

Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор учреждения образования
«Полоцкий государственный университет
имени Евфросинии Полоцкой»

Ю.Я. Романовский
«30» 06 2023 г.

Регистрационный № УД 953/23/уч.



**МОДУЛЬ «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ
СИСТЕМ»**

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Учебная программа учреждения образования
по учебной дисциплине для специальности
1-40 03 01 «Искусственный интеллект»

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта по специальности высшего образования ОСВО 1–40 03 01-2021 и учебного плана по специальности 1-40 03 01 «Искусственный интеллект», регистрационный № 72-22/уч. ФИТ от 22.07.2022 для дневной формы получения образования

СОСТАВИТЕЛИ:

Дмитрий Феликсович Пастухов, доцент кафедры технологий программирования учреждения образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой», канд. физ.-мат. наук

Юрий Феликсович Пастухов, доцент кафедры технологий программирования учреждения образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой», канд. физ.-мат. наук

Валерий Михайлович Чертков, доцент кафедры технологий программирования учреждения образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой», канд. техн. наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Рихард Петрович Богуш, заведующий кафедрой вычислительных систем и сетей учреждения образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой», д-р техн. наук, доцент

Татьяна Михайловна Глухова, генеральный директор
ООО «КлаудТехнолоджи»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой технологий программирования учреждения образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой»
(протокол № 10 от «27» 06 2023)

Методической комиссией факультета информационных технологий учреждения образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой»
(протокол № 6 от «28» 06 2023)

Научно-методическим советом учреждения образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой»
(протокол № 6 от «30» 06 2023)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Математические основы интеллектуальных систем» является одной из дисциплин начального цикла подготовки студентов по специальности 1-40 03 01 «Искусственный интеллект», имеет четкую современную практическую направленность. Назначение учебной программы учреждения образования «Математические основы интеллектуальных систем» – изучение общей архитектуры математики и тех ее областей, которые составляют математический фундамент искусственного интеллекта.

Воспитательное значение учебной дисциплины «Математические основы интеллектуальных систем» 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 учебной дисциплины: изучение основных видов математических конструкций, используемых для представления знаний в интеллектуальных системах, основных алгоритмических и логических моделей переработки информации, а также приобретение навыков формального представления знаний различных предметных областей.

Задачи дисциплины:

- приобретение знаний об основных математических структурах и понятиях, используемых для представления знаний, о моделях представления и обработки знаний;
- освоение 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.

В результате изучения учебной дисциплины «Математические основы интеллектуальных систем» формируются следующие **компетенции**:

универсальные:

УК–1 Владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации;

УК–5 Обладать навыками саморазвития и самосовершенствования в профессиональной деятельности;

УК–6 Проявлять инициативу и адаптироваться к изменениям в профессиональной деятельности;

базовая профессиональная:

БПК–10 Применять фундаментальные математические, общесистемные и аппаратные принципы организации интеллектуальных систем при их проектировании, реализации и внедрении.

В результате изучения учебной дисциплины обучаемый должен

знать:

- основные математические структуры и понятия, используемые для представления знаний;
- модели представления и обработки знаний; технологию формализации 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 создавать базы знаний различных предметных областей;
- современными языками и инструментальными программными средствами представления и обработки знаний.

Связи с другими учебными дисциплинами

Базовой учебной дисциплиной для учебной дисциплины «Математические основы интеллектуальных систем» является дисциплина «Теоретико-множественные основы интеллектуальных систем». В свою очередь учебная дисциплина «Математические основы интеллектуальных систем» является базой для такой учебной дисциплины как «Проектирование баз знаний»

Распределение учебной нагрузки

В соответствии с учебным планом на изучение учебной дисциплины для дневной формы получения образования отводится:

Форма получения образования	дневная		
Курс	2		
Семестр	3	4	всего
Всего часов по учебной дисциплине	216	72	288
Аудиторных часов по учебной дисциплине	94	36	130
Лекции, часов	42	18	60
Лабораторные занятия, часов	52	18	70
Самостоятельная работа, часов	122	36	158
Форма промежуточной аттестации	зачет	экзамен	
Трудоемкость дисциплины, зач. ед	6	2	8
Курсовой проект, часов		40	40
Трудоемкость курсового проекта, зач.ед		1	1

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

РАЗДЕЛ 1. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ В БАЗАХ ЗНАНИЙ

Тема 1. Основные положения курса

Основные положения семантической технологии проектирования интеллектуальных компьютерных систем нового поколения. Основные компоненты указанной технологии. Понятие информационной конструкции, формального языка, знака, синтаксиса, семантики. Понятие семантической памяти.

Тема 2. Базовый язык представления знаний

Основные положения базового языка представления знаний в интеллектуальных системах. Алфавит, синтаксис, базовая денотационная семантика базового языка. Синтаксическая и семантическая классификация базового языка.

Тема 3. Внешние информационные конструкции

Понятие внешней информационной конструкции, классификация. Понятие внутреннего файла базы знаний, классификация. Понятие идентификатора, типология идентификаторов. Примеры формализации идентификаторов.

Тема 4. Внешние языки представления информации

Графический язык внешнего представления конструкций базового языка представления знаний в интеллектуальных системах, его синтаксис и денотационная семантика. Линейный язык внешнего представления конструкций базового языка представления знаний в интеллектуальных системах, его синтаксис и денотационная семантика. Структурированный гипертекстовый язык внешнего представления конструкций базового языка представления знаний в интеллектуальных системах, его синтаксис и денотационная семантика.

