

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Учебно-методическое объединение по образованию  
в области информатики и радиоэлектроники

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра образования  
Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ А.Г. Баханович

\_\_\_\_\_

Регистрационный № \_\_\_\_\_

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА**

**Примерная учебная программа по учебной дисциплине  
для специальности**

**6-05-0612-02 Информатика и технологии программирования**

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель Учебно-методического  
объединения по образованию в  
области информатики и  
радиоэлектроники

\_\_\_\_\_ В.А. Богуш

\_\_\_\_\_

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Главного управления  
профессионального образования  
Министерства образования  
Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ С.Н. Пищов

\_\_\_\_\_

**СОГЛАСОВАНО**

Проректор по научно-методической  
работе Государственного учреждения  
образования «Республиканский  
институт высшей школы»

\_\_\_\_\_ И.В. Титович

\_\_\_\_\_

Эксперт-нормоконтролер

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Минск 2024

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Н.Г.Егорова, доцент кафедры информатики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент.

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра информационных технологий и математики учреждения образования «БИП – Университет права и социально-информационных технологий» (протокол № 9 от 30.04.2024);

Д.В.Васильев, заведующий отделом теории чисел и дискретной математики государственного научного учреждения «Институт математики Национальной академии наук Беларуси», кандидат физико-математических наук

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:**

Кафедрой информатики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 7 от 26.02.2024);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_);

Научно-методическим советом по разработке программного обеспечения и информационно-коммуникационным технологиям Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 11 от 10.06.2024)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Примерная учебная программа по учебной дисциплине «Математическая логика» разработана для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 6-05-0612-02 «Информатика и технологии программирования» в соответствии с требованиями образовательного стандарта общего высшего образования и примерного учебного плана вышеуказанной специальности.

Учебная дисциплина «Математическая логика» является математической основой современных информационных технологий, рассматривается как язык и математические средства построения и анализа моделей в области проектирования автоматизированных систем управления, обработки информации и конструирования средств вычислительной техники и электронных устройств. Знания и навыки, полученные при изучении курса математической логики, являются общепрофессиональными, формируют базовый уровень знаний инженера и необходимы для освоения других учебных дисциплин учебного плана специальности 6-05-0612-02 «Информатика и технологии программирования». Большое значение в рамках изучения учебной дисциплины «Математическая логика» уделяется с таким разделам математической логики как булевы функции, логика высказываний, логика предикатов, теория множеств.

Воспитательное значение учебной дисциплины «Математическая логика» заключается в формировании у обучающихся математической культуры и научного мировоззрения; развитии исследовательских умений, аналитических способностей, креативности, необходимых для решения научных и практических задач; развитии познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности; формировании способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации.

Изучение данной учебной дисциплины способствует созданию условий для формирования интеллектуально развитой личности обучающегося, которой присущи стремление к профессиональному совершенствованию, активному участию в экономической и социально-культурной жизни страны, гражданская ответственность и патриотизм.

### ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины: освоение основ теории логических функций, теории множеств и отношений, основных положений и аппарата математической логики, а также приобретение навыков практического применения полученных знаний для решения инженерных и научно-исследовательских задач.

Задачи учебной дисциплины:

- приобретение знаний по разделам теории булевых функций, логики высказываний, логика предикатов, теории множеств;
- освоение принципов решения задач математической логики;
- приобретение навыков использования изученных разделов в научной и инженерной деятельности;
- освоение терминологической и понятийной базы, необходимой для самостоятельного изучения специальной математической литературы;
- формирование понимания основ дискретных моделей;
- развитие логического мышления.

Базовыми учебными дисциплинами для учебной дисциплины «Математическая логика» являются «Основы алгоритмизации и программирования», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра». В свою очередь учебная дисциплина «Математическая логика» является базой для таких учебных дисциплин, как «Дискретная математика», «Программирование».

### ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Математическая логика» формируются следующие компетенции:

- универсальная:* обладать навыками творческого аналитического мышления;
- базовая профессиональная:* применять основы теории логических функций, основы теории множеств и отношений, основные положения математической логики, аппарат математической логики для решения прикладных задач;

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:

- знать:*
  - основы теории булевых функций;
  - основы теории множеств и отношений;
  - основные понятия и законы математической логики, области и методы ее применения;
- уметь:*
  - применять на практике методы минимизации булевых функций;
  - строить модели простых математических рассуждений с использованием языка математической логики;
  - исследовать структуру математических доказательств;
- владеть:*
  - системой понятий математической логики;
  - совокупностью умений и навыков решения стандартных задач.

Примерная учебная программа рассчитана на 108 учебных часов, из них – 50 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 26 часов, практические занятия – 24 часа.

### ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела, темы	Всего аудиторных часов	Лекции	Практические занятия, часы
<b>Раздел 1. Булевы функции</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
Тема 1. Булевы функции и их свойства	4	2	2
Тема 2. Теорема о функциональной полноте	4	2	2
Тема 3. Минимизация булевых функций. Основные методы минимизации	4	2	2
Тема 4. Минимизация неполностью определенных булевых функций	4	2	2
<b>Раздел 2. Элементы теории множеств и отношений</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
Тема 5. Основные понятия и определения теории множеств. Алгебра множеств	8	4	4
Тема 6. Множества конечные и бесконечные	4	2	2
Тема 7. Соответствия, отображения. Отношения	4	2	2
<b>Раздел 3. Элементы математической логики</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>8</b>
Тема 8. Основные понятия и определения математической логики	4	2	2
Тема 9. Правила вывода в исчислении высказываний	4	2	2
Тема 10. Логика предикатов	4	2	2
Тема 11. Правила вывода в исчислении предикатов	6	4	2
<b>Итого:</b>	<b>50</b>	<b>26</b>	<b>24</b>

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Раздел 1. БУЛЕВЫ ФУНКЦИИ

#### Тема 1. БУЛЕВЫ ФУНКЦИИ И ИХ СВОЙСТВА

Определение булевых функций, основные свойства, набор значений аргументов. Способы задания булевых функций. Функции одной переменной. Таблица функций двух переменных. Равносильные преобразования формул: коммутативный, ассоциативный, дистрибутивный законы, правила Де-Моргана. Следствия из законов алгебры логики: операции склеивания, поглощения, правила развертывания логических выражений. Применение булевой алгебры.

#### Тема 2. ТЕОРЕМА О ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОЛНОТЕ

Пять классов функций. Операции суперпозиции и подстановки переменных. Основная функционально полная система логических связей (ОФПС). Базис Жегалкина, функции Шеффера и Пирса.

#### Тема 3. МИНИМИЗАЦИЯ БУЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ МИНИМИЗАЦИИ

Вхождение функции в функцию. Импликанты. Теорема Квайна-Мак-Класки. Сокращенные, тупиковые, минимальные формы. Метод импликантных матриц. Метод диаграмм Вейча. Метод испытания импликант. Методы получения минимальных конъюнктивных нормальных форм.

#### Тема 4. МИНИМИЗАЦИЯ НЕПОЛНОСТЬЮ ОПРЕДЕЛЕННЫХ БУЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ

Постановка задачи минимизации. Эквивалентные булевы функции. Теорема о минимальных дизъюнктивной и конъюнктивной нормальных формах неполностью определенной функции. Алгоритмы минимизации.

### Раздел 2. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ И ОТНОШЕНИЙ

#### Тема 5. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ. АЛГЕБРА МНОЖЕСТВ

Множество, элемент множества, принцип принадлежности. Способы задания множеств. Понятие подмножества. Операции на множествах. Диаграммы Эйлера. Способы доказательства теоретико-множественных тождеств. Связь между логическими операциями и операциями на множествах.

#### Тема 6. МНОЖЕСТВА КОНЕЧНЫЕ И БЕСКОНЕЧНЫЕ

Определение бесконечных множеств. Множества счетные и континуальные. Свойства счетных множеств. Мощность множества. Формула включений-исключений. Теорема о сравнении мощностей.

## Тема 7. СООТВЕТСТВИЯ, ОТОБРАЖЕНИЯ. ОТНОШЕНИЯ

Соответствие, обратное соответствие, композиция соответствий. Отображения и их свойства. Типы отображений. Функции, операторы, функционалы. Отношения, свойства отношений. Типы отношений: отношения эквивалентности, порядка, доминирования, толерантности.

## Раздел 3. ЭЛЕМЕНТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛОГИКИ

### Тема 8. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛОГИКИ

Понятие высказывания. Логические операции над высказываниями. Формулы алгебры высказываний, виды формул. Применение алгебры высказываний.

### Тема 9. ПРАВИЛА ВЫВОДА В ИСЧИСЛЕНИИ ВЫСКАЗЫВАНИЙ

Операция импликации. Логический вывод. Правила вывода. Дедуктивные и недедуктивные выводы. Правила введения и удаления конъюнкции. Правила введения дизъюнкции. Правила удаления импликации, введения и удаления эквиваленции. Метод Вонга, метод резолюций.

### Тема 10. ЛОГИКА ПРЕДИКАТОВ

Основные понятия и определения. Логические формулы в исчислении предикатов. Основные равносильности логики предикатов. Кванторы общности и существования. Нормальные формы логики предикатов. Приведение формулы к нормальному виду.

### Тема 11. ПРАВИЛА ВЫВОДА В ИСЧИСЛЕНИИ ПРЕДИКАТОВ

Логическое следование. Общезначимость и выполнимость формул. Использование формул логики предикатов в теории доказательств.

**ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ****ЛИТЕРАТУРА****ОСНОВНАЯ**

1. Закревский, А. Д. Логические основы проектирования дискретных устройств / А. Д. Закревский, Ю. В. Поттосин, Л. Д. Черемисинова. – Москва : Физматлит, 2007. – 592 с.
2. Андерсон, Дж. А. Дискретная математика и комбинаторика / А. Дж. Андерсон ; пер. с англ. – Москва : Вильямс, 2003. – 960 с.
3. Белоусов, А. И. Дискретная математика : учебник для вузов / А. И. Белоусов, С. Б. Ткачев ; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. – Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 744 с.
4. Горбатов, В. А. Фундаментальные основы дискретной математики. Информационная математика / В. А. Горбатов. – Москва : Наука, 2000. – 544 с.
5. Петрова, В. Т. Лекции по алгебре и геометрии : учебник для вузов : в 2 ч. Ч. 1. / В. Т. Петрова. – Москва : ВЛАДОС, 1999. – 312 с.
6. Ерусалимский, Я. М. Дискретная математика : теория, задачи, приложения / Я. М. Ерусалимский. – 3-е изд. – Москва : Вузовская книга, 2000. – 280 с.
7. Баканович, Э. А. Дискретная математика : учебное пособие для студентов специальностей Н.08.02.00 и Т.12.01.00 : в 2-х ч. – Ч. 2 : Элементы теории переключательных функций / Э. А. Баканович, Н. А. Волорова, А. В. Епихин. – Минск : БГУИР, 2000. – 52 с.
8. Закревский, А. Д. Основы логического проектирования : в 3 кн. Кн. 1 : Комбинаторные алгоритмы дискретной математики / А. Д. Закревский, Ю. В. Поттосин, Л. Д. Черемисинова. – Минск : НАН РБ, 2004. – 226 с.
9. Закревский, А. Д. Основы логического проектирования : в 3 кн. Кн. 2 : Оптимизация в булевом пространстве / А. Д. Закревский, Ю. В. Поттосин, Л. Д. Черемисинова. – Минск : НАН РБ, 2004. – 240 с.
10. Закревский, А. Д. Основы логического проектирования : в 3 кн. Кн. 3 : Проектирование устройств логического управления / А. Д. Закревский, Ю. В. Поттосин, Л. Д. Черемисинова. – Минск : НАН РБ, 2006. – 254 с.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ**

11. Теория прикладного кодирования : учебное пособие : в 2 т. / В. К. Конопелько, В. А. Липницкий [и др.] ; под ред. проф. В. К. Конопелько. – Минск : БГУИР, 2004. – 285 с.
12. Судоплатов, С. В. Элементы дискретной математики : учебник / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. – Москва : ИНФА-М, 2002. – 280 с.
13. Верещагин, Н. К. Лекции по математической логике и теории алгоритмов : в 3 ч. Ч. 1 : Начала теории множеств / Н. К. Верещагин, А. Шень. – Москва : МЦНМО, 2008. – 128 с.
14. Тишин, В. В. Дискретная математика в примерах и задачах / В. В. Тишин. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2016. – 336 с.



15. Хаггарти, Р. Дискретная математика для программистов / Р. Хаггарти. – Москва : Техносфера, 2004. – 320 с.

16. Фомичев, В. М. Дискретная математика и криптология : курс лекций / В. М. Фомичев ; под ред. Н. Д. Подуфалова. – Москва : ДИАЛОГ – МИФИ, 2003. – 397 с.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических занятий под контролем преподавателя;

решение индивидуальных домашних заданий.

## ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Примерным учебным планом по специальности 6-05-0612-02 «Информатика и технологии программирования» в качестве формы промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Математическая логика» рекомендуется экзамен. Оценка учебных достижений обучающихся производится по десятибалльной шкале.

Для текущего контроля по учебной дисциплине и диагностики компетенций обучающихся могут использоваться следующие формы:

собеседования;

контрольные опросы;

контрольные работы;

отчеты по аудиторным практическим упражнениям с их устной защитой;

индивидуальные типовые задания;

отчеты по домашним практическим упражнениям с их устной защитой.

## РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

Основные рекомендуемые методы (технологии) обучения, отвечающие целям и задачам учебной дисциплины:

лекционно-семинарская система;

элементы проблемного обучения (проблемное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных и практических занятиях;

элементы контролируемого обучения (контрольные опросы, контролируемые домашние задания, контрольные работы), реализуемые на практических (частично на лекционных) занятиях, а также в ходе самостоятельной работы обучающихся.

## ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Булевы функции и их свойства.
2. Теорема о функциональной полноте.
3. Минимизация булевых функций. Основные методы минимизации.
4. Минимизация неполностью определенных булевых функций.
5. Основные понятия и определения теории множеств. Алгебра множеств.
6. Соответствия, отображения. Отношения.
7. Множества конечные и бесконечные.
8. Основные понятия и определения математической логики.
9. Правила вывода в исчислении высказываний.
10. Логика предикатов.
11. Правила вывода в исчислении предикатов.

## ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ (необходимого оборудования, наглядных пособий и т. п.)

1. Среда программирования языков высокого уровня.
2. Система компьютерной алгебры Maple.