

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 6 от 31.05.2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Математическая логика и теория алгоритмов

Уровень высшего образования

Специалитет

Направление подготовки / специальность

11.05.02 - Специальные радиотехнические системы

Направленность образовательной программы

Радиотехнические системы и комплексы сбора и обработки информации

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.15 Математическая логика и теория алгоритмов относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-1: Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии	ОПК-1.1: Разбирается в основных разделах математических и естественнонаучных дисциплин. ОПК-1.2: Применяет основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований	ОПК-1.1: Знать основные принципы построения формальных теорий, исключая возможность возникновения противоречий. Уметь правильно рассуждать, правильно делать умозаключения и выводы, получая в результате истинные высказывания. Владеть приемами вывода теорем из аксиом или ранее доказанных утверждений (на примерах исчисления высказываний и исчисления предикатов), определения тождественной истинности формул.	Контрольная работа Собеседование	Экзамен: Контрольные вопросы Задачи
		ОПК-1.2: Знать три универсальные алгоритмические модели (рекурсивные функции, машины Тьюринга, нормальные алгоритмы Маркова). Уметь реализовывать простейшие алгоритмические задачи. Владеть навыками моделирования прикладных		

		задач методами математической логики и теоретическими алгоритмами.		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	4
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	2
самостоятельная работа	49
Промежуточная аттестация	45 экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
Введение (принципы построения формальных теорий). Основные равносильности (законы) логики высказываний; определение формальной теории.	8	2	0	2	6
Исчисление высказываний. Аксиомы исчисления высказываний; основные и производные правила вывода исчисления высказываний.	27	9	6	15	12
Исчисление предикатов. Определение предиката, свободные и связанные переменные; основные равносильности (законы) логики предикатов; аксиомы исчисления предикатов; основные правила вывода исчисления предикатов; производные правила вывода в исчислении предикатов: правила переименования связанных переменных, правило связывания квантором	23	8	5	13	10
Теория алгоритмов. Прimitивно рекурсивные функции: базовые функции и элементарные операции; определение и примеры примитивно рекурсивных функций; ограниченный и неограниченный операторы	31	11	5	16	15

минимизации; определения общерекурсивных и частично рекурсивных функций; определение и способы задания машины Тьюринга; определение нормального алгоритма Маркова и порядок его работы; тезисы Черча, Тьюринга и Маркова о вычислимых функциях; теорема Райса и ее смысл.					
Формальные теории 1-го порядка. Теоремы об общезначимых формулах в исчислении высказываний и в исчислении предикатов.	8	2	0	2	6
Аттестация	45				
КСР	2			2	
Итого	144	32	16	50	49

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Математическая логика и теория алгоритмов (Павлов И.С.) (unn.ru)" (<https://e-learning.unn.ru/>).

Иные учебно-методические материалы: Самостоятельная работа студентов направлена на выполнение домашних заданий по темам практических занятий, подготовку к контрольной работе по теме “Математическая логика”, а также подготовку к экзамену по указанной дисциплине. При подготовке к практическому занятию необходимо помнить, что данная дисциплина тесно связана с ранее изучаемой дисциплиной “Дискретная математика”. Цель самостоятельной работы - подготовка современного компетентного специалиста и формирование способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

На семинарских занятиях студент должен уметь последовательно излагать свои мысли и аргументировано их отстаивать.

Для достижения этой цели необходимо:

- 1) ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины;
- 2) осмыслить круг изучаемых вопросов и логику их рассмотрения;
- 3) изучить рекомендованную учебно-методическим комплексом литературу по данной теме;
- 4) тщательно изучить лекционный материал.

Образовательный материал для самостоятельной работы студента:

Таланов Владимир Александрович. Математическая логика и модели вычислений : учебное пособие / ННГУ. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 1994. - 115 с. Постоянная ссылка на документ: <http://elibr.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=298104&idb=0>

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

Вариант 1.

