

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра математического обеспечения вычислительных систем**

**Авторы-составители: Чуприна Светлана Игоревна**

Рабочая программа дисциплины

**СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

Код УМК 92226

Утверждено  
Протокол №9  
от «24» мая 2019 г.

Пермь, 2019

## **1. Наименование дисциплины**

Системы искусственного интеллекта

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в базовую часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.04.02** Прикладная математика и информатика

направленность Математическое и программное обеспечение вычислительных систем

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Системы искусственного интеллекта** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**01.04.02** Прикладная математика и информатика (направленность : Математическое и программное обеспечение вычислительных систем)

**ОПК.3** Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности

#### **Индикаторы**

**ОПК.3.3** Проводит анализ ограничений применимости математической модели для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности

**ПК.4** Способен интегрировать разработанное системное программное обеспечение

#### **Индикаторы**

**ПК.4.1** Разрабатывает и интегрирует системное программное обеспечение, используя знания о распределенных алгоритмах и об основных принципах организации распределенных систем

**ПК.4.2** Внедряет разработанное программное обеспечение для высокопроизводительных вычислительных комплексов и систем, базирующихся на знаниях

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	01.04.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Математическое и программное обеспечение вычислительных систем)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	1
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	5
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	180
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	60
<b>Проведение лекционных занятий</b>	24
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	12
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	24
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	120
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (3) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (1 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Системы искусственного интеллекта. Первый семестр**

#### **Тема 1. Основные концепции представления и использования знаний в системах искусственного интеллекта**

##### **Входной тест по логике**

Проверка "остаточных" знаний по курсу классической математической логики

##### **Введение. Основные понятия и области применения систем ИИ**

Логическая парадигма представления знаний

Основные понятия и определения логики предикатов первого порядка. Связь с теорией реляционных баз данных. Математическая основа языка ПРОЛОГ. Отличительные особенности логической модели представления знаний

##### **Классификация систем искусственного интеллекта**

Контрольная состоит из 3-х заданий (1 - пониженной степени сложности; 2 - средней степени сложности; 3 - повышенной степени сложности):

1. Дано словесное описание простой системы аксиом и утверждение, которое требуется доказать (доказать, что оно является логическим следствием заданной системы аксиом). Необходимо перевести данные утверждения с естественного языка на язык исчисления предикатов первого порядка и выполнить доказательство методом резолюций.
2. Дано формализованное (на языке исчисления предикатов первого порядка) описание системы аксиом и утверждение, которое требуется доказать. Необходимо привести заданные формулы к скюлемовской стандартной форме и выполнить доказательство методом резолюций.
3. Дано словесное описание более сложной, чем в задании №1 системы аксиом и утверждение, которое требуется доказать (доказать, что оно является логическим следствием заданной системы аксиом). Необходимо перевести данные утверждения с естественного языка на язык исчисления предикатов первого порядка и выполнить доказательство методом резолюций

##### **Основные подходы к разработке систем искусственного интеллекта**

Понятие вывода с помощью логики предикатов первого порядка. Получение выводов и операции со знаниями с помощью принципа резолюций для логики предикатов первого порядка. Предваренные нормальные формы. Скулемовские стандартные формы. Унификация. Обоснование метода резолюций. Резолютивный вывод. Преимущества и недостатки метода резолюций. Резолютивный вывод на семантических сетях.

##### **Онтологический подход к управлению знаниями**

Спроектировать и описать в виде онтологии (как минимум, в виде "поверхностной" онтологии без явного описания аксиоматики)

концептуальную модель области исследований в рамках тематики магистерской диссертации и представить разработанную

онтологию в среде любого графического редактора онтологий (например, PROTEGE, ОНТОЛИС).

#### **Тема 2. Основные модели представления знаний и получение выводов в рамках различных парадигм представления знаний**

##### **Логическая парадигма представления знаний**

Тест состоит из 12 вопросов и содержит типичные задания для проверки остаточных знаний по логике, аналогичные тем, что используют ИТ-фирмы при приеме ИТ-специалистов на работу.

### **Получение выводов с помощью логики предикатов первого порядка**

Основные понятия и области применения систем искусственного интеллекта. Классификация систем (ИИ). Когнитивная и бионическая ветви ИИ

### **Аудиторная контрольная работа: логический вывод на основе метода резолюций в логике предикатов первого порядка**

В каждом варианте предусмотрено 3 задания, направленные на закрепление теоретических знаний по организации логического вывода на основе метода резолюций, отличающиеся уровнем сложности. Два задания связаны с предварительной формализацией описания предметной области на языке исчисления предикатов 1-го порядка.

