов при решении задач профессиональной деятельности
	уметь решать стандартные профессиональные задачи с применением методов математической логики и выбирать программные средства при решении задач профессиональной деятельности
	владеть навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности с применением программных средств

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Математическая логика» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	90	90
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование тем	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
-------	------------------	--------------------	------	-----------	-----------	-----	------------

1	Логика высказываний	Высказывания и операции над ними. Формулы логики высказываний. Равносильность формул. Принцип двойственности. Тавтологически истинные формулы. Система натурального вывода. Принцип резолюций.	5	5	5	22	37
2	Логика предикатов	Понятие предиката. Логические операции над предикатами. Кванторы. Формулы логики предикатов и логические законы. Выполнимые формулы и проблема разрешения. Логика предикатов и математическая практика.	5	5	5	22	37
3	Формальные теории	Формализация в математике. Исчисление высказываний. Исчисление предикатов. Теории первого порядка. Формальная арифметика.	4	4	4	22	34
4	Булевы функции	Двоичные векторы. Понятие булевой функции. Булевы функции от одной и двух переменных. ДНФ и КНФ. Полные системы булевых функций. Важнейшие замкнутые классы булевых функций. Теорема Поста о полноте.	4	4	4	24	36
Итого			18	18	18	90	144

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Логика высказываний
2. Логика предикатов
3. Формальные теории
4. Булевы функции

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Комп- е- тенц ия	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
УК-1	знать фундаментальные	Знание основных	Дан полный ответ на	Не дан ответ на

	основы математической логики, необходимые для анализа задач, возникающих в практической деятельности	теоретических фактов (на основе проведения коллоквиума)	вопрос коллоквиума. Продemonстрировано значительное или частичное понимание теоретических фактов	вопрос коллоквиума или продемонстрирован о небольшое понимание теоретических фактов
	уметь самостоятельно находить математический аппарат, содержащийся в литературе по компьютерным наукам, и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи, рассматривать различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки	Использование данных задачи для выбора методов ее решения (на основе проведения контрольной работы)	Продemonстрировано умение правильно выбирать методы решения задач	Не продемонстрирован о умение выбирать методы решения задач
	владеть первичными навыками использования математического аппарата для выработки системного подхода к решению поставленных задач	Использование теоретических фактов для решения различных задач (на основе проведения контрольной работы)	Решение большинства предложенных задач доведено до конца. Получены правильные ответы	Решение большинства предложенных задач не доведено до конца. Ответы на некоторые задачи ошибочны.
ОПК-2	Знать математические основы и программные средства их реализации, необходимые для понимания и моделирования технических процессов при решении задач профессиональной деятельности	Знание основных теоретических фактов (на основе проведения коллоквиума)	Дан полный ответ на вопрос коллоквиума. Продemonстрировано значительное или частичное понимание теоретических фактов	Не дан ответ на вопрос коллоквиума или продемонстрирован о небольшое понимание теоретических фактов
	уметь решать стандартные профессиональные задачи с применением методов математической логики и выбирать программные средства при решении задач профессиональной деятельности	Использование данных задачи для выбора методов ее решения (на основе проведения контрольной работы)	Продemonстрировано умение правильно выбирать методы решения задач	Не продемонстрирован о умение выбирать методы решения задач
	владеть навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности с применением программных средств	Использование теоретических фактов для решения различных задач (на основе проведения контрольной работы)	Решение большинства предложенных задач доведено до конца. Получены правильные ответы	Решение большинства предложенных задач не доведено до конца. Ответы на некоторые задачи ошибочны.