Задание 1. Проверить на противоречивость множество дизъюнктов:

$$\Gamma = \{\bar{C} \vee \bar{D} \vee E, \bar{E} \vee F, C \vee D, F \vee \bar{D}, \bar{F}\}.$$

Задание 2. Используя алгоритм редукции, проверьте правильность рассуждения:

Поехать на дачу в эти выходные имеет смысл только в том случае, если родители останутся дома или на дачу придут наши друзья. Родители останутся дома, только если к нам на дачу придут наши друзья. Следовательно, если друзья не придут, то нет смысла ехать на дачу в эти выходные.

Задание 3. Приведите к сколемовской нормальной форме формулу логики предикатов, считая P , Q и R бескванторными формулами:

$$\forall x (\forall y P(x, y) \rightarrow \exists y Q(x, y)) \rightarrow \exists x R(x).$$

Задание 4. На некотором множестве $M \neq \emptyset$ заданы два одноместных предиката $A(x)$ и $B(x)$ таких, что $\exists x (A(x) \rightarrow (\bar{A}(x) \vee (\bar{B}(x) \rightarrow A(x)))) = 1$. Докажите тождественную ложность высказывания $\forall x A(x)$.

Вариант 2.

Задание 1. С помощью алгоритма Квайна проверить тождественную истинность формулы $A(x, y, z) = (x \& y \rightarrow z) \rightarrow (x \rightarrow (y \rightarrow z))$.

Задание 2. Используя алгоритм редукции, проверьте правильность рассуждения:

Для того чтобы прибор работал правильно, необходимо использовать исправные комплектующие и не допустить ошибки при соединении этих комплектующих. Дополнительная проверка показала, что все комплектующие исправные. Следовательно, прибор будет работать правильно в том и только том случае, если все комплектующие соединены безошибочно.

Задание 3. Приведите к предваренной нормальной форме формулу логики предикатов, считая P и Q бескванторными формулами:

$$\exists x (P(x) \vee Q(x)) \& (\forall x P(x) \rightarrow \exists x Q(x)).$$

Задание 4. Является ли тождественно истинной следующая формула логики предикатов:

$$\exists x \forall y (Q(x) \rightarrow P(x, y)) \sim (\forall x Q(x) \rightarrow \exists x \forall y P(x, y))?$$

Вариант 3.

Задание 1. С помощью алгоритма Квайна проверьте тождественную истинность формулы:

$$A(x, y, z) = (\bar{x} \& (y \vee z)) \rightarrow ((x \rightarrow z) \rightarrow y).$$

Задание 2. Используя алгоритм редукции, проверьте правильность рассуждения:

Если курс ценных бумаг повышается или процентная ставка падает, то курс акций не понижается или налоги не повышаются. Курс акций понижается тогда и только тогда, когда растет курс ценных бумаг и налоги растут. Следовательно, если процентная ставка снижается, то курс акций не понижается или курс ценных бумаг не растет.

Задание 3. Приведите к сколемовской нормальной форме формулу логики предикатов, считая P , Q и R бескванторными формулами:

$$\exists x (P(x) \vee (\exists y Q(x, y) \rightarrow \forall y R(x, y))).$$

Задание 4. Докажите тождественную истинность формулы логики предикатов:

$$\forall x (P(x) \rightarrow Q(x)) \rightarrow (\exists x P(x) \rightarrow \exists x Q(x)).$$

Вариант 4.

Задание 1. Методом резолюций проверьте выводимость:

$$\Gamma = \{C \vee D \vee E, C \& (E \rightarrow F)\} \vdash D \rightarrow F.$$

Задание 2. Используя алгоритм редукции, проверьте правильность рассуждения:

На заводе возникнет дефицит рабочих кадров, если не повысят зарплату. При дефиците рабочих кадров придется отложить открытие нового цеха. Следовательно, если рабочим увеличат зарплату, то открытие нового цеха отложено не будет.

