Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гриб Владислав Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.09.2026 19:01:44
Уникальный программный ключ:
637517d24e103c3db032acf37e839d98ec1c5bb2f5eb89c29abfcd7f43985447

Образовательное частное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А.С. ГРИБОЕДОВА»

(ИМПЭ им. А.С. Грибоедова)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКИ

УТВЕРЖДАЮ

Директор Международного института информационных технологий и бизнес-информатики

_____ Т.В. Новикова

«17» декабря 2025г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА

Направление подготовки
09.03.03 Прикладная информатика
(уровень бакалавриат)

Направленность (профиль):
«Анализ данных»

Форма обучения: **очная, заочная**

Москва

Фонд оценочных средств для дисциплины «Математическая логика». Направление подготовки/специальность 09.03.03 Прикладная информатика, направленность (профиль/специализация): Анализ Данных / Л.К. Шаймарданова – М.: ИМПЭ им. А.С. Грибоедова.

Фонд оценочных средств является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины.

Разработчик: Л.К. Шаймарданова

Заведующий кафедрой: _____/ Н. Н. Загускин

1. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Настоящий Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине «Математическая логика» является неотъемлемым приложением к рабочей программе дисциплины (РПД) «Математическая логика». На данный ФОС распространяются все реквизиты утверждения, представленные в РПД по данной дисциплине.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Для определения качества освоения обучающимися учебного материала по дисциплине используются следующие оценочные средства:

№ п/п	Оценочное средство	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Тестирование	Вид контроля, позволяющий оценить изученный теоретический материал.	Вопросы для проведения тестирования
2	Практические задания	Вид контроля, позволяющий оценить умение обучающегося применять осваиваемую компетенцию в практических ситуациях и при решении производственных задач	Задания к практическому занятию
3	Контрольная работа	Вид контроля, позволяющий определить результат освоения компетенций по дисциплине в рамках рассматриваемой темы, оцениваемый с помощью соответствующих индикаторов достижения компетенций	Задания контрольной работы
4	Самостоятельная работа	Вид контроля, позволяющий оценить проработку теоретического материала, изучение рекомендуемой литературы, выполнение практико-ориентированных заданий (заполнение таблиц, проведение сравнительного анализа, составление схем и др.), решение практических задач, создание презентаций, написание рефератов, подборку нормативного и иного материала и выполнение других заданий	Задания самостоятельной работы
5	Курсовая работа	Вид контроля, позволяющий выявить степень владения базовыми знаниями, умениями и навыками, необходимыми для обучения, и определить уровень владения новым материалом	Индивидуальные задания (темы) для курсовой работы
6	Зачет/Зачет с оценкой/Экзамен	Вид контроля, позволяющий выявить степень овладения знаниями, умениями и навыками, необходимыми для дальнейшего освоения образовательной программы	Вопросы для подготовки к зачету/зачету с оценкой/экзамену

		подготовки	

3. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Сопроводительная информация.

Разработчик	Л.К. Шаймарданова
Кафедра	Прикладной информатики и информационных технологий
Наименованиедисциплины	Математическая логика
Факультет / институт	Институт международной экономики, лидерства и менеджмента
Направлениеподготовки / специальность	09.03.03 Прикладная информатика
Количество вопросов оценочных заданиях (диапазон)	10-20
Общее время тестирования(мин)	90 мин
Общее количество вопросов/заданий в ФОС	20
Размещенность на сайте Университета примерного перечня вопросов, заданий ФОС – для подготовки обучающихся к прохождению оценки (да / нет)	Да

3.2. Характеристика оцениваемых компетенций.

Код компетенции	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**ИУК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	**ИОПК-1.1.** Знать основы математики, физики, вычислительной техники и программирования на базовом уровне. **ИОПК-1.2.** Уметь применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

4. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

4.1. ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ.

Тесты содержат набор вопросов, в полном объеме охватывающие изученный теоретический материал по указанной теме. Выполнение тестов позволяет определить результат освоения компетенций по дисциплине в рамках рассматриваемой темы, оцениваемый с помощью соответствующих индикаторов достижения компетенций. Индивидуальный тестовый сеанс для каждого обучающегося формируется по специальному алгоритму, обеспечивающему заданную тематическую структуру и пропорциональное наличие вопросов разного типа и сложности.

При формировании тестов необходимо использовать задания следующих типов:

Тип задания 1. Задания закрытого типа на установление соответствия.

Тип задания 2. Задания закрытого типа на установление последовательности.

Тип задания 3. Задания комбинированного типа, предполагающие выбор одного правильного ответа из предложенных.

Тип задания 4. Задания комбинированного типа, предполагающие выбор нескольких ответов из предложенных.

Тип задания 5. Задания открытого типа с развернутым ответом.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
Тема 1 Логика высказываний.	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ОПК-1** Способен применять	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **И О П К - 1 . 1 .**	**Задание 1.1** Какие из следующих утверждений о свойствах логических операций являются верными? 1. Формула (A → B) равносильна формуле (¬A ∨ B). 2. Операция импликации (→) является коммутативной, то есть (A → B) ≡ (B → A). 3. Формула ¬(A ∧ B) равносильна формуле (¬A ∨ ¬B) (закон де Моргана). 4. Для любой формулы логики высказываний существует единственная совершенная дизъюнктивная нормальная форма (СДНФ). Ответ: 1, 3, 4 Пояснение: 1 (Верно): Это одно из фундаментальных равносильностей логики высказываний, позволяющее выразить импликацию через дизъюнкцию и отрицание. Его истинность легко проверяется таблицей истинности. 3 (Верно): Это точная формулировка первого закона де Моргана для конъюнкции,

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
	естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Знать основы математики, физики, вычислительной техники и программирования на базовом уровне.	являющегося основной равносильностью. 4 (Верно): Это утверждение отражает теорему о единственности совершенных нормальных форм (как СДНФ, так и СКНФ) для любой не тождественно ложной (для СДНФ) или не тождественно истинной (для СКНФ) формулы. Представление в СДНФ единственно с точностью до порядка следования конституент единицы. **Задание 1.2** Какие из следующих логических формул являются тавтологиями (тождественно истинными)? 1. (P ∧ ¬P) 2. (P ∨ ¬P) 3. ((P → Q) → P) 4. (P → (Q → P)) Ответ: 2, 4 Пояснение: 2 (Верно): (P ∨ ¬P) — это закон исключенного третьего, фундаментальная тавтология. При любой оценке переменной P одно из утверждений (P или ¬P) будет истинным, значит, и дизъюнкция всегда истинна. 4 (Верно): Эта формула выражает свойство: «Из истинного высказывания следует любое высказывание». Если P=ИСТИНА, то (Q → P) будет истинно при любом Q, так как импликация с истинным следствием истинна. Если P=ЛОЖЬ, то вся импликация истинна по определению. Следовательно, формула истинна при всех оценках. **Задание 1.3** Расположите этапы построения Совершенной Дизъюнктивной Нормальной Формы (СДНФ) для формулы F(A, B, C) в правильной логической последовательности.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			1. Составить таблицу истинности для формулы F. 2. Выписать конъюнкции (элементарные конъюнкции) для каждого набора переменных, на котором F принимает значение «ИСТИНА». 3. Соединить все полученные на предыдущем шаге конъюнкции знаками дизъюнкции. 4. Для каждого выбранного набора переменных: если переменная в наборе имеет значение «ЛОЖЬ», взять ее отрицание, если «ИСТИНА» — оставить без изменения. Ответ: 1, 2, 4, 3 Пояснение: Алгоритм построения СДНФ по таблице истинности строго формализован. Сначала необходимо получить полную информацию о поведении формулы (этап 1 — таблица истинности). Затем выбираются только те наборы, где результат истинен (этап 2 — фильтрация). Для каждого такого набора строится конституента единицы (элементарная конъюнкция), которая истинна ровно на этом наборе (этап 4). И наконец, эти конъюнкции объединяются дизъюнкцией, что дает формулу, истинную тогда и только тогда, когда истинна хотя бы одна из них (этап 3). **Задание 1.4** Установите правильную последовательность шагов при проверке правильности логического рассуждения методом «от противного» (косвенное доказательство). 1. Сформулировать отрицание доказываемого утверждения (тезиса). 2. Присоединить это отрицание к списку имеющихся посылок. 3. Показать, что из полученного расширенного множества посылок логически следует противоречие (например, $(R \wedge \neg R)$). 4. На основании закона исключенного третьего сделать вывод об истинности исходного тезиса. Ответ: 1, 2, 3, 4 Пояснение: Это каноническая структура доказательства от противного (reductio ad absurdum). Сначала мы предполагаем противное тому, что хотим доказать (1). Затем

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			работаем с этим предположением как с новой посылкой (2). Логический анализ должен привести к логическому тупику — противоречию, что означает несовместность нашего предположения с исходными аксиомами/посылками (3). Поскольку система посылок считается непротиворечивой, ложным должно быть наше предположение, следовательно, истинен исходный тезис (4). **Задание 1.5** Установите соответствие между понятием и его определением или ключевым свойством. Список 1 (Понятия): 1. Тавтология 2. Противоречие 3. Выполнимая формула 4, Логическое следование (В логически следует из А) Список 2 (Определения/Свойства): а) Формула, которая принимает значение «ИСТИНА» при всех возможных значениях входящих в нее переменных. б) Формула, которая является ложной при всех возможных значениях входящих в нее переменных. в) Формула, для которой существует хотя бы один набор значений переменных, при котором она принимает значение «ИСТИНА». г) Формула А → В является тавтологией. Ответ: 1а, 2б, 3в, 4г **Задание 1.6** Установите соответствие между видом доказательства и его описанием. Список 1 (Вид доказательства):

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			1. Прямое доказательство 2. Доказательство от противного 3. Доказательство контрапозицией Список 2 (Описание): а) Доказательство того, что из предположения об отрицании доказываемого утверждения вытекает противоречие. б) Последовательное выведение тезиса из данных посылок и ранее доказанных теорем по правилам вывода. в) Доказательство импликации (A → B) путем доказательства равносильной ей импликации (¬B → ¬A). Ответ: 1б, 2а, 3в
Тема 2 Логика предикатов	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ОПК-1** Способен применять естественнонаучные и	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ИОПК-1.1.** Знать основы м	**Задание 2.1** Расположите этапы алгоритма приведения формулы логики предикатов к предваренной нормальной форме (ПНФ) в правильном логическом порядке. 1. Исключить логические связки эквивалентности (↔) и импликации (→), выразив их через конъюнкцию, дизъюнкцию и отрицание. 2. Внести отрицание внутрь формулы, используя законы де Моргана и законы для кванторов, так чтобы отрицания относились только к атомарным формулам. 3. Вынести кванторы в начало формулы, переименовывая при необходимости связанные переменные, чтобы избежать коллизий имен. 4. При необходимости провести минимизацию подформул в матрице (части формулы без кванторов) с использованием равносильностей логики высказываний. Ответ: 1, 2, 4, 3 Пояснение: Алгоритм приведения к ПНФ (к виду Q1x1 Q2x2 ... Qnxn M, где Qi — кванторы, а M — бескванторная матрица) строго формализован. Сначала необходимо получить формулу, содержащую только базовые связки (1). Затем необходимо

