

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт информационных технологий, математики и механики

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением президиума
Ученого совета ННГУ
от 14.12.2021 г.
протокол № 4

Рабочая программа дисциплины

Work program of the course

Математическая логика и теория алгоритмов

Mathematical logic and theory of algorithms

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Level of higher education

бакалавриат

bachelor's degree program

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

Training direction / speciality

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

02.03.02 Fundamental Computer Science and Information Technology

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Orientation of educational program

Общий профиль

General profile

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

form of study

очная

full-time

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород, 2022 год

Nizhni Novgorod, 2022

21. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.08 «Математическая логика и теория алгоритмов» относится к обязательной части ООП по направлению подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии». Дисциплина читается студентам 3 курса в 5 семестре, 4 зачетных единицы, 144 часа, экзамен.

Discipline Б1.О.08 "Mathematical logic and theory of algorithms" refers to the mandatory part.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина Б1.О.08 «Математическая логика и теория алгоритмов» относится к обязательной части ООП направления подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии».

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

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции) / Formed competencies (code, content of competence)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции / Planned learning outcomes for the discipline (module), in accordance with the indicator of achievement of competency		Наименование оценочного средства / Name of the evaluation tool
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора) / Competency achievement indicator (code, indicator content)	Результаты обучения по дисциплине / Learning outcomes by the discipline	
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач / Student is able to search, realize critical analysis and synthesis of information, apply a systematic approach to solve	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации / Student knows the principles of collection, selection and synthesis of information.	Знать понятие логической функции и способы ее задания; основные законы булевой алгебры; нормальные формы, полином Жегалкина и способы их построения; теоремы о единственности совершенной дизъюнктивной нормальной формы (совершенной ДНФ) и полинома Жегалкина; понятия замыкания и замкнутого класса, важнейшие замкнутые классы; понятие полной системы функций, теорему Поста о функциональной полноте; понятия предполного класса и базиса, следствия из теоремы Поста о числе предполных классов и мощности базисов; понятие схемы из функциональных элементов и простейшие методы синтеза схем / Students must know the concept of logical function and ways to give it; main identities of Boolean algebra; normal forms, Zhegalkin polynomial and ways to construct them; theorems on uniqueness on PDNF and Zhegalkin polynomial; concepts of closure and closed class; concept of complete system of functions; Post theorem on functional completeness; concepts of pre-complete class and basis; corollaries from Post theorem on the number of pre-complete	собеседование / interview

<p><i>the tasks</i></p>	<p>УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности / Student is able to <i>correlate disparate phenomena and systematize them within the framework of selected types of professional activity</i></p>	<p><i>classes and basis cardinalities; concept of circuit of functional elements and the simplest methods of circuit synthesis.</i></p> <p>Уметь для логической функции строить нормальные формы и полином Жегалкина; распознавать принадлежность логической функции важнейшим замкнутым классам: сохраняющим константу 0, константу 1, линейных, самодвойственных, монотонных функций; применять теорему Поста и следствия из нее для распознавания полноты системы функций и построения базисов; для логической функции строить схемы из функциональных элементов, используя изученные методы построения схем; / Students must be able to construct DNF, CNF and Zhegalkin polynomial for logical function; recognize belongingness of logical function to main closed classes: class keeping the constant 0, class keeping the constant 1, class of linear functions, class of self-dual functions, class of monotonic functions; to apply Post theorem and its corollaries for completeness recognition for a system of Boolean functions and for constructing bases; to construct circuits of functional elements for logical function using methods for circuit constructing.</p>	<p><i>тест / test</i></p> <p><i>задачи / tasks</i></p>
<p>ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности /</p> <p><i>Student is able to apply the fundamental knowledge gained in the field of mathematical and (or) natural sciences, and use them in professional activities</i></p>	<p>ОПК-1.1. Знает основные положения и концепции в области математических и естественных наук, базовые теории и основную терминологию / Student knows the basic concepts and concepts in the field of mathematical and natural sciences, basic theories basic terminology</p> <p>ОПК-1.2. Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты / Student is able to carry out the primary collection and analysis of the material, interpret various mathematical objects</p>	<p>Знать основные понятия и утверждения логики первого порядка; синтаксис и правила построения формул логического языка первого порядка; методы нахождения количественных характеристик предложений логики первого порядка; постановку и метод решения задачи логического вывода, теоремы о дедуктике; понятия префиксного и антипрефиксного видов формул логики первого порядка, а также понятие Г-формулы; формулировку закона 0-1 в логике первого порядка (теоремы Глебского) / Students must know the basic concepts and statements of the first order logic; syntax and rules for constructing formulae of the first order language; methods for finding quantitative characteristics for sentences of the first order logic; formulation and method for solving the problem of logical deduction, deduction theorems; concepts of prefix and anti-prefix types for the first order logic formulae and the concept of gamma-formula; statement of 0-1 law on the first order logic (Glebsky theorem).</p> <p>Уметь строить и анализировать элементарные логические высказывания; задавать интерпретацию логических высказываний; выражать друг через друга отношения между элементами простейших алгебраических и геометрических структур; задавать модели простейших высказываний логики первого порядка, находить их долю выполнимости; строить последовательности поисковых деревьев для решения задачи логического вывода; приводить замкнутую формулу к префиксной, антипрефиксной формуле, а также Г-формуле / Students must be able to construct and to analyze elementary logical propositions; to give interpretation of logical propositions; to express relations between elements of algebraic and geometrical structures from each other; to give models of the simplest first order logic</p>	<p><i>собеседование / interview</i></p> <p><i>тест / test</i></p> <p><i>задачи / tasks</i></p>

