

Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор учреждения образования
«Полоцкий государственный университет
имени Евфросинии Полоцкой»


Ю.Я. Романовский
«28» 2023 г.
Регистрационный № УД - 937/23 /уч.

МОДУЛЬ «РЕШАТЕЛИ ЗАДАЧ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ»

ЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

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

2023 г.

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.

СОСТАВИТЕЛЬ:

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.т.н, доцент

Татьяна Михайловна Глухова, генеральный директор ООО «КлаудТехнолоджи»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой технологий программирования учреждения образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой»
(протокол № 18 от «20» 12 2023)

Методической комиссией факультета информационных технологий учреждения образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой»
(протокол № 10 от «26» 12 2023)

Научно-методическим советом учреждения образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой»
(протокол № 3 от «28» 12 2023)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

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.

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

Задачи 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.

Требования к уровню освоения содержания учебной дисциплины

В результате изучения учебной дисциплины «Логические основы интеллектуальных систем» формируется следующая **базовая профессиональная компетенция:**

БПК-12: 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 обучаемый 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;

Базовыми дисциплинами по курсу являются: «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Основы алгоритмизации и программирования» и «Общая теория интеллектуальных систем». В свою очередь учебная дисциплина «Логические основы интеллектуальных систем» является базой для таких учебных дисциплин, как «Естественно-языковой интерфейс интеллектуальных систем» и «Модели решения задач в интеллектуальных системах».

Распределение учебной нагрузки

В соответствии с учебным планом на изучение учебной дисциплины отводится:

Форма получения образования	дневная		
Курс	2	3	
Семестр	4	5	всего
Всего часов по учебной дисциплине	94	122	216
Аудиторных часов по учебной дисциплине	36	80	116
Лекции, часов	18	32	50
Лабораторные занятия, часов	18	48	66
Самостоятельная работа, часов	58	42	100
Форма промежуточной аттестации	зачет	экзамен	
Трудоемкость дисциплины, зач. ед	3	3	6

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

РАЗДЕЛ 1. КЛАССИЧЕСКИЕ ЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Тема 1. Логика высказываний

Предмет, цели и задачи курса. 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, решётка. 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. Предварённая нормальная форма, метод равносильных преобразований. Семантические ограничения исчисления предикатов первого порядка. Теоремы Лёвенгейма-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. Прimitивно рекурсивные функции и рекурсивные функции (частично определённые) и вычислимость. Тезис Чёрча. Основы теории алгоритмов. Понятие задачи, задачи распознавания свойств и класса задач. Интуитивное понятие алгоритма. Машина Тьюринга. Неразрешимые задачи. Основы теории сложности (алгоритмов). Теоремы Гёделя 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 нечёткой логики

Понятие нечёткой принадлежности и определение нечёткого множества (первого рода). Меры нечёткости множеств. Нечёткие множества второго рода и выше. Основные операции над нечёткими множествами первого рода. Алгебра нечётких множеств первого рода. Нечёткие отношения, свойства и классификация нечётких отношений. Основные операции над нечёткими отношениями, свойства нечётких отношений. Алгебра нечётких отношений. Нечёткие предикаты и операции нечёткой логики, треугольные нормы. Алгебры нечёткой логики. Нечёткая мера. Мера возможности и мера необходимости. Импликация в нечёткой логике как нечёткая мера. Прямой и обратный вывод в нечёткой логике.

Тема 9. Многозначные логики

Временная семантика многозначных логик. Алгебры трёхзначных и четырёхзначных логик. Таблицы истинности логических операций и модальных операторов.

Тема 10. Неклассический логический 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.

**Учебно-методическая карта учебной дисциплины «Логические основы интеллектуальных систем»
дневная форма получения высшего образования**

