

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учебно-методическое объединение по образованию
в области информатики и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

_____ А.Г.Баханович

_____ /тип.
Регистрационный № ТД-_____

ЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине
для специальности
1-40 03 01 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:

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

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;

В.П.Ивашенко, доцент кафедры интеллектуальных информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра интеллектуальных систем Белорусского государственного университета (протокол № 8 от 17.01.2023);

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 ТИПОВОЙ:

Кафедрой интеллектуальных информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 15 от 23.01.2023);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 7 от 17.03.2023);

Научно-методическим советом по разработке программного обеспечения и информационно-коммуникационным технологиям Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 7 от 13.03.2023)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Логические 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.

Актуальность изучения учебной дисциплины обусловлена фундаментальностью логико-математических моделей в процессах обработки информации, решении задач, и при применении их в вычислительных системах на разных уровнях архитектуры, включая системы моделирования рассуждений и системы, основанные на знаниях, имеющих как общесистемный, так и прикладной характер.

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине «Логические основы интеллектуальных систем» 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.

ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели учебной дисциплины: освоение представления о классических и неклассических логических моделях представления и обработки информации, а также приобретение навыков решения логических задач.

Задачи учебной дисциплины:

приобретение навыков решения логических задач и использования логического аппарата для представления и обработки информации;

изучение основных видов неклассических логик в качестве формальной основы для разработки инструментальных средств проектирования прикладных интеллектуальных систем;

изучение теоретических основ разработки баз знаний и создания прикладных интеллектуальных систем для трудноформализуемых предметных областей.

Базовыми учебными дисциплинами по курсу «Логические основы интеллектуальных систем» являются «Философия», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теоретико-множественные основы интеллектуальных систем», «Основы алгоритмизации и программирования»,

«Общая теория интеллектуальных систем». В свою очередь учебная дисциплина «Логические основы интеллектуальных систем» является базой для таких учебных дисциплин, как «Модели решения задач в интеллектуальных системах», «Естественно-языковой интерфейс интеллектуальных систем», а также для ряда учебных дисциплин компонента учреждения высшего образования: «Интеллектуальный анализ данных», «Технологии и инструментальные средства проектирования интеллектуальных систем», «Интеллектуализация прикладных систем», «Семантические технологии в интернете».

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Логические основы интеллектуальных систем» формируется следующая базовая профессиональная компетенции: применять инструментальные средства построения интеллектуальных решателей задач и их компонентов, модели решения задач в интеллектуальных системах, в том числе алгоритмические, параллельные, логические и нейросетевые.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

исчисление высказываний и предикатов;

неклассические исчисления;

уметь:

использовать исчисления высказываний и предикатов, аппарат неклассических исчислений для решения логических задач;

применять фундаментальные математические, общесистемные и аппаратные принципы организации интеллектуальных систем при их проектировании, реализации и внедрении;

применять основные методы алгоритмизации, способы и средства получения, хранения, обработки информации при решении профессиональных задач;

выбирать эффективные алгоритмы вычислительной математики для решения поставленной профессиональной задачи, интерпретировать и анализировать результаты ее решения;

строить базы знаний интеллектуальных систем и программные модели информационных систем, языки, методики и инструментальные средства разработки баз знаний;

формализовывать и решать прикладные задачи в сфере интеллектуальных технологий с помощью методов дискретной математики и кибернетики;

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

работать в команде;

владеть:

навыками логического программирования и работы с программными средствами решения задач в интеллектуальных системах;

основами исследовательской деятельности, навыками осуществления поиска, анализа и синтеза информации;

навыками саморазвития и совершенствования в профессиональной деятельности и творческого аналитического мышления;

гуманистическим мировоззрением и современной культурой мышления.