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
	общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	атематики, физики, вычислительной техники и программирования на базовом уровне.	«протолкнуть» отрицания до атомарных формул, чтобы над ними стояли только кванторы или логические связки, а не отрицания (2). После этого полезно упростить матрицу (4), что облегчит дальнейшие преобразования. И только на последнем этапе, когда матрица готова, все кванторы последовательно выносятся в префикс (3). **Задание 2.2** Установите правильную последовательность шагов при формализации утверждения на естественном языке в язык логики предикатов. 1. Определить предметную область (универсум рассуждений). 2. Выделить элементарные свойства предметов и отношения между ними, ввести для них предикатные символы. 3. Определить логическую структуру утверждения (кванторы и логические связки). 4. Записать формальное выражение, синтаксически соответствующее структуре, определенной на шаге 3, используя введенные символы. Ответ: 1, 2, 3, 4 Пояснение: Это методология формализации. Сначала необходимо четко очертить границы рассмотрения — универсум (1) (например, «все люди», «все натуральные числа»). Затем внутри этой области выделяются ключевые признаки и отношения, которые станут предикатами (2) (например, Ч(x): «x — человек», Л(x, y): «x любит y»). После этого анализируется сама логика высказывания: какие кванторы используются («все», «существует»), как связаны его части (3) (например, «Для всякого x существует y такой, что...»). И наконец, все компоненты собираются в корректную формулу (4). **Задание 2.3** Установите соответствие между типом квантора или его комбинацией и его смысловой интерпретацией на естественном языке. Список 1 (Тип квантора):

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			1. ∀x ∃y P(x, y) 2. ∃y ∀x P(x, y) 3. ∃x ∀y P(x, y) 4. ∀x ∀y P(x, y) Список 2 (Интерпретация): а) Существует такой y, который находится в отношении P ко всем x. б) Для каждого x найдется свой y (возможно, разный для разных x), такой что выполняется P(x, y). в) Все со всеми находятся в отношении P. г) Существует такой x, который находится в отношении P ко всем y. Ответ: 1б, 2а, 3г, 4в **Задание 2.4** Установите соответствие между классификацией предиката и его определением. Список 1 (Классификация): 1. Тождественно истинный предикат 2. Тождественно ложный предикат 3. Выполнимый (опровержимый) предикат 4. Равносильные предикаты Список 2 (Определение): а) Предикат, множество истинности которого совпадает со всей предметной областью. б) Предикат, множество истинности которого пусто. в) Предикат, множество истинности которого непусто, но не совпадает со всей предметной областью. г) Предикаты, имеющие одно и то же множество истинности на заданной предметной

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			области. Ответ: 1а, 2б, 3в, 4г **Задание 2.5** Как называется форма логики предикатов, в которой запрещено использовать кванторы по предикатным или функциональным символам, а предметная область предполагается непустой? 1. Логика второго порядка 2. Исчисление высказываний 3. Логика первого порядка (исчисление предикатов первого порядка) 4. Модальная логика Ответ: 3 Пояснение: 3 (Верно): Это точное определение классической логики первого порядка. Кванторы могут связывать только предметные переменные, но не переменные, обозначающие свойства (предикаты) или функции. Это наиболее изученная и широко применяемая в математике и компьютерных науках формальная система. **Задание 2.6** Что из перечисленного является атомарной (элементарной) формулой логики предикатов? 1. $\forall x\,(P(x) \rightarrow Q(x))$ 2. $P(x) \vee Q(y)$ 3. $\neg R(a, b)$

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			4. $\exists x\, P(x) \land Q(x)$ Ответ: 3 Пояснение: 3 (Верно): Атомарная формула — это формула, не содержащая логических связок и кванторов. $\neg R(a, b)$ формально является отрицанием атомарной формулы $R(a, b)$. Однако в строгом синтаксическом определении атомарные формулы часто включают в себя и их отрицания как простейшие формулы, не разложимые на более мелкие предикатные компоненты с помощью связок $\rightarrow$, $\lor$, $\land$, $\leftrightarrow$ или кванторов. Среди вариантов это простейшая конструкция. Более корректно было бы сказать $R(a, b)$, но в предложенных вариантах только $\neg R(a, b)$ ближе всего к атомарности, так как варианты 1, 2, 4 явно содержат связки или кванторы.
Тема 3 Булевы функции.	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ОПК-1** Способен применять	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **И О П К - 1 . 1 .**	**Задание 3.1** Установите соответствие между классом булевых функций по Посту и примером функции, для которой данный класс является характерным. Список 1 (Класс): 1. T_0 (сохраняющие ноль) 2. T_1 (сохраняющие единицу) 3. S (самодвойственные) 4. M (монотонные) Список 2 (Функция): а) $f_1(x, y) = x \lor \neg y$ б) $f_2(x) = \neg x$ в) $f_3(x, y) = x \land \neg y$ г) $f_4(x, y) = x \land y$ Ответ: 1в, 2а, 3б, 4г

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
	естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Знать основы математики, физики, вычислительной техники и программирования на базовом уровне.	**Задание 3.2** Вопрос: Установите соответствие между булевой функцией/константой и ее представлением в виде полинома Жегалкина. Список 1 (Функция): 1. Конъюнкция (x ∧ y) 2. Дизъюнкция (x ∨ y) 3. Исключающее ИЛИ (x ⊕ y) 4. Константа 1 Список 2 (Полином Жегалкина): а) x ⊕ y ⊕ xy б) xy в) 1 г) x ⊕ y Ответ: 1-б, 2-а, 3-г, 4-в **Задание 3.3** Что представляет собой полином Жегалкина для булевой функции? 1. Представление функции в виде СДНФ. 2. Представление функции в виде суммы по модулю 2 элементарных конъюнкций. 3. Представление функции в виде произведения элементарных дизъюнкций. 4. Уникальную таблицу истинности функции. Ответ: 2

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Пояснение: 2 (Верно): Это точное определение полинома Жегалкина: f(x1,...,xn) = a0 ⊕ a1*x1 ⊕ ... ⊕ an*xn ⊕ a12*x1x2 ⊕ ..., где коэффициенты a принадлежат {0,1}, а сложение — по модулю 2 (XOR). **Задание 3.4** Теорема Поста дает: 1. Необходимое и достаточное условие минимальности булевой функции. 2. Необходимое и достаточное условие линейности булевой функции. 3. Необходимое и достаточное условие полноты системы булевых функций. 4. Способ построения таблицы истинности по произвольной формуле. Ответ: 3 Пояснение: 3 (Верно): Критерий Поста — это фундаментальная теорема, которая гласит, что система булевых функций полна тогда и только тогда, когда она не содержится целиком ни в одном из пяти замкнутых классов (T_0, T_1, S, M, L). **Задание 3.5** Сколько существует линейных булевых функций от n переменных? (Линейная функция — это функция, представимая в виде полинома Жегалкина степени не выше 1). Ответ: 2^(n+1) Пояснение: Линейная функция от n переменных имеет вид: f(x1, ..., xn) = a0 ⊕ a1*x1 ⊕ a2*x2 ⊕ ... ⊕ an*xn, где каждый коэффициент a_i (i=0..n) может быть либо 0, либо 1. Всего коэффициентов n+1. Каждый независимо выбирается двумя способами. Следовательно, общее число различных линейных функций равно 2^(n+1).

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Задание 3.6 Назовите два (любых) из пяти замкнутых классов (классов Поста), фигурирующих в критерии полноты. Ответ (в качестве ответа принимается один или несколько указанных далее ответов): T_0, T_1, S, M, L — класс линейных функций. Пояснение: Согласно теореме Поста о полноте, система булевых функций является полной (образует базис) тогда и только тогда, когда она не содержится целиком ни в одном из этих пяти замкнутых (предполных) классов. Указание любых двух корректных названий классов является верным ответом.
Тема 4 Теория алгоритмов	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ОПК-1** Способен применять естественнонаучные и общеинженерные	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ИОПК-1.1.** Знать основы математики, физики, вычислительной	**Задание 4.1** Какие из следующих утверждений являются корректными формулировками или следствиями Тезиса Тьюринга (Тезиса Черча-Тьюринга)? 1. Любая функция, вычислимая на современном компьютере с бесконечной памятью, вычислима по Тьюрингу. 2. Всякий алгоритм может быть реализован в виде программы для некоторой машины Тьюринга. 3. Класс функций, вычислимых по Тьюрингу, строго шире класса частично рекурсивных функций. 4. Любая интуитивно вычислимая (алгоритмически разрешимая) функция является частично рекурсивной функцией и вычислима на машине Тьюринга. Ответ: 1, 2, 4 Пояснение: 1 (Верно): Это одна из современных интерпретаций тезиса. Машина Тьюринга служит эталоном вычислимости. Если задача принципиально разрешима на идеализированном компьютере с неограниченными ресурсами, то она разрешима и на МТ.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
	знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	техники и программирования на базовом уровне. деятельности на базовом уровне	2 (Верно): Это ядро Тезиса Тьюринга — отождествление интуитивного понятия «алгоритм» с формальным понятием «машина Тьюринга». 4 (Верно): Это и есть комбинированная формулировка Тезиса Черча и Тезиса Тьюринга. «Интуитивно вычислимая» эквивалентна «вычислимой на МТ» и «являющейся частично рекурсивной». **Задание 4.2** Какие из следующих свойств входят в общепринятый набор характерных черт (свойств) алгоритма? 1. Дискретность (пошаговость) 2. Случайность (вероятностность) 3. Результативность (способность приводить к результату за конечное число шагов) 4. Недетерминированность (возможность нескольких допустимых следующих шагов) Ответ: 1, 3 Пояснение: 1 (Верно): Дискретность — процесс решения разбит на отдельные, элементарные шаги. 3 (Верно): Результативность — алгоритм должен завершать работу и выдавать результат за конечное время для любых допустимых исходных данных. **Задание 4.3** В чем заключается основная причина необходимости уточнения (формализации) понятия «алгоритм»? 1. Для обучения программированию. 2. Для возможности математического доказательства неразрешимости каких-либо задач. 3. Для увеличения скорости выполнения алгоритмов на ЭВМ. 4. Для создания универсального языка программирования.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			Ответ: 2 Пояснение: 2 (Верно): Это ключевая историческая и логическая причина. Чтобы доказать, что какая-то задача не имеет алгоритма решения, необходимо строго определить, что такое алгоритм. Иначе утверждение «алгоритма не существует» будет бессмысленным. Формализация (МТ, рекурсивные функции) позволила строго доказать неразрешимость проблемы останова, десятой проблемы Гильберта и др. **Задание 4.4** Чем машина Тьюринга принципиально отличается от реального современного компьютера с точки зрения базовой модели? 1. Машина Тьюринга использует двоичный алфавит, а компьютер — нет. 2. У машины Тьюринга бесконечная по объёму внешняя память (лента), а память компьютера конечна. 3. Машина Тьюринга может выполнять только арифметические операции. 4. У машины Тьюринга нет операционной системы. Ответ: 2 Пояснение: 2 (Верно): Это ключевое принципиальное допущение модели. Конечность памяти реального компьютера — это физическое ограничение. Бесконечная лента МТ — это математическая абстракция, необходимая для рассмотрения задач со сколь угодно большими входными данными и для доказательства фундаментальных теорем. Все остальные различия — технические. **Задание 4.5** Назовите три обязательных компонента, из которых состоит формальное описание

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Тест по теме
			детерминированной машины Тьюринга. Ответ (в качестве ответа принимается один или несколько указанных далее ответов): Конечный алфавит ленты (включая пустой символ), Конечное множество состояний управляющего устройства (включая начальное и заключительное), Функция переходов (программа), задающая действия на каждом шаге. (Также могут приниматься: бесконечная в обе стороны лента, считывающе-записывающая головка) Пояснение: Формально, детерминированная машина Тьюринга задается как кортеж $M = (Q, \Gamma, \Sigma, \delta, q0, B, F)$, где Q — конечное множество состояний, Γ — конечный алфавит ленты, $\Sigma \subseteq \Gamma$ — входной алфавит, $\delta: Q \times \Gamma \to Q \times \Gamma \times \{L, R\}$ — функция переходов, $q0 \in Q$ — начальное состояние, $B \in \Gamma$ — пустой символ, $F \subseteq Q$ — множество заключительных состояний. Три ключевых компонента — это Q, Γ и δ. Указание этих трех элементов является верным ответом. **Задание 4.6** Как называется гипотеза (недоказуемый в рамках теории тезис), утверждающая, что класс функций, вычислимых на машине Тьюринга, совпадает с классом интуитивно вычислимых алгоритмических функций? Ответ: Тезис Тьюринга (или Тезис Черча-Тьюринга). Пояснение: Это центральная философско-математическая гипотеза теории алгоритмов. Она не является теоремой, так как связывает формальное математическое понятие («вычислимость по Тьюрингу») с неформальным, интуитивным понятием («алгоритмическая вычислимость»). Её нельзя доказать, но её правдоподобность подтверждается тем, что все предложенные независимо формальные определения вычислимости (рекурсивные функции Черча, λ-исчисление, нормальные алгоритмы Маркова) оказались эквивалентны модели Тьюринга.

