



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**

Институт математики и информационных технологий
Кафедра информационных технологий



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Б1.В.05 Интеллектуальные агенты и многоагентные системы

Направление подготовки	01.04.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) подготовки	Семантические технологии и многоагентные системы
Квалификация выпускника	магистр
Форма обучения	очная

Иркутск 2024 г.

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ АГЕНТЫ И МНОГОАГЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ»

Дисциплина обеспечивает теоретическую и практическую подготовку студентов в области создания распределенных интеллектуальных систем на основе технологий интеллектуальных агентов (ИА) и многоагентных систем (МАС). Знакомит с концепцией и технологиями ИА и МАС, их современным состоянием, основными направлениями развития и перспективами использования при создании информационных систем различного назначения. Лабораторный практикум нацелен на формирование практических компетенций в области разработки распределенных интеллектуальных систем с использованием технологий ИА и МАС. Служит фундаментом для подготовки выпускной квалификационной работы.

SUBJECT SUMMARY

«INTELLIGENT AGENTS AND MULTI-AGENT SYSTEMS»

The aim of the course is to make students familiar with the intelligent agents (IA) and multi-agent systems (MAS), related technologies and applications. Course topics include: general introduction to the concepts of IA and MAS, agent architectures and formal models, in particular BDI architectures, standardization of agent-based systems, agent communication languages and protocols, methodologies, languages and tools for developing IA and MAS.

Laboratory practice aimed at practical competences (skills) formation for development applications of IA and MAS based on JADE and JADEX platforms.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Получение знаний о теоретических основах построения, методах и средствах создания распределенных интеллектуальных систем на основе технологий интеллектуальных агентов (ИА) и многоагентных систем (МАС) и формирование практических навыков построения таких систем.

2. Формирование представлений об архитектуре систем ИИ на основе ИА и МАС, методах представления и обработки знаний в таких системах.

Получение знаний об инструментальных средствах создания ИА и МАС.

Формирование навыков выбора и разработки программных компонентов ИА и МАС, экспериментальной проверки работоспособности таких систем.

3. В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- концепцию и архитектуры ИА и МАС;
- стандарты и основные направления развития данной области;
- модели представления знаний в ИА и МАС;
- методы в и инструментальные средства построения ИА и МАС;

4. В результате изучения дисциплины у студента должны сформироваться умения:

- исследовать и разрабатывать архитектуры ИА и МАС;
- выбирать и применять методы представления и обработки знаний;
- выбирать методы и инструментальные средства построения ИА и МАС;
- выбирать и разрабатывать программные компоненты ИА и МАС;
- проводить экспериментальную проверку работоспособности ИА и МАС;

5. В результате изучения дисциплины студент должен иметь навыки:

- построения ИА и МАС с использованием инструментальных средств Jade и Jadex;

- применения методов представления и обработки знаний в ИА и МАС;
- выбора и разработки программных компонентов ИА и МАС;
- экспериментальной проверки работоспособности ИА и МАС;

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Интеллектуальные системы»
2. «Семантический Web»
3. «Разработка приложений в распределенной среде»