### **Обзор основных парадигм и технологий представления знаний продукциями, фреймами и семантическими сетями**

Основные модели представления знаний: на основе продукций, логики, фреймов и семантических сетей. Представление знаний правилами и современные технологии реализации вывода в продукционной системе. Интеграция продукций с другими способами представления знаний. Примеры продукционных систем.

Представление знаний фреймами и технологические аспекты реализации механизма вывода на сети фреймов. Примеры практического применения.

Представление знаний семантическими сетями и технологические аспекты организации вывода на семантических сетях. Примеры прикладных систем на основе семантических сетей.

### **Концептуальное моделирование проблемной области "Куда поехать отдыхать" в рамках логической, продукционной, фреймовой парадигмы и на семантических сетях**

Дана спецификация проблемной области в виде тезауруса основных понятий и ограничений на домен допустимых значений, необходимых для организации рассуждений в экспертной системе, выдающей на основе ответов пользователя рекомендации, куда поехать отдыхать.

Необходимо пополнить это описание на основе собственных знаний, выполнить этап идентификации и концептуализации, построить и-или граф и формализовать полученную базу знаний в рамках продукционной, логической, фреймовой парадигмы и на семантических сетях.

Результат формализации должен быть представлен, как минимум, в среде любого графического редактора. Предусмотрены дополнительные баллы, если результат формализации представлен в среде некоторой графической системы представления знаний (например, PROTEGE), либо в среде собственной оболочки представления знаний, разрабатываемой в рамках данного спецкурса.

## **Тема 3. Представление и использование нечетких знаний**

### **Классификация нечетких знаний в системах искусственного интеллекта**

Типология нечетких знаний в системах искусственного интеллекта. Обзор основных подходов к представлению и использованию нечетких знаний. Проблемы и перспективы развития систем ИИ с нечеткими знаниями.

### **Ненадежные знания и выводы**

Ненадежные знания и выводы

Подход системы MYCIN. Субъективный Байесовский метод. Метод выводов на основе теории Демпстера-Шафера. Байесовские сети. Схемы Пиэрла. Исчисление инцидентов. Нечеткая логика в представлении ненадежных знаний. Вероятностная логика. Сравнение различных подходов к представлению и выводу на ненадежных знаниях

### **Нечеткость и неточность**

Нечеткость и неточность

Обозначения нечетких множеств. Функции принадлежности. Понятие лингвистической переменной. Нечеткие отношения. Нечеткие выводы. Пример.

### **Неполнота и немонотонность**

Неполные знания и немонотонная логика. Немонотонная логика Макдермотта и Доула. Логика умолчания Рейтера. Пример.

### **Недетерминированность выводов**

Недетерминированность выводов

Повышение эффективности поиска в задачах ИИ на основе использования оценочных функций. Алгоритм A\*. Программа Лената AM. Программа EURISKO. Проект СУС.

### **Многозначность**

Многозначность

Методы устранения многозначности в задачах обработки текстов на естественном языке (NLP – Natural Language Processing), распознавания изображений и речи. Метод релаксации. Модель доски объявлений в системе HEARSAY-II. Современная метафора доски объявлений

### **Домашнее индивидуальное практическое задание по теме «Представление и использование нечетких знаний»**

Решается упрощенная задача медицинской диагностики для демонстрации особенностей рассуждений в методе Демпстера-Шафера (DST).

Пусть задано некоторое множество гипотез и распределение вероятностей для нескольких поступивших свидетельств в пользу той или иной гипотезы. Необходимо связать меры доверия с множествами гипотез с учетом вновь поступивших свидетельств, что позволит уточнить постановку диагноза.

Результаты вычисления по методу DST оценок объединенных мер свидетельств для вновь поступивших фактов д.б. оформлены в виде таблицы.

## **Тема 4. Искусственные нейронные сети**

### **Основные определения и типология нейронных сетей**

Искусственная нейронная сеть как модель естественной нейронной сети (ИНС). ИНС - коннекционистская модель в проблематике задач ИИ. Классификация ИНС с точки зрения решаемых задач и топологии. Наиболее распространенные функции активации.

### **Обучение искусственных нейронных сетей**

Стратегии обучения ИНС. Обучение с учителем. Обучение без учителя. Принцип обучения многослойной нейронной сети с помощью алгоритма обратного распространения (Backpropagation). Недостатки алгоритма Backpropagation. Сравнение технологии ИНС и методов инженерии знаний (экспертных систем) при решении задач диагностики и прогнозирования.