		<i>propositions, find their satisfiability ratio; to construct sequences of searching trees for solving the problem of logical deduction; to transform given closed formula to prefix form, to anti-prefix form and to a kind of gamma-form.</i>	
--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения	
	Всего	5-й семестр
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ	4 ЗЕТ
Часов по учебному плану	144	144
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):	66	66
- занятия лекционного типа	32	32
- занятия семинарского типа	32	32
- занятия лабораторного типа	0	0
- текущий контроль (КСР)	2	2
самостоятельная работа	42	42
Промежуточная аттестация – зачет и экзамен	36	36

3.2. Содержание дисциплины

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	Занятия лабораторного типа	Всего	
5-й семестр						
Тема 1. Логические функции: Понятие логической функции. Табличное задание, число функций. Операции конъюнкции, дизъюнкции, отрицания, их логическая интерпретация / Logical functions: Concept of logical function. Setting by the table, number of functions. Operations of conjunction, disjunction, negation, their logical interpretation	7	2	2	0	4	3
Тема 2. Логические функции: Основные законы булевой алгебры, связь с алгеброй множеств. Двойственность. Методы построения нормальной формы и полинома Жегалкина / Logical functions: Main identities of Boolean algebra,	12	4	4	0	8	4

connection with set algebra. Duality. Methods for constructing normal forms and polynomials, theorems on the uniqueness for PDNF and for Zhegalkin polynomial						
Тема 3. Логические функции: Понятие суперпозиции. Замыкание и замкнутый класс. Полная система функций. Важнейшие замкнутые классы, теорема Поста о полноте / Logical functions: Concept of superposition. Closure and closed class. Complete system of functions. Main closed classes, Post theorem on completeness	20	6	6	0	12	8
Тема 4. Логические функции: Понятия предполного класса и базиса, следствия из теоремы Поста о числе предполных классов и мощностях базисов / Logical functions: Concept of pre-complete class and basis, corollaries from Post theorem on the number of pre-complete classes and on basis cardinality	7	2	2	0	4	3
Тема 5. Логические функции: Понятие схемы из функциональных элементов (СФЭ), простейшие методы синтеза СФЭ для логических функций / Logical functions: Concept of circuit of functional elements, the simplest methods for synthesis of circuits for logical functions	7	2	2	0	4	3
Тема 6. Элементы логического языка первого порядка / Elements of the first order logical language	7	2	2	0	4	3
Тема 7. Модели формул логического языка первого порядка / Models of the first order logical language	12	4	4	0	8	4
Тема 8. Нахождение количественных характеристик формул логического языка первого порядка / Finding quantitative characteristics of the first order logical language	13	4	4	0	8	5
Тема 9. Логический вывод / Logical deduction	13	4	4	0	8	5
Тема 10. Канонические формы предложений в логике первого порядка / Canonical form of sentences in the first order logic	8	2	2	0	4	4
Текущий контроль (КСР)	2					
Промежуточная аттестация – экзамен	36					
Итого 5-й семестр	144	32	32	0	64	42

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа. Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (экзамен по окончании 5-го семестра).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Выполнение домашних практических заданий с последующей проверкой и обсуждением. Изучение литературы и проработка теоретического материала лекционных занятий.

