

МИНОБРНАУКИ РОССИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный гуманитарный университет»  
(ФГБОУ ВО «РГГУ»)

ОТДЕЛЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ В ГУМАНИТАРНОЙ СФЕРЕ  
Кафедра математики, логики и интеллектуальных систем в гуманитарной сфере

## **ЛОГИКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

45.04.04 Интеллектуальные системы в гуманитарной среде

Когнитивное и программное обеспечение интеллектуальных роботов и программирование  
интеллектуальных систем

Уровень квалификации выпускника: магистр

Форма обучения очная

РПД адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями  
здоровья и инвалидов

Москва 2021

«Алгебраические методы в информатике»  
Рабочая программа дисциплины  
Составитель:  
доктор физико-математических наук, профессор  
О.М. Аншаков

УТВЕРЖДЕНО  
Протокол заседания кафедры МЛиИС  
№   6   от   03.06.21

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

### **1. Пояснительная записка**

1.1 Цель и задачи дисциплины (модуля)

1.2. Формируемые компетенции, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

### **2. Структура дисциплины**

### **3. Содержание дисциплины**

### **4. Образовательные технологии**

### **5. Оценка планируемых результатов обучения**

5.1. Система оценивания

5.2. Критерии выставления оценок

5.3. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

6.1. Список источников и литературы

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

### **9. Методические материалы**

9.1. Планы семинарских занятий

9.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

9.3. Иные материалы

## **Приложения**

Приложение 1. Аннотация дисциплины

Приложение 2. Лист изменений

## 1. Пояснительная записка

### 1.1. Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины: ознакомить студентов с наиболее известными примерами неклассических логик, служащих теоретическим базисом для построения различных видов интеллектуальных систем.

Задачи дисциплины: формирование базовых понятий математической логики, имеющих отношение к интеллектуальным системам; ознакомление с разными вариантами синтаксиса и семантики неклассических логик; изложение некоторых наиболее важных результатов о неклассических логиках; формирование умений и навыков использования аппарата неклассических логик, применяемых в искусственном интеллекте.

### 1.2. Формируемые компетенции, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. <b>Знает</b> принципы сбора, отбора и обобщения информации.  УК-1.2. <b>Умеет</b> соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.  УК-1.3. <b>Имеет практический опыт</b> работы с информационными объектами и сетью Интернет, опыт библиографического разыскания, создания научных текстов.	Знать: <ul style="list-style-type: none"><li>возможные источники сведений по неклассическим логикам и их применению в искусственном интеллекте.</li></ul> Уметь: <ul style="list-style-type: none"><li>пользоваться современными поисковыми машинами и другими информационными технологиями для приобретения знаний в области неклассических логик и их приложений к искусственному интеллекту.</li></ul>
ОПК-1. Способен применять в профессиональной деятельности и методы математического анализа, логики и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в	ОПК-1.1. <b>Знает</b> основы математического анализа, логики и математического моделирования.  ОПК-1.2. <b>Умеет</b> использовать математические методы для построения моделей в информатике, лингвистике и некоторых гуманитарных дисциплинах.  ОПК-1.3. <b>Владеет</b> методами теоретического и экспериментального исследования в информатике, лингвистике и гуманитарных науках.	Знать: <ul style="list-style-type: none"><li>общую структуру системы знаний по неклассическим логикам.</li></ul> Уметь: <ul style="list-style-type: none"><li>приводить в систему сведения о неклассических логиках, найденные в различных источниках.</li></ul>

информатик е, лингвистике и гуманитарны х науках		
ОПК-3. Способен использовать фундаментал ьные знания в области гуманитарны х, социальных и лингвистиче ских наук, а также в сфере техники и технологии информатик и для совершенств ования профессиона льной деятельност и	<p>ОПК-3.1. <b>Знает</b> основы лингвистики, социологии и математической статистики.</p> <p>ОПК-3.2. <b>Умеет</b> пользоваться инструментальными средами, библиотеками и фреймворками для анализа социологических данных и текстов.</p> <p>ОПК-3.3. <b>Имеет практический опыт</b> работы с инструментальными средствами для анализа данных, в том числе анализа текстов.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● примеры неклассических логик, служащих теоретическим базисом для построения интеллектуальных систем;</li> <li>● основные разновидности синтаксиса и семантики формально-логических систем;</li> <li>● фундаментальные результаты о формально-логических системах.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● использовать синтаксические и семантические конструкции для решения задач.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● навыками самостоятельного поиска информации и изучения нового теоретического материала и технологических приемов.</li> </ul>

### 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Логика интеллектуальных систем» относится к базовой части дисциплин учебного плана.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные (в рамках бакалавриата) в ходе изучения следующих дисциплин: «Математическая логика», «Интеллектуальные системы».