Тема 5. Представление в базе знаний множеств и операций над ними

Типология множеств, рефлексивное множество. Ориентированное множество, декартово произведение множеств. Атрибуты, кортежи и классические кортежи. Мощность, бесконечные и конечные множества (без представления в базе знаний). Отношения над множествами, равенство. Операции над канторовскими множествами. Операции над мультимножествами. Булеан множества, его мощность, представление в базе знаний.

Тема 6. Представление в базе знаний отношений и их свойств

Бинарное отношение и способы его задания. Рефлексивное и арефлексивное бинарное отношение. Симметричное и антисимметричное бинарное отношение. Транзитивное бинарное отношение. Отношения строгого и нестрогого порядка. Отношения полного (линейного) и частичного порядка. Отношения эквивалентности и толерантности. Квазибинарное отношение. n -арное отношение, схема отношения. Область определения

отношения, домен. Операции над отношениями (проекция, соединение, композиция). Метаотношения: примеры, представление в базе знаний.

Тема 7. Представление в базе знаний параметров и величин

Понятие шкалы, величины и параметра. Измеряемые и неизмеряемые параметры. Точные, неточные и интервальные величины. Связь с понятием мощности множества, бесконечного и конечного множества.

Тема 8. Представление структур и семантических окрестностей в базе знаний

Понятие структуры как фрагмента базы знаний. Типология структур, роли элементов структуры. Отношения на структурах. Представление в базе знаний метаинформационных конструкций. Понятие семантической окрестности, типология семантических окрестностей.

Тема 9. Представление логических знаний

Формальные логические языки. Алфавит и синтаксис языка SCL. Предикаты и булевы функции. Логические связки (операторы), таблицы истинности. Логическая формула, равносильные логические формулы, логические законы. Классы логических формул. Кванторы, законы двойственности. Связанные и свободные переменные. Открытые и замкнутые формулы, представление в базе знаний.

Тема 10. Представление в базе знаний соответствий

Типология соответствий. Однозначные и неоднозначные соответствия. Область определения и область значений соответствия, образ и прообраз. Отображения и биективные соответствия. Соответствия на структурах. Гомоморфизмы, изоморфизмы, автоморфизмы, их представление в базе знаний.

Тема 11. Базовый язык программирования для обработки баз знаний

Базовые принципы обработки знаний в интеллектуальных системах. Классификация хранимых в базе знаний конструкций с точки зрения процесса их обработки. Произвольные конструкции, поиск и генерация по образцу. Основные положения базового языка программирования для обработки баз знаний. Понятие программы, процесса, оператора базового языка. Понятие операнда базового языка, классификация операндов, статические и динамические операнды. Классификация операторов базового языка. Организация условных и безусловных переходов, циклов. Реализация подпрограмм. Агентная программы.

РАЗДЕЛ 2. ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРУКТУРИЗАЦИИ БАЗ ЗНАНИЙ

Тема 12. Представление в базе знаний предметных областей

Понятие знания, типология знаний. Понятие предметной области, структурная спецификация предметной области, роли понятий в рамках предметной области. Понятие частной предметной области, родственной

предметной области, виды частных предметных областей. Различные виды иерархии предметных областей, пересечения предметных областей.

Тема 13. Представление в базе знаний онтологий

Понятие онтологии. Классификация онтологий. Интегрированная онтология. Связь онтологий и предметных областей. Связь понятия онтологии и семантической окрестности, представление в базе знаний.

Тема 14. Основные принципы разработки семантических моделей баз знаний

Методика разработки баз знаний, основные этапы. Выделение иерархии предметных областей. Формирование онтологий.

Тема 15. Структуризация баз знаний на основе иерархии онтологий

Понятие раздела базы знаний. Типология разделов, иерархия разделов. Атомарные и неатомарные разделы, декомпозиция разделов, дочерний раздел. Предметные области и онтологии верхнего уровня, их взаимосвязь.

Тема 16. Методика коллективной разработки баз знаний

Понятие разработчика базы знаний, виды разработчиков. Структуризация базы знаний с точки зрения разработчиков. Основные принципы взаимодействия разработчиков баз знаний. Верификация базы знаний, поиск неполноты.

РАЗДЕЛ 3. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПРОЦЕДУРНЫХ ЗНАНИЙ

Тема 17. Представление в базе знаний временных сущностей

Понятие временной сущности, классификация. Описание взаимосвязи событий. Причинно-следственные связи, их представление в базе знаний. Понятие процесса, ситуации, события. Темпоральные отношения, их представление в базе знаний.

Тема 18. Представление в базе знаний процессов и действий

Понятие процесса, воздействия, действия. Описание действий в семантической памяти, элементарные события в семантической памяти. Классификация действий, в том числе выполняемых в семантической памяти. Отношения, заданные на множестве действий. Контекст выполнения действия. Начальная и конечная ситуация процесса.

Тема 19. Представление в базе знаний задач и их решений

Понятие задачи, классификация задач. Информационные и поведенческие задачи. Декларативная и процедурная формулировка задачи. Понятие плана выполнения действия, протокола выполнения действия, результата выполнения действия. Примеры описания решения задачи в базе знаний. Понятие команды. Принципы работы с командами в интерфейсе компьютерных систем нового поколения.