Типовая учебная программа рассчитана на 216 учебных часов, из них – 116 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 56 часов, лабораторные занятия – 60 часов.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела, темы	Всего аудиторных часов	Лекции	Лабораторные занятия
Раздел 1. Классические логические модели	60	32	28
Тема 1. Логика высказываний	22	10	12
Тема 2. Логика предикатов	18	14	4
Тема 3. Основы логического программирования	20	8	12
Раздел 2. Прикладные логики	20	12	8
Тема 4. Прикладные исчисления	10	2	8
Тема 5. Алгоритмы и вычислимость в прикладных исчислениях	4	4	-
Тема 6. Временные и пространственные логики	4	4	-
Тема 7. Модальные логики	2	2	-
Раздел 3. Неклассические логики	36	12	24
Тема 8. Элементы нечеткой логики	16	4	12
Тема 9. Многочленные логики	2	2	-
Тема 10. Неклассический вывод	6	2	4
Тема 11. Приложения неклассических логик	6	2	4
Тема 12. Интегрированные модели правдоподобных рассуждений	6	2	4
Итого:	116	56	60

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. КЛАССИЧЕСКИЕ ЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Тема 1. ЛОГИКА ВЫСКАЗЫВАНИЙ

Предмет, цели и задачи учебной дисциплины. Истинность и ложность предложений. Алфавит и грамматика языка логики высказываний. Пропозициональные связки. Формулы и подформулы, интерпретации логических формул, таблицы истинности. Классы логических формул, отношения над логическими формулами. Алгебраический подход в логике высказываний, булева алгебра, решетка. Истинностные функции, базис и классы истинностных функций, критерий Поста. Нормальные формы. Формальные и содержательные методы решения логических задач. Классическое исчисление высказываний, аксиоматика, правила вывода. Формальный вывод в исчислении высказываний. Метатеорема о полноте исчисления высказываний, обратная теорема. Метатеорема дедукции, обратная теорема. Принцип резолюций в исчислении высказываний.

Тема 2. ЛОГИКА ПРЕДИКАТОВ

Недостаточность логики высказываний для анализа рассуждений. Алфавит и грамматика языка логики предикатов. Кванторы всеобщности и существования. Классы логических формул в логике предикатов, свободные и связанные переменные, отношения над логическими формулами логики предикатов. Классическое исчисление предикатов первого порядка, аксиоматика, правила вывода, формальный вывод в исчислении предикатов первого порядка. Предикат, теоретико-множественная модель исчисления предикатов, интерпретации открытых формул языка логики предикатов в моделях, выполнимость формул логики предикатов, эрбранова интерпретация и эрбранова модель. Метатеорема о полноте исчисления предикатов первого порядка. Предваренная нормальная форма, метод равносильных преобразований. Семантические ограничения исчисления предикатов первого порядка. Теоремы Левенгейма-Сколема. Сколемовская стандартная форма. Унификация, унификаторы и принцип резолюции в исчислении предикатов. Алгоритмы решения логических задач. Предложения Хорна, минимальная модель.

Тема 3. ОСНОВЫ ЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Принцип логического программирования. Структура программы языка логического программирования, примеры программ. Алгоритмы логического вывода и проверки выполнимости логических формул для логики высказываний и логики предикатов. Введение в λ -исчисление. Основы комбинаторных логик.

Раздел 2. ПРИКЛАДНЫЕ ЛОГИКИ

Тема 4. ПРИКЛАДНЫЕ ИСЧИСЛЕНИЯ

Теории первого порядка. Прикладные исчисления предикатов. Схемы аксиом, системы аксиом и правил вывода, соотношение. Аспекты приложения:

физический мир и время, математика и логический вывод. Аксиоматика прикладного исчисления. Семантика аксиоматических теорий, модель. Полнота, непротиворечивость, разрешимость, категоричность. Язык исчисления секвенций. Отношение равенства термов. Исчисление с равенством, аксиомы, теоремы. Исчисление с отношением порядка, аксиомы, теоремы.

Тема 5. АЛГОРИТМЫ И ВЫЧИСЛИМОСТЬ В ПРИКЛАДНЫХ ИСЧИСЛЕНИЯХ

Язык аксиоматической теории арифметики. Аксиоматизация арифметики. Примитивно-рекурсивные функции и рекурсивные функции (частично определенные) и вычислимость. Тезис Черча. Основы теории алгоритмов. Понятие задачи, задачи распознавания свойств и класса задач. Интуитивное понятие алгоритма. Машина Тьюринга. Неразрешимые задачи. Основы теории сложности (алгоритмов). Теоремы Геделя о неполноте и непротиворечивости аксиоматической теории арифметики. Алгоритмический подход к доказательству. Основы теории сложности, классы P и NP, двойственные классы и подклассы. NP-полная задача.