Номер раздела темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия	управляемой самостоятельной работой		
	4 семестр	18		18			
Раздел 1	КЛАССИЧЕСКИЕ ЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ						
Тема 1	Логика высказываний	6		10			
1.1	Предмет, цели и задачи курса. Истинность и ложность предложений. Алфавит и грамматика языка логики высказываний.	2				[1], [2], [3], [4], [8], [9]	
1.1.1	Лабораторная работа №1 Истинностные функции, базис и классы истинностных функций, критерий Поста.			2		МУ	ЗЛ
1.2	Пропозициональные связи. Формулы и подформулы, интерпретации логических формул, таблицы истинности. Классы логических формул, отношения над логическими формулами. Алгебраический подход в логике высказываний, булева алгебра, решётка. Истинностные функции, базис и классы истинностных функций, критерий Поста.	2				[1], [2], [3], [4], [8], [9]	
1.2.1	Лабораторная работа №2 Программирование операций обработки языка логики высказываний			2		МУ	ЗЛ
1.2.2	Лабораторная работа №3 Преобразования формул языка логики высказываний			2		МУ	ЗЛ
	Лабораторная работа №3 Преобразования формул языка логики высказываний			2		МУ	ЗЛ
1.3	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.	2				[1], [2], [3], [4], [8], [9]	Т

Номер раздела темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия	управляемой самостоятельной работы		
	Метатеорема дедукции, обратная теорема. Принцип резолюций в исчислении высказываний.						
1.3.1	Лабораторная работа №4 Предварённая нормальная форма, метод равносильных преобразований			2		МУ	ЗЛ
Тема 2	Логика предикатов	8		6			
2.1	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.	2				[1], [2], [3], [6], [8], [9]	
2.2	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.	2				[1], [2], [3], [6], [8], [9]	
2.3	Метатеорема о полноте исчисления предикатов первого порядка. Предварённая нормальная форма, метод равносильных преобразований. Семантические ограничения исчисления предикатов первого порядка. Теоремы Лёвенгейма-Сколема	2				[1], [2], [3], [6], [8], [9]	
2.3.1	Лабораторная работа №5. Сколемовская стандартная форма. Унификация, унификаторы и принцип резолюции в исчислении предикатов.			2		МУ	ЗЛ
2.3.2	Лабораторная работа №5.			2		МУ	ЗЛ

Номер раздела темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия	управляемой самостоятельной работы		
2.4	Сколемовская стандартная форма. Унификация, унификаторы и принцип резолюции в исчислении предикатов.						
2.4.1	Сколемовская стандартная форма. Унификация, унификаторы и принцип резолюции в исчислении предикатов. Алгоритмы решения логических задач. Предложения Хорна, минимальная модель.	2				[1], [2], [3], [6], [8], [9]	Т
Тема 3	Лабораторная работа №6. Алгоритмы решения логических задач			2		МУ	ЗЛ
3.1	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.	4	2				
3.1.1	Лабораторная работа №7. Предложения Хорна, минимальная модель.	2				[1], [2], [5], [7], [8], [9]	
3.2	Введение в λ -исчисление. Основы комбинаторных логик.			2		МУ	ЗЛ
Раздел 2	5 семестр	2				[1], [2], [5], [7], [8], [9]	Т
Тема 4	ПРИКЛАДНЫЕ ЛОГИКИ	32		48			
4.1	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.	14		20			
4.1.1	Лабораторная работа №8 Программирование операций обработки и преобразования формул прикладных логик	4		8			
		2				[1], [2], [3], [4], [8], [9]	
				2		МУ	ЗЛ

Номер раздела темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия	управляемой самостоятельн ой работы		
4.1.2	Лабораторная работа №8 Программирование операций обработки и преобразования формул прикладных логик			2		МУ	ЗЛ
4.2	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.	2				[1], [2], [3], [4], [8], [9]	Т
4.2.1	Лабораторная работа №9 Программирование операций синтаксического анализа			2		МУ	ЗЛ
4.2.2	Лабораторная работа №9 Программирование операций синтаксического анализа			2		МУ	ЗЛ
Тема 5	Алгоритмы и вычислимость в прикладных исчислениях	6		4			
5.1	Язык аксиоматической теории арифметики. Аксиоматизация арифметики. Примитивно рекурсивные функции и рекурсивные функции (частично определённые) и вычислимость. Тезис Чёрча.	2				[1], [2], [6], [7], [8], [9]	
5.2	Основы теории алгоритмов. Понятие задачи, задачи распознавания свойств и класса задач. Интуитивное понятие алгоритма. Машина Тьюринга. Неразрешимые задачи. Основы теории сложности (алгоритмов).	2				[1], [2], [6], [7], [8], [9]	
5.3	Теоремы Гёделя 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.	2				[1], [2], [6], [7], [8], [9]	Т
5.3.1	Лабораторная работа №10 Интерпретации и преобразования логических формул			2		МУ	ЗЛ
5.3.2	Лабораторная работа №10			2		МУ	ЗЛ

