

# Модуль лекций: Многоагентные системы для магистров

## Описание модуля

Модуль из 4 лекций по 1,5 часа предназначен для студентов магистратуры 1-го курса, изучающих аналитическое моделирование в междисциплинарных областях. Курс фокусируется на многоагентных системах (МАС) как инструменте моделирования сложных систем, интегрируя их с ранее изученными динамическими системами, системами управления и теорией очередей. Модуль включает теоретические основы, методы проектирования МАС и их применение в смешанных моделях (например, транспорт, энергетика, экономика).

## Цели модуля

- Освоить принципы проектирования и анализа многоагентных систем.
- Научиться интегрировать МАС с динамическими системами, системами управления и теорией очередей.
- Разработать навыки моделирования МАС в междисциплинарных задачах.
- Подготовить студентов к реализации МАС в системах моделирования (AnyLogic, NetLogo, Python).

## Целевая аудитория

Магистры 1-го курса с базовыми знаниями в аналитическом моделировании, динамических системах, системах управления, теории очередей и программировании (Python или Java). Предполагается владение основами ИИ и системного моделирования.

## Лекция 1: Основы многоагентных систем и их связь с аналитическими моделями

**Цель:** Познакомить студентов с МАС и показать их место в аналитическом моделировании.

### Содержание:

- Определение МАС: агенты, их свойства (автономность, реактивность, проактивность, социальность).
- Сравнение МАС с другими моделями:
  - Динамические системы: инерционность vs. автономность агентов.
  - Системы управления: централизованное vs. децентрализованное управление.
  - Теория очередей: МАС как инструмент моделирования потоков и взаимодействий.
- Типы МАС: кооперативные, конкурентные, смешанные.
- Примеры междисциплинарных приложений: транспортные системы (управление трафиком), энергетика (умные сети), экономика (аукционы).
- Инструменты моделирования МАС: AnyLogic, NetLogo, SPADE.

## **Лекция 2: Архитектуры агентов и интеграция с системами управления**

**Цель:** Изучить архитектуры агентов и их применение в системах управления.

**Содержание:**

- Архитектуры агентов:
  - Реактивные: связь с динамическими системами.
  - Делиберативные (BDI): моделирование сложного поведения.
  - Гибридные: комбинация реактивности и планирования.
- Интеграция с системами управления:
  - МАС как децентрализованная САУ (система автоматического управления).
  - Примеры: управление роботами, адаптивное управление в энергосетях.
- Моделирование агентов в AnyLogic: обзор компонентов и библиотек.
- Проблемы: масштабируемость, синхронизация, обработка неопределенности.

## **Лекция 3: Взаимодействие и координация в МАС**

**Цель:** Рассмотреть механизмы взаимодействия агентов и их связь с теорией очередей.

**Содержание:**

- Типы взаимодействий: кооперация, конкуренция, координация.
- Протоколы взаимодействия: FIPA-ACL, контрактные сети, аукционы.
- МАС и теория очередей:
  - Моделирование потоков клиентов/ресурсов как взаимодействий агентов.
  - Примеры: системы массового обслуживания в аэропортах, логистике.
- Алгоритмы координации: распределенное планирование, консенсус.
- Практическая реализация: моделирование взаимодействия в NetLogo или Python (SPADE).

## **Лекция 4: МАС в междисциплинарных задачах и современные подходы**

**Цель:** Изучить применение МАС в смешанных моделях и новые направления.

**Содержание:**

- МАС в междисциплинарных задачах:
  - Транспорт: моделирование трафика с учетом динамических систем.
  - Энергетика: умные сети с интеграцией теории очередей.
  - Экономика: аукционы и конкурентные модели (теория игр).
- Современные подходы:

- Многоагентное обучение с подкреплением (MARL) для адаптивных систем.
  - Роевой интеллект: моделирование на основе биологических систем.
  - Интеграция с IoT и блокчейн для децентрализованных систем.
- Проблемы и вызовы: масштабируемость, этика, безопасность.
- Кейс: моделирование умного города с использованием MAS.