

**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.

**ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННЫЕ ОСНОВЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ  
СИСТЕМ**

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине  
для специальности:**

**1-40 03 01 Искусственный интеллект**

**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

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**СОСТАВИТЕЛИ:**

В.В. Голенков, профессор кафедры интеллектуальных информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», доктор технических наук, профессор;

Н.А. Гулякина, доцент кафедры интеллектуальных информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат физико-математических наук, доцент;

Д.В. Шункевич, заведующий кафедрой интеллектуальных информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра интеллектуальных систем Белорусского государственного университета (протокол № 15 от 27.05.2021 г.);

О. А. Капцевич, заместитель директора по научной работе ООО «ИнноТехСолюшнс», кандидат технических наук.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой интеллектуальных информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 1 от 30.08.2021 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 2 от 19.11.2021 г.);

Научно-методическим советом по разработке программного обеспечения и информационно-коммуникационным технологиям Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 3 от 08.11.2021 г.).

Ответственный за редакцию: С.С. Шишпаронок

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Теоретико-множественные основы интеллектуальных систем» разработана для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-40 03 01 «Искусственный интеллект» в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой ступени и типового учебного плана вышеуказанной специальности.

Учебная дисциплина «Теоретико-множественные основы интеллектуальных систем» является одной из дисциплин начинающих процесс подготовки студентов по специальности 1-40 03 01 «Искусственный интеллект» и имеет четкую современную практическую направленность. В настоящее время применение теории множеств является повсеместным во всех областях науки и техники, поэтому основная часть теоретико-множественных основ интеллектуальных систем – теория множеств – является не только фундаментом современной математики, но и основным звеном подготовки специалистов в области искусственного интеллекта. Изучив учебную дисциплину «Теоретико-множественные основы интеллектуальных систем», студенты получают навыки построения моделей множеств, применения методов доказательств тождеств, и, самое главное, методов абстрактного мышления.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине студент должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

### ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, РОЛЬ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины: изучение теоретических и практических методов дискретной математики, основных понятий и методов теории множеств, способов моделирования и решения основных алгоритмов, фундаментальных понятий и базовых принципов теории графов.

Задачи учебной дисциплины:

- формирование основных представлений о задачах теории множеств;
- изучение основных законов, тождеств и операций над множествами;
- изучение основных понятий теории алгоритмов;
- изучение основных понятий теории графов;
- формирование навыков практической работы по созданию теоретико-множественных моделей для интеллектуальных систем;
- приобретение навыков применения дискретных математических моделей для решения прикладных задач в сфере интеллектуальных технологий.

Учебная дисциплина «Теоретико-множественные основы интеллектуальных систем» является базой для таких учебных дисциплин, как «Математические основы интеллектуальных систем», «Общая теория интеллектуальных систем», «Модели решения задач в интеллектуальных системах».

### ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Теоретико-множественные основы интеллектуальных систем» формируются следующие компетенции:

*универсальные:*

обладать навыками творческого аналитического мышления;

*базовые профессиональные:*

формализовать и решать прикладные задачи в сфере интеллектуальных технологий с помощью методов дискретной математики и кибернетики.

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:

*знать:*

основные понятия разделов дискретной математики;

методы описания систем и процессов с помощью теоретико-множественных моделей;

алгоритмы решения графовых задач;

*уметь:*

доказывать основные теоремы учебной дисциплины;

решать стандартные задачи;

интерпретировать дискретные математические конструкции в математике и ее приложениях;

*владеть:*

основными представлениями о задачах теории множеств и теории графов;

практическими навыками по разработке алгоритмов решения теоретико-множественных задач.

Программа рассчитана на 228 учебных часов, из них – 112 аудиторных.

Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекций – 56 часов, лабораторных занятий – 16 часов, практических занятий – 40 часов.

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	Лабораторные занятия, часы	Практические занятия, часы
<b>Раздел 1. Основы теории множеств</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>18</b>
Тема 1. Введение в теорию множеств	4	4	-	-
Тема 2. Операции над множествами	14	4	8	2
Тема 3. Упорядоченные множества	12	6	4	2
Тема 4. Отношения	8	6	-	2
Тема 5. Соответствия	14	6	4	4
Тема 6. Мультимножества	8	4	-	4
Тема 7. Нечеткие множества	8	4	-	4
<b>Раздел 2. Основы теории алгоритмов</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>10</b>
Тема 8. Введение в теорию алгоритмов	4	2	-	2
Тема 9. Универсальные алгоритмические модели	14	6	-	8
Тема 10. Сложность алгоритмов	2	2	-	-
<b>Раздел 3. Основы теории графов</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>12</b>
Тема 11. Основные понятия теории графов	4	2	-	2
Тема 12. Маршруты, цепи, циклы	4	2	-	2
Тема 13. Орграфы	2	2	-	-
Тема 14. Алгоритмы нахождения кратчайших по стоимости маршрутов	14	6	-	8
<b>Итого:</b>	<b>112</b>	<b>56</b>	<b>16</b>	<b>40</b>

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Раздел 1. ОСНОВЫ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ

#### Тема 1. ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ МНОЖЕСТВ

Понятие множества. Элементы множества. Принадлежность/ не принадлежность множеству. Определение класса (семейства) множеств. Универсальное множество. Пустое множество. Конечное/бесконечное множество. Собственное подмножество. Собственное надмножество. Способы задания множеств. Сравнение множеств. Равенство множеств. Мощность множеств. Равномощные множества. Свойства равных множеств.

