

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Факультет компьютерных систем и информационных технологий

Кафедра прикладной математики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор факультета компьютерных
систем и информационных технологий

Кочевский А. А.

« 10 » сентября 2023 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

«Математическая логика»

01.03.02. Прикладная математика и информатика

«Математическое и программное обеспечение вычислительных машин и
компьютерных сетей»

Разработчик:

доцент Ч Чалая Е. Ю.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры прикладной математики
от 18 апреля 2023 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой М Малый В. В.

Луганск 2023 г.

**Паспорт
фонда оценочных средств по учебной дисциплине
«Математическая логика»**

**Перечень компетенций (элементов компетенций),
формируемых в результате освоения учебной дисциплины**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины	Этапы формирования (семестр изучения)
1	УК-1	способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;	Тема 1. Алгебра высказываний. Нормальные формы Тема 2. Исчисление высказываний Тема 3. Логика предикатов Тема 4. Теории первого порядка. Модели Тема 5. Теоремы о полноте Тема 6. Формальная арифметика	начальный (1)
2	ОПК-1	способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.	Тема 1. Алгебра высказываний. Нормальные формы Тема 2. Исчисление высказываний Тема 3. Логика предикатов Тема 4. Теории первого порядка. Модели Тема 5. Теоремы о полноте Тема 6. Формальная арифметика	начальный (1)

**Показатели и критерии оценивания компетенций,
описание шкал оценивания**

№ п/п	Код контролируем ой компетенции	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	УК-1	– знать: теоретические основы базовых разделов математической логики, а именно, логики высказываний, логики предикатов, формальных	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5.	Фронтальные и индивидуальные опросы; контрольные работы;

		теорий, неклассических логик; основные алгоритмы решения типовых задач; о применениях математической логики в вопросах обоснования математики; – уметь: использовать основные методы и алгоритмы математической логики, связанные с анализом, моделированием и оптимизацией систем различной природы; использовать основные приёмы обработки данных; решать типовые задачи (преобразование формул, минимизация нормальных форм); строить и исследовать простейшие математические модели; доказывать выводимость формулы исчисления высказываний; проверять непротиворечивость, независимость систем аксиом; обращаться к информационным системам (Интернет, справочная и другая математическая литература); – владеть навыками: математическими понятиями и символами для выражения количественных и качественных отношений, математическими и логическими методами и алгоритмами в приложениях к IT наукам.	Тема 6.	индивидуальные задания, промежуточная аттестация (экзамен)
2	ОПК-1	– знать: теоретические основы базовых разделов математической логики, а именно, логики высказываний, логики предикатов, формальных теорий, неклассических логик; основные алгоритмы решения типовых задач; о применениях математической логики в вопросах обоснования математики; – уметь: использовать основные методы и алгоритмы математической логики, связанные с анализом, моделированием и оптимизацией	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6.	Фронтальные и индивидуальные опросы; контрольные работы; индивидуальные задания, промежуточная аттестация (экзамен)

		систем различной природы; использовать основные приёмы обработки данных; решать типовые задачи (преобразование формул, минимизация нормальных форм); строить и исследовать простейшие математические модели; доказывать выводимость формулы исчисления высказываний; проверять непротиворечивость, независимость систем аксиом; обращаться к информационным системам (Интернет, справочная и другая математическая литература); – владеть навыками: математическими понятиями и символами для выражения количественных и качественных отношений, математическими и логическими методами и алгоритмами в приложениях к IT наукам.		
--	--	--	--	--

Фонды оценочных средств по дисциплине «Математическая логика»

Вопросы для фронтальных и индивидуальных опросов:

Тема 1. Алгебра высказываний. Нормальные формы.

1. Как должно быть сформулировано утверждение, чтобы можно было сказать, что оно является высказыванием?
2. Понятие элементарного высказывания.
3. Что является значением высказывания?
4. Операции над высказываниями (отрицание, конъюнкция, дизъюнкция, импликация, эквивалентность).
5. Свойства операций над высказываниями.
6. Что называется формулой логики высказываний?
7. Какие значения может принимать формула?
8. С помощью какого математического средства формула логики высказываний может быть полностью описана?
9. Теорема о количестве наборов значений пропозиционных переменных для произвольной формулы.
10. Виды формул (тавтологии, противоречия, выполнимые).
11. Законы логики (основные тавтологии).
12. Какие формулы называются равносильными? Как связаны их таблицы истинности?
13. Условие равносильности формул исчисления высказываний.
14. Способы получения новых тавтологий из известных; из произвольных формул.
15. Определение элементарной конъюнкции (дизъюнкции).
16. Определение СНДФ (СНКФ).
17. Существование и единственность СНДФ (СНКФ).
18. Построение СНДФ (СНКФ) по таблице истинности.
19. Алгоритм преобразования произвольной формулы алгебры высказываний к виду СНДФ и СНКФ.
20. Нормальные формы (ДНФ, КНФ).
21. Полные системы логических связей. Примеры.
22. Представление произвольной формулы логики высказываний многочленом Жегалкина. Его существование и единственность.
23. Представление истинностных функций формулами.
24. Проблема минимизации в классе булевых функций.
25. Алгоритмы минимизации ДНФ в классе булевых функций.
26. Карты Карно, как алгоритм минимизации ДНФ. Обоснование и исполнение.
27. Применение алгебры высказываний к переключательным схемам.