## 2. Структура дисциплины

### Структура дисциплины для очной формы обучения

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 з.е., 228 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 60 ч., промежуточная аттестация 18 ч., самостоятельная работа обучающихся 150 ч.

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Се ме	Виды учебной работы (в часах)			Формы текущего
			Контактная			

		ст р	Лек ции	Се ми нар	Прак тиче ские заня тия	Лабо ратор ные заня тия	Про меж уточ ная атте стац ия	Са мо сто яте ль ная рабо та	контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
1	Разновидности синтаксиса и семантики классической логики.	1	6		10			38	Оценка выполнения практических заданий.
2	Многозначные логики и их применение в задачах искусственного интеллекта.	1	6		8			46	Оценка выполнения практических заданий. Доклады (презентации) студентов
	Зачет	1							Контрольная работа
3	Нечеткие логики и их применение.	2	4		6			22	Оценка выполнения практических заданий. Доклады студентов.
4	Модальные и временные логики.	2	4		6			22	Оценка выполнения практических заданий. Доклады студентов.
5	Немотононные логики и их применение в задачах искусственного интеллекта.	2	4		6			22	Оценка выполнения практических заданий. Доклады студентов.
	Экзамен	2					18		Экзамен по билетам
	Итого:		24		36		18	150	

### 3. Содержание дисциплины

В курсе изучаются неклассические логические формализмы, которые могут служить теоретической базой для построения интеллектуальных систем.

В результате изучения курса студенты должны овладеть основными понятиями, принципами и техническими приемами математической логики, которые являются общими для разных

типов неклассических логик, а также ознакомиться с конкретными примерами неклассических логик, имеющих отношение к системам искусственного интеллекта. Курс должен сочетать современность и строгость изложения материала с его доступностью для слушателей.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1.	Разновидности синтаксиса и семантики классической логики.	Логика высказываний. Формулы и их интерпретация. Алгебра логики. Тавтологии. Исчисления гильбертовского типа. Секвенциальные исчисления. Системы аналитических таблиц. Натуральный вывод. Корректность и полнота различных типов исчислений. Логика предикатов. Структуры. Модели. Различные виды исчислений предикатов. Корректность и полнота исчисления предикатов.
2.	Многозначные логики и их применение в задачах искусственного интеллекта.	Парадоксы теории множеств и кризис оснований математики. Интуиционистская логика. Логики конечнозначные и бесконечнозначные. Трехзначная логика Гейтинга. Трехзначная логика Лукасевича. Трехзначная логика Бочвара. Алгебраические модели многозначных логик. Логики с J-операторами и их аксиоматизация. Описание ДСМ-метода с помощью многозначных логик с J-операторами.
3.	Нечеткие логики и их применение.	Нечеткие множества по Л.Заде. T-нормы и S-нормы. Импликативные решетки (решетки с делением). BL-алгебры. Базовая нечеткая логика. Разновидности нечетких логик, их аксиоматизация и алгебраические модели. Системы нечеткого вывода как практическая реализация идей нечеткой логики.
4.	Модальные и временные логики.	Модальные операторы. Шкалы Крипке и модели Крипке. Примеры модальных и временных логик. Алгебраическая семантика для модальных логик. Интуиционистская логика и модальная логика S4.
5.	Немонотонные логики и их применение в задачах искусственного интеллекта.	Различные подходы к немонотонности. Логика умолчаний. Логика ревизии мнений. Адаптивная логика. Немонотонный вывод в модификационном исчислении.