и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-9	Способен исследовать и разрабатывать архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей на основе комплексов методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта
<i>ПК-9.1</i>	<i>Исследует и разрабатывает архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей</i>
<i>ПК-9.2</i>	<i>Выбирает комплексы методов и инструментальных средств искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей предметной области</i>
ПК-10	Способен выбирать, разрабатывать и проводить экспериментальную проверку работоспособности программных компонентов систем искусственного интеллекта по обеспечению требуемых критериев эффективности и качества функционирования
<i>ПК-10.1</i>	<i>Выбирает и разрабатывает программные компоненты систем искусственного интеллекта</i>
<i>ПК-10.2</i>	<i>Проводит экспериментальную проверку работоспособности систем искусственного интеллекта</i>
ПК-11	Способен руководить проектами по созданию, внедрению и использованию одной или нескольких сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта в прикладных областях
<i>ПК-11.1</i>	<i>Исследует и анализирует развитие новых направлений и перспективных методов и технологий в области искусственного интеллекта, участвует в исследовательских проектах по развитию перспективных направлений в области искусственного интеллекта (алгоритмическая имитация биологических систем принятия решений, автономное самообучение и развитие адаптивности алгоритмов к новым задачам, автономная декомпозиция сложных задач, поиск и синтез решений)</i>
ПКО-3	Способен создавать и применять методы распределённого искусственного интеллекта для создания интеллектуальных сред и семантического веба.
<i>ПКО-3.1</i>	<i>Применяет методы распределенного искусственного интеллекта для создания многоагентных систем.</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Лаб, ач	КО, ач	СР, ач
1	Введение в ИА и МАС	1			
2	Архитектуры и формальные модели ИА	4			10
3	Стандартизация агентных технологий	4	6		10
4	Коммуникация агентов в МАС	4	8		10
5	Модели переговоров и сотрудничества в МАС	4	8		10
6	Языки и платформы разработки ИА и МАС	3	4		10
7	Методологии разработки ИА и МАС	3	4		10
8	Архитектуры и модели ИА реального времени	3			10
9	Приложения ИА и МАС	3			4
10	Заключение	1			
	Итого, ач	30	30	10	74
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение в ИА и МАС	Цель и задачи дисциплины. Краткое содержание, место и роль в формировании компетенций специалиста по распределенным интеллектуальным системам. Определения ИА и МАС. Свойства ИА. Связь с традиционными системами ИИ, распределенными и параллельными системами. Классификация сред функционирования ИА и МАС. Области использования агентных систем и решаемые задачи. Особенности проведения лабораторного практикума и промежуточной аттестации.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
2	Архитектуры и формальные модели ИА	<p>Типы архитектур ИА. Реактивные и обдумывающие агенты. Агенты, основанные на состоянии, на цели и на полезности. Гибридные архитектуры. BDI-архитектуры. Архитектуры SOAR, CIRCA, InteRRaP.</p> <p>Формальные модели ИА. Агенты как интенциональные системы. Модальные логики в описании ИА. Семантика возможных миров. Нормальные модальные логики. Эпистемические логики для МАС. Цели и желания.</p> <p>Модели планирования действий. Агенты с дедуктивными рассуждениями. Темпоральные дедуктивные системы.</p>
3	Стандартизация агентных технологий	<p>Краткая история стандартизации агентных технологий. Стандарты FIPA. Абстрактная архитектура. Управление агентами. Коммуникации агентов. Транспорт агентных сообщений. Приложения.</p> <p>Понятие агентной платформы. Основные компоненты агентной платформы. Система управления агентами, служба каталогов, служба передачи сообщений.</p>
4	Коммуникация агентов в МАС	<p>Теория речевых актов. Языки коммуникации агентов. KQML, FIPA ACL. Синтаксис языков. Семантика речевых актов. Языки содержания агентных разговоров KIF, FIPA SL. Протоколы коммуникации агентов.</p>
5	Модели переговоров и сотрудничества в МАС	<p>Модель контрактной сети. Формирование коалиций. Аукционы. Голосования. Методы координации. Частичное глобальное планирование. Общие намерения. Взаимное моделирование. Использование норм и социальных законов.</p>
6	Языки и платформы разработки ИА и МАС	<p>Агентная платформа JADE. Инструменты платформы JADE. Реализация ИА на платформе JADE. Агентно-ориентированное программирование. Языки и среды программирования агентов: Jadex, AgentSpeak(L), Jason, 3APL, JACK.</p>
7	Методологии разработки ИА и МАС	<p>Этапы и особенности разработки агентного ПО. Методологии AUML, Gaia, MaSE, MESSAGE, Tropos. Сравнительный анализ методологий. Подход FIPA Modeling TC. Аспекты моделирования: цели, социальные аспекты, среда, уровни абстракции, временные ограничения, развертывание и мобильность.</p>
8	Архитектуры и модели ИА реального времени	<p>Проблема ИА реального времени (ИА РВ). Модели рассуждения при ограниченных ресурсах. Алгоритмы произвольного времени. Планирование процесса обдумывания. Гибкие рассуждения на основе теории принятия решений. A*-поиск в реальном времени. Множественные методы и приближенная обработка. Планирование своевременных вычислений.</p>

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
9	Приложения ИА и МАС	Области приложения МАС: IoT и IoE, управление ресурсами предприятий электронная коммерция, научно-образовательные среды, системы сбора и интеграции информации, агенты-персональные помощники, управление бизнес-процессами, электронное здравоохранение. Виртуальный футбол как платформа (полигон) исследования проблем коллективного поведения в МАС.
10	Заключение	Перспективы развития МАС как инновационного направления.