Тема 2. Исчисление высказываний.

1. Что представляет собой формальная (аксиоматическая) теория? Каково ее предназначение?
2. Как определяется формальная теория? Ее основные элементы.
3. Что называется выводом в рамках формальной теории?
4. Что такое теорема в рамках формальной теории?
5. Что представляет собой доказательство в рамках формальной теории?
6. Формальное построение аксиоматической логики высказываний (алфавит теории, аксиомы, правила вывода).
7. Теорема дедукции и следствия из нее.
8. Доказуемость формул. Выводимость из гипотез.
9. Свойства исчисления высказываний, как теории — непротиворечивость, полнота, разрешимость и связанные с ними теоремы.
10. Независимость аксиом, правила вывода.
11. Эффективные и неэффективные доказательства.

Тема 3. Логика предикатов.

1. Понятие предиката. Связь предиката с высказыванием. Примеры.
2. Область истинности предиката.
3. Виды предикатов (тождественно истинные, тождественно ложные, выполнимые).
4. Логические операции над предикатами.
5. Кванторные операции над предикатами.
6. Формулы логики предикатов. Истинностные значения формул.
7. Равносильность. Общезначимость и выполнимость формул.
8. Равносильности логики предикатов.
9. Проблема разрешимости для общезначимости и выполнимости формул.
10. Какие бывают разновидности логической структуры теоремы?
11. Логическая структура доказательства теорем.

Тема 4. Теории первого порядка. Модели.

1. Почему формальный язык логики предикатов называется языком первого порядка?
2. Как определяется алгебраическая операция в рамках формальной модели?
3. Что такое терм? Примеры.
4. Построение формального языка логики предикатов (алфавит теории, аксиомы, правила вывода).
5. Какие виды группы аксиом используются при построении формальной системы?
6. Однозначность построения термов и формул.
7. Свободные и связанные вхождения переменных и термов.
8. Операция подстановки терма в формулу и ее допустимость.

9. Теоремы и доказательства в теории 1-го порядка.
10. Структуры для языка 1-го порядка.
11. Истинность формулы в структуре для языка 1-го порядка.
12. Логическая эквивалентность формул.
13. Интерпретации и модель формальной теории.

Тема 5. Теоремы о полноте.

1. Какая формальная теория называется исчислением предикатов первого порядка?
2. Подобные формулы.
3. Теоремы о свойствах теории первого порядка (непротиворечивость, полнота).
4. Леммы о выводимости формул в теории первого порядка.
5. Что называется расширением теории?
6. Лемма Линденбаума.
7. Две формы теоремы полноты Курта Геделя.
8. Изоморфизм моделей.
9. Проблема непротиворечивости в математике. Проблема Гильберта.
10. Теорема Геделя о неполноте.
11. Где можно конструктивно использовать метод формализации?

Тема 6. Формальная арифметика.

1. Что такое теория первого порядка с равенством?
2. Аксиоматика Пеано для натуральных чисел. Цифры.
3. Собственные аксиомы формальной арифметики.
4. Следствия из аксиом.
5. Свойства натуральных чисел.
6. Делимость в натуральных числах. Свойства делимости.
7. Принцип построения целых, рациональных, действительных и комплексных чисел.
8. Кольцо целых чисел, как классы эквивалентных пар натуральных чисел.
9. Поле рациональных чисел, как классы эквивалентных пар целых чисел.
10. Поле действительных чисел, как классы эквивалентных пар рациональных чисел.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «фронтальный и индивидуальный опрос»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную

	литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Контрольные работы:

Типовые варианты контрольных работ

Контрольная работа №1

Вариант 1

- 1) Являются ли следующие формулы тавтологиями?
 $(P_1 \rightarrow (P_2 \rightarrow P_1)) \rightarrow P_2, \quad ((A \wedge B) \rightarrow C) \leftrightarrow (A \rightarrow (B \rightarrow C)).$
- 2) Привести к виду СНДФ: $(\bar{A} \rightarrow \bar{B}) \rightarrow ((B \wedge C) \rightarrow (A \wedge C)).$
- 3) Представить формулу многочленом Жегалкина: $x \vee y \vee z.$
- 4) Доказать равносильность: $\forall_x (P(x) \rightarrow S(x)) \leftrightarrow \forall_x (P(x)) \rightarrow \forall_x (S(x)).$

Вариант 2

- 1) Являются ли следующие формулы тавтологиями?
 $(P_1 \rightarrow (P_2 \rightarrow P_3)) \rightarrow ((P_1 \rightarrow P_2) \rightarrow P_3), \quad ((P_1 \wedge P_2) \rightarrow P_3) \leftrightarrow (P_1 \rightarrow (P_2 \rightarrow P_3)).$
- 2) Привести к виду СНДФ: $((A \rightarrow C) \rightarrow \bar{A}) \rightarrow (A \rightarrow (B \wedge A)).$
- 3) Представить формулу многочленом Жегалкина: $x \vee \bar{y} \vee z.$
- 4) Доказать равносильность: $\forall_x P(x) \leftrightarrow \overline{\exists_x \overline{P(x)}}.$