#### 4. Образовательные технологии

- Лекции практически всегда сопровождаются компьютерными презентациями.
- Ряд тем предполагает самостоятельное изучение материала и доклады студентов, представленные с помощью компьютерных презентаций.
- Некоторые задания предполагают разработку демонстрационных программ для иллюстрации учебного материала.
- Регулярно используется обращение к Интернет-ресурсам и поисковым системам для поиска учебных материалов.
- Электронная почта и другие средства Интернет используются студентами для общения с преподавателем.

#### 5. Оценка планируемых результатов обучения

##### 5.1. Система оценивания

Форма контроля	Макс. количество баллов	
	За одну работу	Всего
Текущий контроль:		
- опрос	5 баллов	30 баллов
- участие в дискуссии на семинаре	5 баллов	10 баллов
- контрольная работа (темы 1-3)	10 баллов	10 баллов
- контрольная работа (темы 4-5)	10 баллов	10 баллов
Промежуточная аттестация экзамен		40 баллов
<b>Итого за семестр (дисциплину) экзамен</b>		<b>100 баллов</b>

Полученный совокупный результат конвертируется в традиционную шкалу оценок и в шкалу оценок Европейской системы переноса и накопления кредитов (*European Credit Transfer System*; далее – *ECTS*) в соответствии с таблицей:

100-балльная шкала	Традиционная шкала		Шкала ECTS
95 – 100	отлично	зачтено	A
83 – 94			B
68 – 82	хорошо		C
56 – 67	удовлетворительно		D
50 – 55			E
20 – 49	неудовлетворительно	не зачтено	FX
0 – 19			F

## 5.2. Критерии выставления оценки по дисциплине

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
100-83/ A,B	«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	<p>Выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, может продемонстрировать это на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения.</p> <p>Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p>

		Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «высокий».
82-68/ С	«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	<p>Выставляется обучающемуся, если он знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его на занятиях и в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей.</p> <p>Обучающийся правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами.</p> <p>Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «хороший».</p>
67-50/ D,E	«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	<p>Выставляется обучающемуся, если он знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами.</p> <p>Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «достаточный».</p>
49-0/ F,FX	«неудовлетворительно»/ не зачтено	<p>Выставляется обучающемуся, если он не знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами.</p> <p>Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p>

		Компетенции на уровне «достаточный», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.
--	--	--

### 5.3. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

ФОС для проведения промежуточной аттестации по дисциплине состоит из 4 разделов:

1 раздел. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;

2 раздел. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;

3 раздел. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;

4 раздел. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Для каждого результата обучения по дисциплине (модулю) или практике определяются показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

#### Оценочные средства, соответствующие конкретным этапам формирования компетенций

Код компетенции	Описание этапов формирования компетенции	Наименование оценочных средств
УК-1	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>возможные источники сведений по неклассическим логикам и их применению в искусственном интеллекте.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>пользоваться современными поисковыми машинами и другими информационными технологиями для приобретения знаний в области неклассических логик и их приложений к искусственному интеллекту.</li> </ul>	<p>Учет активности на практических занятиях. Доклады по различным темам, рассматриваемым в данном курсе, требующие самостоятельного поиска информации в сети интернет.</p>
ОПК-1	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>общую структуру системы знаний по неклассическим логикам.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>приводить в систему сведения о неклассических логиках, найденные в различных источниках.</li> </ul>	<p>Опрос на занятиях. Экзамен.</p>

ОПК-3	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● навыками самостоятельного поиска информации и изучения нового теоретического материала и технологических приемов.</li> </ul>	<p>Опрос на занятиях. Решение задач. Проверка домашних заданий. Контрольные работы.</p>
ОПК-3	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● примеры неклассических логик, служащих теоретическим базисом для построения интеллектуальных систем;</li> <li>● основные разновидности синтаксиса и семантики формально-логических систем;</li> <li>● фундаментальные результаты о формально-логических системах.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● использовать синтаксические и семантические конструкции для решения задач.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● навыками формального вывода в различных логических исчислениях.</li> </ul>	<p>Опрос на занятиях. Контрольные работы. Экзамен.</p>
ПК-2	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● способы анализа данных, основанные на неклассических логиках.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● формулировать правила анализа данных, основанные на неклассических логиках.</li> </ul>	<p>Доклады по отдельным темам. Выполнение заданий на проектирование систем, основанных на неклассических логиках.</p>