Образовательный материал для самостоятельной работы студента:

1. Сорочан С. В. Основы дискретной математики. Учебно-методическое пособие (на английском языке). Электронное издание. 2012.
http://eng.unn.ru/images/files/bach_it/Osnovy_diskretnoy_matematiki.pdf

- 6 2. Алексеев В.Е., Киселева Л.Г., Смирнова Т.Г. Сборник задач по дискретной математике: Задачник. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. – 80с. // Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 487.12.08.
http://www.unn.ru/books/met_files/alekseev.pdf
3. Алексеев В. Е., Таланов В. А. Графы и алгоритмы. Структуры данных. Модели вычислений. М.: ИНТУИТ.РУ, Бином. Лаборатория знаний, 2012.
<http://www.intuit.ru/studies/courses/101/101/info>
4. Алексеев В. Е., Захарова Д. В. Теория графов. Электронное издание. 2012.
<http://www.unn.ru/books/resources.html> 482.12.08.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности 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 незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<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.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

			объеме.	недочетами.		объеме.	
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. 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.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	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»
не зачтено	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. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1. Контрольные вопросы

вопросы	Код формируемой компетенции
1. Каковы область определения и область значений логической функции? / What are the domain and the range of a logical function?	УК-1
2. Какими способами можно задать логическую функцию? / What are the ways to give a logical function?	УК-1
3. Приведите формулу для числа логических функций от n переменных / Give the formula for the number of n -variable logical functions	УК-1

84. Какие логические операции обладают свойствами коммутативности и ассоциативности? / Which logical operations have the properties of commutativity and associativity?	УК-1
5. Сформулируйте основные законы алгебры логики / Formulate main identities of logic algebra	УК-1
6. Сформулируйте законы де-Моргана для логических функций / Formulate de Morgan's laws for logical functions	УК-1
7. Какие переменные для логической функции называются существенными? / Which variables of logical function are called essential?	УК-1
8. Приведите общий вид совершенной дизъюнктивной нормальной формы (СДНФ) для функции от n переменных / Give general view of PDNF for n -variable function	УК-1
9. Проиллюстрируйте метод построения СДНФ на примере функции от трех переменных, заданной вектором (10011101) / Illustrate the method for constructing PDNF for a function of 3 variables given by vector (10011101)	УК-1
10. Чем отличается дизъюнктивная нормальная форма (ДНФ) от СДНФ? / What is the difference between DNF and PDNF?	УК-1
11. Любую ли логическую функцию можно представить в виде СДНФ? / Can any logical function be represented by PDNF?	УК-1
12. Приведите общий вид совершенной конъюнктивной нормальной формы (СКНФ) для функции от n переменных / Give general view of PCNF for n -variable function	УК-1
13. Проиллюстрируйте метод построения СКНФ на примере функции от трех переменных, заданной вектором (10011101) / Illustrate the method for constructing PCNF for a function of 3 variables given by vector (10011101)	УК-1
14. Приведите общий вид полинома Жегалкина для функции от n переменных / Give general view of Zhegalkin polynomial for n -variable function	УК-1
15. Является ли полином Жегалкина единственным для логической функции? / Is Zhegalkin polynomial unique for any logical function?	УК-1
16. Какие методы построения полинома Жегалкина вы знаете? / Which methods do you know for constructing Zhegalkin polynomial?	УК-1
17. Дайте определение операции суперпозиции булевых функций / Give the definition of superposition for Boolean functions	УК-1
18. Дайте определение замыкания системы функций / Give definition of closure for a system of functions	УК-1
19. Какое множество логических функций называется замкнутым? / Which set of logical functions is called closed?	УК-1
20. Перечислите свойства замыкания / List properties of closure	УК-1
21. Какое множество логических функций называется полным? Приведите пример полной системы функций / Which set of logical functions is called complete. Give an example of complete system of functions	УК-1
22. Приведите пример полной системы, содержащей одну функцию / Give an example of complete system consisting of a single function	УК-1
23. Сформулируйте теорему о сведении. Что позволяет устанавливать теорема о сведении? / Formulate reduction theorem. What does the theorem allow to state?	УК-1
24. Дайте определение двойственной функции / Give definition of dual function	УК-1
25. Сформулируйте принцип двойственности для функции, заданной булевой формулой / Formulate duality principle for a function given by Boolean formula	УК-1
26. Какая функция называется самодвойственной? Приведите примеры самодвойственных и несамоподобных функций / Which function is called self-dual? Give examples of self-dual and non-self-dual	УК-1