## **Тема 5. Генетические алгоритмы**

Основные понятия и принципы построения генетических алгоритмов

Естественный отбор и генетическое наследование. Представление генетической информации.

Генетические операторы. Преимущественное право размножения сильнейших.

### **Основные понятия и принципы построения генетических алгоритмов**

Понятие генетического алгоритма. Генетические алгоритмы в решении задач многокритериальной

оптимизации. Отличия от традиционных подходов к решению оптимизационных задач .

### **Назначение и структура генетических алгоритмов**

Описание основных этапов генетического алгоритма (ГА). Кодирование информации. Специфика ГА при решении задач многокритериальной оптимизации. Понятие фитнес-функции. Кроссовер. Стратегии отбора. Место и роль эвристик в реализации ГА. Примеры конкретных систем, использующих ГА. Использование ГА для оптимизации топологии ИНС и обучающей выборки.

### **Тема 6. Современное состояние и перспективы развития систем ИИ**

Обзор современных тенденций развития систем, базирующихся на знаниях (когнитивная и бионическая ветви ИИ, синергетическая интеграция, онтологии, распределенный ИИ). Проблемы извлечения знаний, представлений знаний из области «здорового смысла», самообучения. Knowledge Management. Проект СУС.

### **Современные тенденции в разработке систем ИИ**

Обзор современных тенденций развития систем, базирующихся на знаниях (когнитивная и бионическая ветви ИИ, синергетическая интеграция, онтологии, распределенный ИИ). Проблемы извлечения знаний, представлений знаний из области «здорового смысла», самообучения. Knowledge Management. Проект СУС.

### **Распределенный ИИ. Мультиагентные системы**

Понятие распределенного ИИ. Мультиагентные системы и виртуальные организации. Типология агентов и их классификация с различных точек зрения. Принцип "ЗКО" (координация, коммуникация, кооперация). Отличия агентов от объектов. Примеры мультиагентных систем.

### **Практическое задание на ЭВМ: реализация группой студентов в составе 2-3 человек основных компонент демонстрационного прототипа оболочки экспертных систем продукционного, фреймового типа или на семантических сетях (по выбору)**

Для реализации группой студентов в составе 2-3 человек основных компонент демонстрационного прототипа оболочки экспертных систем продукционного, фреймового типа или на семантических сетях (по выбору) вначале необходимо выполнить этапы идентификации, концептуализации и формализации выбранной проблемной области. Для реализации оболочки необходимо обосновать распределение ролей среди участников проекта и выбор средства реализации, а также протокол взаимодействия и/или фреймворк для организации коллективной работы над проектом.

### **Экзамен**

Экзаменационная оценка складывается из следующих оценок в баллах:

- 1 – оценка по первому теоретическому вопросу экзаменационного билета – max 30 баллов;
- 2 – результат входного тестирования по классической логике – max 5 баллов;
- 3 – сумма оценок по контрольным и домашним заданиям в течение семестра :
  - 3.1. Разработка онтологии, описывающей концептуальную модель области исследований в рамках тематики магистерской диссертации (max 5 баллов).
  - 3.2. Аудиторная контрольная работа: логический вывод на основе метода резолюций в логике предикатов первого порядка (max 5 баллов).
  - 3.3. Домашнее индивидуальное практическое



задание №1 (состоит из 4-х частей - max 25 баллов):  
формализованное описание проблемной области «Куда поехать отдыхать» (или другой по выбору студента из предлагаемого преподавателем списка) в виде продукций, фреймов, семантических сетей и на языке исчисления предикатов первого порядка как результат выполнения этапов идентификации и концептуализации при проектировании выбранной проблемной области (каждое из 4-х заданий оценивается max в 5 баллов + 5 баллов за этап идентификации и концептуализации в виде И/ИЛИ графа)

3.3. Домашнее индивидуальное практическое задание №2 по теме «Рассуждения в условиях неопределенности. Ненадежные знания и выводы» с использованием метода DST (Демпстера-Шафера) на примере решения упрощенной задачи медицинской диагностики ( max 5 баллов).

4 – оценка по практическому заданию на ЭВМ – max 25 баллов :

реализация группой студентов в составе 2-3 человек компонент приобретения знаний и логического вывода в демонстрационном прототипе оболочки ЭС фреймового типа или на семантических сетях: модель представления знаний выбирается по согласованию с преподавателем на этапе сдачи результатов домашнего практического задания №1.