### Контрольная работа

1. Обосновать производное правило в исчислении гильбертовского типа:

$$A \vee B \rightarrow B \vdash A \rightarrow B.$$

2. Построить доказательство секвенции:

$$\neg(A \wedge B) \Rightarrow \neg A \vee \neg B.$$

3. С помощью аналитических таблиц проверить, является ли формула тавтологией:

$$(A \rightarrow B) \rightarrow ((B \rightarrow C) \rightarrow (A \rightarrow C)).$$

4. С помощью натурального вывода доказать:

$$(A \rightarrow C) \rightarrow ((B \rightarrow C) \rightarrow (A \vee B \rightarrow C)).$$

5. Проверить, является ли формула тавтологией трехзначной логики Гейтинга:

$$(\neg A \rightarrow \neg B) \rightarrow (B \rightarrow A).$$

6. С помощью аналитических таблиц найти контроценки для формулы логики Бочвара:

$$((C \rightarrow A) \rightarrow (\sim (B \cup C) \rightarrow A))$$

### Темы докладов

1. Описание ДСМ-метода с помощью многозначных логик с J-операторами.
2. Алгебры нечетких логик.
3. Математическая модель системы нечеткого вывода.
4. Семантика Крипке и алгебраическая семантика модальных и временных логик.
5. Немонотонные логики, обзор различных подходов к немонотонности.
6. Вывод в модификационном исчислении. Семантика модификационных исчислений.

### Контрольные вопросы к экзамену

1. Формулы логики высказываний. Оценки. Модели. Тавтологии. Логическое следование.
2. Исчисления гильбертовского типа. Аксиомы и правила вывода.
3. Секвенциальные исчисления. Доказуемость в секвенциальных исчислениях.
4. Аналитические таблицы. Доказуемость в системе аналитических таблиц.
5. Теоремы о корректности и о полноте для исчисления высказываний.
6. Формулы логики предикатов. Структуры, оценки, модели. Истинность в структуре. Общезначимость. Логическое следование.
7. Исчисления предикатов гильбертовского типа. Аксиомы и правила вывода.
8. Секвенциальные исчисления предикатов. Доказуемость в секвенциальных исчислениях.
9. Аналитические таблицы для логики предикатов. Доказуемость в системе аналитических таблиц.
10. Теоремы о корректности и о полноте для исчисления предикатов.
11. Исчисление для интуиционистской логики. Невыводимость законов снятия двойного отрицания и исключенного третьего в интуиционистской логики.
12. Трехзначные логики Гейтинга, Лукасевича и Бочвара.
13. Описание ДСМ-метода с помощью многозначных логик с J-операторам.

14. Нечеткие множества, функции принадлежности. Операции над нечеткими множествами.
15. Операции нечеткой логики. Т-нормы, S-нормы. Нечеткое отрицание.
16. Решетки с делением. Алгебраическое описание нечетких логик.
17. Базовая нечеткая логика. Разновидности нечетких логик.
18. Системы нечеткого вывода.
19. Адаптивные нейро-фаззи-системы.
20. Модальные логики. Семантика Крипке.
21. Примеры модальных логик.
22. Мультимодальные логики. Примеры мультимодальных логик. Временные логики.
23. Связь модальной логики S4 с интуиционистской логикой.
24. Топологические булевы алгебры. Алгебраические модели S4 и интуиционистской логики.
25. Немонотонные логики. Обзор подходов к немонотонности.
26. Модификационные исчисления. Синтаксис и семантика модификационных исчислений.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Список источников и литературы**

#### **а) Основная литература**

1. Логический подход к искусственному интеллекту: От классической логики к логическому программированию. Пер. с франц. / Тейз А., Грибомон П., Луи Ж. и др. – М.: Мир, 1990.
2. Логический подход к искусственному интеллекту: От модальной логики к логике баз данных. Пер. с франц. / Тейз А., Грибомон П., Юлен Г. и др. – М.: Мир, 1998.
3. Ferenczi M., Szöts M. Mathematical logic for applications. – Budapest, BME, 2011.