Тема 20. Представление в базе знаний методов и навыков

Понятие метода, классификация методов. Отношения, заданные на множестве методов. Денотационная и операционная семантика метода, примеры описания в базе знаний. Понятие языка описания методов. Пример описания процедурного метода в базе знаний. Статические и динамические аргументы действий. Пример описания метода с зависимостями между поддействиями. Понятие стратегии решения задач. Понятие модели решения задач. Понятие навыка, классификация навыков. Связь с базовым языком программирования для обработки баз знаний.

Тема 21. Понятие решателя задач

Современные подходы к решению задач в интеллектуальных системах, модели решения задач. Понятие решателя задач, основные отличительные особенности, характеристики, подходы к реализации. Основные недостатки современных подходов, принципы их устранения. Модель решателя задач как иерархической системы агентов, взаимодействующих посредством общей семантической памяти. Методика и средства разработки решателей задач.

Тема 22. Принципы многоагентной обработки баз знаний

Понятие агента обработки баз знаний, классификация агентов. Принципы реализации многоагентной обработки знаний. Спецификация действий, выполняемых агентами обработки знаний, примеры решения задач коллективом агентов. Пользователь компьютерной системы как агент обработки знаний. Спецификация агентов обработки знаний, пример описания в базе знаний. Атомарные и неатомарные агенты обработки знаний, иерархия агентов обработки знаний.

Тема 23. Принципы решения задач в интеллектуальных компьютерных системах нового поколения

Стратегии решения задач в компьютерных системах нового поколения. Основные модели логического вывода. Принципы организации логического вывода в интеллектуальных компьютерных системах нового поколения. Принципы реализации параллельной обработки знаний в семантической памяти. Связь с базовым языком программирования для обработки баз знаний.

ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

Цель курсового проекта: разработка фрагментов баз знаний интеллектуальных систем.

В ходе выполнения курсового проекта студентами должны быть продемонстрированы навыки применения методов извлечения знаний из различных источников, методов формального представления и структурирования знаний, а также обработки знаний.

Примерный объем задания заключается в документировании, разработке, реализации, тестировании и исследовании характеристик выполнения нескольких процедур или функций (2-15), ориентированных на решение одной из задач обработки знаний больших объемов или поступающих и обрабатываемых в режиме реального времени.

Количество часов на выполнение курсового проекта – 40 часов. Зачётных единиц – 1.

Перечень тем курсовых проектов

Математические основы прикладных интеллектуальных задач(по вариантам)

Искусственный интеллект для определения тональности

Программа навигатор по компьютеру и его файлам

Применение ИИ для анализа кредитных заявок и оценки кредитоспособности

Алгоритм классификации двухточечных множеств с помощью линейного критерия

Алгоритм распознавания двухточечных множеств с помощью кругового критерия

Нейронная сеть Колмогорова-Арнольда

Распознавание текста в изображении

Интеллектуальные системы и их математические основы

Многослойный перцептрон, решающий задачу XOR.

Нахождение наикратчайшего пути для взвешенного графа с учетом весов

Искусственный интеллект в области безопасности

Искусственный интеллект в игровых приложениях

График выполнения курсового проекта

№ п/п	Содержание этапа выполнения курсового проекта	Кол-во часов, отводимых на выполнение (недель)
1	Анализ поставленной задачи	8 ч. (1 – 2 недели)
2	Математическое представление и решение задач	12 ч. (3 – 5 недели)
3	Реализация поставленной задачи	12 ч. (6 – 8 недели)
5	Оформление пояснительной записки.	8 ч. (9 – 10 недели)
Итого:		40 ч. (10 недель)

Учебно-методическая карта учебной дисциплины «Математические основы интеллектуальных систем»
Дневная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Литература	Форма контроля знаний
		лекции	практические занятия	семинарские занятия	лабораторные занятия	управляемой самостоятельной работы студентов			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
3 семестр									
Раздел 1. Представление основных математических конструкций в базах знаний									
1	Основные положения курса	2					[1,3]		
2	Базовый язык представления знаний	2					[2,5,8]		
3	Внешние информационные конструкции	2					[2,6]		
4.1	Графический язык внешнего представления	2					[2,5,6]		
4.1.1	Лабораторная работа №1 Формализация фактографических высказываний				2		МУ	ЗЛ	
4.2	Структурированный гипертекстовый язык внешнего представления	2					[1,3,5,8]		
5.1	Представление в базе знаний множеств и операций над ними	2					[1,3,5,8]		
5.2	Операции над канторовскими множествами. Операции над мультимножествами.	2					[1,3,5,8]		
6.1	Бинарное отношение и способы его задания	2					[2,4,6]		
6.1.1	Лабораторная работа №2 Формализация логических высказываний.				2		МУ	ЗЛ	
	Лабораторная работа №2 Формализация логических высказываний.				2				
6.2	Квазибинарное отношение. n-арное отношение, схема отношения	2					[2,4,6]		
6.2.1	Лабораторная работа №3 Операции над отношениями (проекция, соединение, композиция).				2		МУ	ЗЛ	