Задание 3. Приведите к предваренной нормальной форме формулу логики предикатов, считая P и Q бескванторными формулами:

$$\exists x (P(x) \vee Q(x)) \rightarrow (\exists x P(x) \rightarrow \forall x Q(x)).$$

Задание 4. Является ли тождественно истинной следующая формула логики предикатов:

$$\exists x (P(x) \& (A \rightarrow Q(x))) \rightarrow (\forall x (P(x) \rightarrow \bar{Q}(x)) \rightarrow \bar{A})?$$

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена

Оценка	Критерии оценивания
	дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Основные равносильности (законы) логики высказываний.
2. Метод редукций проверки тождественной истинности формул логики высказываний.
3. Определение формальной теории.
4. Аксиомы исчисления высказываний.
5. Основные правила вывода исчисления высказываний.
6. Производные правила вывода в исчислении высказываний: правило введения импликации, теорема дедукции, правило силлогизма, правило введения отрицания.
7. Определение предиката. Свободные и связанные переменные.
8. Основные равносильности (законы) логики предикатов.
9. Аксиомы исчисления предикатов.
10. Основные правила вывода исчисления предикатов.
11. Производные правила вывода в исчислении предикатов: правила переименования связанных переменных, правило связывания квантором.
12. Теорема об общезначимых формулах (в исчислении высказываний и в исчислении предикатов).
13. Прimitивно рекурсивные функции: базовые функции и элементарные операции.
14. Определение и примеры примитивно рекурсивных функций.
15. Ограниченный и неограниченный операторы минимизации.
16. Определения общерекурсивных и частично рекурсивных функций.
17. Определение и способы задания машины Тьюринга.
18. Определение нормального алгоритма Маркова и порядок его работы.
19. Тезисы Черча, Тьюринга и Маркова о вычислимых функциях.
20. Теорема Райса и ее смысл.

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

					ошибок		
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации

5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

Оценочное средство - Контрольные вопросы

Экзамен

Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии)

1. Понятие высказывания. Логические связки. Формулы логики высказываний.

2. Равносильность формул логики высказываний. Основные равносильности.

3. Тавтологично-истинные формулы логики высказываний. Важнейшие тавтологии. Правильные рассуждения. Утверждение о правильности рассуждения по схеме $(P_1, \dots, P_n) \vdash Q$.
4. Проблема разрешимости в логике высказываний и методы ее решения.
5. Определение и виды формальных теорий.
6. Язык, системы аксиом и основные правила вывода исчисления высказываний.
7. Производные правила вывода в исчислении высказываний: выводимость, правило введения импликации, транзитивность выводимости.
8. Производные правила вывода в исчислении высказываний: теорема дедукции (без доказательства), правило силлогизма, правило введения отрицания.
9. Лемма для теоремы об общезначимых формулах исчисления высказываний.
10. Теорема об общезначимых формулах в исчислении высказываний.
11. Метод резолюций в исчислении высказываний.
12. Проблемы аксиоматического исчисления высказываний.
13. Определение предиката. Область определения, множество истинности предиката. Операции над предикатами, кванторы существования и всеобщности.
14. Формулы логики предикатов. Свободные и связанные переменные.
15. Равносильность формул в логике предикатов и в различных интерпретациях. Основные равносильности: перестановка кванторов и переименование связанных переменных.
16. Правила переноса квантора через отрицание в формулах логики предикатов.
17. Правила выноса квантора за скобки в формулах логики предикатов.
18. Нормальные формы логики предикатов. Теорема о предваренной нормальной форме.
19. Выполнимость и общезначимость для предикатов. Основные общезначимые формулы в логике предикатов.
20. Теоремы об общезначимости и выполнимости в логике предикатов. Проблема разрешимости в общем случае (теорема Черча) и для формул, содержащих только одноместные предикатные символы.
21. Язык, система аксиом и основные правила вывода исчисления предикатов.
22. Производные правила вывода в исчислении предикатов: правила переименования связанных переменных, прави

связывания квантором.