Критерии оценивания тестового задания:

Оценка	Критерии оценивания
отлично	от 90 до 100 % правильно выполненных заданий
хорошо	от 70 до 89 % правильно выполненных заданий
удовлетворительно	от 50 до 69 % правильно выполненных заданий
неудовлетворительно	менее 50 % правильно выполненных заданий

4.2 ТИПОВЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Практические задания должны отражать умение обучающегося применять осваиваемую компетенцию в практических ситуациях и при решении производственных задач.

<table>
<tr><th>Тема</th><th>Код и формулировка компетенции</th><th>Индикаторы достижения компетенции</th><th>Задания к практическому занятию</th></tr>
<tr>
<td>Тема 1 Логика высказываний.</td>
<td>УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</td>
<td>ИУК-1.2. Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации

ИОПК-1.2. Уметь применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</td>
<td>
Задание 1.1
Даны две формулы логики высказываний:
F = (A → B) ∧ (¬B ∨ C)
G = ¬A ∨ C
1. Проверьте, являются ли формулы F и G равносильными, используя таблицу истинности.
2. Если они не равносильны, постройте для формулы F конъюнктивную нормальную форму (КНФ).

Эталонное решение:
Часть 1. Проверка равносильности.
Построим общую таблицу истинности для F и G.
<table>
<tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>A→B</th><th>¬B</th><th>¬B∨C</th><th>F = (A→B)∧(¬B∨C)</th><th>¬A</th><th>G = ¬A ∨ C</th><th>Совпадение?</th></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>Да</td></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>Да</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>Нет</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>Да</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>Да</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>Нет</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>Да</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>Да</td></tr>
</table>
Вывод: На наборах (A=0, B=1, C=0) и (A=1, B=0, C=1) значения F и G различны. Следовательно, формулы F и G НЕ равносильны.
Часть 2. Построение КНФ для формулы F.
Используем равносильные преобразования.
1. Исключим импликацию: A → B ≡ ¬A ∨ B.
F = (¬A ∨ B) ∧ (¬B ∨ C).
2. Полученная формула уже является конъюнкцией дизъюнкций (элементарных дизъюнкций).
Каждая скобка содержит литералы, и переменные не повторяются.
</td>
</tr>
</table>

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			3. Проверим, является ли эта форма КНФ: да, это конъюнкция двух элементарных дизъюнкций: (¬A ∨ B) и (¬B ∨ C). Никакие законы (дистрибутивность, поглощения) не позволяют её дальше упростить в рамках КНФ. Ответ: 1. Формулы F и G не равносильны. 2. КНФ для F: (¬A ∨ B) ∧ (¬B ∨ C). **Задание 1.2** Для формулы H = ¬(A ∧ B) → (A ↔ C): 1. Постройте совершенную дизъюнктивную нормальную форму (СДНФ) методом равносильных преобразований. 2. Проверьте, следует ли формула K = A → C логически из формулы H (т.е., верно ли, что H ⊨ K). Эталонное решение: Часть 1. Построение СДНФ для H. H = ¬(A ∧ B) → (A ↔ C) 1. Избавимся от импликации и эквивалентности: ○ X → Y ≡ ¬X ∨ Y ○ X ↔ Y ≡ (X → Y) ∧ (Y → X) ≡ (¬X ∨ Y) ∧ (¬Y ∨ X) ○ Сначала упростим эквивалентность: A ↔ C ≡ (¬A ∨ C) ∧ (¬C ∨ A) ○ Тогда H = ¬(¬(A ∧ B)) ∨ ((¬A ∨ C) ∧ (¬C ∨ A)) 2. Упростим двойное отрицание и применим закон де Моргана: ○ ¬(¬(A ∧ B)) ≡ A ∧ B ○ H = (A ∧ B) ∨ ((¬A ∨ C) ∧ (¬C ∨ A)) 3. Чтобы получить дизъюнкцию конъюнкций (ДНФ), раскроем скобки, используя дистрибутивность ∨ относительно ∧: ○ H = (A ∧ B) ∨ (¬A ∧ ¬C) ∨ (¬A ∧ A) ∨ (C ∧ ¬C) ∨ (C ∧ A) ○ Упростим: (¬A ∧ A) = 0, (C ∧ ¬C) = 0. Константы 0 в дизъюнкции можно опустить. ○ H = (A ∧ B) ∨ (¬A ∧ ¬C) ∨ (A ∧ C) 4. Получили ДНФ: (A ∧ B) ∨ (¬A ∧ ¬C) ∨ (A ∧ C). Теперь сделаем её совершенной. В каждой конъюнкции должны присутствовать все три переменные (A, B, C). ○ Для (A ∧ B) не хватает C. Используем свойство: X ≡ X ∧ (Y ∨ ¬Y). ■ (A ∧ B) = (A ∧ B ∧ C) ∨ (A ∧ B ∧ ¬C) ○ Для (¬A ∧ ¬C) не хватает B. ■ (¬A ∧ ¬C) = (¬A ∧ B ∧ ¬C) ∨ (¬A ∧ ¬B ∧ ¬C) ○ Для (A ∧ C) не хватает B. ■ (A ∧ C) = (A ∧ B ∧ C) ∨ (A ∧ ¬B ∧ C) 5. Собираем все конституенты единицы, удаляя повторения: ○ H(СДНФ) = (A ∧ B ∧ C) ∨ (A ∧ B ∧ ¬C) ∨ (¬A ∧ B ∧ ¬C) ∨ (¬A ∧ ¬B ∧ ¬C) ∨ (A ∧ ¬B ∧

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			C) Ответ (СДНФ): H = (A∧B∧C) ∨ (A∧B∧¬C) ∨ (¬A∧B∧¬C) ∨ (¬A∧¬B∧¬C) ∨ (A∧¬B∧C). Часть 2. Проверка логического следования H ⊨ K. Критерий: H ⊨ K тогда и только тогда, когда формула H → K является тавтологией. Проверим это. H = (A ∧ B) ∨ (¬A ∧ ¬C) ∨ (A ∧ C) (упрощенная ДНФ из п.3). K = A → C ≡ ¬A ∨ C. Нужно проверить тавтологичность: ((A∧B) ∨ (¬A∧¬C) ∨ (A∧C)) → (¬A ∨ C). Более эффективный способ: проверить, следует ли K из H, можно методом «от противного». Предположим, что H истинна, а K ложна, и поищем противоречие. ● K = ¬A ∨ C ложно только в одном случае: когда A=1 и C=0. ● Подставим A=1, C=0 в H: H = (1∧B) ∨ (0∧1) ∨ (1∧0) = B ∨ 0 ∨ 0 = B. ● Чтобы H была истинной (по нашему предположению), необходимо B=1. ● Мы нашли набор (A=1, B=1, C=0), при котором H=1 (истинна), а K=0 (ложна). Вывод: Существует интерпретация, где посылка H истинна, а заключение K ложно. Следовательно, K не следует логически из H (H ⊭K). Ответ: Логическое следование H ⊨ K не выполняется.
Тема 2 Логика предикатов	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ОПК-1** Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в	**ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации **ИОПК-1.2.** Уметь применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в	**Задание 2.1** На множестве натуральных чисел ℕ заданы предикаты: P(x): "x — простое число" Q(x): "x — чётное число" R(x, y): "x делится на y" Записать формулы, выражающие следующие утверждения, используя кванторы и логические связки: 1. Существует единственное чётное простое число. 2. Для любого числа существует большее его простое число (утверждение Евклида). 3. Записать множество истинности предиката S(x) = P(x) ∧ ¬Q(x) в словесной форме. Эталонное решение: 1. «Существует единственное чётное простое число». Это означает: а) существует такое число, б) и оно единственное. ○ ∃x ((P(x) ∧ Q(x)) ∧ ∀y ((P(y) ∧ Q(y)) → (y = x))) ○ Или, в более краткой записи единственности: ∃x ∀y ((P(y) ∧ Q(y)) ↔ (y = x)). 2. «Для любого числа существует большее его простое число». Формализуем отношение «больше» через предикат делимости и неравенство. «u больше v»: u > v. ○ ∀x ∃y ((y > x) ∧ P(y)) 3. Множество истинности S(x) = P(x) ∧ ¬Q(x). Предикат S(x) истинен для тех x, которые являются простыми (P(x)) и не являются чётными (¬Q(x)), то есть нечётными простыми числами. ○ T(S) = { x ∈ ℕ | x — простое и x — нечётное } = {3, 5, 7, 11, 13, 17, ...}. Ответ:

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
	профессиональной деятельности	профессиональной деятельности	1. $\exists x \forall y ((P(y) \land Q(y)) \leftrightarrow (y = x))$ 2. $\forall x \exists y ((y > x) \land P(y))$ 3. Множество нечётных простых чисел. **Задание 2.2** Для формулы $F = \neg\forall x (P(x) \rightarrow \exists y Q(x, y))$ выполнить равносильные преобразования, чтобы знак отрицания стоял непосредственно перед предикатами. Записать результат. Эталонное решение: Применяем законы де Моргана для кванторов и для логических связок. 1. Отрицание квантора общности: $\neg\forall x A(x) \equiv \exists x \neg A(x)$ ○ $F \equiv \exists x \neg(P(x) \rightarrow \exists y Q(x, y))$ 2. Отрицание импликации: $\neg(A \rightarrow B) \equiv A \land \neg B$ ○ $F \equiv \exists x (P(x) \land \neg\exists y Q(x, y))$ 3. Отрицание квантора существования: $\neg\exists y B(y) \equiv \forall y \neg B(y)$ ○ $F \equiv \exists x (P(x) \land \forall y \neg Q(x, y))$ Ответ: $F \equiv \exists x (P(x) \land \forall y \neg Q(x, y))$
Тема 3 Булевы функции.	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ОПК-1** Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной	**ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации **ИОПК-1.2.** Уметь применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального	**Задание 3.1** Проверить с помощью теоремы Поста, является ли система булевых функций {f, g} полной, если функции заданы таблицами истинности: text x y | f(x,y) | g(x,y) ----|--------|------- 0 0 | 1 | 0 0 1 | 0 | 1 1 0 | 1 | 0 1 1 | 0 | 1 Эталонное решение: Проанализируем каждую функцию по пяти классам Поста: T0, T1, S, M, L. Анализ функции f(x,y) (это XOR? Проверим: $0 \oplus 0 = 0$, но $f(0,0)=1$, нет). 1. T0 (сохраняет 0): $f(0,0)=1 \neq 0$. $\Rightarrow f \notin T0$. 2. T1 (сохраняет 1): $f(1,1)=0 \neq 1$. $\Rightarrow f \notin T1$. 3. S (самодвойственна)? Проверим: $f(0,0)=1$. Набор, двойственный к (0,0), это (1,1). $\neg f(1,1)= \neg 0 = 1$. $1=1$ – условие для этого набора выполняется. ○ Проверим другой набор: $f(0,1)=0$. Двойственный набор (1,0): $\neg f(1,0)= \neg 1 = 0$. $0=0$. ○ $f(1,0)=1$. Двойственный (0,1): $\neg f(0,1)= \neg 0 = 1$. $1=1$. ○ $f(1,1)=0$. Двойственный (0,0): $\neg f(0,0)= \neg 1 = 0$. $0=0$. ○ Условие $f(x,y) = \neg f(\neg x, \neg y)$ выполняется для всех наборов. $\Rightarrow f \in S$.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
	деятельности	исследования в профессиональной деятельности	4. M (монотонна)? Составим векторы значений, упорядочив наборы: (0,0) ≤ (0,1) ≤ (1,0) ≤ (1,1). Вектор значений f: (1, 0, 1, 0). Видим, что при переходе от (0,0) к (0,1) значение упало с 1 до 0 при росте аргументов. ⇒ f ∉ M. 5. L (линейна)? Попробуем представить полиномом Жегалкина степени 1: f(x,y) = a0 ⊕ a1*x ⊕ a2*y. ○ f(0,0)=1 ⇒ a0 = 1 ○ f(0,1)=0 ⇒ 1 ⊕ a2 = 0 ⇒ a2 = 1 ○ f(1,0)=1 ⇒ 1 ⊕ a1 = 1 ⇒ a1 = 0 ○ Проверим для (1,1): 1 ⊕ 0*1 ⊕ 1*1 = 1 ⊕ 1 = 0. Совпадает с f(1,1)=0. ○ Значит, f(x,y) = 1 ⊕ y. Это линейная функция. ⇒ f ∈ L. Итог по f: f ∈ S ∩ L. Не принадлежит: T0, T1, M. Анализ функции g(x,y). Судя по таблице, g(x,y) = ¬x? Проверим: при x=0, g=1; при x=1, g=0. Да, g(x,y) = ¬x (не зависит от y). 1. T0: g(0,0)=1 ≠ 0. ⇒ g ∉ T0. 2. T1: g(1,1)=0 ≠ 1. ⇒ g ∉ T1. 3. S: g(x,y) = ¬x. Проверим самодвойственность: g(0,0)=1. Двойственный набор (1,1): ¬g(1,1)= ¬0 = 1. Условие для этого набора выполняется. Но проверим (0,1): g(0,1)=1. Двойственный (1,0): ¬g(1,0)= ¬0 = 1. (1,0): g(1,0)=0. Двойственный (0,1): ¬g(0,1)= ¬1 = 0. (1,1): g(1,1)=0. Двойственный (0,0): ¬g(0,0)= ¬1 = 0. Условие выполняется. ⇒ g ∈ S (отрицание — самодвойственная функция). 4. M: Отрицание (¬x) не является монотонным, так как при росте x с 0 до 1 значение функции падает с 1 до 0. ⇒ g ∉ M. 5. L: g(x,y) = ¬x = 1 ⊕ x. Это линейная функция. ⇒ g ∈ L. Итог по g: g ∈ S ∩ L. Не принадлежит: T0, T1, M. Вывод по системе {f, g}: Обе функции принадлежат одним и тем же классам (S и L). Это означает, что вся система {f, g} содержится в классе S (а также в классе L). По теореме Поста, для полноты система должна быть вне каждого из пяти классов. Поскольку система целиком лежит внутри класса S, она не является полной. Ответ: Система функций {f, g} не является полной. **Задание 3.2** Для булевой функции h(x, y, z), заданной вектором значений σ(h) = (0110 1001) (порядок наборов: (000), (001), (010), (011), (100), (101), (110), (111)): 1. Определите, является ли функция h монотонной. 2. Найдите двойственную к h функцию h*. 3. Является ли h самодвойственной? Эталонное решение: Вектор (0,1,1,0, 1,0,0,1) соответствует наборам в порядке возрастания двоичных чисел. Часть 1. Проверка монотонности. Монотонная функция не должна уменьшаться при увеличении любого набора аргументов (по отношению

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			покомпонентного сравнения ≤). Проверим явные нарушения: ● Набор (001)=1. Увеличиваем первый разряд -> (101)=0. Нарушение: (001) ≤ (101), но 1 > 0. ⇒ Функция не монотонна. Дальнейшую проверку можно прекратить. Часть 2. Нахождение двойственной функции h*. Двойственная функция определяется как h*(x1,...,xn) = ¬h(¬x1, ..., ¬xn). На практике это означает: чтобы получить вектор значений h*, нужно инвертировать вектор значений h и записать его в обратном порядке. ● Вектор h: (0, 1, 1, 0, 1, 0, 0, 1). ● Инвертируем: (1, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0). ● Записываем в обратном порядке: (0, 1, 1, 0, 1, 0, 0, 1). Получился исходный вектор. Проверим для контроля одну позицию. Например, для набора (010) найдем h* по определению: h*(0,1,0) = ¬h(¬0, ¬1, ¬0) = ¬h(1,0,1). Набор (101) в порядке (5-й с 0) имеет значение h=0. Следовательно, h*=1. В исходном векторе h на позиции для набора (010) стоит 1. Совпадает. Ответ: h* задается вектором (0,1,1,0,1,0,0,1). Часть 3. Проверка самодвойственности. Функция самодвойственна, если h ≡ h*. Поскольку мы получили, что h* имеет в точности тот же вектор значений, что и h, то функция h является самодвойственной. Итоговый ответ: 1. Функция h не является монотонной. 2. Двойственная функция h* задаётся вектором (0,1,1,0,1,0,0,1). 3. Функция h является самодвойственной.
Тема 4 Теория алгоритмов	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ОПК-1** Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического	**ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации **ИОПК-1.2.** Уметь применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического	**Задание 4.1** Докажите, что функция f(x) = x + 3 является примитивно рекурсивной. Для этого: 1. Постройте её явное определение через базовые функции (нуль, следствие, проекция) и операторы суперпозиции и примитивной рекурсии. 2. Запишите последовательность шагов вычисления f(2) по построенному определению. Эталонное решение: Часть 1. Построение определения. Функцию f(x) = x + 3 можно получить, троекратно применив функцию следования S(y) = y+1 к аргументу x. 1. Введём вспомогательную функцию h(x) = x + 1. Её можно определить через базовые: h(x) = $S(I_1^1(x))$, где I_1^1 — проекция. Но проще сразу использовать S(x). 2. Тогда f(x) = S(S(S(x))). 3. Чтобы строго выразить через суперпозицию, определим: ○ $g_1(x) = S(x)$ (суперпозиция S и проекции I_1^1). ○ $g_2(x) = S(g_1(x))$ (суперпозиция S и g_1). ○ $f(x) = S(g_2(x))$ (суперпозиция S и g_2). Можно определить и через примитивную рекурсию, но это избыточно:

<table>
<tr><th>Тема</th><th>Код и формулировка компетенции</th><th>Индикаторы достижения компетенции</th><th>Задания к практическому занятию</th></tr>
<tr><td></td><td>анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</td><td>анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</td><td>
f(0) = 3, f(x+1) = S(f(x)). Где 3 можно получить как S(S(S(0))).
Часть 2. Вычисление f(2).
Используем компактное определение через суперпозицию: f(2) = S(S(S(2))).
1. S(2) = 3
2. S(3) = 4
3. S(4) = 5
Ответ:
1. f(x) = S(S(S(x))).
2. f(2) = S(S(S(2))) = S(S(3)) = S(4) = 5.

Задание 4.2
Разработайте детерминированную машину Тьюринга в алфавите {0, 1, *} (где * — пустой символ), которая инвертирует двоичное число, записанное на ленте (заменяет 0 на 1 и 1 на 0). Число считается записанным непрерывно, без ведущих нулей, справа и слева от него — пустые символы *. Головка в начальный момент указывает на самую левую цифру числа. После завершения работы головка должна указывать на самую левую цифру результата.

Эталонное решение:
Пока текущая ячейка содержит 0 или 1, нужно инвертировать её (0→1, 1→0) и сдвинуться вправо. Как только встречается пустой символ *, нужно вернуться в начало слова, сдвигаясь влево, пока снова не встретится пустой символ (слева от числа), после чего сделать шаг вправо на первую цифру.
Формальное описание МТ:
● Множество состояний: Q = {q0 (начало, идём вправо), q1 (возврат влево), qf (финальное)}.
● Алфавит: Γ = {0, 1, *}.
● Начальное состояние: q0.
● Заключительное состояние: qf.
● Функция переходов δ:
<table>
<tr><th>Тек. состояние</th><th>Символ на ленте</th><th>Нов. символ</th><th>Сдвиг</th><th>Нов. состояние</th><th>Пояснение</th></tr>
<tr><td>q0</td><td>0</td><td>1</td><td>R</td><td>q0</td><td>Инвертируем 0, идём дальше</td></tr>
<tr><td>q0</td><td>1</td><td>0</td><td>R</td><td>q0</td><td>Инвертируем 1, идём дальше</td></tr>
<tr><td>q0</td><td>*</td><td>*</td><td>L</td><td>q1</td><td>Конец числа, начинаем возвр</td></tr>
<tr><td>q1</td><td>0</td><td>0</td><td>L</td><td>q1</td><td>Идём влево по инвертирован</td></tr>
<tr><td>q1</td><td>1</td><td>1</td><td>L</td><td>q1</td><td>Идём влево по инвертирован</td></tr>
<tr><td>q1</td><td>*</td><td>*</td><td>R</td><td>qf</td><td>Дошили до пустоты слева, ша</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Задания к практическому занятию
			Работа на примере: Исходная лента: * 1 0 1 * .... Начало: головка на '1'. 1. (q0, 1) → (q0, 0, R). Лента: * 0 0 1 *. Головка на второй '0'. 2. (q0, 0) → (q0, 1, R). Лента: * 0 1 1 *. Головка на '1'. 3. (q0, 1) → (q0, 0, R). Лента: * 0 1 0 *. Головка на '*'. 4. (q0, *) → (q1, *, L). Лента без изменений. Головка на '0'. 5. (q1, 0) → (q1, 0, L). Головка сдвигается на '1'. 6. (q1, 1) → (q1, 1, L). Головка сдвигается на '0'. 7. (q1, 0) → (q1, 0, L). Головка сдвигается на '*'. 8. (q1, *) → (qf, *, R). Машина останавливается. Головка делает шаг вправо на первую цифру результата ('0'). Ответ: Машина Тьюринга определена таблицей переходов выше. Она корректно инвертирует двоичное число и останавливается, оставляя головку у его левого края.