	<i>Лабораторная работа №3</i> Операции над отношениями (проекция, соединение, композиция).								
7	Представление в базе знаний параметров и величин	2					2		
8	Представление структур и семантических окрестностей в базе знаний	2							[1,2,3,5] [1,2,3,5]
8.1	<i>Лабораторная работа №4</i> Отношения на структурах.						2		
	<i>Лабораторная работа №4</i> Отношения на структурах.						2		МУ
9.1	Формальные логические языки								
9.1.1	<i>Лабораторная работа №5</i> Алфавит и синтаксис языка SCL.						2		
	<i>Лабораторная работа №5</i> Алфавит и синтаксис языка SCL.						2		МУ
9.2	Классы логических формул	2							
9.2.1	<i>Лабораторная работа №6</i> Открытые и замкнутые формулы, представление в базе знаний.						2		[4,5,6]
	<i>Лабораторная работа №6</i> Открытые и замкнутые формулы, представление в базе знаний.						2		МУ
10	Представление в базе знаний соответствий	2							
11.1	Базовые принципы обработки знаний	2							[2,4,6,8] [2,4,7,8]
11.1.1	<i>Лабораторная работа №7</i> Изучение принципов работы с базами знаний.						2		МУ
11.2	Понятие программы, процесса, оператора базового языка	2							
11.2.1	<i>Лабораторная работа №8</i> Основные положения базового языка программирования для обработки баз знаний.						2		[2,3,6,7] • МУ
11.2.2	<i>Лабораторная работа №9</i> Операнды базового языка, статические и динамические операнды.						2		
	<i>Лабораторная работа №9</i> Операнды базового языка, статические и динамические операнды.						2		МУ

Раздел 2. Принципы проектирования и структуризации баз знаний

12	Представление в базе знаний предметных областей	2							[2,3,6,7]		
12.1	Лабораторная работа №10 Организация условных и безусловных переходов						2		МУ		3Л
12.2	Лабораторная работа №11 Организация циклов.						2		МУ		3Л
13	Представление в базе знаний онтологий	2							[2,3,5,8]		
13.1	Лабораторная работа №12 Изучение редактора онтологий Protégé						2		МУ		3Л
13.2	Лабораторная работа №13 Создание онтологии в системе Protégé						2		МУ		3Л
	Лабораторная работа №13 Создание онтологии в системе Protégé						2				
14	Основные принципы разработки семантических моделей баз знаний	2							[2,3,5,8]		
14.1	Лабораторная работа №14 Создание defined classes в системе Protégé						2		МУ		3Л
14.2	Лабораторная работа №15 Написание запросов на языке SPARQL						2		МУ		3Л
	Лабораторная работа №15 Написание запросов на языке SPARQL						2				
15	Структуризация баз знаний на основе иерархии онтологий	2							[1,2,3,5,8]		
15.1	Лабораторная работа №16 Написание правил с использованием языка SWRL						2		МУ		3Л
	Лабораторная работа №16 Написание правил с использованием языка SWRL						2				
16	Методика коллективной разработки баз знаний	2							[1,2,3,5,8]		КТ
16.1	Лабораторная работа №17 Анализ современного программного обеспечения для редактирования исходных текстов баз знаний						2		МУ		3Л
Итого за семестр:		42					52				

4 семестр

Раздел 3. Представление процедурных знаний

17	Представление в базе знаний временных сущностей	2						[1,3,6,8]	
17.1	Лабораторная работа №18 Формализация алгоритма решения задачи					2		МУ	ЗЛ
18	Представление в базе знаний процессов и действий	2						[1,3,6,8]	
19	Представление в базе знаний задач и их решений	2						[1,3,6,8]	
20.1	Понятие метода, классификация методов	2						[1,3,6,8]	
20.1.1	Лабораторная работа №19 Реализация процедурного метода в базе знаний					2		МУ	ЗЛ
	Лабораторная работа №19 Реализация процедурного метода в базе знаний					2			
20.2	Статические и динамические аргументы действий	2						[1,3,6,8]	КТ
20.2.1	Лабораторная работа №19 Статические и динамические аргументы действий					2		МУ	ЗЛ
	Лабораторная работа №19 Статические и динамические аргументы действий					2			
21.1	Современные подходы к решению задач в интеллектуальных системах	2						[1,4,6,7]	
21.1.1	Лабораторная работа №20 Методика и средства разработки решателей задач					2		МУ	ЗЛ
	Лабораторная работа №20 Методика и средства разработки решателей задач					2			
21.2	Модель решателя задач как иерархической системы агентов	2						[1,4,6,7]	
22	Принципы многоагентной обработки баз знаний	2						[1,4,6,7]	
22.1	Лабораторная работа №21 Изучение метода навигации по базе знаний с помощью метода поиска по изоморфному образцу					2		МУ	ЗЛ
23	Принципы решения задач в интеллектуальных компьютерных системах нового поколения	2						[1,4,6,7]	КТ

23.1	Лабораторная работа №22					2		МУ	ЗЛ
	Организация логического вывода в интеллектуальных компьютерных системах нового поколения								
	Итого за семестр:	18				18			
	Итого:	60				70			

КТ – контрольное тестирование;

ЗЛ – устная защита отчетов по лабораторным работам.

МУ – методические указания по лабораторным работам.

