**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Учебно-методическое объединение по образованию

в области информатики и радиоэлектроники

**УТВЕРЖДЕНО**

Первым заместителем Министра

образования Республики Беларусь

А.Г. Бахановичем

**27.11.2024**

Регистрационный **№ 6-05-06-080/пр.**

**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 № 10 от 17.06.2024);

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)

Ответственный за редакцию: С.С.Шишпаронок

**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;

*иметь навык:*

применения системы понятий математической логики;

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 |
| --- | --- | --- | --- |
| **Раздел 1. Булевы функции** | **16** | **8** | **8** |
| 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 |
| **Раздел 2. Элементы теории множеств и отношений**  | **16** | **8** | **8** |
| 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 |
| **Раздел 3. Элементы математической логики** | **18** | **10** | **8** |
| 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 |
| **Итого:** | **50** | **26** | **24** |

**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-Класски. 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. Черемесинова. – Минск : НАН РБ, 2006. – 254 с.

Дополнительная

1. 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.
2. Судоплатов, С. В. Элементы дискретной математики : учебник / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. – Москва : ИНФА-М, 2002. – 280 с.
3. 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.
4. Тишин, В. В. Дискретная математика в примерах и задачах / В. В. Тишин. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2016. – 336 с.
5. Хаггарти, Р. Дискретная математика для программистов / Р. Хаггарти. – Москва : Техносфера, 2004. – 320 с.
6. 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 ОБУЩАЮЩИХСЯ

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.