

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по образованию
в области информатики и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

_____ В.А.Богущ

20.06.2015

Регистрационный № ТД- I.1204/тип.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Типовая учебная программа по учебной дисциплине

для специальности

1-40 03 01 Искусственный интеллект

СОГЛАСОВАНО

Начальник Управления
бытовой техники и электроники
Министерства промышленности
Республики Беларусь

_____ А.А.Романовский

14.11.2014

СОГЛАСОВАНО

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

_____ М.П. Батура

30.09.2014

СОГЛАСОВАНО

Начальник Управления
высшего образования
Министерства образования
Республики Беларусь

_____ С.И.Романюк

20.05.2015

СОГЛАСОВАНО

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

_____ И.В.Титович

27.04.2015

Эксперт-нормоконтролер

Л.В.Веселова

06.04.2015

Минск 2015

СОСТАВИТЕЛИ:

В.В.Голенков, заведующий кафедрой интеллектуальных информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», доктор технических наук, профессор;
И.Т.Давыденко, ассистент кафедры интеллектуальных информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра интеллектуальных систем Белорусского государственного университета (протокол № 15 от 24.06.2014);
Ю.В.Поттосин, ведущий научный сотрудник государственного научного учреждения «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси», кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой интеллектуальных информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 26 от 02.06.2014г.);
Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол №1 от 19.09.2014);
Научно-методическим советом по информатике, вычислительной технике и эргономике Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 17 от 24.06.2014).

Ответственный за выпуск: Е.П.Сапогова

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Математические основы интеллектуальных систем» разработана для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-40 03 01 «Искусственный интеллект» в соответствии с требованиями образовательного стандарта ОСВО 1-40 03 01 2013 и типового учебного плана вышеуказанной специальности.

Дисциплина «Математические основы интеллектуальных систем» является одной из дисциплин начального цикла подготовки студентов в области искусственного интеллекта. Назначение программы «Математические основы интеллектуальных систем» – изучение общей архитектуры математики и тех ее областей, которые составляют математический фундамент искусственного интеллекта.

ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, РОЛЬ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины: изучение основных видов математических конструкций, используемых для представления знаний в интеллектуальных системах, а также изучение основных алгоритмических и логических моделей переработки информации.

Задачи учебной дисциплины:

- приобретение знаний об основных математических структурах и понятиях, используемых для представления знаний, моделях представления и обработки знаний;
- формирование навыков работы с современными языками и инструментальными программными средствами представления и обработки знаний;
- изучение принципов представления знаний различных предметных областей с использованием моделей представления знаний;
- овладение методами формализации знаний и создания баз знаний различных предметных областей.

Базовой учебной дисциплиной по курсу «Математические основы интеллектуальных систем» является «Математика». В свою очередь учебная дисциплина «Математические основы интеллектуальных систем» является базой для таких учебных дисциплин, как «Общая теория систем», «Проектирование баз знаний».

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Математические основы интеллектуальных систем» студент должен обладать следующими компетенциями:

академические:

- 1) владеть системным и сравнительным анализом;
- 2) владеть исследовательскими навыками;
- 3) владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- 4) уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни;
- 5) использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;
- 6) владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации с использованием компьютерной техники;

социально-личностные:

- 1) обладать качествами гражданственности;
- 2) быть способным к социальному взаимодействию;
- 3) обладать способностью к межличностным коммуникациям;
- 4) владеть навыками здоровьесбережения;
- 5) быть способным к критике и самокритике;
- 6) уметь работать в команде;

профессиональные:

- 1) ставить и специфицировать реальные прикладные задачи с целью их решения с использованием компьютерной техники;
- 2) проектировать, практически реализовывать, проводить анализ и оценку конкретных компьютеризированных систем на производстве;
- 3) с использованием методов искусственного интеллекта выбирать эффективные формализмы для описания проблемных областей;
- 4) осуществлять отбор экспертов в данной проблемной области, а также информационные источники в заданной области знаний и с помощью методов извлечения знаний проводить формальное описание экспертной информации;
- 5) ставить и специфицировать научные задачи с целью их решения с использованием компьютерной техники;
- 6) ставить задачу и обоснованно выбирать метод формального описания программно-технических систем;
- 7) готовить доклады, материалы к презентациям.