Номер раздела темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия	управляемой самостоятельной работы		
	Интерпретации и преобразования логических формул						
Тема 6	Временные и пространственные логики	2		4			
6.1	Свойства времени. Модель времени. Временные отношения. Логика ветвящегося времени, вычислительные логики. Семантики возможных миров. Интервальная временная логика. Свойства пространства. Свойства пространственных отношений. Составляющие пространственной логики.	2				[1], [2], [5], [6], [8], [9]	Т
6.1.1	Лабораторная работа №11						
	Логика ветвящегося времени, вычислительные логики			2		МУ	ЗЛ
6.1.2	Лабораторная работа №11						
	Логика ветвящегося времени, вычислительные логики			2		МУ	ЗЛ
Тема 7	Модальные логики	2		4			
7.1	Язык модальных логик. Модальные операторы, двойственность. Аксиоматика и правила вывода модальных систем. Логика знания и веры.	2				[1], [2], [6], [7], [8], [9]	Т
7.1.1	Лабораторная работа №12						
	Логика знания и веры			2		МУ	ЗЛ
7.1.2	Лабораторная работа №12						
	Логика знания и веры			2		МУ	ЗЛ
Раздел 3	НЕКЛАССИЧЕСКИЕ ЛОГИКИ	18		28			
Тема 8	Элементы нечёткой логики	6		12			
8.1	Понятие нечёткой принадлежности и определение нечёткого множества (первого рода). Меры нечёткости множеств. Нечёткие множества второго рода и выше. Основные операции над нечёткими множествами первого рода.	2				[1], [2], [5], [8], [9]	
8.1.1	Лабораторная работа №13						
	Преобразование логических формул в условиях наличия нечёткости и неполноты			2		МУ	ЗЛ
8.1.2	Лабораторная работа №13						
				2		МУ	ЗЛ

Номер раздела темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия	управляемой самостоятельной работы			
	Преобразование логических формул в условиях наличия нечёткости и неполноты							
8.2	Алгебра нечётких множеств первого рода. Нечёткие отношения, свойства и классификация нечётких отношений. Основные операции над нечёткими отношениями, свойства нечётких отношений. Алгебра нечётких отношений.	2				[1], [2], [5], [8], [9]		
8.2.1	Лабораторная работа №14 Преобразование логических формул в условиях наличия неопределённости и немонотонности			2		МУ		ЗЛ
8.2.1	Лабораторная работа №14 Преобразование логических формул в условиях наличия неопределённости и немонотонности			2		МУ		ЗЛ
8.3	Нечёткие предикаты и операции нечёткой логики, треугольные нормы. Алгебры нечёткой логики. Нечёткая мера. Мера возможности и мера необходимости. Импликация в нечёткой логике как нечёткая мера. Прямой и обратный вывод в нечёткой логике.	2				[1], [2], [5], [8], [9]		Т
8.3.1	Лабораторная работа №15 Элементы нечёткой логики			2		МУ		ЗЛ
8.3.2	Лабораторная работа №15 Элементы нечёткой логики			2		МУ		ЗЛ
Тема 9	Многозначные логики	2						
9.1	Временная семантика многозначных логик. Алгебры трёхзначных и четырёхзначных логик. Таблицы истинности логических операций и модальных операторов.	2				[1], [2], [3], [4], [8], [9]		Т
Тема 10	Неклассический логический вывод	6		4				
10.1	Отношение выводимости. Свойства отношения выводимости. Виды вывода. Формализация вывода. Формализация модифицируемых рассуждений. Классическая логика и общезначимые рассуждения.	2				[1], [2], [6], [7], [8], [9]		

