

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

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол от
30.11.2022 №13

Рабочая программа дисциплины

Математические основы информатики

Уровень высшего образования
бакалавриат

Направление подготовки
090303 Прикладная информатика

Направленность образовательной программы
Прикладная информатика в информационной сфере

Форма обучения
очная

Нижний Новгород
2021

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части.

№ 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.10 «Математические основы информатики» относится к обязательной части ООП направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика.

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**	
ОПК-2. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1. Демонстрирует знание принципов работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства	ЗНАТЬ основные понятия и результаты математических основ информатики: 1) основные алгоритмы теории графов; 2) понятие логической функции и способы ее задания; 3) основные законы булевой алгебры; 4) нормальные формы и полиномы Жегалкина, способы их построения; 5) теоремы о единственности совершенной дизъюнктивной нормальной формы (совершенной ДНФ) и полинома Жегалкина; 6) понятие двойственной функции в алгебре логики, принцип двойственности; 7) понятия замыкания и замкнутого класса, важнейшие замкнутые классы; 8) понятие полной системы функций, теорему Поста о функциональной полноте; 9) понятия предполного класса и базиса, следствия из теоремы Поста о числе предполных классов и мощности базисов; 10) понятие схемы алфавитного кодирования, префиксного кода; 11) постановку задачи оптимального алфавитного кодирования и алгоритм Хаффмана ее решения.	Собеседование Тест
	ОПК-2.2. Демонстрирует умение применять	Уметь решать стандартные задачи курса "Математические основы информатики": 1) для двудольного графа решить задачу о	Задача Контрольная работа

	современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.	<p>паросочетании;</p> <p>2) находить наибольшее независимое множество, хроматическое число, хроматический индекс, кратчайший путь в графе;</p> <p>3) для логической функции строить нормальные формы и полином Жегалкина;</p> <p>4) распознавать принадлежность логической функции важнейшим замкнутым классам: сохраняющим константу 0, константу 1, линейных, самодвойственных, монотонных функций;</p> <p>5) применять теорему Поста и следствия из нее для распознавания полноты системы функций и построения базисов;</p> <p>6) решать задачу оптимального алфавитного кодирования, используя алгоритм Хаффмана.</p>	
	ОПК-2.3. Демонстрирует наличие практического опыта решения задач профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства.	Владеть навыком и опытом использования основных методов дисциплины при решении практических задач, навыком и опытом сбора информации для решения практических задач.	Задача Контрольная работа

3. Структура и содержание дисциплины «Математические основы информатики»

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ
Часов по учебному плану	180
в том числе	
контактная работа:	67
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	32
- текущий контроль (КСР)	3
самостоятельная работа	77
Промежуточная аттестация – экзамен	36

3.2. Содержание дисциплины

форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	В том числе Всего				
	Всего (часы)	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего
Алгоритмы теории графов. Паросочетания. Метод увеличивающих цепей. Паросочетания в двудольном графе. Независимые множества, клики. Переборный и эвристические алгоритмы для задачи о независимом множестве. Раскраски. Задача о кратчайших путях. Алгоритм Дейкстры.	36	8	8		16
Логические функции, способы задания и простейшие свойства. Операции конъюнкции, дизъюнкции, отрицания. Основные законы булевой алгебры. Двойственность. Методы построения нормальных форм и полиномов, теоремы о единственности совершенной дизъюнктивной нормальной формы и полинома Жегалкина. Понятие суперпозиции.	36	8	8		16
Замкнутые классы и полнота систем логических функций. Полная система функций. Важнейшие замкнутые классы, теорема Поста о полноте. Понятия предполного класса и базиса, следствия из теоремы Поста о числе предполных классов и мощностях базисов.	33	8	8		16
Введение в теорию информации и кодирования. Сообщения. Мера количества информации. Теорема Шеннона о величине энтропии. Алфавитное кодирование. Свободные и префиксные коды. Неравенство Мак-Миллана – необходимое условие взаимной однозначности кода. Алгоритм Маркова. Алгоритм Шеннона построения префиксного кода по спектру длин элементарных кодов. Задача оптимального кодирования, алгоритм Хаффмана построения оптимального префиксного кода.	36	8	8		16
Текущий контроль	3				3

Промежуточная аттестация: экзамен	36					
Итого	180	32	32	0	67	77

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий семинарского и практического типа. Итоговый контроль осуществляется на экзамене (в традиционной форме).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Для самоконтроля у студента имеется возможность изучения материала в дистанционном управляемом курсе (требуется авторизация): <https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=1683>

Самостоятельная работа студента включает в себя подготовку к аудиторным занятиям, самостоятельную работу по каждому разделу дисциплины, подготовку ко всем видам контрольных испытаний, в том числе и к экзамену.

Виды самостоятельной работы студентов

- Выполнение домашних практических заданий.
- Тестирование.
- Чтение справочной, методической и научной литературы.
- Подготовка к выполнению письменных контрольных работ.
- Подготовка к промежуточной аттестации в форме экзамена.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, 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 несущественных 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	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные	Продемонстрированы все основные умения, Решены все основные

	умений вследствие отказа обучающегося от ответа	умения. Имели место грубые ошибки.	задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<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	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 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 для оценки компетенции ОПК-2

1. Дайте определение паросочетания.
2. Какое паросочетание называется максимальным?
3. Какое паросочетание называется наибольшим?

4. Чем отличается наибольшее паросочетание от максимального? Привести примеры.
5. Дайте определение увеличивающей цепи.
6. Какое множество вершин называется независимым?
7. Дайте определение максимального независимого множества.
8. Дайте определение наибольшего независимого множества.
9. Чем отличается наибольшее независимое множество от максимального? Привести примеры.
10. Какая раскраска вершин называется правильной?
11. В чем состоит задача о правильной раскраске вершин?
12. Дайте определение хроматического числа графа.
13. В чем состоит задача о правильной раскраске ребер?
14. Дайте определение хроматического индекса графа.
15. Дайте определение реберного графа.
16. Какой граф называется взвешенным?
17. Как найти кратчайший путь в графе?
18. Дайте определение логической функции.
19. Каковы область определения и область значений логической функции?
20. Какими способами можно задать логическую функцию?
21. Приведите формулу для числа логических функций от n переменных.
22. Сформулируйте основные законы алгебры логики.
23. Сформулируйте законы де-Моргана.
24. Какие переменные для логической функции называются существенными?
25. Приведите общий вид совершенной дизъюнктивной нормальной формы (СДНФ) для функции от n переменных.
26. Проиллюстрируйте метод построения СДНФ на примере функции от трех переменных, заданной вектором (10011101).
27. Чем отличается дизъюнктивная нормальная форма (ДНФ) от СДНФ?
28. Любую ли логическую функцию можно представить в виде СДНФ?
29. Приведите общий вид совершенной конъюнктивной нормальной формы (СКНФ) для функции от n переменных.
30. Проиллюстрируйте метод построения СКНФ на примере функции от трех переменных, заданной вектором (10011101).
31. Приведите общий вид совершенной конъюнктивной нормальной формы (СКНФ) для функции от n переменных.
32. Приведите общий вид полинома Жегалкина для функции от n переменных.
33. Является ли полином Жегалкина единственным для логической функции?
34. Какие методы построения полинома Жегалкина вы знаете?
35. Дайте определение операции суперпозиции.
36. Дайте определение замыкания системы функций.
37. Какое множество логических функций называется замкнутым?
38. Перечислите свойства замыкания.
39. Какое множество логических функций называется полным? Приведите пример полной системы функций.
40. Приведите пример полной системы, содержащей одну функцию.
41. Сформулируйте теорему о сведении. Что позволяет устанавливать теорема о сведении?
42. Дайте определение двойственной функции.
43. Сформулируйте принцип двойственности для функции, заданной булевой формулой.
44. Какая функция называется самодвойственной? Приведите примеры самодвойственных и несамодвойственных функций.

45. Сформулируйте лемму о несамодвойственной функции.
46. Какая функция называется монотонной? Приведите примеры монотонных и немонотонных функций.
47. Сформулируйте лемму о немонотонной функции.
48. Какая функция называется линейной? Приведите примеры линейных и нелинейных функций.
49. Сформулируйте лемму о нелинейной функции.
50. Перечислите важнейшие замкнутые классы логических функций.
51. Сформулируйте теорему Поста о функциональной полноте.
52. Какой класс функций называется предполным?
53. Какие предполные классы вы знаете?
54. Какой класс функций называется базисом?
55. Какое наименьшее число функций может содержать базис?
56. Какое наибольшее число функций может содержать базис?
57. Что представляет собой схема алфавитного кодирования?
58. Сформулируйте неравенство Мак-Миллана.
59. Какой код называется префиксным? Приведите пример.
60. Какой код называется оптимальным?

5.2.2. Образец контрольной работы по алгебре логики (оценка формирования компетенций ОПК-2).

Вариант № 1

1. Верно ли тождество $(x_1 x_2 \vee x_1 x_3 \vee x_2 x_3) \oplus x_1 \oplus x_2 \oplus x_3 = \overline{x_1 x_2 x_3} \vee x_1 \vee x_2 \vee x_3$.
2. Найдите и удалите фиктивные переменные у функции, заданной вектором значений $\tilde{f} = 0111100101111001$. Для функции, полученной после удаления фиктивных переменных, постройте СДНФ, полином Жегалкина.
3. Выясните, полна ли система функций $\{(x_1 \rightarrow x_2) \rightarrow x_3, \overline{x_1 \oplus x_2 \oplus x_3}\}$.
4. Сколько функций от переменных x_1, x_2, \dots, x_n содержит множество $S \cup (T_0 - T_1)$?
5. Постройте оптимальное двоичное кодирование для алфавита $A = \{a_1, a_2, \dots, a_8\}$ с набором частот $P = (0.2, 0.12, 0.35, 0.05, 0.08, 0.1, 0.04, 0.06)$.
6. Выясните, является ли код $V = \{01, 12, 012, 0102, 020112\}$ взаимно-однозначным. Существует ли спектрально эквивалентный ему двоичный префиксный код?

5.2.3. Образец типовых тестовых заданий для оценивания компетенции ОПК-2

Приведены варианты ответов, правильный вариант отмечен знаком «+»

Вариант 1

1. Используя алгоритм Дейкстры, по матрице расстояний найти кратчайшее расстояние между вершинами 1 и 6.

		1	2	3	4	5	6
1	0	5	8	7	18	∞	
2	∞	0	11	∞	∞	∞	
3	∞	∞	0	∞	∞	17	
4	∞	10	12	0	6	∞	
5	∞	7	8	∞	0	11	
6	∞	∞	∞	∞	∞	0	

1) 24 2) 27 3) 19 4) 25

2. Определить фиктивные переменные у логической функции, заданной векторно $\tilde{f} = 0111100101111001$.

1) x_1 (+) 2) x_2 3) x_3 4) x_4

3. Задана функция $(x_1 \rightarrow x_3) \rightarrow x_2$.

Найти все элементарные конъюнкции, входящие в СДНФ функции.

1) $\bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3$ 2) $\bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3$ 3) $\bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3$ (+) 4) $\bar{x}_1 x_2 x_3$ (+)

5) $x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3$ (+) 6) $x_1 \bar{x}_2 x_3$ 7) $x_1 x_2 \bar{x}_3$ (+) 8) $x_1 x_2 x_3$ (+)

Найти все мономы, входящие в полином Жегалкина для этой функции.

1) $x_1 x_2 x_3$ (+) 2) $x_1 x_2$ (+) 3) $x_1 x_3$ (+) 4) $x_2 x_3$ 5) x_1 (+) 6) x_2 (+) 7) x_3 8) 1

Является ли она самодвойственной?

1) да 2) нет (+)

Является ли она монотонной?

1) да 2) нет (+)

Является ли она линейной?

1) да 2) нет (+)

4. Для полноты системы функций

1) необходимо чтобы она целиком не содержалась в классах T_0, T_1, S, M, L ; (+)

2) достаточно чтобы она целиком не содержалась в классах T_0, T_1, S, M, L . (+)

5. Определить функции, принадлежащие классу $(L \cup T_0) \cap \bar{T}_1$:

1) x 2) \bar{x} (+) 3) $x \oplus y$ (+) 4) $x \sim y$

6. Верно ли, что если $f \in T_0 \cap T_1$, то $f \in S$?

1) да (+) 2) нет

7. Пусть $B = \{b_1, b_2, b_3\}$ - алфавит, для которого задан код $V = (1, 010, 101)$. Выяснить, является ли кодовое слово $\alpha = 1010101$ кодом ровно одного сообщения.

1) да 2) нет(+)

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Глухов М.М., Козлитин О.А., Шапошников В.А., Шишков А.Б. Задачи и упражнения по математической логике, дискретным функциям и теории алгоритмов: Учебное пособие. – СПб: Изд-во «Лань», 2008. – 112с. Электронный ресурс

https://e.lanbook.com/book/112#book_name

2. Шоломов Л.А. Основы теории дискретных логических и вычислительных устройств. Учебное пособие. – СПб: Изд-во «Лань», 2011. – 432 с. . Электронный ресурс

<https://e.lanbook.com/book/1556>

б) дополнительная литература:

1. Копылов В.И. Курс дискретной математики. – СПб: Изд-во «Лань», 2011. – 208 с. .

Электронный ресурс <https://e.lanbook.com/book/1798>

2. Мальцев И.А. Дискретная математика. – СПб: Изд-во «Лань», 2011. – 304 с. . Электронный ресурс <https://e.lanbook.com/book/638>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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 компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика».

Автор: доцент кафедры алгебры, геометрии и дискретной математики,

к.ф.-м.н., доцент _____ Смирнова Т.Г.

Рецензент профессор _____ Федосенко Ю.С.

Заведующий кафедрой алгебры, геометрии и дискретной математики

д.ф.-м.н., профессор _____ Золотых Н.Ю.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

07.12.2022 протокол №4