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основные математические структуры и понятия, используемые для представления знаний;
- модели представления и обработки знаний;
- технологию формализации знаний;
- современные языки и инструментальные программные средства представления и обработки знаний;

уметь:

- представлять знания различных предметных областей с использованием моделей представления знаний;

- создавать алгоритмы обработки знаний для различных моделей представления знаний;

владеть:

- технологией формализации знаний и технологией проектирования баз знаний для различных предметных областей;
- современными языками и инструментальными программными средствами представления и обработки знаний.

Программа рассчитана на 288 часов, из них – 168 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекций – 68 часов, лабораторных занятий – 66 часов, практических занятий – 34 часа. Курсовая работа – 32 часа. Программа разработана без учета часов, отводимых на проведение текущей аттестации, определенной типовым учебным планом.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование раздела, темы	Всего аудиторных часов	Лекции	Лабораторные занятия	Практические
Раздел 1. Формальное представление математических структур в базах знаний	84	34	33	17
Тема 1. Элементы теории множеств	22	8	9	5
Тема 2. Элементы теории отношений	20	8	8	4
Тема 3. Элементы теории графов	20	8	8	4
Тема 4. Основы семантического языка описания множеств	22	10	8	4
Раздел 2. Информационные конструкции и средства их обработки	84	34	33	17
Тема 5. Элементы математической логики	24	8	10	6
Тема 6. Формальное описание динамических систем в базе знаний	18	6	8	4
Тема 7. Формальное описание задач в базе знаний	17	6	8	3
Тема 8. Формальное описание языковых средств в базе знаний	17	8	7	2
Тема 9. Абстрактные информационные машины	8	6		2
Итого:	168	68	66	34

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. ФОРМАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ СТРУКТУР В БАЗАХ ЗНАНИЙ

Тема 1. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ

Понятие множества. Отношение принадлежности. Рефлексивные и не-рефлексивные множества. Парадоксы теории множеств. Мультимножества и канторовские множества. Мощность множества. Конечные и бесконечные множества. Счетные и континуальные множества. Семантическая типология множеств. Способы задания множеств.

Тема 2. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ОТНОШЕНИЙ

Типология связок. Неориентированные и ориентированные связки. Связки мультимножества. Петли. Кратные и встречные связки.

Понятие отношения. Типология отношений. Классическое отношение. Схема отношений. Арность отношений. Область определения отношений.

Однозначные отношения. Функции, операции. Функциональные зависимости, ключи.

Бинарные классические отношения. Симметричность, рефлексивность и транзитивность бинарных отношений. Отношение эквивалентности. Факторизация. Отношение порядка.

Алгебраическая система. Отношения, заданные на алгебраических системах. Соответствие. Гомоморфизм. Изоморфизм.

Тема 3. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ГРАФОВ

Графовая структура. Типология графовых структур. Отношения, заданные на графовых структурах.

Тема 4. ОСНОВЫ СЕМАНТИЧЕСКОГО ЯЗЫКА ОПИСАНИЯ МНОЖЕСТВ

Множество и знак множества. Ненормализованные и нормализованные множества. Нормализованное отношение принадлежности. Знак нормализованной пары принадлежности.

Алфавит, синтаксис и семантика семантического языка описания множеств, а также его графической модификации.

Правила идентификации элементарных фрагментов конструкций семантического языка описания множеств. Примеры конструкций семантического языка описания множеств.

Раздел 2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ И СРЕДСТВА ИХ ОБРАБОТКИ

Тема 5. ЭЛЕМЕНТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛОГИКИ

Классический логический язык. Определение классической логической формулы. Атомарные и неатомарные логические формулы. Высказывания. Теории. Аксиоматические системы.

Тема 6. ФОРМАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В БАЗЕ ЗНАНИЙ

Статические и динамические системы. Стационарные и нестационарные связки, структуры, объекты. Понятие события и ситуации. Темпоральные отношения. Описание причинно-следственных связей.

Тема 7. ФОРМАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ ЗАДАЧ В БАЗЕ ЗНАНИЙ

Задача. Цель. Задачи и подзадачи. Информационные задачи. Класс задач. Способ решения задач. Спецификация способа решения задач.

Тема 8. ФОРМАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ ЯЗЫКОВЫХ СРЕДСТВ В БАЗЕ ЗНАНИЙ

Понятие информационной конструкции. Синтаксис и семантика информационных конструкций. Атомарные фрагменты информационных конструкций. Знаки. Разделители. Ограничители. Алфавит атомарных фрагментов информационных конструкций. Типология информационных конструкций.

