Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет наук о материалах

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана ФНМ
член-корр. РАН

_____/А.В.Лукашин/

« 27 » августа 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МЕЖФАКУЛЬТЕТСКОГО КУРСА

Графы, сети, игры и распределенный интеллект

Уровень высшего образования:
бакалавриат, специалитет, магистратура

Форма обучения:
очная, очно-заочная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Методической комиссией факультета наук о материалах
(27 августа 2026 г.)

Москва 2026

Рабочая программа курса разработана в соответствии реализуемыми в МГУ основными профессиональными образовательными программами высшего образования, разработанными на основе самостоятельно установленных образовательных стандартов (ОС МГУ) по направлениям подготовки/специальностям высшего образования.

1. Место курса в структуре ООП: вариативная часть, курс предназначен для студентов 1-4 курсов бакалавриата, 1-6 курсов специалитета, а также 1-2 курсов магистратуры естественно-научных и гуманитарных специальностей, носит ознакомительный базовый характер. Курс является дисциплиной по выбору, относится к межфакультетским курсам.

2. Аннотация

Настоящий курс предназначен для всех, кто интересуется современными междисциплинарными приложениями физики в общественных науках и теории управления. Слушатели познакомятся с историей возникновения и современным состоянием этой бурно развивающейся области. Особое внимание уделяется используемому в ней формальному аппарату теории графов, сложных сетей и теории игр, пока не имеющему адекватного отражения в учебных программах для студентов нематематических специальностей. Также обсуждается фундаментальная характеристика социальных систем: распределенный интеллект (РИ) и его компоненты, включая вычислительные и логические реализации искусственного интеллекта (ИИ).

Термином «социофизика», или «физика общества», обозначается новая междисциплинарная область знания, объединяющая математические модели социологии, политологии, экономики и других общественных дисциплин с инженерными задачами планирования и управления, современными информационно-коммуникационными технологиями и компьютерным моделированием. В указанной области широко используются модели и методы физики сложных систем; ее частными разделами являются **эконофизика** (прогноз биржевой динамики и оценка финансовых рисков), **статистическая физика сетей** (модели эпидемиологии, Интернет, сети социальных взаимодействий и др.), **физическая политология** (динамика общественного мнения, конкурентные модели выборов, формализованный анализ устойчивости политических систем). К наиболее актуальным направлениям социофизики относятся моделирование автомобильных и пешеходных потоков, управление толпой (crowd control), включая политические акции, анализ сетевых структур человеческого общества и процессов в таких сетях, моделирование социальных конфликтов, а в последнее время – модели протестной динамики и военных действий. В этих направлениях широко используются формальные схемы, перенесенные из **теории графов и сложных сетей**, а также **теоретико-игровые** конструкции. В большинстве таких моделей косвенно отражается **распределенный интеллект** мультиагентных систем – в особенности РИ различных аспектов социума, тесно связанный с современными достижениями искусственного интеллекта. Этот материал, еще не вполне систематически представленный в учебных программах, составляет главное содержание предлагаемого курса.

Межфакультетский курс «Физика общества» читался Ю.Л. Словохотовым в МГУ с 2015 по 2024 гг. На его основе в издательстве URSS в 2024 г. вышла книга «Физика общества: применение физических моделей в описании общественных явлений». В нынешней редакции курса предлагается более специализированная версия, нацеленная на использование базовых теоретико-графовых и теоретико-игровых понятий, а также формальных конструкций ИИ и РИ в современном описании социума. Слушатели курса получат представление о теоретическом аппарате и основных направлениях междисциплинарных исследований человеческого общества, выполнят самостоятельный анализ литературы по выбранной теме.

Курс включает лекции, домашние задания, составление и защиту реферата. С целью текущего контроля за эффективностью усвоения слушателями материала предусмотрены краткие самостоятельные работы в конце лекций.

3. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Базовая школьная подготовка по математике, физике и обществознанию. Желательно знание математики и общей физики в объеме 2 курсов естественно-научных или экономически ориентированных специальностей

4. Планируемые результаты обучения по курсу

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
Знать: основные понятия современной физики сложных систем и главные направления использования ее аппарата в науках об обществе. **Уметь:** читать учебную и научную литературу по «физике общества», оценивать и анализировать ее содержание. **Владеть:** основами междисциплинарного аппарата, используемого в современном описании социума (графы и сети, элементы теории игр, формальные модели ИИ, основы теории управления). Иметь опыт решения типовых задач по применению теоретико-графовых и теоретико-игровых конструкций в моделировании социальных процессов.

5. Объем курса 1 з.е., в том числе **24** академических часа на контактную работу обучающихся с преподавателем, **12** академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

6. Содержание курса, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий:

6.1. Структура курса по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов дисциплины **форма промежуточной аттестации по дисциплине**	**Всего (часы)**	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						**Самостоятельная работа обучающегося, часы** из них		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа, в т.ч., лабораторные и практические работы	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*	**Всего**	Подготовка к лекционным занятиям	Подготовка докладов, рефератов и т.п.	**Всего**
Раздел 1		4	0	0	0		**4**	1	1	**2**
Промежуточная аттестация – тестирование в ходе лекций										
Раздел 2		6	1				**6**	1	2	**3**
Промежуточная аттестация – тестирование в ходе лекций										
Раздел 3		6	1	0	0		**6**	1	2	**3**

Промежуточная аттестация – тестирование в ходе лекций										
Раздел 4		4	0	0	0		**4**			
Итоговая аттестация –защита реферата					2	2	**4**	1	3	**4**
Итого	**36**	**20**	**0**	**0**	**2**	**2**	**24**	4	6	**12**

6.2. Содержание разделов (тем) курса:

Раздел 1. Методы физики в описании экономики и общественных явлений

1. Модели общей и теоретической физики, используемые в описании экономики и общества. Социальное поле, гравитационная модель, логистическое уравнение, диффузия инноваций, парадокс Браеса, модели неоклассической экономики и психофизики, уравнение Блэка-Шоулза, модель Изинга и распространение мнений.