#### **б) Дополнительная литература**

1. Anshakov O., Gergely T. Cognitive Reasoning: A Formal Approach. – Springer, Berlin – Heidelberg, 2010.
2. Hájek P. Metamathematics of Fuzzy Logic. Springer Science+Business Media Dordrecht. 1998.
3. ДСМ-метод автоматического порождения гипотез: Логические и эпистемологические основания / Сост. О.М. Аншаков, Е.Ф. Фабрикантова; под общ. ред. О.М. Аншакова. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009.
4. Карпенко А.С. Развитие многозначной логики. – М.: URSS, 2016.
5. Новиков П.С. Конструктивная математическая логика с точки зрения классической. – М.: Наука, 1977

### **6.2 Перечень БД и ИСС**

№п/ п	Наименование
1	Международные реферативные наукометрические БД, доступные в рамках национальной подписки в 2020 г. Web of Science Scopus
2	Профессиональные полнотекстовые БД, доступные в рамках национальной подписки в 2020 г. Журналы Cambridge University Press ProQuest Dissertation & Theses Global SAGE Journals Журналы Taylor and Francis
3	Профессиональные полнотекстовые БД JSTOR Издания по общественным и гуманитарным наукам Электронная библиотека Grebennikon.ru
4	Компьютерные справочные правовые системы Консультант Плюс, Гарант

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия проводятся в компьютерном классе ауд. 307, расположенном по адресу 125993, Москва, Миусская пл., д. 6, стр.2.

Этот компьютерный класс оснащен:

- достаточным количеством объединенных в локальную сеть рабочих станций,
- медиапроектором и экраном,
- маркерной доской.

В классе имеются возможности

- подключения ноутбука к медиапроектору,
- одновременного доступа в Интернет для преподавателя и студентов.

### 1. Перечень ПО

№п /п	Наименование ПО	Производитель	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
1	Adobe Master Collection CS4	Adobe	лицензионное
2	ОС «Альт Образование» 8	ООО «Базальт СПО	лицензионное
3	Windows 10 Pro	Microsoft	лицензионное
4	Kaspersky Endpoint Security	Kaspersky	лицензионное
5	Microsoft Office 2016	Microsoft	лицензионное
6	Zoom	Zoom	лицензионное

## 8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- для слепых и слабовидящих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
  - обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
  - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
  - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
  - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

- для глухих и слабослышащих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
  - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
  - экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
  - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- для слепых и слабовидящих:
  - в печатной форме увеличенным шрифтом;
  - в форме электронного документа;
  - в форме аудиофайла.

- для глухих и слабослышащих:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.

- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа;
  - в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

- для слепых и слабовидящих:
  - устройством для сканирования и чтения с камерой *SARA CE*;
  - дисплеем Брайля *PAC Mate 20*;
  - принтером Брайля *EmBraille ViewPlus*;

- для глухих и слабослышащих:
  - автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;
  - акустический усилитель и колонки;

- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;
  - компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

## 9. Методические материалы

### 9.1. Планы семинарских занятий

Тема 1. (10 ч.) Разновидности синтаксиса и семантики классической логики.

Цель занятий: усвоить основные понятия классической логики и научиться решать задачи на формальных вывод и формальную семантику классической логики.

Форма проведения – обсуждение, решение задач, опрос.

Вопросы для обсуждения:

Что такое формула логики высказываний? Как определяется формальная семантика логики высказываний? Какие разновидности исчислений высказываний вы знаете? Как формулируются теоремы о корректности и о полноте для исчислений высказываний? Что такое формула логики предикатов? Как определяется формальная семантика логики предикатов? Какие разновидности исчислений предикатов вы знаете? Как формулируются теоремы о корректности и о полноте для исчислений предикатов?

Контрольные вопросы:

1. Определение формулы логики высказываний. Примеры формул и выражений, не являющихся формулами.
2. Исчисление высказываний гильбертовского типа.
3. Секвенциальное исчисление высказываний.
4. Система аналитических таблиц для логики высказываний.
5. Натуральный вывод для логики высказываний.
6. Корректность и полнота исчислений высказываний.
7. Определение формулы логики предикатов. Примеры формул и выражений, не являющихся формулами.
8. Исчисление предикатов гильбертовского типа.
9. Секвенциальное исчисление предикатов.
10. Система аналитических таблиц для логики предикатов.
11. Натуральный вывод для логики предикатов.
12. Корректность и полнота исчислений предикатов.

