

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 № _____

**ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННЫЕ ОСНОВЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ
СИСТЕМ**

**Примерная учебная программа по учебной дисциплине
для специальности
6-05-0611-03 Искусственный интеллект**

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 2023

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 № 2 от 14.09.2023);

В.И. Романов, ведущий научный сотрудник государственного научного учреждения «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси», кандидат технических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:

Кафедрой интеллектуальных информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 29 от 12.06.2023);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 2 от 20.10.2023);

Научно-методическим советом по разработке программного обеспечения и информационно-коммуникационным технологиям Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 2 от 16.10.2023).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Примерная учебная программа по учебной дисциплине «Теоретико-множественные основы интеллектуальных систем» разработана для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 6-05-0611-03 Искусственный интеллект в соответствии с требованиями образовательного стандарта общего высшего образования и примерного учебного плана вышеуказанной специальности.

Учебная дисциплина «Теоретико-множественные основы интеллектуальных систем» является одной из дисциплин начинающих процесс подготовки студентов по специальности 6-05-0611-03 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 студенты должны 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:

- освоение основных представлений о задачах теории множеств;
- изучение основных законов, тождеств и операций над множествами, основных понятий теории алгоритмов и теории графов;
- приобретение навыков практической работы по созданию теоретико-множественных моделей для интеллектуальных систем;
- освоение 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» формируется следующая базовая профессиональная компетенция: формализовать и решать прикладные задачи в сфере интеллектуальных технологий с помощью методов дискретной математики и кибернетики.

В результате изучения учебной дисциплины студент 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.

Примерная учебная программа рассчитана на 228 учебных часов, из них – 112 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 56 часов, лабораторные занятия – 16 часов, практические занятия – 40 часов.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела, темы	Всего аудиторных часов	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия
Раздел 1. Основы теории множеств. Основы теории нечетких множеств	68	30	16	22
Тема 1. Цели и задачи курса. Введение в теорию множеств	4	4	-	-
Тема 2. Операции над множествами	16	4	8	4
Тема 3. Упорядоченные множества	12	4	4	4
Тема 4. Отношения	10	6	-	4
Тема 5. Соответствия	12	4	4	4
Тема 6. Мультимножества	8	4	-	4
Тема 7. Нечеткие множества	6	4	-	2
Раздел 2. Основы теории алгоритмов	18	10	-	8
Тема 8. Введение в теорию алгоритмов	4	2	-	2
Тема 9. Универсальные алгоритмические модели	12	6	-	6
Тема 10. Сложность алгоритмов	2	2	-	-
Раздел 3. Основы теории графов	26	16	-	10
Тема 11. Основные понятия теории графов	6	4	-	2
Тема 12. Маршруты, цепи, циклы. Орграфы	4	2	-	2
Тема 13. Алгоритмы нахождения кратчайших по стоимости маршрутов	16	10	-	6
Итого:	112	56	16	40

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. ОСНОВЫ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ. ОСНОВЫ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

Тема 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА. ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ МНОЖЕСТВ

Структура исследований в области искусственного интеллекта. 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 алгоритмов 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. ОРГРАФЫ

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. Коциклический ранг графа. Остов лес. Фундаментальная система циклов. 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 13. 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 / В. А. Горбатов. – Москва : Наука, 1999. – 544с.
2. Гладков, Л. А. Дискретная математика : учебное пособие / Л. А. Гладков, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик ; под редакцией В. М. Курейчика. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 496 с.
3. Кузнецов, О. П. Дискретная математика для инженера : учебное пособие / О. П. Кузнецов. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2009. – 400 с.
4. Ганичева, А. В. Дискретная математика : учебное пособие для вузов / А. В. Ганичева, А. В. Ганичев. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 160 с.
5. Новиков, Ф. А. Дискретная математика для бакалавров и магистров : учебник для студентов вузов / Ф. А. Новиков. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2013. – 432 с.
6. Короткова, М. А. Теория множеств и отношений : учебное пособие / М. А. Короткова. – Москва : НИЯУ МИФИ, 2016. – 72 с.
7. Харари, Ф. Теория графов / Ф. Харари ; пер. с англ. и предисл. В. П. Козырева. – Москва : Едиториал УРСС, 2003. – 296 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

8. Кузнецов, О. П. Дискретная математика для инженера / О. П. Кузнецов, Г. М. Адельсон-Вельский. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Энергоатомиздат, 1988. – 480 с.
9. Мелихов, А. Н. Ориентированные графы и конечные автоматы / А. Н. Мелихов. – Москва : Наука, 1971. – 369 с.
10. Седова, Н. А. Теория ориентированных графов : учебное пособие / Н. А. Седова, В. А. Седов. – Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. – 77 с.
11. Оре, О. Теория графов / О. Оре ; пер. с англ. , под ред. Н. Н. Воробьева. – 2-е изд. – Москва : Наука, 1980. – 336 с.
12. Татт, У. Теория графов / У. Татт ; пер. с англ. – Москва : Мир, 1988. – 424 с.
13. Уилсон, Р. Введение в теорию графов / Р. Уилсон. – Москва : Мир, 1977. – 208 с.
14. Хаггарти, Р. Дискретная математика для программистов : учебное пособие / Р. Хаггарти ; пер. с англ. – 2-е изд., доп. – Москва : Техносфера, 2005. – 399 с.
15. Новиков, Ф. А. Дискретная математика для программистов : учебное пособие / Ф. А. Новиков. – 3-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2009. – 384 с.
16. Бекарева, Н. Д. Дискретная математика : учебное пособие / Н. Д. Бекарева. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 80 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

Примерным учебным планом по специальности 6-05-0611-03 Искусственный интеллект в качестве формы промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Теоретико-множественные основы интеллектуальных систем» рекомендуются экзамен и зачет. Оценка учебных достижений студента производится по десятибалльной шкале и системе «зачтено/не зачтено».

Для текущего контроля по учебной дисциплине могут использоваться следующие формы:

- отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;
- отчеты по практическим занятиям с их устной защитой;
- устный опрос.

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 и лабораторных занятиях.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Алгоритмы операций над множествами и их реализация.
2. Алгоритмы операций над графиками и их реализация.
3. Алгоритмы операций над соответствиями и их реализация.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Операции над множествами.
2. Операции над упорядоченными множествами.
3. Операции над отношениями.
4. Операции над соответствиями.
5. Операции над мультимножествами.

6. Операции над нечеткими множествами.
7. Классификация алгоритмов.
8. Основные типы универсальных алгоритмических моделей.
9. Основные понятия теории графов.
10. Операции над графами.
11. Нахождение кратчайших по стоимости маршрутов.

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

1. Программный пакет MS Office.
2. Среда программирования для языка C++.