functions	
27. Сформулируйте лемму о несамодвойственной функции / Formulate lemma on non-self-dual function	УК-1
28. Какая функция называется монотонной? Приведите примеры монотонных и немонотонных функций / Which function is called monotonic? Give examples of monotonic and non-monotonic functions	УК-1
29. Сформулируйте лемму о немонотонной функции / Formulate lemma on non-monotonic function	УК-1
30. Какая функция называется линейной? Приведите примеры линейных и нелинейных функций / Which function is called linear? Give examples of linear and non-linear functions	УК-1
31. Сформулируйте лемму о нелинейной функции / Formulate lemma on non-linear function	УК-1
32. Перечислите важнейшие замкнутые классы логических функций. Сформулируйте теорему Поста о функциональной полноте / List main closed classes of logical functions. Formulate Post theorem on functional completeness	УК-1
33. Какой класс функций называется предполным? Какие предполные классы вы знаете? / Which class of functions is called pre-complete? Which pre-complete classes do you know?	УК-1
34. Какой класс функций называется базисом? Какое наименьшее и наибольшее число функций может содержать базис? / Which class of functions is called basis? Which minimum and maximum number of functions can a basis contain?	УК-1
35. Что представляет собой схема из функциональных элементов (СФЭ)? Может ли СФЭ содержать цикл? / What is a circuit of functional elements? Can the circuit contain a cycle?	УК-1
36. Сформулируйте теорему о разложении функции по переменной. На примере функции, заданной вектором (00101110), продемонстрируйте метод построения СФЭ, основанный на разложении по переменной / Formulate theorem on decomposition of a function by a variable. Taking the function given by the vector (00101110), demonstrate the method for circuit constructing based on the decomposition by a variable	УК-1
37. На примере функции, заданной вектором (00101110), продемонстрируйте метод построения СФЭ, основанный на использовании ДНФ / Taking the function given by the vector (00101110), demonstrate the method for circuit constructing based on the use of DNF	
38. Какова верхняя оценка сложности схемы при использовании метода, основанного на разложении по переменной? Какова верхняя оценка сложности схемы при использовании метода, основанного на ДНФ? / What is the upper bound for the complexity of a circuit using the method based on decomposing by a variable? What is the upper bound for the complexity of a circuit using the method based on DNF?	УК-1
39. Логический язык первого порядка / First order logical language	ОПК-1
40. Понятие интерпретации формул логического языка первого порядка / Concept of interpretation of first order logical formulae	ОПК-1
41. Графический и табличный способы задания структур на конечных универсах, примеры / Graphical and table ways to give structures on finite universes, examples	ОПК-1
42. Формула подсчета числа всех структур на конечных универсах. Понятие числа моделей и доли выполнимости предложений логического языка первого порядка, примеры их вычисления / Formula for counting the number of all structures on finite universes. Concept of model number and satisfiability ratio for the first order logical sentences, examples of their calculation	ОПК-1
43. Понятие исключаяющих кванторов. Выражение истинностных значений формул, содержащих исключаяющие кванторы / Concept of excluding quantifiers. Expressing truth values of formulae containing	ОПК-1