Список источников и литературы:

1. Логический подход к искусственному интеллекту: От классической логики к логическому программированию. Пер. с франц. / Тейз А., Грибомон П., Луи Ж. и др. – М.: Мир, 1990 (11–110)

Материально-техническое обеспечение занятия: доска, видеопроектор, ноутбук.

Тема 2. (8 ч.) Многозначные логики и их применение в задачах искусственного интеллекта.

Цель занятий: ознакомиться с многозначными логиками, в том числе с логиками, имеющими отношение к системам искусственного интеллекта.

Форма проведения – обсуждение, решение задач, опрос.

Вопросы для обсуждения:

Какова мотивация введения интуиционистской логики? Какие примеры конечнозначных и бесконечнозначных логик вы знаете? Какие известные законы классической логики не имеют места для интуиционистской логики? Каковы особенности трехзначных логик Гейтинга, Лукасевича и Бочвара? Какая логика используется для формального описания правил ДСМ-метода?

Контрольные вопросы:

1. Интуиционистское исчисление высказываний.
2. Недоказуемость некоторых законов классической логики в интуиционистском исчислении.
3. Трехзначные логики Гейтинга, Лукасевича и Бочвара.
4. Примеры исчислений для трехзначных логик Гейтинга, Лукасевича и Бочвара.
5. Корректность и полнота многозначных исчислений. Алгебраическая семантика многозначных логик.
6. Многозначная логика для ДСМ-метода и соответствующие исчисления.

Список источников и литературы:

1. ДСМ-метод автоматического порождения гипотез: Логические и эпистемологические основания / Сост. О.М. Аншаков, Е.Ф. Фабрикантова; под общ. ред. О.М. Аншакова. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009 (с. 10–50)
2. Карпенко А.С. Развитие многозначной логики. – М.: URSS, 2016 (с. 40–45, 48–57)
3. Новиков П.С. Конструктивная математическая логика с точки зрения классической. – М.: Наука, 1977 (48–54)

Материально-техническое обеспечение занятия: доска, видеопроектор, ноутбук.

Тема 3. (6 ч.) Нечеткие логики и их применение.

Цель занятий: усвоить понятия нечеткого множества и нечетких логических операций, ознакомиться с нечеткими исчислениями и формальной семантикой нечетких логик, ознакомиться с системами нечеткого вывода – практической реализацией идей нечеткой логики.

Форма проведения – обсуждение, решение задач, опрос.

Вопросы для обсуждения:

Что такое нечеткое множество? Что такое функция принадлежности нечеткому множеству? Как в определениях операций над нечеткими множествами используется нечеткая логика? Каковы свойства нечетких конъюнкции и дизъюнкции (Т-нормы и S-нормы)? Какие классы алгебр используются для алгебраической семантики нечетких логик? Как определяется система нечеткого вывода.

Контрольные вопросы:

1. Множество и его характеристическая функция. Нечеткое множество и его функция принадлежности.
2. Операции над нечеткими множествами. Т-нормы и S-нормы.
3. Операция импликации в нечеткой логике.
4. Аксиомы базовой логики.

5. Обобщение операций нечеткой логики. Решетки с делением, BL-алгебры. Корректность и полноте базовой логики.
6. Лингвистические переменные. Системы нечеткого вывода.

Список источников и литературы:

1. Hájek P. *Metamathematics of Fuzzy Logic*. Springer Science + Business Media Dordrecht. 1998 (27–55).

Материально-техническое обеспечение занятия: доска, видеопроектор, ноутбук.

#### Тема 4. (6 ч.) Модальные и временные логики

Цель занятий: ознакомиться с модальными, мультимодальными и временными логиками.

Форма проведения – обсуждение, решение задач, опрос.

Вопросы для обсуждения:

Каков интуитивный смысл модальных операторов? Какой смысл могут иметь операторы мультимодальной логики? Каков интуитивный смысл семантики возможных миров (семантики Крипке)? Какие разновидности модальных логик мы можем получить, накладывая ограничения на отношение достижимости в моделях Крипке? Каков интуитивный смысл операторов временной логики?

