



**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



**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Б1.В.ДВ.01.02    Мультиагентные технологии решения  
оптимизационных задач**

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки: Семантические технологии и многоагентные системы

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Иркутск 2023 г.

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«МУЛЬТИАГЕНТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕШЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ»**

Целью дисциплины является расширение знаний и умений магистрантов в области применения современных интеллектуальных технологий решения прикладных оптимизационных задач из области исследования операций. Ключевыми особенностями задач этого класса являются их большая вычислительная сложность и динамический характер, а также необходимость учета специфики предметной области. Актуальные подходы к построению интеллектуальных систем для эффективного решения подобных задач, как правило, являются мультиагентными хотя бы в одном из двух смыслов: они либо рассчитаны на распределенную работу в рамках децентрализованной сети вычислительных агентов, либо в процессе самого решения задачи моделируют некоторое множество таких агентов, взаимодействующих между собой. Задача курса состоит в том, чтобы дать магистрантам набор общих знаний о принципах работы различных мультиагентных систем, а также обучить их навыкам самостоятельного выбора наиболее подходящих методов для решения конкретных задач, создания проблемно-ориентированных и гибридных модификаций уже существующих подходов, использования дополнительных эвристик и поисковых процедур.

#### **SUBJECT SUMMARY**

### **«MULTI-AGENT BASED TECHNIQUES FOR SOLVING OPTIMIZATION PROBLEMS»**

The discipline aims to expand the knowledge and skills of graduate students in the field of modern intelligent technologies for solving operations research optimization problems. Key features of these problems are their high computational complexity, dynamic nature, and specific sets of problem constraints. Relevant approaches to building intelligent systems for effective solutions of such problems are

usually multi-agent at least in one of two senses: they are either designed for the distributed solution within a decentralized network of computing agents, or they model a set of agents interacting with each other. The practical aim of the course is to give students general knowledge about the principles of various multi-agent systems by teaching them to choose appropriate methods for solving specific problems, to design problem-oriented and hybrid modifications of existing approaches, and to use additional improvement heuristics and search techniques.

### **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

#### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Целью преподавания дисциплины является освоение современных интеллектуальных методов оптимизации и получение ими навыков создания на их базе мультиагентных систем для решения сложных прикладных комбинаторных задач.

2. Задачи дисциплины:

изучить основные понятия и актуальные методы решения сложных оптимизационных задач;

понять принципы построения прикладных мультиагентных систем; получить понимание возможностей и границ применения изученных методов, а также возможностей их расширения путем гибридизации и создания проблемно-ориентированных модификаций;

освоить практические навыки реализации изученных подходов и технологий для решения практических задач.

3. Знание основных понятий и методов современной мультиагентной оптимизации, включая аукционные, популяционные и метаэвристические подходы; специфики функционирования изученных методов и области их применения; принципов построения интеллектуальных систем для централизованного и децентрализованного решения прикладных оптимизационных задач (многомерная и комбинаторная оптимизация, исследование операций и др.).

4. Умение производить выбор, реализацию и настройку параметров мультиагентного подхода для решения конкретных задач; осуществлять синтез различных эвристик и методов искусственного интеллекта с целью создания эффективного проблемно-ориентированного подхода; находить и использовать актуальную научно-техническую информацию в исследуемой области из различных ресурсов.

5. Опыт применения различных методов и подходов мультиагентной оптимизации для решения прикладных задач большой сложности; навыки самостоятельной программной реализации отдельных методов интеллектуальной оптимизации и построения гибридных проблемно-ориентированных мультиагентных систем.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Интеллектуальные системы»

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:

<b>Код компетенции/индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
ПК-9	Способен исследовать и разрабатывать архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей на основе комплексов методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта
ПК-9.2	<i>Выбирает комплексы методов и инструментальных средств искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей предметной области</i>
ПКО-3	Способен создавать и применять методы распределённого искусственного интеллекта для создания интеллектуальных сред и семантического веба.

ПКО-3.1	Применяет методы распределенного искусственного интеллекта для создания многоагентных систем.
---------	---