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Изучение состава и основных функциональных возможностей среды JADE	2
2. Основы программирования агентов в среде JADE. Модели поведения агентов	4
3. Коммуникационная подсистема. Язык общения агентов ACL	4
4. Протоколы взаимодействия агентов. Реализация сложных поведений	4
5. Программирование пользовательских онтологий в JADE. Язык содержания FIPA-SLO	4
6. Использование стандартизованных протоколов FIPA	3
7. Работа с сервисом «жёлтых страниц» DF	3
8. Методологии проектирования агентных систем	3
9. Разработка агентов в среде JADEX	3
Итого	30

4.3 Перечень практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа студента включает:

1. Работу с лекционным материалом, доступным на платформе электронного обучения и рекомендованной учебной литературой, в том числе в опережающем режиме.

2. Подготовку к лабораторным работам, включая изучение методических указаний и дополнительного материала, необходимого для выполнения лабораторных работ. Подготовку отчетов о лабораторных работах

3. Поиск и изучение информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	10
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	10
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	10
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	9
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	35
ИТОГО СРС	74

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библи.
Основная литература		
1	Пантелеев, Михаил Георгиевич. Интеллектуальные агенты и многоагентные системы [Текст] : [монография] / М. Г. Пантелеев, Д. В. Пузанков, 2015. -215 с.	9
2	Жандаров, Владимир Владимирович. Мультиагентные системы [Текст] : учеб.-метод. пособие / В. В. Жандаров, М. Г. Пантелеев, 2016. -35 с.	20
3	Жандаров, Владимир Владимирович. Построение мультиагентных систем в среде JADE [Текст] : учеб.-метод. пособие / В. В. Жандаров, М. Г. Пантелеев, 2018. -35 с.	20
4	Жандаров, Владимир Владимирович. Построение интеллектуальных агентов в средах Jade и Jadex [Текст] : учеб.-метод. пособие / В. В. Жандаров, М. Г. Пантелеев, 2020. -39, [1] с.	20
5	Интеллектуальные агенты, многоагентные системы и семантический Web [Текст] : концепции, технологии, приложения : [монография] / [Д.В. Пузанков, В.И. Мирошников, М.Г. Пантелеев, А.В. Серегин], 2008. -288 с.	100
Дополнительная литература		
1	Самообучающиеся машины [Текст] : [монография] / [В. Ю. Осипов [и др.], 2020. -173 с.	10
2	Рассел, Стюарт. Искусственный интеллект: современный подход [Текст] : пер. с англ. / С. Рассел, П. Норвиг, 2007. -1407 с.	45

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Мультиагентные системы, теория агентов. https://intellect.icu/multiagentnye-sistemy-teoriya-agentov-5354
2	Управление на базе мультиагентных систем. https://intuit.ru/studies/courses/4115/1230/
3	Агенты и мультиагентные системы. http://aivanoff.blogspot.com/2007/12/blog-post_18.html
4	Мультиагентные системы в логистике и e-коммерции. https://blog.iteam.ru/multiagentnye-sistemy-v-logistike-i-e-kommertsii/

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Интеллектуальные агенты и многоагентные системы» формой промежуточной аттестации является экзамен.

Экзамен

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Студент продемонстрировал существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий
Удовлетворительно	Студент продемонстрировал знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, обладает необходимыми знаниями, но допустил неточности в ответах на аттестационном испытании и при выполнении учебных заданий.
Хорошо	Студент продемонстрировал полное знание учебного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задачи, освоил основную рекомендованную литературу, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебы и профессиональной деятельности.
Отлично	Студент демонстрирует всестороннее систематическое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, освоил основную литературу и ознакомился с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала.

Особенности допуска

Студент допускается к экзамену, если он успешно защитил 9 лабораторных работ на 4 коллоквиумах.