Понятие семантической сети.

Понятие языка. Описание синтаксиса и семантики языка. Метаязыки. Формальные грамматики. Типология языков.

Основы формального языка гипермедийных семантических сетей.

Тема 9. АБСТРАКТНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ МАШИНЫ

Понятие абстрактной информационной машины. Абстрактная память. Линейная и нелинейная память. Состояние памяти.

Понятие операции абстрактной информационной машины. Рецепторные операции. Эффекторные операции. Операции над памятью.

Типология абстрактных информационных машин. Абстрактная информационная машина как многоагентная система. Примеры абстрактных информационных машин.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ

1. Андерсон Д. Дискретная математика и комбинаторика. – СПб.: Вильямс, 2003. – 960 с.
2. Гаврилова Т.А., Лещева И.А. ВИКОНТ: Визуальный Конструктор Онтологий для структурирования семантической информации// Труды Первой Всероссийской научной конференции “Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции”. – СПб, 1999. - С. 97-98.
3. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.

4. Голенков В.В., Елисеева О.Е., Ивашенко В.П., Казан В.М., Гулякина Н.А., Беззубенок Н.В., Лемешева Т.Л., Сердюков Р.Е., Фоминых И.Б. Представление и обработка знаний в графодинамических ассоциативных машинах / Под ред. В.В. Голенкова. – Минск: БГУИР, 2001. – 412 с.
5. Голенков В.В., Осипов Г.С., Гулякина Н.А., Сердюков Р.Е., Елисеева О.Е., Беззубенок Н.В., Ивашенко В.П., Лемешева Т.Л., Никуленко В.Ю., Щербакова Т.В. Программирование в ассоциативных машинах. – Минск: БГУИР, 2001. – 276 с.
6. Евстигнеев В.А. Применение теории графов в программировании. – М.: Наука, 1995. – 352 с.
7. Кузнецов О.П. Дискретная математика для инженеров / Учебное пособие 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Лань, 2004 г. – 400 с.
8. Фляйшнер Г. Эйлеровы графы и смежные вопросы / пер. с англ. Евстигнеева В.А., Косточки А.В., Мельникова. – М.: Мир, 2002. – 335 с.
9. Харари Ф. Теория графов. Пер. с англ. 3-е изд. – М.: КомКнига, 2006. – 296 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

10. Математическая логика: Учеб. пособие / Л.А.Латонин, Ю.А.Макаренков, В.В.Николаева, А.А.Столяр. Под общ.ред. А.А.Столяра. – Мн.: Выш. школа, 1991. – 269 с.
11. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов / Учебное пособие 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Питер, 2003 г. – 364 с.
12. Огнев И.В., Борисов В.В. Ассоциативные среды - М.: Радио и связь, 2000 г. – 312 с.
13. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход. – 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2006. – 1408 с.
14. Белоусов А.И., Ткачев С.Б. Дискретная математика: Учебник для ВУЗов / Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 744 с. (Сер. Математика в техническом университете; Вып XIX).
15. Горбатов В.А. Фундаментальные основы дискретной математики. Информационная математика. – М.: Наука, Физматлит, 2000. – 544 с.
16. Евстигнеев В. А., Касьянов В. Н. Графы в программировании: обработка, визуализация и применение. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 1104 с.
17. Вольфенгаген В.Э. Комбинаторная логика в программировании. Вычисления с объектами в примерах и задачах. – М.: Институт актуального образования «ЮрИнфоРМГУ», 2000. – 208 с.

МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

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

теоретико-информационные:

- устное логически целостное изложение учебного материала (лекции);
- объяснение;
- консультирование;

практико-операционные:

- упражнения;
- решения задач;
- лабораторные занятия.

ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- подготовка к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- изучение учебников и учебных пособий;
- решение задач;
- изучение тем и проблем, не выносимых на лекции и практические занятия.

КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Цель курсовой работы: разработка алгоритмов обработки знаний.