ИТОГО: max 100 баллов.

Критерии оценивания:

Итоговая оценка на экзамене выставляется как среднее арифметическое оценок №1, №2, №3, №4 с округлением в пользу студента.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Чуприна С. И. Теоретические основы и технологии создания систем искусственного интеллекта: учебно-методическое пособие / С. И. Чуприна. - Пермь, 2007, ISBN 5-7944-0876-6. - 47. - Библиогр.: с. 44-47
2. Ясницкий Л. Н. Введение в искусственный интеллект: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по математическим направлениям и специальностям / Л. Н. Ясницкий. - Москва: Академия, 2008, ISBN 978-5-7695-5390-5. - 176. - Библиогр.: с. 170-173
3. Бессмертный, И. А. Системы искусственного интеллекта : учебное пособие для академического бакалавриата / И. А. Бессмертный. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 157 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-07467-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/423120>

### Дополнительная:

1. Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Прикладная математика и информатика" / В. Н. Вагин [и др.] ; под ред.: В. Н. Вагина, Д. А. Поспеловой. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008, ISBN 978-5-9221-0962-8. - 710. - Библиогр.: с. 648-678. - Предм. указ.: с. 679-710
2. Зюзьков В. М., Шелупанов А. А. Математическая логика и теория алгоритмов: учебное пособие / В. М. Зюзьков, А. А. Шелупанов. - Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2001. - 154.
3. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем: учебное пособие для вузов / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. - Москва: Питер, 2001, ISBN 5-272-00071-4. - 384. - Библиогр.: с. 358-382
4. Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. Н. Интеллектуальные информационные системы: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Прикладная информатика в экономике" / А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. - Москва: Финансы и статистика, 2006, ISBN 5-279-02568-2. - 424. - Библиогр. в конце глав
5. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект. Современный подход / С. Рассел, П. Норвиг ; пер., ред. К. А. Птицын. - Москва: Вильямс, 2006, ISBN 5-8459-0887-6. - 1408.

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://www.aot.ru> «Обработка текстов на естественном языке»

<http://www.nanosemantics.ru> «Обработка текстов на естественном языке»

<http://www.opencyc.com> «Проект CYC»

<http://www.semanticweb.org> «Проект Semantic Web»

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Системы искусственного интеллекта** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС); доступ в электронную информационно-образовательную среду университета. Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение: Microsoft Visual Studio

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных занятий - меловая и (или) маркерная доска, компьютерный класс (аппаратное и программное обеспечение определено в Паспортах компьютерных классов)

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными

компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Системы искусственного интеллекта**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.3**

**Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности**

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.3.3</b> Проводит анализ ограничений применимости математической модели для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности</p>	<p>Знать: -- классификацию систем искусственного интеллекта с т.зр. объекта моделирования; - технологические принципы проектирования и разработки программных систем, базирующихся на знаниях (СБЗ); -- основные парадигмы функционирования и представления знаний в СБЗ; - основы онтологического инжиниринга; - типологию различных видов нечетких знаний и способов их представления; - основы технологий на базе искусственных сетей, генетических алгоритмов, мультиагентных систем. --Уметь: -- строить онтологическое описание заданного фрагмента предметной области; - выполнить формальное описание предметной области решаемой задачи на языке исчисления предикатов первого порядка и доказать заданное утверждение методом резолюций; -- на основе анализа специфики проблемной области определить имеющиеся виды нечетких знаний и предложить</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к оценке "удовлетворительно". Допускает не только неточности и неполноту в ответах на вопросы из разделов 1-5, но и не знает ответов на часть вопросов по соответствующим разделам. Не выполнил часть заданий, описанных в требованиях на оценку "удовлетворительно". Не способен устранить выявленные ошибки и неточности в формальных описаниях. Не владеет навыками, описанными в требованиях на оценку "удовлетворительно". Результаты проектирования онтологии и/или базы знаний фреймового типа (либо на семантических сетях) отсутствуют, либо не доработаны.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Удовлетворяет требованиям, предъявляемым к оценке "хорошо", со следующими возможными недочетами: Допускает неточности и неполноту в ответах на вопросы из разделов 1-5. Умеет выполнять все задания, описанные в требованиях на оценку "хорошо", но допускает неточности и ошибки в формальных описаниях, которые способен устранить после замечаний, возможно, не с первого раза (допускаются три попытки). Владеет всеми навыками, описанными в требованиях на оценку "хорошо", однако, при проектировании онтологий и баз знаний фреймового типа (либо на семантических сетях) допускает ошибки, которые не</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>способ их представления и обработки;</p> <p>-- строить формализованное представление знаний о некоторой узкой проблемной области в рамках продукционной, логической, фреймовой парадигмы представления знаний и на семантических сетях;</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проектирования предметных онтологий в среде визуального редактора онтологий;</li> <li>-- навыками проектирования и создания базы знаний интеллектуальной системы на основе семантических сетей, фреймовой и фреймово-продукционной парадигмы представления знаний;</li> <li>- навыками коллективной работы по созданию оболочек интеллектуальных систем фреймового типа либо на семантических сетях</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>способен устранить с первого раза.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Удовлетворяет требованиям, предъявляемым к оценке "отлично", со следующими возможными недочетами: Уверенно знает разделы 1-3, но допускает неточности и неполноту в ответах на вопросы из разделов 4-5. Умеет выполнять все задания, описанные в требованиях на оценку "отлично", но допускает неточности и ошибки в формальных описаниях, которые легко устраняет после замечаний. Испытывает сложности при выявлении присутствующих в описании проблемной области нечеткостей и в выборе способа их представления и обработки. Владеет всеми навыками, описанными в требованиях на оценку "отлично", но допускает ошибки, связанные с несоблюдением жизненного цикла проектирования онтологий и баз знаний на основе фреймовой модели (либо на семантических сетях - по выбору). Способен устранить выявленные недочеты.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>-1. Классификацию систем искусственного интеллекта с т.зр. объекта моделирования;</li> <li>2. Основные парадигмы функционирования и представления знаний в СБЗ;</li> <li>3. Основы онтологического инжиниринга;</li> <li>4. Типологию различных видов нечетких знаний и способов их представления;</li> <li>5. Основы технологий на базе искусственных сетей, генетических алгоритмов, мультиагентных систем.</li> </ol> <p>--Умеет:</p> <p>-- строить онтологическое описание</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>заданного фрагмента предметной области;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнить формальное описание предметной области решаемой задачи на языке исчисления предикатов первого порядка и доказать заданное утверждение методом резолюций;</li> <li>-- на основе анализа специфики проблемной области определить имеющиеся виды нечетких знаний и предложить способ их представления и обработки;</li> <li>-- проектировать базы знаний на основе продукционной, логической, фреймовой моделей представления знаний и на семантических сетях;</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проектирования предметных онтологий в среде визуального редактора онтологий ONTOLIS или PROTEGE (по выбору);</li> <li>-- навыками проектирования базы знаний интеллектуальных систем на основе семантических сетей, фреймовой и фреймово-продукционной парадигмы представления знаний.</li> </ul>

#### ПК.4

#### Способен интегрировать разработанное системное программное обеспечение

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.4.1</b> Разрабатывает и интегрирует системное программное обеспечение, используя знания о распределенных алгоритмах и об основных принципах организации распределенных систем</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Принципы модельно-ориентированного подхода к проектированию и разработке программных систем</li> <li>- Технологию проектирования и разработки программных систем, базирующихся на знаниях (СБЗ)</li> <li>- Методы онтологического инжиниринга</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-- Строить онтологическое</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к оценке "удовлетворительно".</p> <p>Допускает не только неточности и неполноту в ответах на вопросы о принципах модельно-ориентированного подхода к проектированию и разработке программных систем, методах онтологического инжиниринга, технологии проектирования и разработки СБЗ, но и не знает ответов на часть вопросов по соответствующим разделам.</p>



Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>описание предметной области НИР по теме магистерской диссертации</p> <p>- Строить формализованное представление знаний о некоторой узкой проблемной области в рамках продукционной, логической, фреймовой парадигмы представления знаний и на семантических сетях</p> <p>Владеть:</p> <p>- Навыками создания предметных онтологий в среде визуального редактора онтологий ONTOLIS или PROTEGE (по выбору);</p> <p>-- Навыками коллективной работы по созданию оболочек интеллектуальных систем фреймового типа либо на семантических сетях (по выбору) на основе модельно-ориентированного подхода.</p>	<p><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не выполнил часть заданий, описанных в требованиях на оценку "удовлетворительно". Не способен устранить выявленные ошибки и неточности в формальных описаниях. Не владеет навыками, описанными в требованиях на оценку "удовлетворительно". Описание онтологии и/или разрабатываемая оболочка интеллектуальной системы с базой знаний фреймового типа (либо на семантических сетях) отсутствуют, либо не доработаны до стадии демо-прототипа</p> <p><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Удовлетворяет требованиям, предъявляемым к оценке "хорошо", со следующими возможными недочетами:</p> <p>Допускает неточности и неполноту в ответах на вопросы о принципах модельно-ориентированного подхода к проектированию и разработке программных систем, методах онтологического инжиниринга, технологии проектирования и разработки СБЗ.</p> <p>Умеет выполнять все задания, описанные в требованиях на оценку "хорошо", но допускает неточности и ошибки в формальных описаниях, которые способен устранить после замечаний, возможно, не с первого раза (допускаются три попытки).</p> <p>Владеет всеми навыками, описанными в требованиях на оценку "хорошо", однако, при разработке онтологий и оболочек интеллектуальной системы фреймового типа (либо на семантических сетях) демонстрирует результат не на стадии исследовательского прототипа, а только на стадии демо-прототипа.</p> <p><b>Хорошо</b></p> <p>Удовлетворяет требованиям, предъявляемым к оценке "отлично", со следующими возможными недочетами.</p> <p>Знает основные принципы модельно-ориентированного подхода к</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>проектированию и разработке программных систем, технологические аспекты проектирования и разработки программных систем, базирующихся на знаниях (онтологиях и базах знаний фреймового типа/на семантических сетях), но в результатах проектирования и разработки СБЗ допускает ошибки и недочеты, которые способен устранить с первой попытки. Владеет всеми навыками, описанными в требованиях на оценку "отлично", но допускает ошибки, связанные с несоблюдением жизненного цикла создания онтологий и баз знаний другого типа при разработке оболочек интеллектуальных систем фреймового типа (либо на семантических сетях). Способен устранить выявленные недочеты.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Принципы модельно-ориентированного подхода к проектированию и разработке программных систем</li> <li>- Технологию проектирования и разработки программных систем, базирующихся на знаниях (СБЗ)</li> <li>- Методы онтологического инжиниринга</li> </ul> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-- Строить онтологическое описание предметной области НИР по теме магистерской диссертации</li> <li>- Строить формализованное представление знаний о некоторой узкой проблемной области в рамках продукционной, логической, фреймовой парадигмы представления знаний и на семантических сетях</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Навыками создания предметных онтологий в среде визуального редактора онтологий ONTOLIS или PROTEGE (по выбору);</li> <li>-- Навыками коллективной работы по созданию оболочек интеллектуальных</li> </ul>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>систем фреймового типа либо на семантических сетях (по выбору) на основе модельно-ориентированного подхода.</p>
<p><b>ПК.4.2</b> Внедряет разработанное программное обеспечение для высокопроизводительных вычислительных комплексов и систем, базирующихся на знаниях</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные парадигмы функционирования и представления знаний в СБЗ;</li> <li>- типологию различных видов нечетких знаний и способов их представления.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- на основе анализа специфики проблемной области определить имеющиеся виды нечетких знаний и предложить способ их представления и обработки;</li> <li>- строить формализованное представление знаний о некоторой узкой проблемной области в рамках продукционной, логической, фреймовой парадигмы представления знаний и на семантических сетях;</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проектирования и создания базы знаний интеллектуальной системы на основе семантических сетей, фреймовой и фреймово-продукционной парадигмы представления знаний;</li> <li>- навыками коллективной работы по созданию оболочек интеллектуальных систем фреймового типа либо на семантических сетях.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к оценке "удовлетворительно". Допускает не только неточности и неполноту в ответах, но и не знает ответов на часть вопросов по соответствующим разделам. Не выполнил часть заданий, описанных в требованиях на оценку "удовлетворительно". Не способен устранить выявленные ошибки и неточности в формальных описаниях. Не владеет навыками, описанными в требованиях на оценку "удовлетворительно". Результаты проектирования базы знаний фреймового типа (либо на семантических сетях) отсутствуют, либо не доработаны.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Удовлетворяет требованиям, предъявляемым к оценке "хорошо", со следующими возможными недочетами: Допускает неточности и неполноту в ответах на вопросы. Умеет выполнять все задания, описанные в требованиях на оценку "хорошо", но допускает неточности и ошибки в формальных описаниях, которые способен устранить после замечаний, возможно, не с первого раза. Владеет всеми навыками, описанными в требованиях на оценку "хорошо", однако, при проектировании баз знаний фреймового типа (либо на семантических сетях) допускает ошибки, которые не способен устранить с первого раза.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Удовлетворяет требованиям, предъявляемым к оценке "отлично", со следующими возможными недочетами. Знает но допускает неточности и неполноту в ответах на вопросы. Умеет выполнять все задания, описанные в</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>требованиях на оценку "отлично", но допускает неточности и ошибки в формальных описаниях, которые легко устраняет после замечаний. Испытывает сложности при выявлении присутствующих в описании проблемной области нечеткостей и в выборе способа их представления и обработки.</p> <p>Владеет всеми навыками, описанными в требованиях на оценку "отлично", но допускает ошибки, связанные с несоблюдением жизненного цикла проектирования онтологий и баз знаний на основе фреймовой модели (либо на семантических сетях - по выбору). Способен устранить выявленные недочеты.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные парадигмы функционирования и представления знаний в СБЗ;</li> <li>- типологию различных видов нечетких знаний и способов их представления;</li> </ul> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- на основе анализа специфики проблемной области определить имеющиеся виды нечетких знаний и предложить способ их представления и обработки;</li> <li>- проектировать базы знаний на основе продукционной, логической, фреймовой моделей представления знаний и на семантических сетях;</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проектирования предметных онтологий в среде визуального редактора онтологий ONTOLIS или PROTEGE (по выбору);</li> <li>- навыками проектирования базы знаний интеллектуальных систем на основе семантических сетей, фреймовой и фреймово-продукционной парадигмы представления знаний.</li> </ul>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 46 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 46 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.3.3</b> Проводит анализ ограничений применимости математической модели для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности <b>ПК.4.2</b> Внедряет разработанное программное обеспечение для высокопроизводительных вычислительных комплексов и систем, базирующихся на знаниях <b>ПК.4.1</b> Разрабатывает и интегрирует системное программное обеспечение, используя знания о распределенных алгоритмах и об основных принципах организации распределенных систем	Онтологический подход к управлению знаниями <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знание методов онтологического инжиниринга. Умение строить онтологическое описание предметной области НИР по теме магистерской диссертации. Владение навыками создания предметных онтологий в среде визуального редактора онтологий ONTOLIS или PROTEGE (по выбору)