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
УК-1	знать фундаментальные основы математической логики, необходимые для анализа задач, возникающих в практической деятельности	Знание основных теоретических фактов (на основе трех вопросов билета, выбранных из вопросов коллоквиума)	Полный ответ на три вопроса	Полный ответ на два вопроса	Полный ответ на один вопрос	Нет правильных ответов
	уметь самостоятельно находить математический аппарат, содержащийся в литературе по компьютерным наукам, и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи, рассматривать различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки	Использование данных задачи для выбора методов ее решения (на основе двух задач билета, выбранных из прикладных и стандартных практических задач)	Правильно выбран метод решения задач	Продemonстрирован верный выбор метода решения одной задачи и частично указан ход решения второй	Продemonстрирован верный выбор метода решения только одной задачи	Неверный выбор метода решения всех задач
	владеть первичными навыками использования математического аппарата для выработки системного подхода к решению поставленных задач	Использование данных задачи для выбора методов ее решения (на основе двух задач билета, выбранных из прикладных и стандартных практических задач)	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продemonстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продemonстрирован верный ход решения только одной задачи	Задачи не решены
ОПК-2	Знать математические основы и программные средства их реализации, необходимые для понимания	Знание основных теоретических фактов (на основе трех вопросов билета, выбранных	Полный ответ на три вопроса	Полный ответ на два вопроса	Полный ответ на один вопрос	Нет правильных ответов

	и моделирования технических процессов при решении задач профессиональной деятельности	из вопросов коллоквиумов)				
	уметь решать стандартные профессиональные задачи с применением методов математической логики и выбирать программные средства при решении задач профессиональной деятельности	Использование данных задачи для выбора методов ее решения (на основе двух задач билета, выбранных из прикладных и стандартных практических задач)	Правильно выбран метод решения задач	Продемонстрирован верный выбор метода решения одной задачи и частично указан ход решения второй	Продемонстрирован верный выбор метода решения только одной задачи	Неверный выбор метода решения всех задач
	владеть навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности с применением программных средств	Использование данных задачи для выбора методов ее решения (на основе двух задач билета, выбранных из прикладных и стандартных практических задач)	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения только одной задачи	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

Даны высказывания: a – «Иван занимается в хоровом кружке», b – «Иван занимается в драматическом кружке». На языке логики высказываний утверждение «если Иван не занимается в хоровом кружке, то он не занимается и в драматическом кружке» записывается в виде ...

- ☐ $\neg a \vee \neg b$
☐ $\neg a \wedge \neg b$
☐ $\neg(b \rightarrow a)$
☐ $\neg a \rightarrow \neg b$

Ложным высказыванием является...

- ☐ $\sqrt{700} < 26$
☐ Квадрат – частный случай ромба

	☐ Существуют положительные рациональные числа ☐ Уравнение $x^2 + 2 = 0$ не имеет действительных корней
Для высказывания «Четырехугольник $ABCD$ — параллелограмм» высказывание «Диагонали выпуклого четырехугольника $ABCD$ равны» является...	☐ необходимым и достаточным условием ☐ достаточным (но не необходимым) условием ☐ не является ни необходимым, ни достаточным ☐ необходимым (но не достаточным) условием
Даны два высказывания: A — «треугольник равносторонний», B — «все стороны треугольника равны». Тогда на языке алгебры логики предложение «Для того чтобы треугольник был равносторонним, необходимо и достаточно, чтобы все его стороны были равны» имеет вид...	☐ $A \rightarrow B$ ☐ $A \vee B$ ☐ $A \leftrightarrow B$ ☐ $A \wedge B$
Даны два высказывания: A — «треугольник равносторонний», B — «все стороны треугольника равны». Тогда на языке алгебры логики предложение «Треугольник не равносторонний и все его стороны равны» имеет вид...	☐ $\bar{A} \wedge B$ ☐ $A \wedge \bar{B}$ ☐ $A \vee \bar{B}$ ☐ $\bar{A} \vee B$
Даны два высказывания: A — «треугольник равносторонний», B — «все стороны треугольника равны». Тогда на языке алгебры логики предложение «Или треугольник не равносторонний или все его стороны не равны» имеет вид...	☐ $\bar{A} \vee \bar{B}$ ☐ $\bar{A} \wedge \bar{B}$ ☐ $\bar{A} \rightarrow \bar{B}$ ☐ $\bar{A} \leftrightarrow \bar{B}$
Для высказывания «Прямая L перпендикулярна плоскости P» высказывание «Прямая L перпендикулярна двум пересекающимся прямым на	☐ необходимым и достаточным условием ☐ достаточным (но не необходимым) условием

плоскости P » является...

- ☐ не является ни необходимым, ни достаточным
- ☐ необходимым (но не достаточным) условием

Для высказывания «Точка C равноудалена от двух различных точек A и B » высказывание «Точки A, B, C лежат на одной прямой» является...