Задачи курсовой работы: усвоение методов извлечения знаний из различных источников, усвоение методов формального представления и структурирования знаний, а также обработки знаний.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ КУРСОВЫХ РАБОТ

1. Разработать алгоритм автоматической замены фрагментов базы знаний на основе продукционных правил.
2. Разработать алгоритм поиска неполных фрагментов базы знаний.
3. Разработать алгоритм поиска синонимов в базе знаний.
4. Разработать алгоритм поиска омонимов в базе знаний.
5. Разработать алгоритм управления версиями базы знаний.
6. Разработать алгоритм управления транзакциями в базе знаний.
7. Разработать алгоритм поиска несвязных (изолированных) фрагментов (понятий, теорем, аксиом) в базе знаний.
8. Разработать язык представления знаний, в основе которого лежит одна из моделей представления знаний.
9. Разработать модель описания условия задачи и алгоритм решения задачи на доказательство из области геометрии (например, доказать, что сумма углов треугольника равна 180 градусов).

10. Разработать язык программирования, на основе модели семантической сети.
11. Разработать язык описания арифметических формул и алгоритм их параллельного вычисления.
12. Разработать язык описания графов и алгоритм нахождения пути в графе для заданных вершин.
13. Разработать модель описания семантической ошибки программы, созданной на алгоритмическом языке (например, С), и алгоритм поиска этой ошибки.
14. Разработать алгоритм решения геометрической задачи. Разработать язык протоколов решения задач и операцию вывода протокола решения для указанной задачи.
15. Разработать алгоритм доказательства геометрической теоремы. Разработать язык доказательства теорем и операцию вывода протокола доказательства для указанной теоремы.
16. Разработать модуль интеграции семантической сети с мультимедиа данными.
17. Разработать алгоритм поиска ошибок в протоколе решении задачи.
18. Разработать алгоритм поиска ошибок в протоколе доказательства теоремы.
19. Разработать алгоритм поиска ошибок в арифметических формулах.
20. Разработать алгоритм поиска ошибок в тригонометрических формулах.
21. Разработать алгоритм поиска ошибок в формулировке задачи.
22. Разработать фрагмент семантической справочной системы по заданной предметной области.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Программирование операций над множествами. Решение задач по комбинаторике.
2. Программирование операций над отношениями. Выявление свойств бинарных отношений.
3. Программирование операций обработки конструкций языка представления знаний.
4. Программирование преобразований и вычислений с логическими формулами.
5. Формализация экстенциональных знаний, фактов.
6. Формализация интенциональных знаний, правил.
7. Программирование операций применения правил вывода.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Элементы теории множеств. Теоретико-множественные операции и их свойства. Диаграммы Венна. Комбинаторные задачи. Определение мощности множества.

2. Алгебра множеств. Системы уравнений в алгебре множеств, теоремы. Содержательный (табличный) метод доказательства тождеств. Тождества. Формальный метод доказательства.

3. Элементы теории отношений. Вектор, кортеж, атрибут, n-арное отношение. Вычисление операций: соединение, проекция, произведение. Расширение понятия отношения.

4. Соответствия. Области определения и значений. Обратное соответствие, образ, прообраз. Отображения. Функциональное соответствие. Взаимнооднозначные соответствия. Композиция соответствий.

5. Бинарные отношения. Свойства бинарных отношений. Выявление свойств. Отношения толерантности, эквивалентности и порядка.

6. Формальные языки. Синтаксис, семантика. Язык SC (Semantic Code), предназначенный для представления основных математических конструкций, символьное и графовое представление конструкций языка SC. Конструкции языка SC.

7. Формализация отношений на языке SC. Формализация основных понятий теории множеств на языке SC. Метаотношения, изображение метаотношений.

8. Алгебраические системы. Операции, ассоциативность, коммутативность, дистрибутивность. Решётки, группы, кольца. Алгебра. Модель. Гомоморфные, изоморфные отображения. Примеры. Формализация понятий общей алгебры на языке SC.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ И НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ

1. Традиционные инструментальные средства программирования (трансляторы языков C/C++ и т. п.).
2. Инструментальные средства для представления знаний на теоретико-множественном языке SC.
3. ПЭВМ, 2ГГц, ОС Windows, Microsoft Office.

ДИАГНОСТИКА КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА

Типовым учебном планом специальности в качестве формы текущей аттестации по учебной дисциплине «Математические основы интеллектуальных систем» предусмотрен экзамен и курсовая работа. Оценка учебных достижений студента производится по десятибалльной шкале.

Для промежуточного контроля по учебной дисциплине и диагностики компетенций студентов рекомендуется использовать следующие формы:

- контрольные опросы;
- контрольные работы;
- письменные отчеты по аудиторным (домашним) практическим упражнениям;
- отчеты по лабораторным работам с их устной защитой.