excluding quantifiers	
44. Понятие Γ -формулы. Логическая равносильность любой формулы языка первого порядка некоторой Γ -формуле, примеры / Concept of gamma-formula. Logical congruence of any first order logical formula to some gamma-formula, examples	ОПК-1
45. Логический вывод. Формальные понятия доказательства и правила вывода, пример. Разветвляющие и неразветвляющие правила / Logical deduction. Formal concepts of proof and deduction rules, example. Branching and non-branching rules	ОПК-1
46. Логический вывод. Определение поискового дерева, правила его расширения. Лемма о поисковых последовательностях (формулировка) / Logical deduction. Definition of searching tree, rules for its expansion. Lemma on searching sequences (formulation)	ОПК-1
47. Понятие дерева-доказательства. Понятие выводимости формулы A из множества гипотез Γ . Теорема о корректности дедуктики (формулировка) / Concept of proof tree. Concept of deducibility of a formula A from a set of hypotheses Γ . Deduction correctness theorem (formulation)	ОПК-1
48. Понятие ветви поискового дерева, насыщенной относительно заданного множества параметров. Понятие полного поискового дерева. Лемма о существовании полного дерева / Concept of a branch in searching tree sated with respect to given set of parameters. Concept of complete searching tree. Lemma on the existence of complete tree	ОПК-1
49. Логический вывод. Теоремы о полноте и об адекватности дедуктики. Теорема о компактности / Logical deduction. Theorems on deduction completeness and adequacy. Compactness theorem	ОПК-1
50. Канонические формы предложений в логике первого порядка. Предваренные нормальные формы / Canonical sentence forms in the first order logic. Prefix normal forms	ОПК-1
51. Канонические формы предложений в логике первого порядка. Понятия сингулярной и примарной формул / Canonical sentence forms in the first order logic. Concepts of singular and primary formulae	ОПК-1
52. Канонические формы предложений в логике первого порядка. Понятие атомарно замкнутой и антипрефиксной формул / Canonical sentence forms in the first order logic. Concepts of atomically closed and anti-prefix formulae	ОПК-1

5.2.2. Типовые тестовые задания (тесты) для оценки сформированности компетенции УК-1.

1. Выяснить, является ли линейной функция $f(\tilde{x}^2) = x_1 \rightarrow (x_2 \rightarrow \overline{x_1 x_2})$ /

Find whether the function $f(\tilde{x}^2) = x_1 \rightarrow (x_2 \rightarrow \overline{x_1 x_2})$ is linear.

2. Выяснить, является ли функция $\tilde{f} = (011010\emptyset)$, заданная векторно, самодвойственной /

Find whether the function given by vector $\tilde{f} = (011010\emptyset)$ is self-dual.

3. Выяснить, является ли монотонной функция $\tilde{f} = (01101001)$, заданная векторно /

Find whether the function given by vector $\tilde{f} = (011010\emptyset)$ is monotonic.

5.2.3. Типовые тестовые задания (тесты) для оценки сформированности компетенции ОПК-1.

1. Какие из нижеприведённых последовательностей символов являются **подформулами** формулы 11

$\forall x[P(x) \vee \exists y[\neg Q(y) \& R(x, f(y))]]$? /

Which of the following sequences are **subformulae** of the formula $\forall x[P(x) \vee \exists y[\neg Q(y) \& R(x, f(y))]]$?

- 1) x
- 2) $P(x)$
- 3) $f(y)$
- 4) $Q(y) \& R(x, f(y))$
- 5) $\forall x P(x)$
- 6) $\exists y[\neg Q(y) \& R(x, f(y))]$
- 7) $\forall x \exists y[\neg Q(y) \& R(x, f(y))]$

2. Какие из нижеприведённых формул являются **предложениями**? /

Which of the following formulae are **sentences**?

1. $P(x)$
2. $\exists x P(x)$
3. $\exists x R(x, y)$
4. $\forall x \exists y R(x, y)$
5. $\forall x [P(x) \vee Q(x)]$
6. $\forall x [P(x) \vee Q(y)]$
7. $\forall x [P(x) \vee \exists y Q(y)]$
8. $\forall x [P(x) \vee \exists y R(x, y)]$
9. $[\forall x P(x)] \vee [\exists y R(x, y)]$

3. Какие из нижеприведённых формул являются **выполнимыми**? /

Which of the following formulae are **satisfiable**?

- 1) $\exists x P(x)$
- 2) $\exists x [P(x) \& \neg P(x)]$
- 3) $[\forall x P(x)] \& [\forall x \neg P(x)]$
- 4) $\exists x [P(x) \vee \neg P(x)]$
- 5) $[\forall x P(x)] \vee [\forall x \neg P(x)]$
- 6) $[\forall x P(x)] \& [\exists x \neg P(x)]$

5.2.4. Типовые задачи для оценки сформированности компетенции УК-1.

Задача 1. Перечислить все существенные и фиктивные переменные у следующих функций от трех переменных: /

List all essential and fictitious variables of the following 3-variable functions:

1) $\tilde{f} = (100110\emptyset)$;

2) $f = ((x_1 \rightarrow \overline{x_2}) \oplus (x_2 \rightarrow \overline{x_3})) \vee (x_2 \rightarrow x_3)$.

Задача 2. Для следующей функции построить СДНФ и СКНФ: /

Construct PDNF and PCNF for the following function:

$$f(\tilde{x}^3) = (\overline{x_1} \cdot x_2 \oplus x_3) \cdot (x_1 \cdot x_3 \rightarrow x_2).$$

5.2.5. Типовые задачи для оценки сформированности компетенции ОПК-1.

Задача 1. Найдите все термы, атомарные формулы и подформулы, содержащиеся в заданной формуле логического языка первого порядка. Определите число моделей этой формулы на n -элементном

12универсе и подсчитайте ее долю выполнимости, найдите ее предел при $n \rightarrow \infty$. Постройте какую-нибудь модель этой формулы на универсе из четырех элементов: /

Find all terms, atomic formulae and subformulae being contained to the given first order logical formula. Determine model number of the formula on n -element universe and count its satisfiability ratio, find its limit when при $n \rightarrow \infty$. Construct some model of the formula on the universe of 4 elements:

$$\forall x \exists y \forall z [[P(x) \& \neg Q(y)] \vee [R(z) \& Q(x)]]$$

Задача 2. Приведите заданную формулу к антипрефиксному виду. Пользуясь теоремой Глебского, вычислите предел ее доли выполнимости /

Transform given formula to anti-prefix form. Using Glebsky theorem, calculate the limit of its satisfiability ratio:

$$\forall x \exists y \forall z [[P(x) \& \neg Q(y)] \vee [R(z) \& Q(x)]]$$

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

Dirk van Dalen. Logic and Structure. Springer Science & Business Media. 2012.

<http://www.springer.com/gp/book/9781447145578>

б) дополнительная литература:

Yu. I. Manin. A Course in Mathematical Logic for Mathematicians. Springer Science & Business Media. 2009.

<http://www.springer.com/us/book/9781475743852>

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

1. Сорочан С. В. Основы дискретной математики. Учебно-методическое пособие (на английском языке). Электронное издание. 2012.
http://eng.unn.ru/images/files/bach_it/Osnovy_diskretnoy_matematiki.pdf
2. Алексеев В.Е., Киселева Л.Г., Смирнова Т.Г. Сборник задач по дискретной математике: Задачник. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. – 80с. // Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 487.12.08.
http://www.unn.ru/books/met_files/alekseev.pdf
3. Алексеев В. Е., Таланов В. А. Графы и алгоритмы. Структуры данных. Модели вычислений. М.: ИНТУИТ.РУ, Бином. Лаборатория знаний, 2012.
<http://www.intuit.ru/studies/courses/101/101/info>
4. Алексеев В. Е., Захарова Д. В. Теория графов. Электронное издание. 2012.
<http://www.unn.ru/books/resources.html> 482.12.08.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой (лекционного и семинарского типа), оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной¹³ техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО /ОС ННГУ _____.

Автор: к.ф.-м.н., доц. _____ Сорочан С. В.

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой: д.ф.м.н., проф. _____ Кузнецов М. И.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 01.12.2021 года, протокол № 2.