Критерии оценивания практических занятий:

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Выставляется, если обучающийся умеет увязывать теорию с практикой (решает задачи, формулирует выводы, умеет пояснить полученные результаты), владеет понятийным аппаратом, полно и глубоко овладел материалом по заданной теме, обосновывает свои суждения и даёт правильные ответы на вопросы преподавателя
хорошо	Выставляется, если обучающийся умеет увязывать теорию с практикой (решает задачи и формулирует выводы, умеет пояснить полученные результаты), владеет понятийным аппаратом, полно и глубоко овладел материалом по заданной теме, но содержание ответов имеют некоторые неточности и требуют уточнения и комментария со стороны преподавателя
удовлетворительно	Выставляется, если обучающийся знает и понимает материал по заданной теме, но изложение неполное, непоследовательное, допускаются неточности в определении понятий, студент не может обосновать свои ответы на уточняющие вопросы преподавателя
неудовлетворительно	Выставляется, если обучающийся допускает ошибки в определении понятий, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Делает ошибки в ответах на уточняющие вопросы преподавателя

4.3. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Контрольные работы содержат несколько практических заданий по индивидуальным вариантам, в полном объеме охватывающих изученный материал по указанной теме. Выполнение контрольных работ позволяет определить результат освоения компетенций по дисциплине в рамках рассматриваемой темы, оцениваемый с помощью соответствующих индикаторов достижения компетенций.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
Тема 2 Логика предикатов	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения	**ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации	**Задание 2.1** Расположите этапы алгоритма приведения формулы логики предикатов к предваренной нормальной форме (ПНФ) в правильном логическом порядке. 1. Исключить логические связки эквивалентности (↔) и импликации (→), выразив их через конъюнкцию, дизъюнкцию и отрицание. 2. Внести отрицание внутрь формулы, используя законы де Моргана и законы для кванторов, так чтобы отрицания относились только к атомарным формулам. 3. Вынести кванторы в начало формулы, переименовывая при необходимости связанные переменные, чтобы избежать коллизий имен.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
	поставленных задач **ОПК-1** Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	**ИОПК-1.2.** Уметь применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	4. При необходимости провести минимизацию подформул в матрице (части формулы без кванторов) с использованием равносильностей логики высказываний. Ответ: 1, 2, 4, 3 Пояснение: Алгоритм приведения к ПНФ (к виду Q1x1 Q2x2 ... Qnxn M, где Qi — кванторы, а M — бескванторная матрица) строго формализован. Сначала необходимо получить формулу, содержащую только базовые связки (1). Затем необходимо «протолкнуть» отрицания до атомарных формул, чтобы над ними стояли только кванторы или логические связки, а не отрицания (2). После этого полезно упростить матрицу (4), что облегчит дальнейшие преобразования. И только на последнем этапе, когда матрица готова, все кванторы последовательно выносятся в префикс (3). **Задание 2.2** Установите правильную последовательность шагов при формализации утверждения на естественном языке в язык логики предикатов. 1. Определить предметную область (универсум рассуждений). 2. Выделить элементарные свойства предметов и отношения между ними, ввести для них предикатные символы. 3. Определить логическую структуру утверждения (кванторы и логические связки). 4. Записать формальное выражение, синтаксически соответствующее структуре, определенной на шаге 3, используя введенные символы. Ответ: 1, 2, 3, 4 Пояснение: Это методология формализации. Сначала необходимо четко очертить границы рассмотрения — универсум (1) (например, «все люди», «все натуральные числа»). Затем внутри этой области выделяются ключевые признаки и отношения, которые станут предикатами (2) (например, Ч(x): «x — человек», Л(x, y): «x любит

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			у»). После этого анализируется сама логика высказывания: какие кванторы используются («все», «существует»), как связаны его части (3) (например, «Для всякого x существует y такой, что...»). И наконец, все компоненты собираются в корректную формулу (4). **Задание 2.3** Установите соответствие между типом квантора или его комбинацией и его смысловой интерпретацией на естественном языке. Список 1 (Тип квантора): 1. ∀x ∃y P(x, y) 2. ∃y ∀x P(x, y) 3. ∃x ∀y P(x, y) 4. ∀x ∀y P(x, y) Список 2 (Интерпретация): а) Существует такой y, который находится в отношении P ко всем x. б) Для каждого x найдется свой y (возможно, разный для разных x), такой что выполняется P(x, y). в) Все со всеми находятся в отношении P. г) Существует такой x, который находится в отношении P ко всем y. Ответ: 1б, 2а, 3г, 4в **Задание 2.4** Установите соответствие между классификацией предиката и его определением. Список 1 (Классификация): 1. Тождественно истинный предикат

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			2. Тождественно ложный предикат 3. Выполнимый (опровержимый) предикат 4. Равносильные предикаты Список 2 (Определение): а) Предикат, множество истинности которого совпадает со всей предметной областью. б) Предикат, множество истинности которого пусто. в) Предикат, множество истинности которого непусто, но не совпадает со всей предметной областью. г) Предикаты, имеющие одно и то же множество истинности на заданной предметной области. Ответ: 1а, 2б, 3в, 4г **Задание 2.5** Как называется форма логики предикатов, в которой запрещено использовать кванторы по предикатным или функциональным символам, а предметная область предполагается непустой? 1. Логика второго порядка 2. Исчисление высказываний 3. Логика первого порядка (исчисление предикатов первого порядка) 4. Модальная логика Ответ: 3 Пояснение: 3 (Верно): Это точное определение классической логики первого порядка. Кванторы могут связывать только предметные переменные, но не переменные, обозначающие свойства (предикаты) или функции. Это наиболее изученная и

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			широко применяемая в математике и компьютерных науках формальная система. **Задание 2.6** Что из перечисленного является атомарной (элементарной) формулой логики предикатов? 1. ∀x (P(x) → Q(x)) 2. P(x) ∨ Q(y) 3. ¬R(a, b) 4. ∃x P(x) ∧ Q(x) Ответ: 3 Пояснение: 3 (Верно): Атомарная формула — это формула, не содержащая логических связок и кванторов. ¬R(a, b) формально является отрицанием атомарной формулы R(a, b). Однако в строгом синтаксическом определении атомарные формулы часто включают в себя и их отрицания как простейшие формулы, не разложимые на более мелкие предикатные компоненты с помощью связок →, ∨, ∧, ↔ или кванторов. Среди вариантов это простейшая конструкция. Более корректно было бы сказать R(a, b), но в предложенных вариантах только ¬R(a, b) ближе всего к атомарности, так как варианты 1, 2, 4 явно содержат связки или кванторы.
Тема 4 Теория алгоритмов	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять	**ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации	**Задание 4.1** Какие из следующих утверждений являются корректными формулировками или следствиями Тезиса Тьюринга (Тезиса Черча-Тьюринга)? 1. Любая функция, вычислимая на современном компьютере с бесконечной памятью, вычислима по Тьюрингу. 2. Всякий алгоритм может быть реализован в виде программы для некоторой

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
	системный подход для решения поставленных задач **ОПК-1** Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	**ИОПК-1.2.** Уметь применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	машины Тьюринга. 3. Класс функций, вычислимых по Тьюрингу, строго шире класса частично рекурсивных функций. 4. Любая интуитивно вычислимая (алгоритмически разрешимая) функция является частично рекурсивной функцией и вычислима на машине Тьюринга. Ответ: 1, 2, 4 Пояснение: 1 (Верно): Это одна из современных интерпретаций тезиса. Машина Тьюринга служит эталоном вычислимости. Если задача принципиально разрешима на идеализированном компьютере с неограниченными ресурсами, то она разрешима и на МТ. 2 (Верно): Это ядро Тезиса Тьюринга — отождествление интуитивного понятия «алгоритм» с формальным понятием «машина Тьюринга». 4 (Верно): Это и есть комбинированная формулировка Тезиса Черча и Тезиса Тьюринга. «Интуитивно вычислимая» эквивалентна «вычислимой на МТ» и «являющейся частично рекурсивной». **Задание 4.2** Какие из следующих свойств входят в общепринятый набор характерных черт (свойств) алгоритма? 1. Дискретность (пошаговость) 2. Случайность (вероятностность) 3. Результативность (способность приводить к результату за конечное число шагов) 4. Недетерминированность (возможность нескольких допустимых следующих шагов) Ответ: 1, 3

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			Пояснение: 1 (Верно): Дискретность — процесс решения разбит на отдельные, элементарные шаги. 3 (Верно): Результативность — алгоритм должен завершать работу и выдавать результат за конечное время для любых допустимых исходных данных. **Задание 4.3** В чем заключается основная причина необходимости уточнения (формализации) понятия «алгоритм»? 1. Для обучения программированию. 2. Для возможности математического доказательства неразрешимости каких-либо задач. 3. Для увеличения скорости выполнения алгоритмов на ЭВМ. 4. Для создания универсального языка программирования. Ответ: 2 Пояснение: 2 (Верно): Это ключевая историческая и логическая причина. Чтобы доказать, что какая-то задача не имеет алгоритма решения, необходимо строго определить, что такое алгоритм. Иначе утверждение «алгоритма не существует» будет бессмысленным. Формализация (МТ, рекурсивные функции) позволила строго доказать неразрешимость проблемы останова, десятой проблемы Гильберта и др. **Задание 4.4** Чем машина Тьюринга принципиально отличается от реального современного компьютера с точки зрения базовой модели? 1. Машина Тьюринга использует двоичный алфавит, а компьютер — нет.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			2. У машины Тьюринга бесконечная по объёму внешняя память (лента), а память компьютера конечна. 3. Машина Тьюринга может выполнять только арифметические операции. 4. У машины Тьюринга нет операционной системы. Ответ: 2 Пояснение: 2 (Верно): Это ключевое принципиальное допущение модели. Конечность памяти реального компьютера — это физическое ограничение. Бесконечная лента МТ — это математическая абстракция, необходимая для рассмотрения задач со сколь угодно большими входными данными и для доказательства фундаментальных теорем. Все остальные различия — технические. **Задание 4.5** Назовите три обязательных компонента, из которых состоит формальное описание детерминированной машины Тьюринга. Ответ (в качестве ответа принимается один или несколько указанных далее ответов): Конечный алфавит ленты (включая пустой символ), Конечное множество состояний управляющего устройства (включая начальное и заключительное), Функция переходов (программа), задающая действия на каждом шаге. (Также могут приниматься: бесконечная в обе стороны лента, считывающе-записывающая головка) Пояснение: Формально, детерминированная машина Тьюринга задается как кортеж $M = (Q, \Gamma, \Sigma, \delta, q0, B, F)$, где Q — конечное множество состояний, Γ — конечный алфавит ленты, $\Sigma \subseteq \Gamma$ — входной алфавит, $\delta: Q \times \Gamma \to Q \times \Gamma \times \{L, R\}$ — функция переходов, $q0 \in Q$ — начальное состояние, $B \in \Gamma$ — пустой символ, $F \subseteq Q$ —

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовой вариант контрольной работы
			множество заключительных состояний. Три ключевых компонента — это Q, Γ и δ. Указание этих трех элементов является верным ответом. **Задание 4.6** Как называется гипотеза (недоказуемый в рамках теории тезис), утверждающая, что класс функций, вычислимых на машине Тьюринга, совпадает с классом интуитивно вычислимых алгоритмических функций? Ответ: Тезис Тьюринга (или Тезис Черча-Тьюринга). Пояснение: Это центральная философско-математическая гипотеза теории алгоритмов. Она не является теоремой, так как связывает формальное математическое понятие («вычислимость по Тьюрингу») с неформальным, интуитивным понятием («алгоритмическая вычислимость»). Её нельзя доказать, но её правдоподобность подтверждается тем, что все предложенные независимо формальные определения вычислимости (рекурсивные функции Черча, λ-исчисление, нормальные алгоритмы Маркова) оказались эквивалентны модели Тьюринга.