#### Тема 2. ОПЕРАЦИИ НАД МНОЖЕСТВАМИ

Операции над множествами: объединение, пересечение, разность, симметрическая разность, дополнение, разбиение. Свойства операций над множествами. Доказательства тождеств с множествами.

#### Тема 3. УПОРЯДОЧЕННЫЕ МНОЖЕСТВА

Понятие упорядоченной пары. Равенство пар. Понятие кортежа. Длина кортежа. Проекция кортежа. Одноименные компоненты. Пустой кортеж. Утверждения для кортежей. Операция проекции кортежей. Проекция множества. Операции над кортежами: композиция и инверсия. Декартово произведение множеств. Свойства декартова произведения множеств. Понятие графика. Область определения графика. Область значения графика. Операции над графиками: инверсия, композиция. Симметричность графика. Понятие диагонали. Компонирование графиков. Свойства графиков.

#### Тема 4. ОТНОШЕНИЯ

Понятие отношения. Бинарное отношение. Диагональ множества. Область определения множества. Область значения множества. Обратное множество.  $N$ -местное множество. Понятие атрибута. Понятие домена. Свойства отношений. Пустое отношение. Отношения порядка. Классы эквивалентности. Фактор-множества. Мощность фактор-множества. Операции над отношениями: объединение, пересечение, разность, симметрическая разность, инверсия, композиция. Отношение эквивалентности. Отношение толерантности. Класс эквивалентности. Представитель класса. Отношение порядка.

#### Тема 5. СООТВЕТСТВИЯ

Понятие соответствия. Способы задания соответствия: теоретический, матричный, графический. Область определения соответствия. Область значения соответствия. Всюду определенное, сюръективное, функциональное, инъективное, взаимно однозначное соответствие. Понятие отражения. Понятие биекции. Образ и прообраз множества. Равномощные, счетные, континуальные множества. Операции над соответствиями. Свойства соответствий. Отображения

множеств. Понятие функции. Область определения функции. Область значения функции. Принцип Дирихле.

#### Тема 6. МУЛЬТИМНОЖЕСТВА

Понятие мультимножества. Компонента мультимножества. Функция кратности. Порождающее множество (домен). Мощность мультимножества. Высота (пиковое значение) мультимножества. Подмультимножество. Надмультимножество. Операции над мультимножествами.

#### Тема 7. НЕЧЕТКИЕ МНОЖЕСТВА

Нечеткие высказывания. Понятие нечеткого множества. Функция принадлежности. Операции над нечеткими множествами. Нечеткие отношения и соответствия. Операции над нечеткими отношениями и соответствиями.

### Раздел 2. ОСНОВЫ ТЕОРИИ АЛГОРИТМОВ

#### Тема 8. ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ АЛГОРИТМОВ

Понятие алгоритма. Основные свойства алгоритмов. Классификация алгоритмов: имитирующие, эмпирические, самоизменяющиеся, линейные, циклические, иерархические. Поиск оптимального решения, поиск в глубину, поиск в ширину.

#### Тема 9. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Основные типы универсальных алгоритмических моделей. Преобразование слов в произвольных абстрактных алфавитах. Числовые функции. Построение алгоритмов по принципу «разделяй и властвуй». Представление алгоритмы в виде детерминированного устройства. Универсальные схемы алгоритмов. Нечеткие алгоритмы.

#### Тема 10. СЛОЖНОСТЬ АЛГОРИТМОВ

Анализ алгоритмов. Линейный алгоритм. Полиномиальные алгоритмы. Экспоненциальные алгоритмы. Графики временной сложности различных классов алгоритмов.

### Раздел 3. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ГРАФОВ

#### Тема 11. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ ГРАФОВ

Понятие графа. Ориентированный, неориентированный граф. Пустой граф. Нуль-граф. Понятие инцидентности. Смежность вершин и ребер. Висячая вершина. Изолированная вершина. Способы задания графов. Типы графов. Полный граф. Симметрический, антисимметрический граф. Связный граф. Ориентированное дерево. Планарный/непланарный граф. Ориентированный/неориентированный граф. Двудольный граф. Подграфы. Остов подграф. Собственный подграф. Правильный подграф.

## Тема 12. МАРШРУТЫ, ЦЕПИ, ЦИКЛЫ

Виды подграфов. Порожденный подграф. Сильно связанные графы и компоненты графа. Маршрут в графе. Открытый маршрут. Замкнутый маршрут. Цепь. Открытая цепь. Замкнутая цепь. Длина пути. Длина цикла. Свойства путей и циклов. Связность и компоненты графа. Операции над графами. Матрица смежности и инцидентности. Понятие ациклических графов. Понятие ориентированных ациклических графов. Понятие дерева. Лес. Остово дерево. Косциклический ранг графа. Остов лес. Фундаментальная система циклов.