Примечание: в соответствии с рейтинговой системой для определения результата текущего контроля за семестр в виде отметки в баллах по десятибалльной шкале используются отметки, полученные за мероприятия за мероприятие текущего контроля в течение семестра, обозначенные в графе «Форма контроля знаний»

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

**Основная:
ОСНОВНАЯ**

1. Голенков, В. В. Открытая технология онтологического проектирования, производства и эксплуатации семантически совместимых гибридных интеллектуальных компьютерных систем / В. В. Голенков, Н. А. Гулякина, Д. В. Шункевич. – Минск : Бестпринт, 2021. – 690 с. – Текст электронный // Репозиторий БГУИР. – URL: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/45813> (дата обращения: 22.04.2023)
2. Гаврилова, Т. А. Инженерия знаний: модели и методы: учебник / Т. А. Гаврилова, Д. В. Кудрявцев, Д. И. Муромцев. – Санкт- Петербург: Лань, 2023. – 324 с.
3. Ивашенко, В. П. Модели решения задач в интеллектуальных системах : учеб.-метод. пособие : в 2 ч. Ч. 1 : Формальные модели обработки информации и параллельные модели решения задач / В. П. Ивашенко. – Минск : БГУИР, 2020. – 79 с. – Текст электронный // Репозиторий БГУИР. – URL: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/42611> (дата обращения: 22.04.2023)
4. Кревецкий, А. В. Основы технологий искусственного интеллекта : учебное пособие : [16+] / А. В. Кревецкий, Ю. А. Ипатов, Н. И. Роженцова ; под общ. ред. А. В. Кревецкого ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2023. – 272 с. – Текст электронный. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=714624> (дата обращения: 22.04.2023)
5. Лутошкина, Н. В. Модели знаний и онтологии : учебное пособие / Н. В. Лутошкина. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2021. — 80 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195144> (дата обращения: 22.04.2023)
6. Хаггарт, Р. Дискретная математика для программистов : учебное пособие / Р. Хаггарт ; под ред. С.А. Кулешова, А.А. Ковалева, В.А. Головешкина, М.В. Ульянова. - 2 изд., испр. - Москва : Техносфера, 2023. - 399 с. : ил. - Допущено УМО вузов РФ по образованию в области прикладной математики в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Прикладная математика".

Е. В. Турнова

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

7. Гифт, Н. Прагматичный ИИ: машинное обучение и облачные технологии = Pragmatic AI: an introduction to cloud-based machine learning / Н. Гифт ; пер. с англ. И. Пальти. - Санкт-Петербург : Питер, 2019. - 300 с.

8. Модели решения задач в интеллектуальных системах : пособие / В. В. Голенков [и др.]. - Минск : БГУИР, 2015. - 70 с. - Текст электронный // Репозиторий БГУИР. - URL: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/4552> (дата обращения: 22.04.2023)

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Интегрированная среда разработки C\C++.
2. Интегрированная среда разработки Python 3.7 с поддержкой модулей и библиотек обучения искусственных нейронных сетей или аналогичная.
3. Производительное аппаратное обеспечение для выполнения параллельных алгоритмов обучения искусственных нейронных сетей.
4. Программное и аппаратное обеспечение с доступом в глобальную компьютерную сеть Интернет, включая обозреватели глобальной компьютерной сети Chrome или аналогичные.
5. Справочно-проверяющая семантическая система по дисциплине или аналогичное программное обеспечение для изучения учебных материалов и автоматизированного проведения контрольных опросов и тестов.
6. Инструментальные средства разработки интеллектуальных систем и систем, основанных на знаниях, использующих унифицированное семантическое представления знаний.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Формализация фактографических высказываний
2. Операции над отношениями (проекция, соединение, композиция).
3. Отношения на структурах.
4. Алфавит и синтаксис языка SCL.
5. Открытые и замкнутые формулы, представление в базе знаний.
6. Изучение принципов работы с базами знаний.
7. Основные положения базового языка программирования для обработки баз знаний.
8. Операнды базового языка, статические и динамические операнды.
9. Организация условных и безусловных переходов,
10. Организация циклов.
11. Изучение редактора онтологий Protégé
12. Создание онтологии в системе Protégé
13. Создание defined classes в системе Protégé
14. Написание запросов на языке SPARQL
15. Написание правил с использованием языка SWRL
16. Анализ современного программного обеспечения для редактирования исходных текстов баз знаний
17. Формализация алгоритма решения задачи.
18. Реализация процедурного метода в базе знаний.
19. Статические и динамические аргументы действий.
20. Методика и средства разработки решателей задач.

21. Изучение метода навигации по базе знаний с помощью метода поиска по изоморфному образцу

22. Организация логического вывода в интеллектуальных компьютерных системах нового поколения