Критерии оценивания контрольной работы:

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Выставляется, если обучающийся умеет увязывать теорию с практикой (решает задачи, формулирует выводы, умеет пояснить полученные результаты), владеет понятийным аппаратом, полно и глубоко овладел материалом по заданной теме, обосновывает свои суждения и даёт правильные ответы на вопросы преподавателя
хорошо	Выставляется, если обучающийся умеет увязывать теорию с практикой (решает задачи и формулирует выводы, умеет пояснить полученные результаты), владеет понятийным аппаратом, полно и глубоко овладел материалом по заданной теме, но содержание ответов имеют некоторые неточности и требуют уточнения и комментария со стороны преподавателя.
удовлетворительно	Выставляется, если обучающийся знает и понимает материал по заданной теме, но изложение неполное,

	непоследовательное, допускаются неточности в определении понятий, студент не может обосновать свои ответы на уточняющие вопросы преподавателя
неудовлетворительно	Выставляется, если обучающийся допускает ошибки в определении понятий, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Делает ошибки в ответах на уточняющие вопросы преподавателя

4.4. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа включает в себя проработку теоретического материала, изучение рекомендуемой литературы, выполнение практико-ориентированных заданий (заполнение таблиц, проведение сравнительного анализа, составление схем и др.), решение практических задач, создание презентаций, написание рефератов, подборка нормативного и иного материала и выполнение других заданий.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
Тема 1 Логика высказываний.	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации,	**Вариант 1** Подготовьте реферат на тему: Равносильные преобразования формул логики высказываний Что может быть отражено: Определение равносильности формул. Две формулы алгебры логики A и B называются равносильными, если они принимают одинаковые логические значения при любом наборе значений входящих в формулы элементарных высказываний (переменных). Обозначается равносильность знаком ≡. Свойства отношения равносильности. Отношение равносильности рефлексивно (F1 ≡ F1), симметрично (если F1 ≡ F2, то F2 ≡ F1) и транзитивно (если F1 ≡ F2 и F2 ≡ F3, то F1 ≡ F3). Стандартный метод установления равносильности двух формул. По каждой формуле восстанавливается таблица истинности, полученные таблицы сравниваются по каждому набору значений переменных. Законы В реферате можно рассмотреть, например: Основные равносильности. Например, законы коммутативности, ассоциативности, дистрибутивности, закон исключённого третьего, закон двойного отрицания.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	оценки в открытых и специализированных источниках информации **И О П К - 1 . 1 .** Знать основы математики, физики, вычислительной техники и программирования на базовом уровне. **И О П К - 1 . 2 .** Уметь применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и эксперименталь	Равносильности, выражающие одни логические операции через другие. Например, равносильности, выражающие коммутативность конъюнкции и дизъюнкции, ассоциативность конъюнкции и дизъюнкции, дистрибутивность конъюнкции относительно дизъюнкции. Равносильности, выражающие основные законы алгебры логики. Например, коммутативность конъюнкции и дизъюнкции, ассоциативность конъюнкции и дизъюнкции, дистрибутивность конъюнкции относительно дизъюнкции. Примеры В реферате можно привести примеры задач на равносильные преобразования формул логики высказываний с решениями. Например: Задача на приведение формулы к дизъюнктивной нормальной форме. Можно рассмотреть, как равносильными преобразованиями привести формулу ¬ (X ∨ Z) ∧ (X → Y) к дизъюнктивной нормальной форме. Задача на доказательство равносильности формул. Например, можно доказать равносильность формул F1 = A& B и F2 = A Ğ B, составив их таблицы истинности и убедившись, что они совпадают. **Вариант 2** Подготовьте реферат на тему: Что может быть отражено: Дизъюнктивные и конъюнктивные нормальные формы формул логики высказываний Дизъюнктивная нормальная форма (ДНФ) Определение: ДНФ — нормальная форма, в которой булева формула имеет вид дизъюнкции конъюнкций литералов. ru.wikipedia.org*ru.ruwiki.ru Примеры: A ∨ B;

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
		ного исследования в профессиональной деятельности	(A ∧ B) ∨ ¬A. Алгоритм построения: избавиться от всех логических операций, содержащихся в формуле, заменив их основными: конъюнкцией, дизъюнкцией, отрицанием. Для этого можно использовать закон двойного отрицания, закон де Моргана, закон дистрибутивности. Совершенная ДНФ (СДНФ) — ДНФ, в каждую элементарную конъюнкцию которой входят все переменные. Конъюнктивная нормальная форма (КНФ) Определение: КНФ — нормальная форма, в которой булева формула имеет вид конъюнкции дизъюнкций литералов. Примеры: ¬A ∧ (B ∨ C); (A ∨ B) ∧ (¬B ∨ C ∨ ¬D) ∧ (D ∨ ¬E). Алгоритм построения: любая булева формула может быть приведена к КНФ, для этого можно использовать закон двойного отрицания, закон де Моргана, дистрибутивность. Совершенная КНФ (СКНФ) — КНФ, которая удовлетворяет условиям: в ней нет одинаковых простых дизъюнкций, каждая простая дизъюнкция полная. Теоремы Теорема о тождественной истинности — формула тождественно истинна тогда и только тогда, когда в её конъюнктивной нормальной форме каждая элементарная дизъюнкция содержит некоторую пропозициональную переменную и её отрицание. Теорема о тождественной ложности — формула тождественно ложна тогда и только тогда, когда в её дизъюнктивной нормальной форме каждая элементарная конъюнкция содержит некоторую пропозициональную переменную и её отрицание. Теорема о выполнимости формулы — если построена ДНФ и оказывается, что она удовлетворяет условиям теоремы о тождественной ложности, то формула является невыполнимой.

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
			Задачи Задачи на построение ДНФ и КНФ — например, найти ДНФ и КНФ для заданной формулы. Для перехода к нормальным формам используют методы эквивалентных преобразований, правила де Моргана, свойства поглощения и т. п. Задачи на упрощение формул — приведение формулы к ДНФ или КНФ часто позволяет получить более простое выражение. Например, можно рассмотреть формулу $A \vee ((A \to B) \& C)$ и выразить импликацию через дизъюнкцию, чтобы получить более простое выражение.
Тема 3 Булевы функции.	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализирова	**Вариант 1** Подготовьте реферат на тему: ”Полнота системы булевых функций.” Что может быть отражено: Определение Полнота системы булевых функций означает, что с помощью операций из этой системы можно выразить любую булеву функцию с использованием суперпозиций и комбинаций. Некоторые особенности понятия: Полная система функций называется безызбыточной, если она перестаёт быть полной при исключении из неё любого элемента. Замыкание системы функций — это множество всех функций, которые можно задать с помощью формул над системой. Тогда определение полной системы можно переформулировать: система F является полной тогда и только тогда, когда [F] = множество всех булевых функций. Виды В реферате можно рассмотреть, например: Примеры полных систем. Например: $\{\wedge, \vee, \neg\}$ (конъюнкция, дизъюнкция, отрицание) — классическая полная система, так как любая булева функция может быть выражена через эти операции;

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в	нных источниках информации **И О П К - 1 . 1 .** Знать основы математики, физики, вычислительной техники и программирования на базовом уровне. **И О П К - 1 . 2 .** Уметь применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональ	$\{\uparrow\}$ (штрих Шеффера) — один оператор, который сам по себе образует полную систему, где $x \uparrow y$ истинно, если хотя бы один из x или y ложен; moodle.kstu.ru $\{\downarrow\}$ (стрелка Пирса) — также образует полную систему, где $x \downarrow y$ истинно, если оба x и y ложны. Системы, полные в некотором замкнутом классе. Например, систему $\{\oplus, 1\}$ можно назвать базисом класса линейных функций. Теорема Поста В реферате можно рассмотреть критерий полноты Поста — теорему, которая устанавливает необходимое и достаточное условие для того, чтобы некоторый набор булевых функций обладал достаточной выразительностью, чтобы представить любую булеву функцию. Некоторые аспекты, которые можно рассмотреть: Формулировка критерия. Система булевых функций полна тогда и только тогда, когда она не лежит целиком ни в одном предполном классе. Доказательство. Доказательство основано на нескольких леммах, показывающих, что из функций, не лежащих в данном предполном классе, подстановкой функций, лежащих в нём, можно получить константы 0 или 1, отрицание, конъюнкцию. Следствия. Например, из всякой полной системы можно выделить полную подсистему, содержащую не более четырёх функций. **Вариант 2** Подготовьте реферат на тему: Монотонность булевых функций Что может быть отражено: Определение Булева функция f(x1, …, xn) называется монотонной, если для любой пары наборов α и β таких, что α β, выполняется условие f(α) ≤ f(β). В противном случае функция f называется немонотонной. ido.tsu.rukpfu.ru Некоторые особенности определения:

Тема	Код и формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Типовое задание для самостоятельной работы
	профессиональной деятельности	ной деятельности	Набор α предшествует набору β, если одноимённые координаты связаны отношением «меньше или равно» (αi ≤ βi для всех i от 1 до n). Если хотя бы одна пара координат не связана отношением предшествования, то наборы несравнимы. Для определения принадлежности к классу монотонных функций необходимо в таблице истинности сравнить значения на сравнимых наборах. Для всех сравнимых пар должны выполняться условия: и координаты на большем наборе не меньше, и значение не меньше, чем на меньшем наборе. Свойства Класс монотонных булевых функций замкнут. Это следует из теоремы, которая доказывает, что суперпозиция любых булевых функций из класса монотонных функций также монотонна. Булева функция является монотонной тогда и только тогда, когда её сокращённая ДНФ (КНФ) не содержит отрицаний. У монотонных функций есть только одна тупиковая ДНФ (КНФ), и она совпадает с сокращённой формой. Примеры Из элементарных булевых функций монотонными являются, например, конъюнкция и дизъюнкция. Не являются монотонными например, штрих Шеффера и стрелка Пирса. Мажоритарная булева функция монотонна: набор α=011 имеет единственного последователя β=111, и f(011) = f(111), то есть условие монотонности для этой пары не нарушено.

Критерии оценивания самостоятельной работы:

Оценка	Критерии оценивания
отлично	выставляется если работа носит научно-исследовательский характер, проанализирован и сделан сравнительный анализ

	нескольких литературных источников, приведены примеры
хорошо	выставляется если проанализирован и сделан сравнительный анализ нескольких литературных источников, приведены примеры
удовлетворительно	выставляется если проведен сравнительный анализ научно-методической литературы, приведены примеры
неудовлетворительно	выставляется если работа прошла проверку на антиплагиат и соответствует требованиям оформления

4.5. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ КУРСОВЫХ РАБОТ

Курсовые работы не предусмотрены

Курсовая работа позволяет выявить степень владения базовыми знаниями, умениями и навыками, необходимыми для обучения, и определить уровень владения новым материалом.