Контрольные вопросы:

1. Модальные логики, мультимодальные логики, временные логики.
2. Семантика Крипке для модальных логик.
3. Известные примеры модальных логик и их семантика Крипке.
4. Алгебраические модели модальных логик.
5. Логика  $S4$  и интуиционистская логика, алгебраическая семантика и семантика Крипке.

Список источников и литературы:

1. Логический подход к искусственному интеллекту: От модальной логики к логике баз данных. Пер. с франц. / Тейз А., Грибомон П., Юлен Г. и др. – М.: Мир, 1998 (с. 30–84, 222–313).
2. Ferenczi M., Szöts M. *Mathematical logic for applications*. – Budapest, BME, 2011 (47–54).
3. Новиков П.С. *Конструктивная математическая логика с точки зрения классической*. – М.: Наука, 1977 (92–169).

Материально-техническое обеспечение занятия: доска, видеопроектор, ноутбук.

#### Тема 5. (6 ч.) Немонотонные логики и их применение в задачах искусственного интеллекта.

Цель занятий: ознакомиться с идеей немонотонных логик и с известными реализациями этой идеи.

Форма проведения – обсуждение, решение задач, опрос.

Вопросы для обсуждения:

Как вы понимаете интуитивный смысл модифицируемых рассуждений?

Контрольные вопросы:

1. Логика умолчаний.
2. Модальные логики знания и веры.
3. Немонотонные логики Мак-Дермотта.
4. Автоэпистемические логики.
5. Модификационные исчисления.

Список источников и литературы:

1. Логический подход к искусственному интеллекту: От классической логики к логическому программированию. Пер. с франц. / Тейз А., Грибомон П., Луи Ж. и др. – М.: Мир, 1990 (с. 209–265).
2. Логический подход к искусственному интеллекту: От модальной логики к логике баз данных. Пер. с франц. / Тейз А., Грибомон П., Юлен Г. и др. – М.: Мир, 1998 (с. 314–375).
3. Anshakov O., Gergely T. Cognitive Reasoning: A Formal Approach. – Springer, Berlin – Heidelberg, 2010 (127–198).

Материально-техническое обеспечение занятия: доска, видеопроектор, ноутбук.

## 9.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Кол-во часов	Вопросы для изучения	Литература
Разновидности синтаксиса и семантики классической логики.	10	Логика высказываний. Формулы и их интерпретация. Алгебра логики. Тавтологии. Исчисления гильбертовского типа. Секвенциальные исчисления. Системы аналитических таблиц. Натуральный вывод. Корректность и полнота различных типов исчислений. Логика предикатов. Структуры. Модели. Различные виды исчислений предикатов. Корректность и полнота исчисления предикатов.	Логический подход к искусственному интеллекту: От классической логики к логическому программированию. Пер. с франц. / Тейз А., Грибомон П., Луи Ж. и др. – М.: Мир, 1990 (11–110)
Многозначные логики и их применение в задачах искусственного интеллекта.	8	Парадоксы теории множеств и кризис оснований математики. Интуиционистская логика. Логики конечнозначные и бесконечнозначные. Трехзначная логика Гейтинга. Трехзначная логика Лукасевича. Трехзначная логика Бочвара. Алгебраические модели многозначных логик. Логики с J-операторами и их аксиоматизация. Описание ДСМ-метода с помощью многозначных логик с J-операторами.	ДСМ-метод автоматического порождения гипотез: Логические и эпистемологические основания / Сост. О.М. Аншаков, Е.Ф. Фабрикантова; под общ. ред. О.М. Аншакова. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009 (с. 10–50)  Карпенко А.С. Развитие многозначной логики. – М.: URSS, 2016 (с. 40–45, 48–57)  Новиков П.С. Конструктивная математическая логика с точки зрения классической. – М.: Наука, 1977 (48–54)
Нечеткие логики и их применение.	6	Нечеткие множества по Л.Заде. Т-нормы и S-нормы. Импликативные решетки (решетки с делением). BL-алгебры. Базовая нечеткая логика. Разновидности нечетких логик, их аксиоматизация и алгебраические модели. Системы	Hájek P. Metamathematics of Fuzzy Logic. Springer Science + Business Media Dordrecht. 1998 (27–55).