Контрольная работа №2

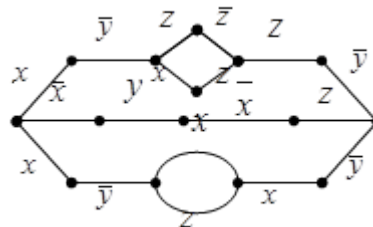
Вариант 1

1) Минимизировать функцию, используя метод карт Карно:

$$x_1x_2x_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2x_3 \vee x_1\bar{x}_2x_3 \vee \bar{x}_1x_2x_3 \vee x_1x_2\bar{x}_3.$$

2) Построить контактную схему с наименьшим числом элементов для функции, заданной изображающим числом: # 0110011100011100.

3) Упростить последовательно-параллельные контактные схемы:



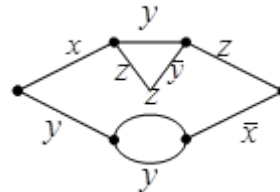
Вариант 2

1) Минимизировать функцию, используя метод карт Карно:

$$x_1x_2x_3 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2x_3 \vee x_1\bar{x}_2x_3 \vee \bar{x}_1x_2x_3 \vee x_1x_2\bar{x}_3 \vee x_1\bar{x}_2\bar{x}_3.$$

2) Построить контактную схему с наименьшим числом элементов для функции, заданной изображающим числом: # 1111101010000011.

3) Упростить последовательно-параллельные контактные схемы:



Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «контрольная работа»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Варианты индивидуальных заданий:

Типовые варианты индивидуальных заданий

Тема 1. Алгебра высказываний. Нормальные формы.

Вариант 1

1. Используя буквенные обозначения и логические связки, записать данные сложные предложения, определить их истинностное значение:

а) Если прямые a и b параллельны и прямая b лежит в плоскости α , то прямая a и плоскость α параллельны, или a лежит в плоскости α ;

б) Если рабочие или администрация не пойдут на уступки, то забастовка будет урегулирована тогда и только тогда, когда правительство добьется судебного запрещения, но войска не будут посланы на завод.

2. Являются ли следующие формулы тавтологиями?

а) $((x_1 \leftrightarrow \overline{x_2}) \uparrow \overline{x_3}) \downarrow \overline{x_1 \wedge x_2}$;

б) $(P_1 \rightarrow P_2) \rightarrow ((P_1 \vee P_3) \rightarrow (P_2 \vee P_3))$.

3. Проверить равносильность следующих формул двумя способами.

$x_1 \vee (x_2 \uparrow x_3)$ и $(x_1 \vee x_2) \uparrow (x_1 \vee x_3)$.

4. Используя один из известных способов, построить новую тавтологию с помощью данной формулы:

$((P_1 \rightarrow P_2) \wedge (P_1 \rightarrow P_3)) \rightarrow (P_1 \rightarrow (P_2 \wedge P_3))$.

5. Проверить правильность рассуждений:

1) Некоторые марсиане зелёные.

2) Все ёлки зелёные.

3) Некоторые марсиане – ёлки.

6. Для данной формулы получить ДНФ, КНФ, СНДФ, СНКФ и многочлен Жегалкина:

а) $\overline{(x \wedge (y \vee z))} \rightarrow ((x \wedge y) \vee z)$;

б) $(x_1 \vee \overline{x_2}) \rightarrow (\overline{x_3} \oplus \overline{x_1})$.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «индивидуальные задания»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
Зачтено	Правильно решены 90-100% заданий
Не зачтено	Правильно решены менее 90% заданий

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Типовые экзаменационные билеты

ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В. ДАЛЯ

Кафедра прикладной математики

Факультет: *КСИТ*

Дисциплина: *Математическая логика*

Семестр 1

СК 1

Билет №1

1. Определение высказывания. Значение высказывания. Операции отрицание, конъюнкция, дизъюнкция. Свойства операций. *1 балл*
2. Логические и нелогические аксиомы в рамках построения формального языка логики предикатов. *1 балл*
3. Является ли формула $((P_1 \rightarrow P_2) \wedge (P_1 \rightarrow P_3)) \rightarrow (P_1 \rightarrow (P_2 \wedge P_3))$ тавтологией? *1 балл*
4. Доказать один из законов де Моргана в логике предикатов. *1 балл*
5. Представить формулу в виде СНДФ и СНКФ:
 $(x_3 \vee x_1) \rightarrow (x_2 \wedge x_1)$. *1 балл*

Утверждено на заседании кафедры ПМ, протокол № от 2023 г.

Заведующий
кафедрой

доц. Малый В.В.

Лектор

Чалая Е.Ю.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Математическая логика» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 01.03.02. Прикладная математика и информатика.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета компьютерных
систем и информационных
технологий



Ветрова Н. Н.