## 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	Прикладные задачи комбинаторной оптимизации	2	2		1
2	Мультиагентные системы и аукционные методы	2	4		8
3	Метаэвристические алгоритмы	2	4		8
4	Генетические и эволюционные алгоритмы	2	5		15
5	Роевые и популяционные методы	3	8		16
6	Методы локального поиска	1	2		2
7	Гибридные подходы и гиперэвристики	2	6		6
	Итого, ач	14	30	8	56
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Прикладные задачи комбинаторной оптимизации	Вычислительная сложность. Задачи многомерной и комбинаторной оптимизации. Класс задач групповой маршрутизации. Задачи составления расписания.
2	Мультиагентные системы и аукционные методы	Мультиагентные системы. Иерархия и самоорганизация. Кооперация на базе торгов. Виды аукционов.
3	Метаэвристические алгоритмы	Эвристики и метаэвристики. Типы классификации метаэвристик. Алгоритм поиска с запретами. Метод имитации отжига.
4	Генетические и эволюционные алгоритмы	Генетические и эволюционные алгоритмы. Кодирование хромосом. Функция приспособленности. Генетические операторы. Механизмы контроля популяции и самоадаптации алгоритма.
5	Роевые и популяционные методы	Биоинспирированные методы оптимизации. Роевой интеллект. Муравьиные алгоритмы. Метод роя частиц. Пчелиный алгоритм. Алгоритм серых волков. Гравитационный поиск.
6	Методы локального поиска	Градиент. Итеративный и стохастический локальный поиск. Поиск по окрестностям.
7	Гибридные подходы и гиперэвристики	Использование проблемно-ориентированных эвристик. Гибридизация. Построение гиперэвристик.

### 4.2 Перечень лабораторных работ

<b>Наименование лабораторной работы</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
1. Реализация аукционного подхода к задаче мультиагентного планирования	4
2. Разработка метаэвристического алгоритма для задач комбинаторной оптимизации	4
3. Разработка модификаций генетического алгоритма для задач групповой маршрутизации	8
4. Реализация набора роевых алгоритмов многомерной оптимизации	4
5. Использование методов локального поиска в гибридных подходах	2
6. Разработка мультиагентного метода оптимизации на базе гиперэвристики	8
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

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с презентациями и конспектами лекций, рекомендованными преподавателем информационными источниками и ресурсами сети Интернет. Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	5
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	10
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	7
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	14
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	5
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	15
ИТОГО СРС	56

## 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	Ржевский С. В. Исследование операций [Электронный ресурс], 2013. -480 с.	неогр.
2	Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы [Электронный ресурс] / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский, 2013. -384 с.	неогр.
3	Матвиенко, Наталия Игоревна. Разработка принципов построения генетических алгоритмов и вычислительных систем для их реализации [Текст] : Дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук: 05.13.15 / Н.И. Матвиенко; Науч. рук. проф. М.С.Куприянов, 2001. -200 с.	неогр.
4	Жандаров, Владимир Владимирович. Мультиагентные системы [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / В. В. Жандаров, М. Г. Пантелеев, 2016. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
5	Липецкая, Наталья Давыдовна. Исследование и разработка интеллектуальных сервисных подсистем высокопроизводительных вычислительных систем [Текст] : дис. канд. техн. наук : 05.13.13 / Н.Д. Липецкая ; науч. рук. д-р техн. наук, проф. Д.В. Пузанков, 1991. -247, [2] с.	неогр.
6	Иванов, Владимир Михайлович. Интеллектуальные системы [Электронный ресурс] : Учебное пособие Для СПО / Иванов В. М. ; под науч. ред. Сесекина А.Н., 2020. -93 с	неогр.
7	Гасанов, Эльяр Эльдарович. Интеллектуальные системы. Теория хранения и поиска информации [Электронный ресурс] : Учебник для вузов / Гасанов Э. Э., Кудрявцев В. Б., 2021. -271 с	неогр.
8	Штоляков, Валерий Иванович. Интеллектуальная собственность: принт-медиа и информационные технологии как объекты интеллектуальной собственности [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Штоляков В. И., Яганова М. В., 2020. -252 с	неогр.
9	Станкевич, Лев Александрович. Интеллектуальные системы и технологии [Электронный ресурс] : Учебник и практикум Для СПО / Станкевич Л. А., 2021. -397 с	неогр.
10	Жданов А.А. Автономный искусственный интеллект — 5-е изд. [Электронный ресурс] / А.А. Жданов, 2020. -362 с.	неогр.
11	Джонс М. Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях [Электронный ресурс], 2011. -312 с.	неогр.
12	Пантелеев, Михаил Георгиевич. Интеллектуальные агенты и многоагентные системы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.Г. Пантелеев, В.В. Жандаров, 2009. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.



№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
13	Интеллектуальные системы управления [Электронный ресурс] : электрон. учеб. изд. / Н. Д. Поляхов [и др.], 2013. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
14	Ясницкий Л. Н. Интеллектуальные системы : учебник. — 2-е изд., электрон. — (Учебник для высшей школы) [Электронный ресурс] / Л. Н. Ясницкий, 2020. -224 с.	неогр.
Дополнительная литература		
1	Андреев, Александр Егорович. Дискретная математика: прикладные задачи и сложность алгоритмов [Электронный ресурс] : Учебник и практикум для вузов / Андреев А. Е., Болотов А. А., Коляда К. В., Фролов А. Б., 2021. -317 с	неогр.
2	Крупский, Владимир Николаевич. Теория алгоритмов. Введение в сложность вычислений [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Крупский В. Н., 2020. -117 с	неогр.