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ОПК.3.3</b> Проводит анализ ограничений применимости математической модели для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности</p>	<p>Аудиторная контрольная работа: логический вывод на основе метода резолюций в логике предикатов первого порядка <b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Умение строить формализованное описание предметной области решаемой задачи в терминах логики предикатов первого порядка и выполнять логический вывод на основе метода резолюций</p>
<p><b>ОПК.3.3</b> Проводит анализ ограничений применимости математической модели для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности <b>ПК.4.2</b> Внедряет разработанное программное обеспечение для высокопроизводительных вычислительных комплексов и систем, базирующихся на знаниях <b>ПК.4.1</b> Разрабатывает и интегрирует системное программное обеспечение, используя знания о распределенных алгоритмах и об основных принципах организации распределенных систем</p>	<p>Концептуальное моделирование проблемной области "Куда поехать отдохнуть" в рамках логической, продукционной, фреймовой парадигмы и на семантических сетях <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Способность строить концептуальную модель предметной области в рамках логической, продукционной, фреймовой парадигмы и на семантических сетях</p>
<p><b>ОПК.3.3</b> Проводит анализ ограничений применимости математической модели для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности</p>	<p>Домашнее индивидуальное практическое задание по теме «Представление и использование нечетких знаний» <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Способность на основе анализа специфики проблемной области определить имеющиеся виды нечетких знаний и предложить способ их представления и обработки</p>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ОПК.3.3</b> Проводит анализ ограничений применимости математической модели для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности</p> <p><b>ПК.4.2</b> Внедряет разработанное программное обеспечение для высокопроизводительных вычислительных комплексов и систем, базирующихся на знаниях</p> <p><b>ПК.4.1</b> Разрабатывает и интегрирует системное программное обеспечение, используя знания о распределенных алгоритмах и об основных принципах организации распределенных систем</p>	<p>Практическое задание на ЭВМ: реализация группой студентов в составе 2-3 человек основных компонент демонстрационного прототипа оболочки экспертных систем продукционного, фреймового типа или на семантических сетях (по выбору)</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Навыки коллективной работы по созданию оболочек интеллектуальных систем фреймового типа либо на семантических сетях (по выбору) на основе модельно-ориентированного подхода</p>
<p><b>ОПК.3.3</b> Проводит анализ ограничений применимости математической модели для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности</p> <p><b>ПК.4.2</b> Внедряет разработанное программное обеспечение для высокопроизводительных вычислительных комплексов и систем, базирующихся на знаниях</p> <p><b>ПК.4.1</b> Разрабатывает и интегрирует системное программное обеспечение, используя знания о распределенных алгоритмах и об основных принципах организации распределенных систем</p>	<p>Экзамен</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Углубленное знание основ классификации и построения систем искусственного интеллекта, технологий создания систем, базирующихся на знаниях</p>