- ☐ необходимым и достаточным условием
- ☐ достаточным (но не необходимым) условием
- ☐ не является ни необходимым, ни достаточным
- ☐ необходимым (но не достаточным) условием

Укажите правильную таблицу истинности логического высказывания $a \vee b \dots$

☐

a	b	$a \vee b$
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1

☐

a	b	$a \vee b$
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	0

☐

a	b	$a \vee b$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

☐

a	b	$a \vee b$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Укажите правильную таблицу истинности логического высказывания $\bar{p} \wedge q \vee \bar{r} \dots$

○

p	q	r	$\bar{p}$	$\bar{r}$	$\bar{p} \wedge q$	$\bar{p} \wedge q \vee \bar{r}$
0	0	0	1	1	1	0
0	0	1	1	0	0	0
0	1	0	1	1	1	0
0	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	1	1
1	0	1	0	0	0	0
1	1	0	0	1	1	1
1	1	1	0	0	1	1

○

p	q	r	$\bar{p}$	$\bar{r}$	$\bar{p} \wedge q$	$\bar{p} \wedge q \vee \bar{r}$
0	0	0	1	1	0	1
0	0	1	1	0	0	0
0	1	0	1	1	1	1
0	1	1	1	0	1	1
1	0	0	0	1	0	1
1	0	1	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	1
1	1	1	0	0	0	0

○

p	q	r	$\bar{p}$	$\bar{r}$	$q \vee \bar{r}$	$\bar{p} \wedge q \vee \bar{r}$
0	0	0	1	1	0	1
0	0	1	1	0	0	0
0	1	0	1	1	1	1
0	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0	1
1	0	1	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	1
1	1	1	0	0	1	1

○

p	q	r	$\bar{p}$	$\bar{r}$	$q \vee \bar{r}$	$\bar{p} \wedge q \vee \bar{r}$
0	0	0	1	1	1	0
0	0	1	1	0	0	0
0	1	0	1	1	1	0
0	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	1	1
1	0	1	0	0	0	0
1	1	0	0	1	1	1
1	1	1	0	0	1	1

Формулами, истинными при всех значениях переменных, являются...

- ☐ $x \vee (y \wedge z) = (x \vee y) \wedge (x \vee z)$
☐ $x \vee x = x$
☐ $x \vee (y \wedge z) = x \vee y \wedge z$
☐ $x \vee x = 1$

Формулами, истинными при всех истинных значениях переменных, являются...

- ☐ $x \rightarrow (y \rightarrow z) = x \rightarrow y \rightarrow z$
☐ $x \vee \bar{x} = 1$
☐ $x \rightarrow (y \rightarrow z) = (x \rightarrow y) \rightarrow (x \rightarrow z)$
☐ $x \vee \bar{x} = 0$

Результатом поразрядного логического сложения двоичных чисел 100 и 110 является...

- ☐ 010
☐ 110
☐ 210
☐ 100

Укажите правильную таблицу истинности логического высказывания $a \wedge b \dots$

☐	<table><tr><td>a</td><td>b</td><td>$a \wedge b$</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	a	b	$a \wedge b$	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
a	b	$a \wedge b$														
0	0	0														
0	1	1														
1	0	1														
1	1	1														
☐	<table><tr><td>a</td><td>b</td><td>$a \wedge b$</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	a	b	$a \wedge b$	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1
a	b	$a \wedge b$														
0	0	1														
0	1	0														
1	0	0														
1	1	1														
☐	<table><tr><td>a</td><td>b</td><td>$a \wedge b$</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	a	b	$a \wedge b$	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
a	b	$a \wedge b$														
0	0	0														
0	1	0														
1	0	0														
1	1	1														
☐	<table><tr><td>a</td><td>b</td><td>$a \wedge b$</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	a	b	$a \wedge b$	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1
a	b	$a \wedge b$														
0	0	0														
0	1	0														
1	0	1														
1	1	1														