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Научная электронная библиотека eLIBRARY, набор актуальных статей по кодовому слову "Метаэвристика": <a href="https://www.elibrary.ru/keyword_items.asp?id=2570699">https://www.elibrary.ru/keyword_items.asp?id=2570699</a>
2	Базовый обзор классических метаэвристических подходов к задачам комбинаторной оптимизации <a href="https://tvim.info/files/56_72_Shcherbina.pdf">https://tvim.info/files/56_72_Shcherbina.pdf</a>
3	Базовый обзор популяционных подходов к задачам комбинаторной оптимизации <a href="https://swsu.ru/sveden/files/MU_Osnovy_kombinatornoy_optimizacii_LZ.pdf">https://swsu.ru/sveden/files/MU_Osnovy_kombinatornoy_optimizacii_LZ.pdf</a>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Мультиагентные технологии решения оптимизационных задач» формой промежуточной аттестации является зачет с оценкой.

#### Зачет с оценкой

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Студент демонстрирует существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

Удовлетворительно	Студент демонстрирует знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии. Студент справляется выполнением заданий, предусмотренных программой, а также обладает необходимыми знаниями, но допускает неточности в ответах на аттестационном испытании и при выполнении учебных заданий.
Хорошо	Студент демонстрирует полное знание учебного материала и успешно выполняет предусмотренные программой задачи. Студент освоил основную рекомендованную литературу и демонстрирует систематический характер знаний по дисциплине, обладая способностью к их самостоятельно-му пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебы и профессиональной деятельности.
Отлично	Студент демонстрирует всестороннее систематическое знание учебного материала и умение свободно выполнять практические задания. Студент освоил основную литературу и ознакомился с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины, а также усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии. Студент способен проявлять творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала.

### Особенности допуска

Допуск к зачету с оценкой включает в себя посещение не менее 80% лекционных занятий, выполнение и защита не менее 80% лабораторных работ (5 из 6) в установленные сроки.

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

### Примерные вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Специфика задач комбинаторной оптимизации
2	Локальный и глобальный поиск
3	Отличия эвристики от метаэвристики и гиперэвристики
4	Допустимые и недопустимые решения
5	Особенности различных иерархий многоагентных систем
6	Сильные и слабые стороны аукционных подходов
7	Поиск с запретами
8	Метод имитации отжига
9	Генетические алгоритмы
10	Механизмы настройки генетических алгоритмов
11	Роевые алгоритмы для многомерной оптимизации

12	Муравьиные алгоритмы
13	Механизмы локального поиска
14	Построение гибридных подходов

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

### 6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
3	Мультиагентные системы и аукционные методы	
4		Отчет по лаб. работе
5	Метаэвристические алгоритмы	
6		Отчет по лаб. работе
7	Генетические и эволюционные алгоритмы	
8		
9		
10		Отчет по лаб. работе
11	Роевые и популяционные методы	
12		
13		
14		Отчет по лаб. работе
15	Методы локального поиска	Отчет по лаб. работе
16	Гибридные подходы и гиперэвристики	
17		Отчет по лаб. работе

### 6.4 Методика текущего контроля

#### на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий)

#### на лабораторных занятиях

Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине «Мультиагентные технологии ре-

**шения оптимизационных задач»** студент обязан выполнить 6 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и защита его. После прохождения каждой из 6 основных тем дисциплины на 4, 6, 10, 14, 15, 17 неделях предусматривается подготовка отчета и защита лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется в бригадах до 2 человек. Оформление отчета студентами осуществляется в количестве одного отчета на бригаду в соответствии с принятыми в ИГУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите. Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. Каждый студент получает один вопрос по теоретической части и один вопрос по процедуре проведения экспериментальных исследований. При обсуждении ответа преподаватель может задавать уточняющие вопросы. В случае, если студент демонстрирует достаточное знание вопроса (т.е. понимает и умеет объяснять особенности применяемых методов и возможные области их применения, умеет давать качественную оценку полученных экспериментальных результатов), лабораторная работа для него считается зачтенной. Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает допуск на дифференцированный зачет.

### **Контроль самостоятельной работы студентов**

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и лабораторных занятиях студентов по методикам, описанным выше.

## 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, экран, маркерная доска.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Лабораторные работы	Компьютерный класс	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, компьютеры или ноутбуки, рабочее место преподавателя, компьютер или ноутбук, проектор, экран, маркерная доска.	1) Windows XP и выше; 2) JDK 15+, IntelliJIdea
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 3) JDK 15+, IntelliJIdea

## **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.