Экзамен проводится в традиционной форме по билетам. В билете два вопроса.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Примерные вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Определение ИА, основные особенности, классификация
2	Типы архитектур ИА. Особенности реактивных, обдумывающих и гибридных архитектур
3	Агенты как интенциональные системы. BDI-архитектуры. Использование модальных логик для описания ИА
4	Модели планирования действия ИА в открытых динамических мирах
5	Стандартизация агентных технологий. Стандарты FIPA, общая характеристика групп стандартов
6	Стандарты FIPA. Абстрактная архитектура. Управление агентами.
7	Стандарты FIPA. Коммуникации агентов. Транспорт агентных сообщений.
8	Стандарты FIPA. Приложения.
9	Понятие агентной платформы. Основные компоненты агентной платформы, их назначение.
10	Коммуникация агентов. Теория речевых актов.
11	Коммуникация агентов. Язык коммуникации агентов FIPA ACL
12	Коммуникация агентов. Язык содержания агентных разговоров FIPA SL
13	Коммуникация агентов. Протоколы коммуникации
14	Модели переговоров и сотрудничества в MAS. Модель контрактной сети
15	Модели переговоров и сотрудничества в MAS. Формирование коалиций.
16	Модели переговоров и сотрудничества в MAS. Аукционы. Голосования.
17	Методы координации в MAS. Частичное глобальное планирование. Общие намерения.
18	Методы координации в MAS. Взаимное моделирование. Использование норм и социальных законов.
19	Агентная платформа JADE. Основные компоненты
20	Реализация ИА на платформе JADE.
21	Агентно-ориентированное программирование. Языки и среды программирования ИА и MAS: Jadex, Jason, 3APL
22	Этапы и особенности разработки агентного ПО
23	Методологии AUML, Gaia, MaSE, MESSAGE, Tropos. Сравнительный анализ методологий.

24	Подход FIPA Modeling TC. Аспекты моделирования
25	Построение ИА реального времени. Модели рассуждений при ограниченных ресурсах. Алгоритмы произвольного времени
26	Планирование процесса обдумывания. Гибкие рассуждения на основе теории принятия решений.
27	A*-поиск в реальном времени. Множественные методы и приближенная обработка. Планирование своевременных вычислений.
28	Приложения МАС: управление ресурсами предприятий, персональные помощники, электронная коммерция
29	МАС в сценариях командного противодействия. Платформа виртуального футбола

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Введение в ИА и МАС Архитектуры и формальные модели ИА	
2		
3		
4		Коллоквиум
5	Стандартизация агентных технологий Коммуникация агентов в МАС	
6		
7		
8		Коллоквиум
9	Модели переговоров и сотрудничества в МАС Языки и платформы разработки ИА и МАС	
10		
11		
12		Коллоквиум
13	Методологии разработки ИА и МАС Приложения ИА и МАС	
14		
15		
16		Коллоквиум

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

контроль посещаемости (не менее 80 % занятий).

на лабораторных занятиях

Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты.

В процессе обучения по дисциплине «Интеллектуальные агенты и мно-

гоагентные системы» студент обязан выполнить 9 лабораторных работ.

Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После выполнении группы лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиума на 4, 8, 12 и 16 неделях, на которых осуществляется защита лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется в бригадах до 3 человек. Оформление отчета студентами осуществляется в количестве одного отчета на бригаду в соответствии с принятыми в ИГУ правилами оформления студенческих работ (шаблон оформления отчета о лабораторной работе).

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, по процедуре проведения экспериментальных исследований или по обработке результатов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы.

Текущий контроль включает выполнение и сдачу в срок отчетов по всем лабораторным работам и защиту их на коллоквиуме, оценка за защиту выставляется по следующим критериям:

- 1) в отчетах по лабораторным работам должны быть приведены резуль-

таты выполнения всех заданий из методических указаний в соответствии с вариантом, программы должны быть отлажены и их исходные тексты должны прилагаться к отчетам;

2) максимальная сумма баллов за отчет по каждой лабораторной работе - 10. За каждое невыполненное задание из методических указаний оценка уменьшается на 1 балл, если программа не отлажена, то оценка уменьшается на 5 баллов.

3) на коллоквиуме студенты отвечают на вопросы, за правильный ответ на каждый вопрос оценка увеличивается на 1 балл.

Критерии оценивания защиты лабораторных работ:

«не зачтено» - ставится, если основное содержание материала работы не раскрыто, не даны ответы на вопросы преподавателя, допущены грубые ошибки в определении понятий и в использовании терминологии.

«зачтено» ставится, если продемонстрировано усвоение основного содержания материала, работа выполнена полностью

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, компьютер или ноутбук, проектор, маркерная доска	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест с персональными компьютерами, подключенными к сети Интернет – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя	1) Windows XP и выше; 2) Java 1.8 и выше; 3) Jade 4) Jadex

Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
------------------------	--------------------------------------	--	--

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.