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных

задач

1. Пусть $f^{(1)}, g^{(2)}, h^{(3)}$ - функциональные, а $p^{(1)}, Q^{(3)}$ - предикатные символы. Являются ли формулами следующие слова:
(а) $P(f(x)) \wedge \forall x \neg Q(g(y, z), x, h(z, y, x))$;
(б) $P(Q(x, g(x, y), h(x, y, z)))$;
2. Вычислить все подформулы формулы:
(а) $Q(x, y(x, y), h(x, y, z))$;
(б) $(\forall x \neg P(x) \rightarrow \neg \exists y (\forall z P(x) \wedge Q(x, y, z)))$.
3. Перечислить свободные и связанные вхождения в следующих формулах:
а) $\exists x (P(x, y) \vee \neg \forall y Q(x, y))$;
б) $\neg \forall x P(x, y) \rightarrow Q(f(x, y))$;
4. Определим на множестве людей следующие отношения: отец(х, у) – х – является отцом для у, мать(х, у) – х является матерью для у, муж(х, у) – х является мужем для у, жена(х, у) – х является женой для у, м(х) – х имеет мужской пол, ж(х) – х имеет женский пол. В сигнатуре указанных отношений описать следующие отношения:
а) брат (х, у) – х является сыном для у,
б) сестра (х, у) – х является сестрой для у;
в) сын (х, у) – х является сыном для у;
г) дочь (х, у) – х является дочерью для у;
5. Доказать тождественную истинность формулы:
 $\forall x \varphi(x) \rightarrow \neg \varphi(x) \rightarrow \neg (\exists x \varphi(x) \wedge \forall x \psi(x))$;
6. Доказать выводимость в ИПС следующих секвенций:
а) $\vdash (\forall x \forall y \varphi(x, y) \rightarrow \forall x \varphi(x, x))$;
б) $\vdash (\exists x \varphi(x, x) \rightarrow \exists x \exists y \varphi(x, y))$;
в) $\vdash (\exists x (\varphi(x) \rightarrow \psi(x)) \leftrightarrow (\forall x (\varphi(x) \rightarrow \exists x \varphi(x))))$;
7. Гипотеза четырёх красок утверждает, что любую карту можно раскрасить четырьмя красками так, что никакие соседние страны не будут иметь одинаковый цвет. Показать, что если гипотеза четырёх красок справедлива для карт с конечным числом стран, то она справедлива для всех карт.
8. Привести к ПНФ, ПКНФ и КЛНФ формулу:
 $(\neg (\forall x \forall y P(x, y) \rightarrow \forall x \forall y R(x, y)) \vee \forall x \forall y P(x, y))$.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных

задач

1. Определить логическое значение высказывания:

а) $B \rightarrow A$, если $\varphi(A \leftrightarrow B) = 0$; б) $B \rightarrow A$, если $\varphi(A \& B) = 0$, $\varphi(A \rightarrow B) = 1$; в) B , если $\varphi(A \& B) = 0$, $\varphi(A \leftrightarrow B) = 0$, $\varphi(A \rightarrow B) = 1$; г) $A \leftrightarrow B$, если $\varphi((A \vee B) \rightarrow A) = 1$, $\varphi(A \rightarrow B) = 1$; д) $A \rightarrow B$, если $\varphi(A \rightarrow (B \leftrightarrow A)) = 0$; е) $A \& B$, если $\varphi(A \vee B) = 1$, $\varphi(A \leftrightarrow B) = 1$.

2. Выяснить, какие из формул являются тавтологиями:

а) $A \vee B \rightarrow A \& B$; б) $(A \rightarrow B) \rightarrow (B \rightarrow A)$; в) $(A \rightarrow (B \rightarrow C)) \rightarrow ((A \rightarrow B) \rightarrow (A \rightarrow C))$; г) $(A \leftrightarrow B) \leftrightarrow ((A \rightarrow B) \& (B \rightarrow A))$; д) $((A \rightarrow B) \rightarrow A) \rightarrow A$; е) $(A \rightarrow C) \rightarrow ((B \rightarrow C) \rightarrow ((A \vee B) \rightarrow C))$.