		нечеткого вывода как практическая реализация идей нечеткой логики.	
Модальные и временные логики.	6	<p>Модальные операторы. Шкалы Крипке и модели Крипке.</p> <p>Примеры модальных и временных логик.</p> <p>Алгебраическая семантика для модальных логик.</p> <p>Интуиционистская логика и модальная логика <math>S4</math>.</p>	<p>Логический подход к искусственному интеллекту: От модальной логики к логике баз данных. Пер. с франц. / Тейз А., Грибомон П., Юлен Г. и др. – М.: Мир, 1998 (с. 30–84, 222–313).</p> <p>Ferenczi M., Szöts M. Mathematical logic for applications. – Budapest, BME, 2011 (47–54).</p> <p>Новиков П.С. Конструктивная математическая логика с точки зрения классической. – М.: Наука, 1977 (92–169).</p>
Немонотонные логики и их применение в задачах искусственного интеллекта.	6	<p>Различные подходы к немонотонности. Логика умолчаний. Логика ревизии мнений. Адаптивная логика.</p> <p>Немонотонный вывод в модификационном исчислении.</p>	<p>Логический подход к искусственному интеллекту: От классической логики к логическому программированию. Пер. с франц. / Тейз А., Грибомон П., Луи Ж. и др. – М.: Мир, 1990 (с. 209–265).</p> <p>Логический подход к искусственному интеллекту: От модальной логики к логике баз данных. Пер. с франц. / Тейз А., Грибомон П., Юлен Г. и др. – М.: Мир, 1998 (с. 314–375).</p> <p>Anshakov O., Gergely T. Cognitive Reasoning: A Formal Approach. – Springer, Berlin – Heidelberg, 2010 (127–198).</p>

--	--	--	--

### 9.3 Иные материалы

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Логика интеллектуальных систем» реализуется на Отделении интеллектуальных систем в гуманитарной сфере кафедрой математики, логики и интеллектуальных систем.

*Цель дисциплины:* ознакомить студентов с наиболее известными примерами неклассических логик, служащих теоретическим базисом для построения различных видов интеллектуальных систем.

*Задачи дисциплины:* формирование базовых понятий математической логики, имеющих отношение к интеллектуальным системам; ознакомление с разными вариантами синтаксиса и семантики неклассических логик; изложение некоторых наиболее важных результатов о неклассических логиках; формирование умений и навыков использования аппарата неклассических логик, применяемых в искусственном интеллекте.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

- УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий
- ОПК-1. Способен применять в профессиональной деятельности методы математического анализа, логики и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в информатике, лингвистике и гуманитарных науках
- ОПК-3. Способен использовать фундаментальные знания в области гуманитарных, социальных и лингвистических наук, а также в сфере техники и технологии информатики для совершенствования профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*Знать:*

- возможные источники сведений по неклассическим логикам и их применению в искусственном интеллекте;
- общую структуру системы знаний по неклассическим логикам;
- примеры неклассических логик, служащих теоретическим базисом для построения интеллектуальных систем;
- основные разновидности синтаксиса и семантики формально-логических систем;
- фундаментальные результаты о формально-логических системах;
- способы анализа данных, основанные на неклассических логиках;
- примеры применения идей и техники неклассических логик к системам искусственного интеллекта;
- теоретические основы неклассических логик.

*Уметь*

- пользоваться современными поисковыми машинами и другими информационными технологиями для приобретения знаний в области неклассических логик и их приложений к искусственному интеллекту;
- приводить в систему сведения о неклассических логиках, найденные в различных источниках;
- использовать синтаксические и семантические конструкции для решения задач;
- формулировать правила анализа данных, основанные на неклассических логиках;
- проектировать и реализовывать несложные программы, использующие идеи и технику неклассических логик;
- находить способы использования идей и техники неклассических логик для решения конкретных прикладных задач;

- описывать формальные математические модели для решения конкретных задач.

*Владеть*

- навыками самостоятельного поиска информации и изучения нового теоретического материала и технологических приемов;
- навыками формального вывода в различных логических исчислениях;
- навыками построения алгоритмов, использующих идеи и технику неклассических логик;
- навыками построения алгоритмов, реализующих математическую модель.

По дисциплине предусмотрена промежуточная аттестация: в 1 семестре – в форме зачета, во 2 семестре – в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ**