

# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по образованию  
в области информатики и радиоэлектроники

## УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования  
Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ И.А. Старовойтова

\_\_\_\_\_

Регистрационный № ТД-\_\_\_\_\_/тип.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА

Типовая учебная программа по учебной дисциплине  
для специальности:

**1-40 04 01 Информатика и технологии программирования**

### СОГЛАСОВАНО

Начальник Управления  
электроники и приборостроения,  
электротехнической и оптико-  
механической промышленности  
Министерства промышленности  
Республики Беларусь  
\_\_\_\_\_ А.С. Турцевич

\_\_\_\_\_

### 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.А. Касперович

\_\_\_\_\_

### СОГЛАСОВАНО

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

\_\_\_\_\_ И.В. Титович

\_\_\_\_\_

Эксперт-нормоконтролер

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Минск 2021

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

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

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра высшей математики учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь» (протокол № 5 от 24.05.2021 г.);

Д.А. Животнюк, заместитель директора по вопросам координации работ эксплуатации программных продуктов ООО «Лайт Вел Организейшн».

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой информатики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 12 от 06.04.2021 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 11 от 18.06.2021 г.);

Научно-методическим советом по разработке программного обеспечения и информационно-коммуникационным технологиям Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 8 от 08.06.2021 г.).

Ответственный за редакцию: С.С. Шишпаронок

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Математическая логика» разработана для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-40 04 01 «Информатика и технологии программирования» в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой ступени и типового 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 1-40 04 01 «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.

### ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, РОЛЬ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины: освоение студентами основ теории логических функций, теории множеств и отношений, основных положений и аппарата математической логики, а также формирование 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;

формирование терминологической и понятийной базы, необходимой для самостоятельного изучения специальной математической литературы;

формирование понимания основ дискретных моделей;

развитие логического мышления.

Базовыми учебными дисциплинами по курсу «Математическая логика» являются «Основы алгоритмизации и программирования», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра». В свою очередь учебная дисциплина «Матема-

тическая 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:

*универсальные:*

владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации;

решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий;

*базовые профессиональные:*

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.

Программа рассчитана на 108 учебных часов, из них – 50 аудиторных.

Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекций – 26 часов, практических занятий – 24 часа.

Программа разработана без учета часов, отводимых на проведение текущей аттестации, определенной типовым учебным планом.

## ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела, темы	Всего аудиторных, часы	Лекции, часы	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-МакКласки. 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. – М. : Физматлит, 2007. – 592 с.
2. Андерсон Джеймс, А. Дискретная математика и комбинаторика / А. Дж. Андерсон ; пер. с англ. – М. : Вильямс, 2003. – 960 с.
3. Белоусов, А. И. Дискретная математика : учебник для вузов / А. И. Белоусов, С. Б. Ткачёв ; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 744 с.
4. Горбатов, В. А. Фундаментальные основы дискретной математики. Информационная математика / В. А. Горбатов. – М. : Наука, 2000. – 544 с.
5. Петрова, В. Т. Лекции по алгебре и геометрии : учебник для вузов : в 2 ч. Ч. 1. / В. Т. Петрова. – М. : ВЛАДОС. – 312 с.
6. Ерусалимский, Я. М. Дискретная математика : теория, задачи, приложения / Я. М. Ерусалимский. – 3-е изд. – М. : Вузовская книга, 2000. – 280 с.
7. Яблонский, С. В. Введение в дискретную математику / С. В. Яблонский. – М. : Наука, 1979. – 278 с.
8. Нефёдов, В. Н. Курс дискретной математики : учебное пособие / В. Н. Нефёдов, В. А. Осипова. – М. : МАИ, 1992. – 264 с.
9. Фудзисава, Т. Математика для радиоинженеров. Теория дискретных структур ; пер. с япон. / Т. Фудзисава, Т. Касами. – М. : Радио и связь, 1984. – 240 с.
10. Кузнецов, О. П. Дискретная математика для инженера / О. П. Кузнецов, Г. М. Адельсон-Вельский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 480 с. : ил.
11. 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. – Мн. : БГУИР, 2000. – 52 с. : ил.
12. Закревский, А. Д. Основы логического проектирования : в 3 кн. Кн. 1 : Комбинаторные алгоритмы дискретной математики / А. Д. Закревский, Ю. В. Поттосин, Л. Д. Черемисинова. – Мн. : НАН РБ, 2004. – 226 с.
13. Закревский, А. Д. Основы логического проектирования : в 3 кн. Кн. 2 : Оптимизация в булевом пространстве / А. Д. Закревский, Ю. В. Поттосин, Л. Д. Черемисинова. – Мн. : НАН РБ, 2004. – 240 с.
14. Закревский, А. Д. Основы логического проектирования : в 3 кн. Кн. 3 : Проектирование устройств логического управления / А. Д. Закревский, Ю. В. Поттосин, Л. Д. Черемисинова. – Мн. : НАН РБ, 2006. – 254 с.



## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

15. Закревский, А. Д. Логический синтез каскадных схем / А. Д. Закревский. – М. : Наука, 1981. – 414 с.
16. Глушков, В. М. Синтез цифровых автоматов / В. М. Глушков. – М. : ГИФМЛ, 1962. – 476 с.
17. Миллер, Р. Теория переключательных схем : в 2 т. Т. 1 / Р. Миллер. – М. : Наука, 1970. – 416 с.
18. Миллер, Р. Теория переключательных схем : в 2 т. Т. 2 / Р. Миллер. – М. : Наука, 1971. – 304 с.
19. Ангер, С. Асинхронные последовательностные схемы / С. Ангер. – М. : Наука, 1977. – 400 с.
20. Баранов, С. И. Синтез микропрограммных автоматов / С. И. Баранов. – Л. : Энергия, 1979. – 232 с.
21. Скляр, В. А. Синтез автоматов на матричных БИС / В. А. Скляр. – Минск : Наука и техника, 1984. – 287 с.
22. Лазарев, В. Г. Синтез управляющих автоматов / В. Г. Лазарев, Е. И. Пийль. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 328 с.
23. Савельев, А. Я. Прикладная теория цифровых автоматов / А. Я. Савельев. – М. : Высшая школа, 1987. – 272 с.
24. Глушков, В. М. Логическое проектирование дискретных устройств / В. М. Глушков, Ю. В. Капитонова, А. Т. Мищенко. – Киев : Наукова думка, 1987. – 264 с.
25. Фридман, А. Теория и проектирование переключательных схем / А. Фридман, П. Менон. – М. : Мир, 1978. – 580 с.
26. Теория прикладного кодирования : учебное пособие : в 2 т. / В. К. Конопелько, В. А. Липницкий [и др.] ; под ред. проф. В. К. Конопелько. – Мн. : БГУИР, 2004.
27. Лидл, П. Конечные поля : в 2 т. / П. Лидл, Г. Нидеррайтер. – М. : Мир, 1988.
28. Горбатов, В. А. Основы дискретной математики : учебное пособие для студентов вузов / В. А. Горбатов. – М. : Высшая школа, 1986. – 311 с.
29. Судоплатов, С. В. Элементы дискретной математики : учебник / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. – М. : ИНФА-М, 2002. – 280 с. – (Серия “Высшее образование”).
30. Бусленко, Н. П. Моделирование сложных систем / Н. П. Бусленко. – М. : Наука, 1968.
31. Верещагин, Н. К. Лекции по математической логике и теории алгоритмов : в 3 ч. Ч. 1 : Начала теории множеств / Н. К. Верещагин, А. Шень. – М. : МЦНМО, 2008. – 128 с.
32. Гиндикин, С. Г. Алгебра логики в задачах / С. Г. Гиндикин. – М. : Наука, 1972. – 288 с.
33. Тишин, В. В. Дискретная математика в примерах и задачах / В. В. Тишин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2016. – 336 с.
34. Хаггарти, Р. Дискретная математика для программистов / Р. Хаггарти. – М. : Техносфера, 2004. – 320 с.

35. Сигорский, В. П. Математический аппарат инженера / В. П. Сигорский. – 2-е изд., стереотип. – Киев : Техника, 1977. – 768 с.

36. Вавилов, Е. Н. Синтез схем электронных цифровых машин / Е. Н. Вавилов, Г. П. Портной. – М. : Советское радио, 1963. – 440 с.

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

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

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 СТУДЕНТА

Типовым учебным планом по специальности 1-40 04 01 «Информатика и технологии программирования» в качестве формы текущей аттестации по учебной дисциплине «Математическая логика» рекомендуется экзамен.

Оценка учебных достижений студента производится по десятибалльной шкале.

Для промежуточного контроля по учебной дисциплине и диагностики компетенций студентов 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;

оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.

## 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 студентов;

обучение, организованное на платформе Moodle.

### 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.