3. На множестве $M = \{1, 2, 3, \dots, 20\}$ заданы предикаты: $A(x)$ = « x не делится на 5», $B(x)$ = « x – четное число», $C(x)$ = « x – простое число», $D(x)$ = « x кратно 3». Найти множества истинности предикатов:

а) $A(x) \& B(x) \& D(x)$; б) $A(x) \vee B(x) \vee C(x)$; в) $(A(x) \& B(x)) \vee D(x)$; г) $(C(x) \& D(x)) \rightarrow A(x)$; д) $A(x) \rightarrow (C(x) \vee B(x))$; е) $A(x) \& (D(x) \vee B(x))$; ж) $(A(x) \& C(x)) \rightarrow D(x)$; з) $(A(x) \& D(x)) \rightarrow C(x)$; и) $(A(x) \vee B(x)) \rightarrow C(x)$; к) $(B(x) \vee C(x)) \rightarrow D(x)$.

4. Предикат $Q(x, y)$ = « $xM y$ » (делится нацело) определен на множестве $N \times N$. Показать, что высказывания $\forall y \exists x Q(x, y)$ и $\exists x \forall y Q(x, y)$ имеют различное логическое значение.

5. Для интерпретации: область $M = \{a, b\}$, $P(a, a) = 1$, $P(a, b) = 0$, $P(b, a) = 0$, $P(b, b) = 1$ определить истинностные значения формул: а) $\forall x \exists y P(x, y)$; б) $\forall x \forall y (P(x, y) \rightarrow P(y, x))$; в) $\exists x (P(x, a) \rightarrow \forall y P(y, x))$; г) $\exists x \forall y (P(x, y) \vee P(a, x))$; д) $\forall x (P(x, b) \leftrightarrow P(a, x))$; е) $P(a, b) \rightarrow \forall x \exists y P(x, y)$.

6. Построить в алфавите $\{0, 1\}$ МТ, переводящую конфигурацию $K1$ в конфигурацию $K0$: а) $1, 1 \ 01 \ (1)$; $K1 = q1 \ K0 = q0 \ n \geq n \ n \ n$ б) $0 \ 1, [01] \ (1)$; $K1 = q1 \ K0 = q0 \ n \geq n \ n \ n$ в) $1 \ 0, 1 \ (1)$; 2 $K1 = q1 \ K0 = q0 \ n \geq n \ n \ n$ г) $1 \ 01, 1 \ 01 \ (1)$

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой

1. Понятие высказывания и логического следствия. Интерпретация высказываний, совместная интерпретация высказываний.
2. Основные логические операции.
3. Формулы логики высказываний. Понятие контрпримера.
4. Табличный способ доказательства формул логики высказываний.
5. Тавтология и противоречие в логике высказываний.
6. Основные равносильности в логике высказываний.
7. Совершенная конъюнктивная нормальная форма и ее свойства.

8. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма и ее свойства.
9. Булевы функции от одного и двух аргументов.
10. Понятие предиката. Множество истинности предиката.
11. Логические операции над предикатами.
12. Кванторы в логике предикатов.
13. Ограниченные кванторы. Сведение ограниченных кванторов к неограниченному.
14. Формулы логики предикатов.
15. Основные равносильности в логике предикатов.
16. Проблема разрешимости в логике предикатов.
17. Правила построения таблиц в логике предикатов.
18. Правило существования и правило всеобщности в логике предикатов.
19. Формализация в логике высказываний и в логике предикатов.
20. Компоненты, из которых состоит любое формальное исчисление: язык, аксиомы, правило вывода.
21. Язык, аксиомы и правило вывода исчисления высказываний.
22. Алгоритм, распознающий является ли конечная последовательность формул выводом в исчислении высказываний или нет.
23. Теорема об отсутствии в исчислении высказываний лишних правил вывода.
24. Формулы в исчислении высказываний, являющиеся тавтологией. Критерий выводимости формулы в исчислении высказываний (с доказательством того, что из выводимости следует тавтологичность).
25. Алгоритм эффективного нахождения вывода по данной выводимой формуле в исчислении высказываний.
26. Основные определения: булева функция, конъюнкция, дизъюнкция, отрицание, импликация, эквивалентность, таблица истинности.
27. n -мерный единичный куб, его грани и вершины. Нумерация вершин с помощью двоичного разложения целых чисел.
28. Определение формулы. Задание булевых функций с помощью формул, вопрос о его единственности. Равносильность формул. Список важнейших равносильностей алгебры логики.
29. Носитель булевой функции. Теорема о носителе конъюнкции (дизъюнкции) булевых функций.
30. Элементарная конъюнкция. Правильная элементарная конъюнкция и теорема о ее носителе.
31. Дизъюнктивная нормальная форма (ДНФ) булевой функции и совершенная ДНФ (СДНФ). Теорема о существовании единственной СДНФ и любой ненулевой булевой функции. Практический способ нахождения СДНФ.
32. Полином Жегалкина булевой функции. Теорема о его существовании и единственности.
33. Сокращенная ДНФ. Правила обобщенного склеивания и поглощения.
34. Алгоритм Блейка нахождения СДНФ.
35. Тупиковая ДНФ и способ ее нахождения.

