

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Учетно-финансовый факультет
Кафедра бизнес-информатики

УТВЕРЖДАЮ
проректор

_____ П. А. Машаров
«17» апреля 2025 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МОДЕЛИ СИСТЕМНОЙ ДИНАМИКИ

Укрупненная группа направлений подготовки	27.00.00 Управление в технических системах
Программа высшего образования	Программа магистратуры
Направление подготовки	27.04.05 Инноватика
Направленность (профиль) образовательной программы	Цифровые технологии в бизнесе
Квалификация	Магистр
Форма обучения	Очная, заочная

Рабочая программа может быть адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Модели системной динамики»** для обучающихся по направлению подготовки 27.04.05 Инноватика (Профиль: Цифровые технологии в бизнесе) составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 27.04.05 Инноватика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «04» августа 2020 г. № 875, Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2025 года.

Разработчик:

доцент кафедры бизнес-информатики,
канд. экон. наук, доцент

О.В. Снегин

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры бизнес-информатики.
Протокол от 10.04.2025 г. № 8а.

Заведующий кафедрой

Т.О. Загорная

СОГЛАСОВАНО:

Декан учетно-финансового факультета
16.04.2025 г.

Н. В. Алексеенко

Учебно-методическая комиссия учетно-финансового факультета.
Протокол от 15.04.2025 г. № 6.
Председатель

А. А. Блажевич

Руководитель основной образовательной
программы, д-р экон. наук, проф.
10.04.2025 г.

Т. О. Загорная

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы бакалавриата: Управление проектами, Бизнес-планирование, Моделирование бизнес-процессов, Интеллектуальные системы поддержки принятия решений;

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

дисциплины магистратуры: Методы анализа и моделирования данных, Производственная практика: проектно-технологическая, Преддипломная практика.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	27.04.05 Инноватика (Магистерская программа: Цифровые технологии в бизнесе)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.4.1 Модели системной динамики
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор студента
Количество зачетных единиц / всего часов	3 / 108

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	2	3	17	17		74	108	зачет
Заочная	2	3	4	4		100	108	зачет

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дать студентам знания о методологии моделирования с целью использования результатов анализа для принятия решения; сформировать навыки применения методов системной динамики и использования математического и информационно-программного инструментария для экспериментального моделирования процессов и моделирования проблемных ситуаций в архитектуре бизнес-систем.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Профессиональные компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-2. Способен осуществлять принятие решений в профессиональной деятельности на основе использования современных методов и программного инструментария сбора, обработки и анализа данных, в том числе больших данных	ПК-2.1. Осуществляет принятие решений в профессиональной деятельности на основе использования современных методов и программного инструментария сбора, обработки и анализа данных, в том числе больших данных	ПК-2.1.1. Знать: базовые компоненты и требования к разработке и апробации системно-динамических имитационных моделей как основы для логического и последовательного подхода к проблеме принятия решений, усвоить способы формулировки проблемной ситуации; определение целей для архитектуры процессов; методы определения критериев достижения показателей целевой архитектуры; требования к разработке и построению моделей сложных систем для обоснования решений в ППП «PowerSim»
		ПК-2.1.2. Уметь: пользоваться основными методами и приемами использования моделирования данных и моделирования динамики при исследовании сложных объектов; применять последовательность методов анализа данных при описании и изучении развития, устойчивости и равновесия бизнес- систем.
		ПК-2.1.3. Владеть: аппаратом экономико-математического моделирования в части построения и реализации системно-динамических моделей; методологией моделирования для анализа, архитектуры предприятий; теоретическим материалом в части постановки базовых системно-динамических моделей прогнозирования решений в архитектуре предприятия

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
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.
2. Архитектуры и формальные модели ИА	Типы архитектур ИА. Реактивные и обдумывающие агенты. Агенты, основанные на состоянии, на цели и на полезности. Гибридные архитектуры. BDI-архитектуры. Архитектуры SOAR, CIRCA, InteRRaP. 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. Модели планирования действий. Агенты с дедуктивными рассуждениями. Темпоральные дедуктивные системы.
3. Стандартизация агентных технологий	Краткая история стандартизации агентных технологий. Стандарты FIPA. Абстрактная архитектура. Управление агентами. Коммуникации агентов. Транспорт агентных сообщений. Приложения. Понятие агентной платформы. Основные компоненты агентной платформы. Система управления агентами, служба каталогов, служба передачи сообщений.
4. Коммуникация агентов в МАС	Теория речевых актов. Языки коммуникации агентов. KQML, FIPA ACL. Синтаксис языков. Семантика речевых актов. Языки содержания агентных разговоров KIF, FIPA SL. Протоколы коммуникации агентов.
5. Модели переговоров и сотрудничества в МАС	Модель контрактной сети. Формирование коалиций. Аукционы. Голосования. Методы координации. Частичное глобальное планирование. Общие намерения. Взаимное моделирование. Использование норм и социальных законов.
6. Языки и платформы разработки ИА и МАС	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.
7. Методологии разработки ИА и МАС	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.
8. Архитектуры и модели ИА реального времени	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.
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.
--	---

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – **очная**, курс – 2, семестр – 3