Тема 6. ВРЕМЕННЫЕ И ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ЛОГИКИ

Свойства времени. Модель времени. Временные отношения. Логика ветвящегося времени, вычислительные логики. Семантика возможных миров. Интервальная временная логика. Свойства пространства. Свойства пространственных отношений. Составляющие пространственной логики.

Тема 7. МОДАЛЬНЫЕ ЛОГИКИ

Язык модальных логик. Модальные операторы, двойственность. Аксиоматика и правила вывода модальных систем. Логика знания и веры.

Раздел 3. НЕКЛАССИЧЕСКИЕ ЛОГИКИ

Тема 8. ЭЛЕМЕНТЫ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Понятие нечеткой принадлежности и определение нечеткого множества (первого рода). Меры нечеткости множеств. Нечеткие множества второго рода и выше. Основные операции над нечеткими множествами первого рода. Алгебра нечетких множеств первого рода. Нечеткие отношения, свойства и классификация нечетких отношений. Основные операции над нечеткими отношениями, свойства нечетких отношений. Алгебра нечетких отношений. Нечеткие предикаты и операции нечеткой логики, треугольные нормы. Алгебры нечеткой логики. Нечеткая мера. Мера возможности и мера необходимости. Импликация в нечеткой логике как нечеткая мера. Прямой и обратный вывод в нечеткой логике.

Тема 9. МНОГОЗНАЧНЫЕ ЛОГИКИ

Временная семантика многозначных логик. Алгебры трехзначных и четырехзначных логик. Таблицы истинности логических операций и модальных операторов.

Тема 10. НЕКЛАССИЧЕСКИЙ ВЫВОД

Отношение выводимости. Свойства отношения выводимости. Виды вывода. Формализация вывода.

Формализация модифицируемых рассуждений. Классическая логика и общезначимые рассуждения. Немонотонное отношение выводимости, вывод выполнимых формул. Виды немонотонного вывода, немонотонных правил и логик. Логики умолчаний. Доказательство и расширения логик умолчаний. Немонотонная логика Мак-Дермотта.

Интуиционистские исчисления высказываний и предикатов, аксиоматика. Погружение формул классической логики в интуиционистскую. Конструктивные доказательства.

Тема 11. ПРИЛОЖЕНИЯ НЕКЛАССИЧЕСКИХ ЛОГИК

Рассуждения: дедуктивные, индуктивные, абдуктивные. Отношения подобия. Направления исследования аналогий. Формализация аналогии. Аналогия и дедукция. Логика первого порядка для аналогии. Реализация механизма аналогии. Аналогия и индуктивный вывод.

Тема 12. ИНТЕГРИРОВАННЫЕ МОДЕЛИ ПРАВДОПОДОБНЫХ РАССУЖДЕНИЙ

Унифицированные семантические языки, семантические сети и логические языки представления знаний в интеллектуальных системах. Интеграция механизмов правдоподобных рассуждений и других классов механизмов обработки знаний в прикладных интеллектуальных системах.