Номер раздела темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия	управляемой самостоятельн ой работы		
10.1.1	Лабораторная работа №16 Неклассический логический вывод		2			МУ	ЗЛ
10.1.2	Лабораторная работа №16 Неклассический логический вывод		2			МУ	ЗЛ
10.2	Немонотонное отношение выводимости, вывод выполнимых формул. Виды немонотонного вывода, немонотонных правил и логик. Логика умолчаний. Доказательство и расширения логик умолчаний. Немонотонная логика Мак- Дермотта.	2				[1], [2], [6], [7], [8], [9]	
10.3	Интуиционистские исчисления высказываний и предикатов, аксиоматика. Погружение формул классической логики в интуиционистскую. Конструктивные доказательства.	2				[1], [2], [6], [7], [8], [9]	Т
Тема 11	Приложения неклассических логик	2		4			
11.1	Рассуждения: дедуктивные, индуктивные, абдуктивные. Отношения подобия. Направления исследования аналогий. Формализация аналогий. Аналогия и дедукция. Логика первого порядка для аналогий. Реализация механизма анalogии. Аналогия и индуктивный вывод.	2				[1], [2], [6], [7], [8], [9]	Т
11.1.1	Лабораторная работа №17 Приложения неклассических логик			2		МУ	ЗЛ
11.1.2	Лабораторная работа №17 Приложения неклассических логик			2		МУ	ЗЛ
Тема 12	Интегрированные модели правдоподобных рассуждений	2		8			
12.1	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.	2				[2], [3], [4], [5], [8], [9]	Т
12.1.1	Лабораторная работа №18			2		МУ	ЗЛ

Номер раздела темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия	управляемой самостоятельн ой работы		
	Программирование операций логического вывода в условиях наличия нечёткости и неполноты.						
12.1.2	Лабораторная работа №18 Программирование операций логического вывода в условиях наличия нечёткости и неполноты.			2		МУ	ЗЛ
12.1.3	Лабораторная работа №19 Программирование операций логического вывода в условиях наличия неопределённости и немонотонности.			2		МУ	ЗЛ
12.1.4	Лабораторная работа №19 Программирование операций логического вывода в условиях наличия неопределённости и немонотонности.			2		МУ	ЗЛ
Итого		50		66			

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 текущего контроля в течение семестра, обозначенные в графе «Форма контроля знаний»

МУ – методические указания;
Т – компьютерное тестирование;
ЗЛ – защита отчета по лабораторной работе.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Хаггарт, Р. Дискретная математика для программистов: учебное пособие / Р. Хаггарт ; под ред. С.А. Кулешова, А.А. Ковалева, В.А. Головешкина, М.В. Ульянова. - Москва: Техносфера, 2023. - 399 с. - 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".

2. Игошин, В. И. Математическая логика: учебное пособие / В. И. Игошин. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 399 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1902069> (дата обращения: 11.12.2023).

3. Непейвода, Н. Н. Прикладная логика: учебное пособие / Н. Н. Непейвода. - Москва|Берлин: Директ-Медиа, 2019. - 576 с. - Допущено Министерством образования Российской Федерации в качестве учебника для студентов высших учебных заведений. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561272> (дата обращения: 11.12.2023).

4. Кузнецов, О. П. Дискретная математика для инженера: учебное пособие / О. П. Кузнецов. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 400 с. - Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210278> (дата обращения: 11.12.2023).

5. Пруцков, А. В. Математическая логика и теория алгоритмов : учебник / А. В. Пруцков, Л. Л. Волкова. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2023. — 152 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2038241> (дата обращения: 11.12.2023).

6. Вайнштейн, Ю. В. Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие / Ю. В. Вайнштейн, Т. Г. Пенькова, В. И. Вайнштейн. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2019. - 110 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1816597> (дата обращения: 11.12.2023).

7. Неклюдова, В. Л. Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие / В. Л. Неклюдова, В. П. Вербная. — Новосибирск : СГУГиТ, 2022. — 70 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/317462> (дата обращения: 11.12.2023).

Дополнительная

8. Колмогоров, А.Н. Математическая логика : учеб. пособие / А. Н. Колмогоров, А. Г. Драгалин ; Московский гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. - М.: КомКнига, 2006. - 238 с.

Влад Тюрнова Е.В.

9. Логические основы интеллектуальных систем. Практикум: учебно-методическое пособие / В. В. Голенков [и др.]. – Минск: БГУИР, 2011. – 70 с. – Текст электронный // Репозиторий БГУИР. – URL: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/992> (дата обращения: 11.12.2023).

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Для выполнения лабораторных работ необходим компьютерный класс с широкополосным доступом в Internet.

Императивные языки программирования (C/C++, Java, Javascript).