## Тема 13. ОРГРАФЫ

Понятие орграфа. Основание орграфа. Вершина орграфа. Изоморфные орграфы. Матрица смежности орграфа. Ориентированный маршрут в орграфе. Орцепь. Орциклы. Сильный орграф. Слабый орграф. Односторонний орграф. Несвязный орграф. Порожденный орграф. Матрицы орграфов. Ориентированные эйлеровы графы.

## Тема 14. АЛГОРИТМЫ НАХОЖДЕНИЯ КРАТЧАЙШИХ ПО СТОИМОСТИ МАРШРУТОВ

Исследование лабиринта. Поиск в глубину. Поиск в ширину. Нахождение кратчайшего пути. Алгоритм Дейкстры. Алгоритм Форда.



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

1. Горбатов, В. А. Фундаментальные основы дискретной математики. Информационная математика. – М. : Наука, 2000. – 544 с.
2. Новиков, Ф. А. Дискретная математика для программистов : учебник для вузов. / Ф. А. Новиков. – 3-е изд. – СПб. : Питер, 2009. – 384 с.
3. Кузнецов, О. П. Дискретная математика для инженеров / О. П. Кузнецов. – СПб. : Лань, 2004. – 400 с.
4. Гладков, Л. А. Дискретная математика : теория множеств, алгоритмов, алгебры логики / Л. А. Гладков, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. – Таганрог : ТТИ ЮФУ, 2009. – 312 с.
5. Гладков, Л. А. Дискретная математика. Ч. 2. : Теория графов / Л. А. Гладков, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. – Таганрог, 2010. – 162 с.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ**

6. Белоусов, А. И. Дискретная математика / А. И. Белоусов, С. Б. Ткачёв. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 744 с.
7. Берж, К. Теория графов и её применение / К. Берж. – М. : Иностранная литература, 1962. – 320 с.
8. Информация в понятиях и терминах / под ред. В. А. Извозчикова. – М. : Просвещение, 1991. – 208 с.
9. Липский, В. Комбинаторика для программистов / В. Липский. – М. : Мир, 1988. – 200 с.
10. Мелихов, А. Н. Ориентированные графы и конечные автоматы / А. Н. Мелихов. – М. : Наука, 1971. – 416 с.
11. Оре, О. Теория графов / О. Оре. – М. : Наука, 1980. – 336 с.
12. Соболева, Т. С. Дискретная математика / Т. С. Соболева, А. В. Чечкин. – М. : Академия, 2006. – 256 с.
13. Татт, У. Теория графов / У. Татт. – М. : Мир, 1988. – 424 с.
14. Тишин, В. В. Дискретная математика в примерах и задачах / В. В. Тишин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2008. – 352 с.
15. Уилсон, Р. Введение в теорию графов / Р. Уилсон. – М. : Мир, 1977. – 208 с.
16. Харари, Ф. Теория графов / пер. с англ. и предисл. В. П. Козырева. – М. : Едиториал УРСС, 2003. – 296 с.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- решение задач;
- изучение научно-методической литературы;
- подготовка конспекта.

### ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА

Типовым учебным планом по специальности 1-40 03 01 «Искусственный интеллект» в качестве формы текущей аттестации по учебной дисциплине «Теоретико-множественные основы интеллектуальных систем» рекомендуется экзамен и зачет.

Оценка учебных достижений студента производится по десятибалльной шкале и системе «зачтено/не зачтено».

Для промежуточного контроля по учебной дисциплине и диагностики компетенций студентов могут использоваться следующие формы:

- коллоквиум;
- собеседование;
- письменные контрольные работы;
- устный опрос;
- текущие опросы по отдельным разделам (темам) учебной дисциплины;
- критериально-ориентированные тесты по отдельным разделам (темам) учебной дисциплины.

### РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

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

- проблемное обучение (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемое на лекционных занятиях;
- научно-исследовательская деятельность, творческий подход, реализуемые на практических занятиях.

### ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

- Разработка алгоритмов операций над множествами и их реализация.
- Разработка алгоритмов операций над мультимножествами их реализация.

## ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Операции над множествами.
2. Доказательство тождеств с множествами.
3. Операции над отношениями.
4. Доказательство тождеств с отношениями.
5. Операции над мультимножествами.
6. Доказательство тождеств с мультимножествами.
7. Операции над нечеткими множествами.
8. Доказательство тождеств с нечеткими множествами.
9. Поиск путей в графе.
10. Алгоритм Форда.
11. Алгоритм Дейкстры.
12. Алгоритм построения Гамильтонова цикла.

## ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ

*( необходимого оборудования, наглядных пособий и т. п.)*

1. Персональный компьютер с операционной системой семейства Windows или Linux.
2. Система программирования на языке C, C++ или других аналогичных.