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
1. Введение в ИА и МАС	2	2		8	12
2. Архитектуры и формальные модели ИА	2	2		8	12
3. Стандартизация агентных технологий	2	2		8	12
4. Коммуникация агентов в МАС	2	2		8	12
5. Модели переговоров и сотрудничества в МАС	2	2		8	12
6. Языки и платформы разработки ИА и МАС	2	2		8	12
7. Методологии разработки ИА и МАС	2	2		8	12
8. Архитектуры и модели ИА реального времени	2	2		8	12
9. Приложения ИА и МАС	1	1		10	12
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	17	17		74	108

6.2. Форма обучения – **заочная**, курс – 2, семестр – 3

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
1. Введение в ИА и МАС	0,5	0,5		12	13
2. Архитектуры и формальные модели ИА	0,5	0,5		12	13
3. Стандартизация агентных технологий	0,5	0,5		12	13
4. Коммуникация агентов в МАС	0,5	0,5		12	13
5. Модели переговоров и сотрудничества в МАС	0,5	0,5		12	13
6. Языки и платформы разработки ИА и МАС	0,5	0,5		10	11
7. Методологии разработки ИА и МАС	0,5	0,5		10	11
8. Архитектуры и модели ИА реального времени	0,25	0,25		10	10,5
9. Приложения ИА и МАС	0,25	0,25		10	10,5
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	4	4		100	108

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

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 системах.

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 MAC. Модель контрактной сети.
15. Модели переговоров и сотрудничества в MAC. Формирование коалиций.
16. Модели переговоров и сотрудничества в MAC. Аукционы. Голосования.
17. Методы координации в MAC. Частичное глобальное планирование. Общие намерения.
18. Методы координации в MAC. 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
22. ИА и MAC: Jadex, Jason, 3APL.
23. Этапы и особенности разработки агентного ПО.
24. Методологии AUMML, Gaia, MaSE, MESSAGE, Tropos. Сравнительный анализ методологий.
25. Подход FIPA Modeling TC. Аспекты моделирования.
26. Построение ИА реального времени. Модели рассуждений при ограниченных ресурсах. Алгоритмы произвольного времени.
27. Планирование процесса обдумывания. Гибкие рассуждения на основе теории принятия решений.
28. A*-поиск в реальном времени. Множественные методы и приближенная обработка.
29. Планирование своевременных вычислений.
30. Приложения MAC: управление ресурсами предприятий, персональные помощники, электронная коммерция.
31. MAC в сценариях командного противодействия. Платформа виртуального футбола.

7.2. Лабораторные работы

1. Изучение состава и основных функциональных возможностей среды JADE.
2. Основы программирования агентов в среде JADE. Модели поведения агентов.
3. Коммуникационная подсистема. Язык общения агентов ACL.
4. Протоколы взаимодействия агентов. Реализация сложных поведений.
5. Программирование пользовательских онтологий в JADE. Язык содержания FIPA-SL0.
6. Использование стандартизованных протоколов FIPA.
7. Работа с сервисом «жёлтых страниц» DF.
8. Методологии проектирования агентных систем.
9. Разработка агентов в среде JADEX.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

Виды работ	Баллы
Организационно-учебная работа в аудитории	22
Самостоятельная работа	25
Модульная контрольная работа	3
ИТОГО	50
Зачет	50
Общий итог	100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия по дисциплине «Интеллектуальные агенты и мультиагентные системы» проводятся в 8-м учебном корпусе (г. Донецк, ул. Челюскинцев, д. 198а) университета. Для проведения лекционных и практических занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя. Выход в Интернет проводной или с использованием Wi-Fi.

Индивидуальные и групповые консультации студентам для проведения самостоятельной работы предоставляются на кафедре бизнес-информатики, находящейся в 8 учебном корпусе (ауд. 518).

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете 8-го учебного корпуса (ауд. 105), материально-техническую базу учебной лаборатории кафедры «Бизнес-информатики».

В процессе обучения студенты имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине «Интеллектуальные агенты и мультиагентные системы», размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». С использованием ресурсов платформы дистанционного образования

осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

10.1. Основная литература

1. Пантелеев, Михаил Георгиевич. Интеллектуальные агенты и многоагентные системы [Текст] : [монография] / М. Г. Пантелеев, Д. В. Пузанков, 2015. -215 с.. – (1 экз.)
2. Жандаров, Владимир Владимирович. Мультиагентные системы [Текст] : учеб.-метод. пособие / В. В. Жандаров, М. Г. Пантелеев, 2016. -35 с. – (1 экз.)
3. Жандаров, Владимир Владимирович. Построение мультиагентных систем в среде JADE [Текст] : учеб.-метод. пособие / В. В. Жандаров, М. Г. Пантелеев, 2018. -35 с. (10 экз.)
4. Жандаров, Владимир Владимирович. Построение интеллектуальных
5. агентов в средах Jade и Jadex [Текст] : учеб.-метод. пособие / В. В. Жандаров, М. Г. Пантелеев, 2020. -39 с. (10 экз.)
6. Интеллектуальные агенты, многоагентные системы и семантический Web
7. [Текст] : концепции, технологии, приложения : [монография] / [Д.В. Пузанков, В.И. Мирошников, М.Г. Пантелеев, А.В. Серегин], 2008. -288 с. (10 экз.)

10.2. Дополнительная литература

1. Самообучающиеся машины [Текст] : [монография] / [В. Ю. Осипов [и др.], 2020. -173 с (10 экз.)
2. Рассел, Стюарт. Искусственный интеллект: современный подход [Текст] : пер. с англ. / С. Рассел, П. Норвиг, 2007. -1407 с. (1 экз.)

11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив** ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

12. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).