23. Теорема об общезначимых формулах (доказать необходимость) и теорема о замене эквивалентных подформул в исчислении предикатов (без доказательства).

24. Наиболее важные эквивалентности исчисления предикатов и их применение для построения предваренной нормальной формы.

25. Проблемы аксиоматического исчисления предикатов.

26. Формализация понятия алгоритма.

27. Понятие рекурсивных функций. Прimitивно рекурсивные функции: базовые функции и элементарные операции.

28. Примеры простейших примитивно рекурсивных функций.

29. Теорема о примитивной рекурсивности суммы и произведения примитивно рекурсивных функций (без доказательства). Примитивная рекурсивность функций “частное от деления x на y ”, “остаток от деления x на y ”, “признак деления x на y ”.

30. Ограниченный оператор минимизации и его применения. Теорема Робинсона об одноместных примитивно рекурсивных функциях (без доказательства).

31. Неограниченный оператор минимизации. Частично рекурсивные функции. Тезис Черча о вычислимых функциях.

32. Общерекурсивные функции. Функция Аккермана. Теорема Аккермана (без доказательства).

33. Определение машины Тьюринга. Словарные функции.

34. Способы задания машин Тьюринга. Реализация на машине Тьюринга программы “перенос нуля”. Композиция машин Тьюринга.

35. Неприменимость машины Тьюринга к исходной информации (привести пример). Вычислимость по Тьюрингу. Тезис Тьюринга. Теорема о соответствии между частично рекурсивными функциями и функциями, вычислимыми по Тьюрингу (без доказательства).

36. Определение нормального алгоритма Маркова и порядок его работы.

37. Пример работы нормального алгоритма Маркова. Тезис Маркова. Теорема об эквивалентности машин Тьюринга и нормальных алгоритмов Маркова (без доказательства). Отличия нормальных алгоритмов Маркова от машин Тьюринга.

38. Сравнительный анализ трех типов алгоритмических моделей. Оценка сложности алгоритма.

39. Алгоритмически неразрешимые проблемы: проблема остановки машины Тьюринга, проблема ее самоприменимости, проблема эквивалентности слов в ассоциативном исчислении. Теорема Райса (без доказательства) и ее смысл.

40. Особенности прикладных исчислений. Аксиомы для равенства. Теоремы о рефлексивности, симметричности и транзитивности отношения равенства в теории с равенством (без доказательства). Формальная арифметика: ее аксиомы и их смысл. Теоремы Геделя о неполноте (без доказательства) и их смысл.

Оценочное средство - Задачи

Экзамен

Критерии оценивания (Задачи - Экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

Типовые задания (Задачи - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

(Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии)

Задачи по теме “Исчисление высказываний”

Задача 1. С помощью алгоритма Квайна проверьте тождественную истинность формулы:

$$A(x, y, z) = (\bar{x} \& (y \vee z)) \rightarrow ((x \rightarrow z) \rightarrow y).$$

Задача 2. С помощью алгоритма Квайна проверить тождественную истинность формулы $A(x, y, z) = (x \& y \rightarrow z) \rightarrow (x \rightarrow (y \rightarrow z))$.

Задача 3. Проверить на противоречивость множество дизъюнктов:

$$\Gamma = \{\bar{C} \vee \bar{D} \vee E, \bar{E} \vee F, C \vee D, F \vee \bar{D}, \bar{F}\}.$$

Задача 4. Проверить на противоречивость множество дизъюнктов:

$$\Gamma = \{A \vee \bar{B} \vee \bar{C}, A \rightarrow D, B, B \rightarrow C, B \rightarrow \bar{D}\}.$$

Задача 5. Методом резолюций проверьте выводимость:

$$\Gamma = \{\bar{C} \vee \bar{D} \vee E, C \& (E \rightarrow F)\} \vdash D \rightarrow F.$$

Задача 6. Методом резолюций проверьте выводимость:

$$\Gamma = \{C \rightarrow (A \vee B), \bar{A} \rightarrow D, C \& D \rightarrow \bar{B}\} \vdash A.$$

Задача 7. Постройте формулу логики высказываний от трех переменных, которая истинна в том и только том случае, когда значение “истина” принимает нечетное число ее переменных.