Примерные индивидуальные задания (темы) для курсовых работ:

Критерии оценивания курсовой работы:

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию, содержащемуся в методических указаниях, и плану. Представлены результаты структурированного и логически последовательного обзора литературных и иных источников по теме исследования. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Верно определены исходные данные для расчетов. Все аналитические расчеты выполнены верно, корректно применены методы экономического анализа, не нарушена методика анализа предмета исследования. Все выводы и предложения убедительно аргументированы. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы
хорошо	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию, содержащемуся в методических указаниях, и плану. Представлены результаты структурированного и логически последовательного обзора литературных и иных источников по теме исследования. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Верно определены исходные данные для расчетов. В расчетах допускаются незначительные (не искажающие общего итога оценки) погрешности/ошибки. Большинство выводов и предложений аргументировано, корректно применены методы экономического анализа, не нарушена методика анализа предмета исследования. Оформление курсовой работы и полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах, в оформлении таблиц. Наличествует незначительное количество грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на большинство вопросов преподавателя, демонстрирует хорошее знание теоретического материала, но не всегда способен аргументировать собственные утверждения и выводы. При наводящих вопросах преподавателя исправляет ошибки в ответе
удовлетворительно	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию, содержащемуся в методических указаниях, и плану. Результаты обзора литературных и иных источников представлены недостаточно полно, недостаточно логично и последовательно. Верно определены исходные данные для расчетов, но имеются грубые ошибки в расчетах. Аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует. Экономические выводы носят констатирующий (описательный) характер. Имеются одно-два существенных отклонений от требований в оформлении курсовой

	работы. Полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две существенных ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Много грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсовой работы обучающийся допускает грубые ошибки при ответах на вопросы преподавателя, демонстрирует слабое знание теоретического материала, в большинстве случаев не способен уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы
неудовлетворительно	Содержание курсовой работы не соответствует заданию, содержащемуся в методических указаниях, и плану. Неверно определены исходные данные для расчетов, неверно и не корректно применены методы экономического анализа. Экономические выводы содержат неверную экономическую оценку. Имеются более двух существенных отклонений от требований в оформлении курсовой работы. Большое количество существенных ошибок по сути работы, много грамматических и стилистических ошибок и др. Полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсовой работы обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала, студент не может защитить свои решения, допускает грубые фактические ошибки при ответах на поставленные вопросы или вовсе не отвечает на них. Курсовая работа не представлена преподавателю. Обучающийся не явился на защиту курсовой работы

5. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета/зачета с оценкой/экзамена.

5.1. Вопросы к экзамену:

1. Определение высказывания. Логические операции.
2. Приоритет логических операций. Таблицы истинности
3. Формулы логики высказываний. Тавтология, противоречие, выполнимая формула.
4. Равносильные формулы. Критерий равносильности.
5. Законы равносильных преобразований формул логики высказываний.
6. Нормальные формы формул логики высказываний.
7. Понятие элементарной дизъюнкции, элементарной конъюнкции.
8. Способы проверки правильности логических рассуждений.
9. Определение логики предикатов.
10. Равносильность формул логики предикатов. Законы равносильности в логике предикатов.
11. Определение предваренной нормальной формы.
12. Полные системы булевых функций. Теорема Поста.

13. Понятие алгоритма. Характерные черты алгоритма.
14. Формализация понятия алгоритма.
15. Универсальная машина Тьюринга.

Критерии оценивания зачета с оценкой/экзамена:

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Обучающийся должен: уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; продемонстрировать прочное, достаточно полное усвоение знаний программного материала; продемонстрировать знание основных теоретических понятий; правильно формулировать определения; последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
не зачтено	Обучающийся демонстрирует: незнание значительной части программного материала; не владение понятийным аппаратом дисциплины; существенные ошибки при изложении учебного материала; неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумение делать выводы по излагаемому материалу.

Критерии оценивания зачета с оценкой/экзамена:

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Выставляется, если обучающимся правильно и полностью раскрыто содержание материала в пределах программы, чётко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий, точно использованы научные и технические термины, в ответе использованы ранее приобретённые теоретические знания, сделаны необходимые выводы и обобщения
хорошо	Выставляется, если обучающимся раскрыто основное содержание материала в пределах программы, даны определения и раскрыто содержание понятий, в ответе использованы ранее приобретённые теоретические знания, сделаны необходимые выводы и обобщения, но присутствуют незначительные нарушения в последовательности изложения, имеются одна-две неточности в содержании ответа
удовлетворительно	Выставляется, если обучающимся содержание учебного материала изложено фрагментарно, не всегда последовательно, не даны определения, не раскрыто содержание понятий, или они изложены с ошибками, допускаются ошибки и неточности в использовании научной терминологии, отсутствуют выводы и обобщения из предыдущего материала, или возможны ошибки в их изложении
неудовлетворительно	Выставляется, если обучающимся основное содержание учебного материала не раскрыто, не даются ответы на основные вопросы, допускаются грубые ошибки в определении понятий, в использовании терминологии, отсутствуют выводы и обобщения

6. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Задания для диагностической работы должны обеспечивать оценку полностью или частично сформированных компетенций. Каждое задание должно быть привязано к тому или иному индикатору сформированности компетенций.

При формировании заданий для диагностической работы необходимо использовать тестовые задания следующих типов:
Тип задания 1. Задания закрытого типа на установление соответствия.
Тип задания 2. Задания закрытого типа на установление последовательности.
Тип задания 3. Задания комбинированного типа, предполагающие выбор одного правильного ответа из предложенных.
Тип задания 4. Задания комбинированного типа, предполагающие выбор нескольких ответов из предложенных.
Тип задания 5. Задания открытого типа с развернутым ответом.
Все типы заданий должны быть представлены не менее одного раза.

№ п/п	Тема занятия	Код компетенции	Индикатор	Тип задания	Задание		Уровень освоения компетенции
					Вариант 1	Вариант 2	
1	**Тема 1** Логика высказываний.	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ОПК-1** Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания,	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации **ИОПК-1.1.** Знать основы математики, физики, вычислительной техники и программирования на базовом уровне. **ИОПК-1.2.** Уметь применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и	4,4	**1.**Какие из следующих утверждений о свойствах логических операций являются верными? 1. Формула (A → B) равносильна формуле (¬A ∨ B). 2. Операция импликации (→) является коммутативной, то есть (A → B) ≡ (B → A). 3. Формула ¬(A ∧ B) равносильна формуле (¬A ∨ ¬B) (закон де Моргана). 4. Для любой формулы логики высказываний существует единственная совершенная дизъюнктивная нормальная форма (СДНФ). Ответ: 1, 3, 4 Пояснение: 1 (Верно): Это одно из фундаментальных равносильностей логики высказываний, позволяющее выразить импликацию через дизъюнкцию и отрицание. Его истинность легко проверяется таблицей истинности. 3 (Верно): Это точная	**1.** Какие из следующих логических формул являются тавтологиями (тождественно истинными)? 1. (P ∧ ¬P) 2. (P ∨ ¬P) 3. ((P → Q) → P) 4. (P → (Q → P)) Ответ: 2, 4 Пояснение: 2 (Верно): (P ∨ ¬P) — это закон исключенного третьего, фундаментальная тавтология. При любой оценке переменной P одно из утверждений (P или ¬P) будет истинным, значит, и дизъюнкция всегда истинна. 4 (Верно): Эта формула выражает свойство: «Из истинного высказывания следует любое высказывание». Если P=ИСТИНА, то (Q → P) будет истинно при любом Q, так как импликация с истинным следствием истинна. Если P=ЛОЖЬ, то	**Повышенный (3-5 минут)**

		методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности		формулировка первого закона де Моргана для конъюнкции, являющегося основной равносильностью. 4 (Верно): Это утверждение отражает теорему о единственности совершенных нормальных форм (как СДНФ, так и СКНФ) для любой не тождественно ложной (для СДНФ) или не тождественно истинной (для СКНФ) формулы. Представление в СДНФ единственно с точностью до порядка следования конституент единицы.	вся импликация истинна по определению. Следовательно, формула истинна при всех оценках.	
2				2,2	**Задание 2.** Расположите этапы построения Совершенной Дизъюнктивной Нормальной Формы (СДНФ) для формулы F(A, B, C) в правильной логической последовательности. 1. Составить таблицу истинности для формулы F. 2. Выписать конъюнкции (элементарные конъюнкции) для каждого набора переменных, на котором F	**Задание 2.** Установите правильную последовательность шагов при проверке правильности логического рассуждения методом «от противного» (косвенное доказательство). 1. Сформулировать отрицание доказываемого утверждения (тезиса). 2. Присоединить это отрицание к списку имеющихся посылок. 3. Показать, что из	**Базовый (1-3 минуты)**

					принимает значение «ИСТИНА». 3. Соединить все полученные на предыдущем шаге конъюнкции знаками дизъюнкции. 4. Для каждого выбранного набора переменных: если переменная в наборе имеет значение «ЛОЖЬ», взять ее отрицание, если «ИСТИНА» — оставить без изменения. Ответ: 1, 2, 4, 3 Пояснение: Алгоритм построения СДНФ по таблице истинности строго формализован. Сначала необходимо получить полную информацию о поведении формулы (этап 1 — таблица истинности). Затем выбираются только те наборы, где результат истинен (этап 2 — фильтрация). Для каждого такого набора строится конституента единицы (элементарная конъюнкция), которая истинна ровно на этом наборе (этап 4). И наконец, эти конъюнкции объединяются дизъюнкцией, что дает формулу, истинную тогда и	полученного расширенного множества посылок логически следует противоречие (например, (R ∧ ¬R)). 4. На основании закона исключенного третьего сделать вывод об истинности исходного тезиса. Ответ: 1, 2, 3, 4 Пояснение: Это каноническая структура доказательства от противного (reductio ad absurdum). Сначала мы предполагаем противное тому, что хотим доказать (1). Затем работаем с этим предположением как с новой посылкой (2). Логический анализ должен привести к логическому тупику — противоречию, что означает несовместность нашего предположения с исходными аксиомами/посылками (3). Поскольку система посылок считается непротиворечивой, ложным должно быть наше предположение, следовательно, истинен исходный тезис (4).	

					только тогда, когда истинна хотя бы одна из них (этап 3).		
3				1,1	**Задание 3.** Установите соответствие между понятием и его определением или ключевым свойством. Список 1 (Понятия): 1. Тавтология 2. Противоречие 3. Выполнимая формула 4, Логическое следование (B логически следует из A) Список 2 (Определения/Свойства): а) Формула, которая принимает значение «ИСТИНА» при всех возможных значениях входящих в нее переменных. б) Формула, которая является ложной при всех возможных значениях входящих в нее переменных. в) Формула, для которой существует хотя бы один набор значений переменных, при котором она принимает значение «ИСТИНА». г) Формула A → B является тавтологией.	**Задание 3.** Установите соответствие между видом доказательства и его описанием. Список 1 (Вид доказательства): 1. Прямое доказательство 2. Доказательство от противного 3. Доказательство контрапозицией Список 2 (Описание): а) Доказательство того, что из предположения об отрицании доказываемого утверждения вытекает противоречие. б) Последовательное выведение тезиса из данных посылок и ранее доказанных теорем по правилам вывода. в) Доказательство импликации $(A \rightarrow B)$ путем доказательства равносильной ей импликации $(\neg B \rightarrow \neg A)$.	**Базовый (1-3 минуты)**