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАЧЕТА

3 семестр

1. Основные положения семантической технологии проектирования интеллектуальных компьютерных систем нового поколения.
2. Основные компоненты указанной технологии.
3. Понятие информационной конструкции, формального языка, знака, синтаксиса, семантики.
4. Понятие семантической памяти.
5. Основные положения базового языка представления знаний в интеллектуальных системах.
6. Алфавит, синтаксис, базовая денотационная семантика базового языка.
7. Синтаксическая и семантическая классификация базового языка.
8. Понятие внешней информационной конструкции, классификация
9. Понятие внутреннего файла базы знаний, классификация.
10. Понятие идентификатора, типология идентификаторов.
11. Графический язык внешнего представления конструкций базового языка представления знаний в интеллектуальных системах
12. Линейный язык внешнего представления конструкций базового языка представления знаний в интеллектуальных системах
13. Структурированный гипертекстовый язык внешнего представления конструкций базового языка
14. Типология множеств, рефлексивное множество.
15. Ориентированное множество, декартово произведение множеств.
16. Атрибуты, кортежи и классические кортежи.
17. Мощность, бесконечные и конечные множества (без представления в базе знаний).
18. Отношения над множествами, равенство.
19. Операции над канторовскими множествами.
20. Операции над мультимножествами.
21. Булеан множества, его мощность, представление в базе знаний.
22. Бинарное отношение и способы его задания.
23. Рефлексивное и арефлексивное бинарное отношение.
24. Симметричное и антисимметричное бинарное отношение.
25. Транзитивное бинарное отношение.
26. Отношения строгого и нестрогого порядка.
27. Отношения полного (линейного) и частичного порядка.

28. Отношения эквивалентности и толерантности.
29. Квазибинарное отношение. n -арное отношение, схема отношения.
30. Область определения отношения, домен.
31. Операции над отношениями (проекция, соединение, композиция).
32. Метаотношения: примеры, представление в базе знаний.
33. Понятие шкалы, величины и параметра.
34. Измеряемые и неизмеряемые параметры.
35. Точные, неточные и интервальные величины.
36. Связь с понятием мощности множества, бесконечного и конечного множества.
37. Понятие структуры как фрагмента базы знаний.
38. Типология структур, роли элементов структуры.
39. Отношения на структурах.
40. Представление в базе знаний метаинформационных конструкций.
41. Понятие семантической окрестности, типология семантических окрестностей.
42. Формальные логические языки.
43. Алфавит и синтаксис языка SCL.
44. Предикаты и булевы функции. Логические связки (операторы), таблицы истинности.
45. Логическая формула, равносильные логические формулы, логические законы.
46. Классы логических формул. Кванторы, законы двойственности.
47. Связанные и свободные переменные.
48. Открытые и замкнутые формулы, представление в базе знаний.
49. Типология соответствий. Однозначные и неоднозначные соответствия.
50. Область определения и область значений соответствия, образ и прообраз.
51. Отображения и биективные соответствия.
52. Соответствия на структурах.
53. Гомоморфизмы, изоморфизмы, автоморфизмы, их представление в базе знаний.
54. Базовые принципы обработки знаний в интеллектуальных системах.
55. Классификация хранимых в базе знаний конструкций с точки зрения процесса их обработки.
56. Произвольные конструкции, поиск и генерация по образцу.
57. Основные положения базового языка программирования для обработки баз знаний.
58. Понятие программы, процесса, оператора базового языка.
59. Понятие операнда базового языка, классификация операндов, статические и динамические операнды.

60. Классификация операторов базового языка.
61. Организация условных и безусловных переходов, циклов.
62. Реализация подпрограмм.
63. Агентная программы.
64. Понятие знания, типология знаний.
65. Понятие предметной области, структурная спецификация предметной области, роли понятий в рамках предметной области.
66. Понятие частной предметной области, родственной предметной области, виды частных предметных областей.
67. Различные виды иерархии предметных областей, пересечения предметных областей.
68. Понятие онтологии. Классификация онтологий.
69. Интегрированная онтология. Связь онтологий и предметных областей.
70. Связь понятия онтологии и семантической окрестности, представление в базе знаний.
71. Методика разработки баз знаний, основные этапы.
72. Выделение иерархии предметных областей. Формирование онтологий.
73. Понятие раздела базы знаний.
74. Типология разделов, иерархия разделов.
75. Атомарные и неатомарные разделы, декомпозиция разделов, дочерний раздел.
76. Предметные области и онтологии верхнего уровня, их взаимосвязь.
77. Понятие разработчика базы знаний, виды разработчиков.
78. Структуризация базы знаний с точки зрения разработчиков.
79. Основные принципы взаимодействия разработчиков баз знаний.
80. Верификация базы знаний, поиск неполноты.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА

4 семестр

1. Понятие временной сущности, классификация.
2. Описание взаимосвязи событий. Причинно-следственные связи, их представление в базе знаний.
3. Понятие процесса, ситуации, события.
4. Темпоральные отношения, их представление в базе знаний.
5. Понятие процесса, воздействия, действия.
6. Описание действий в семантической памяти, элементарные события в семантической памяти.
7. Классификация действий, в том числе выполняемых в семантической памяти.