**Спецификация мероприятий текущего контроля**

## **Онтологический подход к управлению знаниями**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **5**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Онтология предметной области НИР по теме магистерской диссертации, построенная в соответствии с жизненным циклом создания онтологий в среде визуального редактора онтологий ONTOLIS или PROTEGE (по выбору)	5
Поэтапное формирование предварительной онтологии предметной области НИР по теме магистерской диссертации в соответствии с жизненным циклом создания онтологий	3
Отчет с описанием результатов всех основных шагов построения онтологии предметной области НИР по теме магистерской диссертации	2

## **Аудиторная контрольная работа: логический вывод на основе метода резолюций в логике предикатов первого порядка**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **6**

Проходной балл: **3**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Логический вывод на основе метода резолюций в логике предикатов первого порядка для заданного на естественном языке неформального описания проблемной области решаемой задачи	3
Правильно построенный резолютивный вывод	1
Приведение формул логики предикатов первого порядка к скюлемовской стандартной форме	1
Правильно построенное утверждение на языке исчисления предикатов первого порядка	1

## **Концептуальное моделирование проблемной области "Куда поехать отдохнуть" в рамках логической, продукционной, фреймовой парадигмы и на семантических сетях**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **24**

Проходной балл: **12**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Описание предметной области "Куда поехать отдохнуть" в четырех различных парадигмах представления знаний на базе одного и того же словаря понятий, построенного на этапе идентификации	9
Этап идентификации предметной области "Куда поехать отдохнуть" в виде словаря понятий	3
Описание предметной области "Куда поехать отдохнуть" в терминах фреймовой модели представления знаний	3
Описание предметной области "Куда поехать отдохнуть" на семантических сетях	



	3
Описание предметной области "Куда поехать отдыхать" в терминах логической модели представления знаний	3
Описание предметной области "Куда поехать отдыхать" в терминах продукционной модели представления знаний	3

**Домашнее индивидуальное практическое задание по теме «Представление и использование нечетких знаний»**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **4**

Проходной балл: **2**

Показатели оценивания	Баллы
Решение упрощенной задачи медицинской диагностики на основе метода Демпстера-Шафера (DST).	2
Представление нечетких знаний в виде нечетких множеств на примере упрощенной задачи определения неисправности в автомобиле	2

**Практическое задание на ЭВМ: реализация группой студентов в составе 2-3 человек основных компонент демонстрационного прототипа оболочки экспертных систем продукционного, фреймового типа или на семантических сетях (по выбору)**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **8 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **26**

Проходной балл: **11**

Показатели оценивания	Баллы
Оболочка интеллектуальной системы, построенной на принципах модельно-ориентированного подхода на основе базы знаний фреймового типа или на семантических сетях	14
Компонента логического вывода оболочки интеллектуальной системы на основе базы знаний фреймового типа или на семантических сетях	4
Компонента приобретения знаний оболочки интеллектуальной системы на основе базы знаний фреймового типа или на семантических сетях	4
Этап идентификации построения базы знаний фреймового типа или на семантических сетях	2
Этап концептуализации построения базы знаний фреймового типа или на семантических сетях	2

**Экзамен**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Технология построения модельно-ориентированных систем	5
Методологические и технологические принципы проектирования и разработки программных систем, базирующихся на знаниях	5
Типология различных видов нечетких знаний и способов их представления	4
Основы технологий на базе искусственных нейронных сетей, генетических алгоритмов, мультиагентных систем.	4
Методы онтологического инжиниринга	4
Представление знаний и организация вывода в рамках фреймовой парадигмы	2
Представление знаний и организация вывода в рамках продукционной парадигмы	2
Представление знаний и организация вывода в рамках логической парадигмы	2
Основные парадигмы функционирования и представления знаний в системах искусственного интеллекта	2
Представление знаний и организация вывода на семантических сетях	2
Классификация систем искусственного интеллекта с т.зр. объекта моделирования	2