Инструментальные средства проектирования онтологий и интеллектуальных систем, использующих представление знаний списками и семантическими сетями (LISP).

Программные средства и библиотеки логического программирования (Prolog, Mathematica и т.п.).

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Истинностные функции, базис и классы истинностных функций, критерий Поста.
2. Программирование операций обработки языка логики высказываний
3. Преобразования формул языка логики высказываний
4. Предварённая нормальная форма, метод равносильных преобразований.
5. Сколемовская стандартная форма. Унификация, унификаторы и принцип резолюции в исчислении предикатов.
6. Алгоритмы решения логических задач.
7. Предложения Хорна, минимальная модель.
8. Программирование операций обработки и преобразования формул прикладных логик
9. Программирование операций синтаксического анализа.
10. Интерпретации и преобразования логических формул.
11. Преобразование логических формул в условиях наличия нечёткости.
12. Преобразование логических формул в условиях наличия неполноты.
13. Преобразование логических формул в условиях наличия неопределённости.
14. Преобразование логических формул в условиях наличия немонотонности.
15. Элементы нечёткой логики
16. Неклассический логический вывод
17. Приложения неклассических логик
18. Программирование операций логического вывода в условиях наличия нечёткости.
19. Программирование операций логического вывода в условиях наличия неполноты.
20. Программирование операций логического вывода в условиях

наличия неопределённости.

21. Программирование операций логического вывода в условиях наличия немонотонности.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАЧЕТА

4 семестр

1. Истинность и ложность предложений.
2. Алфавит и грамматика языка логики высказываний.
3. Формулы и подформулы, интерпретации логических формул, таблицы истинности.
4. Классы логических формул, отношения над логическими формулами.
5. Алгебраический подход в логике высказываний, булева алгебра, решётка.
6. Формальные и содержательные методы решения логических задач. Классическое исчисление высказываний, аксиоматика, правила вывода.
7. Формальный вывод в исчислении высказываний.
8. Метатеорема о полноте исчисления высказываний, обратная теорема. Метатеорема дедукции, обратная теорема.
9. Принцип резолюций в исчислении высказываний.
10. Недостаточность логики высказываний для анализа рассуждений. Алфавит и грамматика языка логики предикатов.
11. Классы логических формул в логике предикатов, свободные и связанные переменные, отношения над логическими формулами логики предикатов.
12. Классическое исчисление предикатов первого порядка, аксиоматика, правила вывода, формальный вывод в исчислении предикатов первого порядка.
13. Предикат, теоретико-множественная модель исчисления предикатов, интерпретации открытых формул языка логики предикатов в моделях, выполнимость формул логики предикатов.
14. Метатеорема о полноте исчисления предикатов первого порядка.
15. Предварённая нормальная форма, метод равносильных преобразований.
16. Сколемовская стандартная форма.
17. Унификация, унификаторы и принцип резолюции в исчислении предикатов.
18. Алгоритмы решения логических задач.
19. Предложения Хорна, минимальная модель.
20. Принцип логического программирования.
21. Структура программы языка логического программирования, примеры программ.
22. Алгоритмы логического вывода и проверки выполнимости логических формул для логики высказываний и логики предикатов.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА

5 семестр

1. Теории первого порядка.
2. Прикладные исчисления предикатов.
3. Схемы аксиом, системы аксиом и правил вывода, соотношение.
4. Аспекты приложения: физический мир и время, математика и логический вывод.
5. Аксиоматика прикладного исчисления.
6. Семантика аксиоматических теорий, модель.
7. Полнота, непротиворечивость, разрешимость, категоричность.
8. Язык исчисления секвенций.
9. Отношение равенства термов. Исчисление с равенством, аксиомы, теоремы.
10. Исчисление с отношением порядка, аксиомы, теоремы.
11. Язык аксиоматической теории арифметики. Аксиоматизация арифметики.
12. Прimitивно рекурсивные функции и рекурсивные функции (частично определённые) и вычислимость.
13. Понятие задачи, задачи распознавания свойств и класса задач.
14. Интуитивное понятие алгоритма. Машина Тьюринга.
15. Неразрешимые задачи.
16. Основы теории сложности (алгоритмов).
17. Теоремы Гёделя о неполноте и непротиворечивости аксиоматической теории арифметики.
18. Алгоритмический подход к доказательству.
19. Основы теории сложности, классы P и NP, двойственные классы и подклассы.
20. NP-полная задача.
21. Свойства времени. Модель времени. Временные отношения.
22. Логика ветвящегося времени, вычислительные логики.
23. Семантики возможных миров.
24. Интервальная временная логика.
25. Свойства пространства. Свойства пространственных отношений.
26. Составляющие пространственной логики.
27. Язык модальных логик. Модальные операторы, двойственность.
28. Аксиоматика и правила вывода модальных систем.
29. Логика знания и веры.
30. Понятие нечёткой принадлежности и определение нечёткого множества (первого рода).
31. Меры нечёткости множеств.
32. Нечёткие множества второго рода и выше.
33. Основные операции над нечёткими множествами первого рода.
34. Алгебра нечётких множеств первого рода.
35. Нечёткие отношения, свойства и классификация нечётких отношений.

36. Основные операции над нечёткими отношениями, свойства нечётких отношений.
37. Алгебра нечётких отношений.
38. Нечёткие предикаты и операции нечёткой логики, треугольные нормы.
39. Алгебры нечёткой логики. Нечёткая мера.
40. Мера возможности и мера необходимости.
41. Импликация в нечёткой логике как нечёткая мера.
42. Прямой и обратный вывод в нечёткой логике.
43. Временная семантика многозначных логик.
44. Алгебры трёхзначных и четырёхзначных логик.
45. Таблицы истинности логических операций и модальных операторов.
46. Отношение выводимости. Свойства отношения выводимости.
47. Виды вывода. Формализация вывода.
48. Формализация модифицируемых рассуждений.
49. Классическая логика и общезначимые рассуждения.
50. Немонотонное отношение выводимости, вывод выполнимых формул.
51. Виды немонотонного вывода, немонотонных правил и логик.
52. Логика умолчаний. Доказательство и расширения логик умолчаний.
53. Немонотонная логика Мак-Дермотта. Интуиционистские исчисления высказываний и предикатов, аксиоматика.
54. Погружение формул классической логики в интуиционистскую. Конструктивные доказательства.
55. Рассуждения: дедуктивные, индуктивные, абдуктивные.
56. Направления исследования аналогий. Формализация аналогии.
57. Аналогия и дедукция.
58. Логика первого порядка для аналогии.
59. Реализация механизма аналогии.
60. Аналогия и индуктивный вывод.
61. Унифицированные семантические языки, семантические сети и логические языки представления знаний в интеллектуальных системах.
62. Интеграция механизмов правдоподобных рассуждений и других классов механизмов обработки знаний в прикладных интеллектуальных системах.

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;
- самостоятельное выполнение лабораторных работ;
- подготовка и представление отчетов по лабораторным работам в online класс дисциплины платформы GoogleWorkspace;
- систематизация полученных знаний при подготовке к экзамену

Дополнительное учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов:

Материалы, размещенные в online-классе дисциплины платформы GoogleWorkspace

Содержание самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Тематическое содержание и используемые источники	Количество часов
1	2	3
Четвертый семестр		
Углублённое изучение отдельных лекционных тем	Тема 1 Осн. литература: [1], [2], [3], [4] Доп. литература: [8], [9]	10
	Тема 2 Осн. литература: [1], [2], [3], [6] Доп. литература: [8], [9]	10
	Тема 3 Осн. литература: [1], [2], [5], [7] Доп. литература: [8], [9]	10
Подготовка отчетов по лабораторным работам	Лабораторные работы № 1-7 Методические указания. Осн. литература: [1-7]. Доп. Литература [8], [9]	28
ИТОГО ЗА 4 СЕМЕСТР:		58
Пятый семестр		
1	2	3
Углублённое изучение отдельных лекционных тем	Тема 4 Осн. литература: [1], [2], [3], [4] Доп. литература: [8], [9]	1
	Тема 5 Осн. литература: [1], [5], [6], [7] Доп. литература: [8], [9]	1
	Тема 6	1