Задача 8. Постройте формулу логики высказываний от трех переменных, которая истинна в том и только том случае, когда большинство ее переменных принимают значение “ложь”.

Задача 9. Используя алгоритм редукции, проверьте правильность рассуждения:

Если не повысят налоги, то в бюджете возникнет дефицит. Если в бюджете будет дефицит, то сократятся расходы на социальные нужды. Следовательно, расходы на социальные нужды не сократятся в том и только том случае, если повысят налоги.

Задача 10. Используя алгоритм редукции, проверьте правильность рассуждения:

Для того чтобы прибор работал правильно, необходимо использовать исправные комплектующие и не допустить ошибки при соединении этих комплектующих. Дополнительная проверка показала, что все комплектующие исправные. Следовательно, прибор будет работать правильно в том и только том случае, если все комплектующие соединены безошибочно.

Задача 11. Используя алгоритм редукции, проверьте правильность рассуждения:

Если курс ценных бумаг повышается или процентная ставка падает, то курс акций не понижается или налоги не повышаются. Курс акций понижается тогда и только тогда, когда растет курс ценных бумаг и налоги растут. Следовательно, если процентная ставка снижается, то курс акций не понижается или курс ценных бумаг не растет.

Задача 12. Используя алгоритм редукции, проверьте правильность рассуждения:

На заводе возникнет дефицит рабочих кадров, если не повысят зарплату. При дефиците рабочих кадров придется отложить открытие нового цеха. Следовательно, если рабочим увеличат зарплату, то открытие нового цеха отложено не будет.

Задача 13. Используя алгоритм редукции, проверьте правильность рассуждения:

Поехать на дачу в эти выходные имеет смысл только в том случае, если родители останутся дома или на дачу придут наши друзья. Родители останутся дома, только если к нам на дачу придут наши друзья. Следовательно, если друзья не придут, то нет смысла ехать на дачу в эти выходные.

Задача 14. Используя алгоритм редукции, проверьте правильность рассуждения:

Для того чтобы сдать экзамен по физике, мне необходимо достать учебник или конспект. Я достану учебник только в том случае, если мой приятель не уедет. Он уедет, только если я достану конспект. Значит, я сдам экзамен.

Задачи по теме “Исчисление предикатов”

Задача 15. На некотором множестве $M \neq \emptyset$ заданы два одноместных предиката $A(x)$ и $B(x)$ таких, что $\exists x (A(x) \rightarrow (\overline{A(x)} \vee (\overline{B(x)} \rightarrow A(x)))) \equiv 1$. Докажите тождественную ложность высказывания $\forall x A(x)$.

Задача 16. Приведите к предваренной нормальной форме формулу логики предикатов, считая P и Q бескванторными формулами:

$$\exists x (P(x) \vee Q(x)) \rightarrow (\exists x P(x) \rightarrow \forall x Q(x)).$$

Задача 17. Приведите к предваренной нормальной форме формулу логики предикатов, считая P и Q бескванторными формулами:

$$\exists x (P(x) \& Q(x)) \rightarrow (\exists x P(x) \& \exists x Q(x)).$$

Задача 18. Приведите к предваренной нормальной форме формулу логики предикатов, считая P и Q бескванторными формулами:

$$(\forall x P(x) \& \forall x Q(x)) \rightarrow \forall x (P(x) \& Q(x))$$

Задача 19. Приведите к скелетовой нормальной форме формулу логики предикатов, считая P , Q и R бескванторными формулами:

$$\forall x (\forall y P(x, y) \rightarrow \exists y Q(x, y)) \rightarrow \exists x R(x).$$

Задача 20. Приведите к скелетовой нормальной форме формулу логики предикатов, считая P , Q и R бескванторными формулами:

$$\exists x (P(x) \vee (\exists y Q(x, y) \rightarrow \forall y R(x, y))).$$

Задача 21. Приведите к скелетовой нормальной форме формулу логики предикатов, считая P , Q и R бескванторными формулами:

$$\forall x P(x) \rightarrow \exists x (\exists y Q(x, y) \rightarrow \forall y R(x, y))$$

Задача 22. Является ли тождественно истинной следующая формула логики предикатов:

$$\exists x \forall y (Q(x) \rightarrow P(x, y)) \sim (\forall x Q(x) \rightarrow \exists x \forall y P(x, y))?$$

Задача 23. Является ли тождественно истинной следующая формула логики предикатов:

$$\exists x (P(x) \& (A \rightarrow Q(x))) \rightarrow (\forall x (P(x) \rightarrow \overline{Q(x)}) \rightarrow \overline{A})?$$

Задача 24. Является ли тождественно истинной следующая формула логики предикатов:

$$\exists x (\overline{P(x)} \rightarrow \forall y Q(x, y)) \sim \forall x (P(x) \rightarrow \overline{\forall y Q(x, y)})?$$

Задача 25. Является ли тождественно истинной следующая формула логики предикатов:

$$\exists x (P(x) \& \exists y (\overline{Q(x, y)} \rightarrow R(x, y)) \sim \forall x (P(x) \rightarrow \forall y (R(x, y) \vee \overline{Q(x, y)}))?$$

Задача 26. Докажите тождественную истинность формулы логики предикатов:

$$\forall x (P(x) \rightarrow Q(x)) \rightarrow (\exists x P(x) \rightarrow \exists x Q(x)).$$

Задача 27. Докажите тождественную ложность формулы логики предикатов:

$$\forall x (P(x) \rightarrow \overline{Q(x)}) \& (\overline{\exists x P(x) \rightarrow \forall x Q(x)}).$$

Задача 28. Докажите тождественную ложность формулы логики предикатов:

$$\overline{\exists x \forall y (Q(x) \rightarrow P(x, y))} \sim \forall x (Q(x) \rightarrow \forall y P(x, y)).$$

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

- Новиков Ф. А. Дискретная математика для программистов : учеб. для вузов. - 3-е изд. - СПб. : Питер, 2009. - 384 с. - (Учебник для вузов. Прикладная математика и информатика). - ISBN 978-5-91180-759-7 : 182.16., 2 экз.
- Кузнецов Олег Петрович. Дискретная математика для инженера. - Изд. 6-е, стер. - СПб. ; М. ;

Краснодар : Лань, 2009. - 400 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0570-1 : 454.96., 11 экз.

3. Судоплатов Сергей Владимирович. Математическая логика и теория алгоритмов : Учебник и практикум для вузов / Судоплатов С. В., Овчинникова Е. В. - 5-е изд. - Москва : Юрайт, 2021. - 255 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-14658-5. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=762511&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Игошин Владимир Иванович. Сборник задач по математической логике и теории алгоритмов : Учебное пособие / Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского. - Москва : ООО "КУРС", 2019. - 392 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-906818-08-9. - ISBN 978-5-16-103684-6. - ISBN 978-5-16-011429-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=623836&idb=0>.

Action=FindDocs&ids=623836&idb=0.

2. Лавров И. А. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов / Лавров И. А., Максимова Л. Л. - 5-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 256 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 5-9221-0026-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=665752&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Фонд образовательных электронных ресурсов ННГУ, URL:

<http://www.unn.ru/books/resources.html>.

2. EqWorld. Мир математических уравнений Электронный ресурс, содержащий электронные версии книг в свободном доступе: режим доступа <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 11.05.02 - Специальные радиотехнические системы.

Автор(ы): Звонилов Виктор Иванович, кандидат физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Золотых Николай Юрьевич, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 25 мая 2023 г., протокол № 04/23.