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

1. Математическая логика : учебное пособие / Л. А. Латонин [и др.] ; под общ. ред. А. А. Столяра. – Минск : Высшая школа, 1991. – 269 с.
2. Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах / В. Н. Вагин [и др.] ; под ред. В. Н. Вагина, Д. А. Поспелова. – 2-е изд. – Москва : Физматлит, 2008. – 704 с.
3. Логические основы интеллектуальных систем. Практикум : учебно-методическое пособие / В. В. Голенков [и др.]. – Минск : БГУИР, 2011. – 70 с.
4. Логический подход к искусственному интеллекту : от классической логики к логическому программированию / А. Тейз [и др.] ; пер. с франц. – Москва : Мир, 1990. – 432 с.
5. Клини, С. Математическая логика / С. Клини. – Москва : Мир, 1973. – 185 с.
6. Скорубский, В. И. Математическая логика : учебник и практикум для вузов / В. И. Скорубский, В. И. Поляков, А. Г. Зыков. – Москва : Юрайт, 2023. – 211 с.
7. Игошин, В. И. Математическая логика : учебное пособие / В. И. Игошин. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 399 с.
8. Игошин, В. И. Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. И. Игошин. – 4-е изд., стер. – Москва : Академия, 2010. – 446 с.
9. Непейвода, Н. Н. Прикладная логика / Н. Н. Непейвода. – Новосибирск : НГУ, 2000. – 407 с.
10. Кандрашина, Е. Ю. Представление знаний о времени и пространстве в интеллектуальных системах / Е. Ю. Кандрашина, Л. В. Литвинцева, Д. А. Поспелов ; под ред. Д. А. Поспелова. – Москва : Наука, 1989. – 328 с.
11. Кофман, А. Введение в теорию нечетких множеств / А. Кофман ; пер. с франц. ; под ред. С. И. Травкина. – Москва : Радио и связь, 1982. – 432 с.
12. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / А. Н. Аверкин [и др.] ; под ред. Д. А. Поспелова. – Москва : Наука, 1986. – 312 с.
13. Гаек, П. Автоматическое образование гипотез: математические основы общей теории / П. Гаек, Т. Гавранек ; пер. с англ. – Москва : Наука, 1984. – 211 с.
14. 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.
15. Успенский, В. А. Теория алгоритмов: основные открытия и приложения / В. А. Успенский, А. Л. Семенов. – Москва : Наука, 1987. – 288 с.

16. Рассева, Е. Математика метаматематики / Е. Рассева, Р. Сикорский ; пер. с англ. – Москва : Наука, 1972. – 591 с.

17. Мендельсон, Э. Введение в математическую логику / Э. Мендельсон ; пер. с англ. – 3-е изд. – Москва : Наука, 1984. – 320 с.

18. Чень, Ч. Математическая логика и автоматическое доказательство теорем / Ч. Чень, Р. Ли ; пер. с англ. – Москва : Наука, 1983. – 360 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

19. Драгалин, А. Г. Конструктивная теория доказательств и нестандартный анализ / А. Г. Драгалин. – Москва : Едиториал УРСС, 2003. – 544 с.

20. Научно-техническая информация. Серия 2 : Информационные процессы и системы / Спецвыпуск «Интеллектуальные системы автоматизированной поддержки научных исследований». – 1996. – № 5 – 6.

21. Промышленные применения. Прикладные нечеткие системы / О. Ито [и др.] ; под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно ; пер. с япон. – Москва : Мир, 1993. – 163 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

подготовка к лекциям и лабораторным занятиям;

изучение учебников и учебных пособий;

решение задач;

самостоятельное изучение тем и проблем, не выносимых на лекции и лабораторные занятия.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА

Типовым учебным планом специальности 1-40 03 01 Искусственный интеллект в качестве формы промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Логические основы интеллектуальных систем» рекомендуется зачет и экзамен. Оценка учебных достижений студента производится по системе «зачтено/не зачтено» и десятибалльной шкале.

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

устный опрос;

письменные контрольные работы;

автоматизированные опросы и контрольные работы

отчеты по лабораторным работам

решение задач.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

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

элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;

элементы научно-исследовательской деятельности, творческий подход, реализуемые на лабораторных занятиях.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Программирование операций обработки и преобразований формул языка логики высказываний.
2. Логическое программирование поиска решения задачи.
3. Программирование операций обработки и преобразования формул прикладных и неклассических логик.
4. Программирование операций логического вывода прикладных и неклассических логик.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ

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

1. Императивные языки программирования (C\C++, Java).
2. Инструментальные средства проектирования онтологий и интеллектуальных систем, использующих представление знаний списками и семантическими сетями (LISP).
3. Программные средства и библиотеки логического программирования (Prolog, Mathematica и т.п.).