	Осн. литература: [1], [2], [5], [6] Доп. литература: [8], [9]	
	<i>Тема 7</i> Осн. литература: [1], [2], [6], [7] Доп. литература: [8], [9]	1
	<i>Тема 8</i> Осн. литература: [1], [2], [5] Доп. литература: [8], [9]	1
	<i>Тема 9</i> Осн. литература: [1], [2], [3], [4] Доп. литература: [8], [9]	1
	<i>Тема 10</i> Осн. литература: [1], [2], [6], [7] Доп. литература: [8], [9]	1
	<i>Тема 11</i> Осн. литература: [1], [2], [6], [7] Доп. литература: [8], [9]	1
	<i>Тема 12</i> Осн. литература: [2], [3], [4], [5] Доп. литература: [8], [9]	1
Подготовка отчетов по лабораторным работам	Лабораторные работы №8-19 Методические указания, Осн. литература: [1-7]. Доп. литература [8], [9]	7
Систематизация полученных знаний при подготовке к экзамену		26
ИТОГО ЗА 5 СЕМЕСТР:		42

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ

Средства диагностики результатов учебной деятельности

Диагностика результатов учебной деятельности осуществляется следующими средствами:

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

Контроль качества усвоения знаний проводится в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний и компетенций студентов (приказ ректора университета от 06.06.2014 № 294 (в редакции, утвержденной приказом ректора университета от 17.11.2014 № 605) в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета в 4 семестре, в форме экзамена в 5 семестре.

Результат текущего контроля за 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:

$$T = \frac{(KT_1 + \dots + KT_3) + (ЗЛ_1 + \dots + ЗЛ_7)}{10}$$

где $KT_1 + \dots + KT_3$ – отметки, выставленные по результатам контрольного тестирования;

$ЗЛ_1 + \dots + ЗЛ_7$ – отметки, выставленные по результатам защит лабораторных работ.

Результат текущего контроля рассчитывается как округленное среднее значение. Результат может быть увеличен в соответствии с п.п. 6.8 и 6.9 Положения.

Зачет проводится согласно Положению.

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 письменный 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.

Результат текущего контроля за 5 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:

$$T = \frac{(KT_1 + \dots + KT_9) + (ЗЛ_1 + \dots + ЗЛ_{12})}{21}$$

где $KT_1 + \dots + KT_9$ – отметки, выставленные по результатам контрольного тестирования;

$ЗЛ_1 + \dots + ЗЛ_{12}$ – отметки, выставленные по результатам защит лабораторных работ.

Результат текущего контроля рассчитывается как округленное среднее значение и может быть увеличен в соответствии с п.п. 6.8 и 6.9 Положения.

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 об основах программирования и алгоритмизации. 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 разработке алгоритмов и программ. 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)
Естественно-языковой интерфейс интеллектуальных систем	Кафедра ТП	<i>Предложено не</i>	
Модели решения задач в интеллектуальных системах	Кафедра ТП	<i>Предложено не</i>	

Заведующая кафедрой
технологий программирования
канд. техн. наук, доцент



В.М. Чертков

РЕЦЕНЗИЯ

на учебную программу по учебной дисциплине
«Логические 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 «Логические основы интеллектуальных систем» направлена на подготовку современного специалиста в сфере информационных технологий, и рассматривает вопросы 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.

Программа учебной дисциплины «Логические основы интеллектуальных систем» рассчитана для дневной формы обучения на 116 часов аудиторной нагрузки, из них лекции – 50 часов, лабораторные занятия – 66 часов.

Оптимальное сочетание теоретических и лабораторных занятий обеспечивает реализацию цели дисциплины: освоение представления о классических и неклассических логических моделях представления и обработки информации, а также приобретение навыков решения логических задач.

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 «Логические 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

РЕЦЕНЗИЯ
на учебную программу по учебной дисциплине
«ЛОГИЧЕСКИЕ 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 «Логические основы интеллектуальных систем» направлена на подготовку современного специалиста в сфере информационных технологий, обладающего компетенциями применять инструментальные средства построения интеллектуальных решателей задач и их компонентов, модели решения задач в интеллектуальных системах, в том числе алгоритмические, параллельные, логические и нейросетевые. 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.

Программа учебной дисциплины «Логические основы интеллектуальных систем» рассчитана для дневной формы обучения на 116 часов аудиторной нагрузки, из них лекции – 50 часов, лабораторные занятия – 66 часов.

Программа содержит 3 раздела, в состав которых включено 12 тем, направленных на изучение классических логических моделей, алгоритмы и вычислимость в прикладных исчислениях, а также неклассические логики. 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 «Логические 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