8. Отношения, заданные на множестве действий. Контекст выполнения действия.
9. Начальная и конечная ситуация процесса.
10. Понятие задачи, классификация задач.
11. Информационные и поведенческие задачи.
12. Декларативная и процедурная формулировка задачи.
13. Понятие плана выполнения действия, протокола выполнения действия, результата выполнения действия.
14. Примеры описания решения задачи в базе знаний.
15. Понятие команды. Принципы работы с командами в интерфейсе компьютерных систем нового поколения.
16. Понятие метода, классификация методов.
17. Отношения, заданные на множестве методов.
18. Денотационная и операционная семантика метода, примеры описания в базе знаний.
19. Понятие языка описания методов. Пример описания процедурного метода в базе знаний.
20. Статические и динамические аргументы действий.
21. Пример описания метода с зависимостями между поддействиями.
22. Понятие стратегии решения задач. Понятие модели решения задач. Понятие навыка, классификация навыков.
23. Связь с базовым языком программирования для обработки баз знаний.
24. Современные подходы к решению задач в интеллектуальных системах, модели решения задач.
25. Понятие решателя задач, основные отличительные особенности, характеристики, подходы к реализации.
26. Основные недостатки современных подходов, принципы их устранения.
27. Модель решателя задач как иерархической системы агентов, взаимодействующих посредством общей семантической памяти.
28. Методика и средства разработки решателей задач.
29. Понятие агента обработки баз знаний, классификация агентов.
30. Принципы реализации многоагентной обработки знаний.
31. Спецификация действий, выполняемых агентами обработки знаний, примеры решения задач коллективом агентов.
32. Пользователь компьютерной системы как агент обработки знаний.
33. Спецификация агентов обработки знаний, пример описания в базе знаний.
34. Атомарные и неатомарные агенты обработки знаний, иерархия агентов обработки знаний.
35. Стратегии решения задач в компьютерных системах нового поколения.
36. Основные модели логического вывода.

37. Принципы организации логического вывода в интеллектуальных компьютерных системах нового поколения.

38. Принципы реализации параллельной обработки знаний в семантической памяти.

39. Связь с базовым языком программирования для обработки баз знаний.

ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем учебной дисциплины;
- решение индивидуальных задач и представление результатов в online класс дисциплины платформы GoogleWorkspace, Moodle;
- подготовка и представление отчетов по лабораторным работам в online класс дисциплины платформы GoogleWorkspace, Moodle;
- систематизация полученных знаний при подготовке к экзамену;
- систематизация полученных знаний при подготовке к зачету.

Дополнительное учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов:

Материалы, размещенные в online-классе дисциплины платформы GoogleWorkspace, Moodle

**Содержание самостоятельной работы студентов
дневная форма получения высшего образования**

Вид самостоятельной работы	Тематическое содержание и используемые источники	Количество часов
1	2	3
Семестр 3		
Углублённое изучение отдельных лекционных тем	<i>Раздел 1</i> Литература: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]	22
	<i>Раздел 2</i> Литература: [1, 2, 3, 5, 6, 7, 8]	10
Подготовка отчетов по лабораторным работам	Лабораторные работы № 1-17 Методические указания. Литература: [1-8]	68
Подготовка к компьютерному тестированию	Раздел 1-2. Литература: [1-8]	22
ИТОГО ЗА 3 СЕМЕСТР:		122
Семестр 4		
1	2	3
Углублённое изучение отдельных лекционных тем	<i>Раздел 3</i> Литература: [1, 3, 4, 6, 7, 8]	4
Подготовка отчетов по лабораторным работам	Лабораторные работы № 18-22 Методические указания, Литература: [1-8]	10
Подготовка к компьютерному тестированию	Раздел 3. Все темы Литература: [1-8]	2
Систематизация полученных знаний при подготовке к экзамену		20
ИТОГО ЗА 4 СЕМЕСТР:		36

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ

Средства диагностики результатов учебной деятельности

Диагностика результатов учебной деятельности осуществляется следующими средствами:

- компьютерное тестирование по лекционному материалу;
- письменный отчет по лабораторным работам с его устной защитой;
- зачет;
- экзамен.

Диагностика качества усвоения знаний проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета в 3 семестре, экзамена в 4 семестре.

Результат текущего контроля за 3 и 4 семестр оценивается отметкой в баллах по десятибалльной шкале и выводится исходя из отметок, выставленных в ходе проведения мероприятий текущего контроля в течение семестра по следующей формуле:

$$T = (KT_1 + KT_2) + (LP_1 + LP_2 + \dots + LP_m) / (2 + m),$$

где KT_1, KT_2 – отметки, выставленные в ходе проведения мероприятий текущего контроля (компьютерное тестирование);

LP_1, LP_m – отметки, выставленные в ходе защиты лабораторных работ;

m – количество лабораторных работ.

Результат текущего контроля рассчитывается как округленное среднее значение.

Для обучающего, пропустившего мероприятие текущего контроля по уважительной причине, кафедрой устанавливаются дополнительные сроки.

Обучающемуся, пропустившему мероприятие текущего контроля без уважительной причины, выставляется 1 (один) балл за данное мероприятие.

Результат текущего контроля может быть повышен:

- за участие обучающего в научно-практических мероприятиях, учебно-исследовательской, научно-исследовательской работе студентов (конференциях, семинарах, олимпиадах, конкурсах, научных кружках и т.п.) по профилю учебной дисциплины (модуля) и может быть повышен до 10 баллов при достижении значимых результатов в этой работе;

- обучающийся в целях повышения отметки по любому мероприятию текущего контроля может воспользоваться правом на дополнительные образовательные услуги (платные консультации, платные дополнительные занятия). Количество и сроки пересдач с целью повышения отметки определяет кафедра.

Заключение о зачете формируется по формуле:

$$З = k \cdot T,$$

где k – весовой коэффициент текущего контроля;

T – результат текущего контроля за семестр.

Весовой коэффициент k принимается равным 1.

Если полученная отметка $З < 4$ баллов, то проводится устный зачет отдельно по представленным в программе вопросам.

Перевод отметки по зачёту осуществляется по следующим правилам: отметка «зачтено» выставляется студентам, получившим от 4 до 10 баллов, отметка «не зачтено» выставляется студентам, получившим от 1 до 3 баллов.

Итоговая экзаменационная отметка формируется по формуле:

$$Э = k \cdot T + (1 - k) \cdot O,$$

где k – весовой коэффициент текущего контроля за семестр, $k = 0,5$;

T – результат текущего контроля за семестр;

O – отметка, полученная студентом на экзамене за ответ по билету.

Положительной является отметка 4 балла и выше.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИННОВАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ К ПРЕПОДАВАНИЮ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение учебной дисциплины осуществляется на лекционных и лабораторных занятиях. На лекционных занятиях студенты овладевают системой теоретических знаний о математическом представлении в базе знаний множеств и операций над ними. В ходе лекционного изложения теоретических сведений используются традиционные словесные приемы и методы, которые активизируются постановкой проблемных вопросов и заданий, организацией учебных дискуссий в опоре на имеющуюся начальную подготовку студентов и их политехнический кругозор, использованием интерактивных и проектных методов обучения.

На лабораторных занятиях развиваются и формируются необходимые практические умения и навыки по применению методов и средств проектирования баз знаний. Во время проведения лабораторных работ особое внимание уделяется формированию у студентов умения планировать работу, определять эффективную последовательность ее выполнения.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ С ДРУГИМИ УЧЕБНЫМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Проектирование баз знаний	Кафедра технологий программирования	<i>Применений нет</i>	

Заведующий кафедрой
технологий программирования
канд. техн. наук, доцент



В.М. Чертков

РЕЦЕНЗИЯ
на учебную программу по учебной дисциплине
«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ»
для специальности высшего образования
1-40 03 01 «Искусственный интеллект»

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта по специальности высшего образования ОСВО 1-40 03 01-2021 и учебного плана по специальности 1-40 03 01 «Искусственный интеллект», регистрационный № 72-22/уч. ФИТ от 22.07.2022 для дневной формы получения образования.

Учебная дисциплина «Математические основы интеллектуальных систем» направлена на подготовку современного специалиста в сфере информационных технологий, обладающего компетенциями применять фундаментальные математические, общесистемные и аппаратные принципы организации интеллектуальных систем при их проектировании, реализации и внедрении. Актуальность изучения учебной дисциплины обусловлена фундаментальностью математических конструкций для представления знаний в интеллектуальных системах.

Программа учебной дисциплины «Математические основы интеллектуальных систем» рассчитана для дневной формы обучения на 130 часов аудиторной нагрузки, из них лекции – 60 часов, лабораторные занятия – 70 часов.

Программа содержит 3 раздела, в состав которых включено 23 темы, направленных на изучение вопросов представление основных математических конструкций в базах знаний, принципов проектирования и структуризации баз знаний. В программе дан перечень тем лабораторных работ.

Представленная учебная программа разработана с использованием литературных источников, охватывающих весь необходимый перечень вопросов, и учитывает тенденции развития современных информационных технологий.

Содержание учебной дисциплины позволяет сформировать у студентов необходимые компетенции, знания и умения, изложенные в стандарте.

Рецензируемая учебная программа по учебной дисциплине «Математические основы интеллектуальных систем» в целом отвечает требованиям образовательного стандарта и может быть рекомендована в качестве учебной программы для специальности высшего образования первой ступени 1-40 03 01 «Искусственный интеллект»

Генеральный директор
ООО «КлаудТехнолоджи»



Т.М. Глухова

РЕЦЕНЗИЯ

на учебную программу по учебной дисциплине
«Математические основы интеллектуальных систем»
для специальности высшего образования
1-40 03 01 «Искусственный интеллект»

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта по специальности высшего образования ОСВО 1-40 03 01-2021 и учебного плана по специальности 1-40 03 01 «Искусственный интеллект», регистрационный № 72-22/уч. ФИТ от 22.07.2022 для дневной формы получения образования.

Учебная дисциплина «Математические основы интеллектуальных систем» направлена на подготовку современного специалиста в сфере информационных технологий, и рассматривает принципы представления знаний различных предметных областей с использованием моделей представления знаний, а также методы формализации знаний и создания баз знаний для различных предметных областей.

Программа учебной дисциплины «Математические основы интеллектуальных систем» рассчитана для дневной формы обучения на 130 часов аудиторной нагрузки, из них лекции – 60 часов, лабораторные занятия – 70 часов.

Оптимальное сочетание теоретических и лабораторных занятий обеспечивает реализацию цели дисциплины: изучение основных видов математических конструкций, используемых для представления знаний в интеллектуальных системах, основных алгоритмических и логических моделей переработки информации, а также приобретение навыков формального представления знаний различных предметных областей.

Представленная учебная программа разработана с использованием литературных источников, охватывающих весь необходимый перечень вопросов, и учитывает тенденции развития современных информационных технологий.

Содержание учебной дисциплины позволяет сформировать у студентов необходимые компетенции, знания и умения, изложенные в стандарте.

Рецензируемая учебная программа по учебной дисциплине «Математические основы интеллектуальных систем» в целом отвечает требованиям образовательного стандарта и может быть рекомендована в качестве учебной программы для специальности высшего образования первой ступени 1-40 03 01 «Искусственный интеллект»

Заведующий кафедрой
вычислительных систем и сетей,
д-р техн. наук, доцент



Р.П. Богуш