					Ответ: 1а, 2б, 3в, 4г		
4	**Тема 2** Логика предикатов	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ОПК-1** Способен применять естественнонаучные и общеинженер	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации **ИОПК-1.1.** Знать основы математики, физики, вычислительной техники и программирования на базовом уровне. **ИОПК-1.2.** Уметь применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования,	1,1	**Задание 4.** Установите соответствие между типом квантора или его комбинацией и его смысловой интерпретацией на естественном языке. Список 1 (Тип квантора): 1. ∀x ∃y P(x, y) 2. ∃y ∀x P(x, y) 3. ∃x ∀y P(x, y) 4. ∀x ∀y P(x, y) Список 2 (Интерпретация): а) Существует такой y, который находится в отношении P ко всем x. б) Для каждого x найдется свой y (возможно, разный для разных x), такой что выполняется P(x, y). в) Все со всеми находятся в отношении P. г) Существует такой x, который находится в отношении P ко всем y. Ответ: 1б, 2а, 3г, 4в	**Задание 4.** Установите соответствие между классификацией предиката и его определением. Список 1 (Классификация): 1. Тождественно истинный предикат 2. Тождественно ложный предикат 3. Выполнимый (опровержимый) предикат 4. Равносильные предикаты Список 2 (Определение): а) Предикат, множество истинности которого совпадает со всей предметной областью. б) Предикат, множество истинности которого пусто. в) Предикат, множество истинности которого непусто, но не совпадает со всей предметной областью. г) Предикаты, имеющие одно и то же множество истинности на заданной предметной области.	**Базовый (1-3 минуты)**

		ные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности			Ответ: 1а, 2б, 3в, 4г	
				2,2	**Задание 5.** Расположите этапы алгоритма приведения формулы логики предикатов к предваренной нормальной форме (ПНФ) в правильном логическом порядке. 1. Исключить логические связки эквивалентности (↔) и импликации (→), выразив их через конъюнкцию, дизъюнкцию и отрицание. 2. Внести отрицание внутрь формулы, используя законы де Моргана и законы для кванторов, так чтобы отрицания относились только к атомарным	**Задание 5.** Установите правильную последовательность шагов при формализации утверждения на естественном языке в язык логики предикатов. 1. Определить предметную область (универсум рассуждений). 2. Выделить элементарные свойства предметов и отношения между ними, ввести для них предикатные символы. 3. Определить логическую структуру утверждения (кванторы и логические	**Базовый (1-3 минуты)**

					формулам. 3. Вынести кванторы в начало формулы, переименовывая при необходимости связанные переменные, чтобы избежать коллизий имен. 4. При необходимости провести минимизацию подформул в матрице (части формулы без кванторов) с использованием равносильностей логики высказываний. Ответ: 1, 2, 4, 3 Пояснение: Алгоритм приведения к ПНФ (к виду Q1x1 Q2x2 ... Qnxn M, где Qi — кванторы, а M — бескванторная матрица) строго формализован. Сначала необходимо получить формулу, содержащую только базовые связки (1). Затем необходимо «протолкнуть» отрицания до атомарных формул, чтобы над ними стояли только кванторы или логические связки, а не отрицания (2). После этого полезно упростить матрицу (4), что облегчит дальнейшие преобразования. И только на последнем этапе, когда матрица	связки). 4. Записать формальное выражение, синтаксически соответствующее структуре, определенной на шаге 3, используя введенные символы. Ответ: 1, 2, 3, 4 Пояснение: Это методология формализации. Сначала необходимо четко очертить границы рассмотрения — универсум (1) (например, «все люди», «все натуральные числа»). Затем внутри этой области выделяются ключевые признаки и отношения, которые станут предикатами (2) (например, Ч(x): «x — человек», Л(x, y): «x любит y»). После этого анализируется сама логика высказывания: какие кванторы используются («все», «существует»), как связаны его части (3) (например, «Для всякого x существует y такой, что...»). И наконец, все компоненты собираются в корректную формулу (4).	

					готова, все кванторы последовательно выносятся в префикс (3).		
6				3,3	**Задание 6.** Как называется форма логики предикатов, в которой запрещено использовать кванторы по предикатным или функциональным символам, а предметная область предполагается непустой? 1. Логика второго порядка 2. Исчисление высказываний 3. Логика первого порядка (исчисление предикатов первого порядка) 4. Модальная логика Ответ: 3 Пояснение: 3 (Верно): Это точное определение классической логики первого порядка. Кванторы могут связывать только предметные переменные, но не переменные, обозначающие свойства (предикаты) или функции. Это наиболее изученная и широко применяемая в математике и	**Задание 6.** Что из перечисленного является атомарной (элементарной) формулой логики предикатов? 1. $\forall x\ (P(x) \rightarrow Q(x))$ 2. $P(x) \vee Q(y)$ 3. $\neg R(a, b)$ 4. $\exists x\ P(x) \wedge Q(x)$ Ответ: 3 Пояснение: 3 (Верно): Атомарная формула — это формула, не содержащая логических связок и кванторов. $\neg R(a, b)$ формально является отрицанием атомарной формулы $R(a, b)$. Однако в строгом синтаксическом определении атомарные формулы часто включают в себя и их отрицания как простейшие формулы, не разложимые на более мелкие предикатные компоненты с помощью связок $\rightarrow$, $\vee$, $\wedge$, $\leftrightarrow$	**Базовый (1-3 минуты)**

					компьютерных науках формальная система.	или кванторов. Среди вариантов это простейшая конструкция. Более корректно было бы сказать R(a, b), но в предложенных вариантах только ¬R(a, b) ближе всего к атомарности, так как варианты 1, 2, 4 явно содержат связки или кванторы.	
7	**Тема 3** Булевы функции.	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации **ИОПК-1.1.** Знать основы математики, физики, вычислительной техники и программирования на базовом уровне. **ИОПК-1.2.** Уметь	3,3	**Задание 7.** Что представляет собой полином Жегалкина для булевой функции? 1. Представление функции в виде СДНФ. 2. Представление функции в виде суммы по модулю 2 элементарных конъюнкций. 3. Представление функции в виде произведения элементарных дизъюнкций. 4. Уникальную таблицу истинности функции. Ответ: 2 Пояснение: 2 (Верно): Это точное определение полинома Жегалкина: f(x1,...,xn) = a0 ⊕ a1*x1 ⊕ ... ⊕ an*xn ⊕ a12*x1x2 ⊕ ..., где коэффициенты a	**Задание 7.** Теорема Поста дает: 1. Необходимое и достаточное условие минимальности булевой функции. 2. Необходимое и достаточное условие линейности булевой функции. 3. Необходимое и достаточное условие полноты системы булевых функций. 4. Способ построения таблицы истинности по произвольной формуле. Ответ: 3 Пояснение: 3 (Верно): Критерий Поста — это фундаментальная теорема, которая гласит, что система булевых функций полна тогда и только тогда, когда она не содержится целиком ни в	**Повышенный (3-5 минут)**

		ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности		принадлежат {0,1}, а сложение — по модулю 2 (XOR).	одном из пяти замкнутых классов (T_0, T_1, S, M, L).	
8				1,1	**Задание 8.** Установите соответствие между классом булевых функций по Посту и примером функции, для которой данный класс является характерным. Список 1 (Класс): 1. T_0 (сохраняющие ноль) 2. T_1 (сохраняющие единицу) 3. S (самодвойственные) 4. M (монотонные)	**Задание 8.** Установите соответствие между булевой функцией/константой и ее представлением в виде полинома Жегалкина. Список 1 (Функция): 1. Конъюнкция $(x \wedge y)$ 2. Дизъюнкция $(x \vee y)$	**Базовый (1-3 минуты)**

					Список 2 (Функция): а) $f_1(x, y) = x \vee \neg y$ б) $f_2(x) = \neg x$ в) $f_3(x, y) = x \wedge \neg y$ г) $f_4(x, y) = x \wedge y$ Ответ: 1в, 2а, 3б, 4г	3. Исключающее ИЛИ ($x \oplus y$) 4. Константа 1 Список 2 (Полином Жегалкина): а) $x \oplus y \oplus xy$ б) xy в) 1 г) $x \oplus y$ Ответ: 1-б, 2-а, 3-г, 4-в	
9				5,5	**Задание 9.** Сколько существует линейных булевых функций от n переменных? (Линейная функция — это функция, представимая в виде полинома Жегалкина степени не выше 1). Ответ: 2^(n+1) Пояснение: Линейная функция от n переменных имеет вид: f(x1, ..., xn) = a0 ⊕ a1*x1 ⊕ a2*x2 ⊕ ... ⊕ an*xn, где каждый коэффициент a_i (i=0..n) может быть либо 0, либо 1. Всего коэффициентов n+1. Каждый независимо выбирается двумя	**Задание 9.** Назовите два (любых) из пяти замкнутых классов (классов Поста), фигурирующих в критерии полноты. Ответ (в качестве ответа принимается один или несколько указанных далее ответов): T_0, T_1, S, M, L — класс линейных функций. Пояснение: Согласно теореме Поста о полноте, система булевых функций является полной (образует базис) тогда и только тогда, когда она не содержится целиком ни в	**Высокий (5-10 минут)**

					способами. Следовательно, общее число различных линейных функций равно 2^(n+1).	одном из этих пяти замкнутых (предполных) классов. Указание любых двух корректных названий классов является верным ответом.	
10	**Тема 4** Теория алгоритмов	**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ОПК-1** Способен применять естественнон	**УК-1.1.** Знать, как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач **ИУК-1.2.** Уметь классифицировать факты, интерпретации, оценки в открытых и специализированных источниках информации **ИОПК-1.1.** Знать основы математики, физики, вычислительной техники и программирования на базовом уровне. **ИОПК-1.2.** Уметь применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы	5,5	**Задание 10.** Назовите три обязательных компонента, из которых состоит формальное описание детерминированной машины Тьюринга. Ответ (в качестве ответа принимается один или несколько указанных далее ответов): Конечный алфавит ленты (включая пустой символ), Конечное множество состояний управляющего устройства (включая начальное и заключительное), Функция переходов (программа), задающая действия на каждом шаге. (Также могут приниматься: бесконечная в обе стороны лента, считывающе-записывающая головка) Пояснение: Формально, детерминированная машина Тьюринга задается как кортеж M = (Q, Γ, Σ, δ, q0, B, F), где Q	**Задание 10.** Как называется гипотеза (недоказуемый в рамках теории тезис), утверждающая, что класс функций, вычислимых на машине Тьюринга, совпадает с классом интуитивно вычислимых алгоритмических функций? Ответ: Тезис Тьюринга (или Тезис Черча-Тьюринга). Пояснение: Это центральная философско-математическая гипотеза теории алгоритмов. Она не является теоремой, так как связывает формальное математическое понятие («вычислимость по Тьюрингу») с неформальным, интуитивным понятием («алгоритмическая вычислимость»). Её нельзя доказать, но её правдоподобность подтверждается тем, что все	**Высокий (5-10 минут)**

		аучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности		— конечное множество состояний, Γ — конечный алфавит ленты, $\Sigma \subseteq \Gamma$ — входной алфавит, $\delta: Q \times \Gamma \to Q \times \Gamma \times \{L, R\}$ — функция переходов, $q0 \in Q$ — начальное состояние, $B \in \Gamma$ — пустой символ, $F \subseteq Q$ — множество заключительных состояний. Три ключевых компонента — это Q, Γ и δ. Указание этих трех элементов является верным ответом.	предложенные независимо формальные определения вычислимости (рекурсивные функции Черча, λ-исчисление, нормальные алгоритмы Маркова) оказались эквивалентны модели Тьюринга.	

Критерии оценивания диагностической работы:

Оценка	Критерии оценивания
отлично	от 90 до 100 % правильно выполненных заданий
хорошо	от 70 до 89 % правильно выполненных заданий
удовлетворительно	от 50 до 69 % правильно выполненных заданий
неудовлетворительно	менее 50 % правильно выполненных заданий