36. Двойственная и самодвойственная булева функция. Теорема о суперпозиции двойственных булевых функций.
37. Монотонные булевы функции Теорема о суперпозиции монотонных булевых функций.
38. Функциональное замыкание совокупности булевых функций. Функционально замкнутые совокупности. Полные совокупности. Классы S, L, M, T_0, T_1 , их функциональная замкнутость и полнота.
39. Теорема Поста о полноте.
40. Контактные схемы и булевы функции, ими реализуемые. Проблема минимизации контактных схем. Функция Шеннона. Теоремы Шеннона и Лупанова.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится по билетам, каждый из которых содержит 3 теоретических вопроса и две задачи. Каждый правильный ответ на теоретический вопрос в билете и правильно решенная задача оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 5.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал 2 балла и меньше.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал 3 балла

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал 4 балла.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал 5 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Логика высказываний	УК-1, ОПК-2	Коллоквиум Тестирование Лабораторная работа Зачет с оценкой
2	Логика предикатов	УК-1, ОПК-2	Тестирование Коллоквиум Лабораторная работа Зачет с оценкой
3	Формальные теории	УК-1, ОПК-2	Коллоквиум Лабораторная работа Зачет с оценкой
4	Булевы функции	УК-1, ОПК-2	Коллоквиум Тестирование Лабораторная работа Зачет с оценкой

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

При проведении устного зачета с оценкой обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном зачете с оценкой не должен превышать двух астрономических часов. С дифференцированного зачета снимается материал тех контрольных работ и коллоквиумов, которые обучающийся выполнил в течение семестра на «хорошо» и «отлично».

Во время проведения зачета с оценкой обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Унучек, С. А. Математическая логика : учебное пособие / С. А. Унучек. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 239 с. — ISBN 978-5-4486-0086-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/69312.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Балюкевич Э.Л. Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие / Балюкевич Э.Л., Ковалева Л.Ф.. — Москва : Евразийский открытый институт, 2009. — 188 с. — ISBN 978-5-374-00220-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/10772.html>. — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
3. Хоменко, Т. В. Дискретная математика. Отдельные методы теории множеств и математической логики. Лабораторный практикум / Т. В. Хоменко. — Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2020. — 111 с. — ISBN 978-5-93026-104-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/100830.html> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
4. Михальченко Г.Е. Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие / Михальченко Г.Е.. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 74 с. — ISBN 978-5-7638-3932-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/100047.html> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
5. Гамова, А. Н. Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие для студентов механико-математического факультета и факультета компьютерных наук и информационных технологий / А. Н. Гамова. — 4-е изд. — Саратов : Издательство Саратовского университета, 2020. — 91 с. — ISBN 978-5-292-04649-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106266.html>. — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Консультирование посредством электронной почты.
2. Использование презентаций при проведении лекционных занятий.
3. Для работы в сети рекомендуется использовать сайты:
 - <http://encycl.yandex.ru> (Энциклопедии и словари).
 - <http://mathelp.spb.ru> (Лекции, учебники on-line, web-сервисы по высшей математике в помощь студентам).
 - <http://mathem.by.ru> (Справочная информация по математическим дисциплинам).
 - <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics.htm>. (Книги в форматах PDF и DjVu).

Для работы с электронными учебниками требуется наличие таких программных средств, как Adobe Reader и DjVuBrowserPlugin для Windows

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий по дисциплине необходимы аудитории, оснащенные презентационным оборудованием (компьютер с ОС Windows и программой Adobe Reader, мультимедийный проектор и экран).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Математическая логика» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков решения математических задач.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.

Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--