2. Основные представления физики сложных систем. Модель Лотки-Вольтерра, брюсселятор, броуновское движение. Качественный анализ решений нелинейных дифференциальных уравнений, аттракторы и динамический хаос. Логистическое отображение. Агентные модели и клеточные автоматы.

Раздел 2. Графы, сети и процессы на сетях

3. Основные типы и характеристики графов. Матрица смежности и матрица корреспонденций. Дискретная оптимизация, задача о ранце. Эйлеровы и гамильтоновы циклы, задача коммивояжера. Социология малых групп, матрицы влияния. Когнитивные карты. Комплексное оценивание.

4. Решетки и сети. Сетевые структуры в биологии, экономике, социуме. Правило пяти рукопожатий. Случайные графы Эрдеша-Ренье, Уоттса-Строгаца, Барабаши-Альберт: диаметр и распределения порядков вершин. Сложные сети, их топологические характеристики. Транспортные сети, нейронные сети мозга, Интернет.

5. Устойчивость сетей. Процессы на сетях, перколяция, задачи эпидемиологии. Сетевые модели формирования общественного мнения. Осцилляторы Курамото. Фазовые переходы в сети, ко-эволюция. Сетевые структуры экономики. Биржа как стохастическая система, технический анализ и финансовая математика. Фракталы.

Раздел 3. Теория игр в описании социума

6. Начальные понятия теории игр. Игры в нормальной и развернутой форме. Решения матричной игры в доминантных и осторожных

стратегиях, оптимум Парето и равновесие Нэша. Смешанные стратегии. Игра полковника Блотто. Непрерывные игры, аукционы.

7. Моделирование транспортных потоков, равновесие Уордропа. Дифференциальные игры. Эволюционные игры. Кооперативные игры. Кооперация и конкуренция агентов в моделях социальных систем. Кооперативные игры, ядро игры, вектор Шепли. «Устойчивые браки». Иерархические игры и управление организационными системами.

Раздел 4. Распределенный интеллект социальных систем

6. Интеллект как целенаправленная обработка информации. Роевой интеллект общественных насекомых, модели коллективного движения. Nature-inspired metaheuristics, «муравьиные», «пчелиные» и «генетические» алгоритмы поиска решений. Теория автоматического управления. Нечеткие множества и нечеткий контроллер. Групповая робототехника.

7. Искусственный интеллект (ИИ), этапы развития. Искусственные нейронные сети и большие языковые модели. Логический ИИ, анализ формальных понятий. «Разум толпы». Интеллект как социальный феномен, виды РИ в человеческих сообществах. Коллективная обработка информации.

7. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по курсу:

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости: тесты по темам лекций

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для аттестации по дисциплине: темы рефератов

1. Ряды биржевых индексов (Dow Jones, Nasdaq, FTSE, DAX, Nikkei, МБ, РТС) в 2020 – 2023 гг.
2. Обменные курсы рубля к основным мировым валютам (доллар, евро, фунт, иена, юань) и кросс-курсы мировых валют в 2020-2023 г.г.
3. Описание и моделирование финансовых пирамид
4. Закон Эсту-Ципфа-Ауэрбаха, примеры и математическая модель
5. Автоматический анализ текстов и тематическое моделирование.
6. Математические модели эпидемиологии
7. Сеть мировой торговли (World Trade Web)
8. Фазовые портреты математических моделей (Лотка-Вольтерра, брюсселятор).
9. Ключевые слова в заголовках СМИ 2023-2023 гг.: динамика
10. Динамика относительного благосостояния стран мира в 1950 – 2020 гг.
11. Построение и анализ «сети знакомств» героев литературного произведения.
12. Математические модели формирования общественного мнения.
13. Системы голосования, сравнение по объективности и манипулируемости.
14. Биржи политических прогнозов.

15. Факторный анализ мировой политической системы (*Политический атлас современности* (М.: МГИМО-Университет, 2007, 272 с.).
16. Банк глобальной истории Seshat
17. Компьютерные военные игры и Massive Multiplayer Online Role-Playing Games (MMOPRG).

Шкала оценивания знаний, умений и навыков

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по курсу				
Оценка / Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы:

Основная литература:

Рекомендуемая литература
(некоторые книги доступны в электронном виде, также pdf'ы лекций):

1. Ю.Л. Словохотов, Физика общества: применение физических моделей в описании общественных явлений. М.: URSS, 2024.
2. Ф. Харари, Теория графов (пер. с англ.), 5-е изд. М.: ЛЕНАНД, 2018.
3. А.П. Михайлов, А.П. Петров, Математические модели системы «человек-общество». М.: Физматлит, 2022.
4. В.Н. Колокольцов, О.А. Малафеев, Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации (Теория игр для всех), СПб: Лань, 2012.
5. Л.В. Колобашкина, Основы теории игр, М.: БИНОМ, 2012

6. А.В. Макаренко, А.Г. Чхартишвили, В.В. Шумов, Системный анализ и прогнозирование безопасности. М.: URSS, 2022.
7. В.В. Цехановский (ред.), Искусственные нейронные сети. М.: КноРус, 2023.
8. О.В.Кузнецов, Избранные труды. Автоматы, языки и искусственный интеллект. М.: 2016

Дополнительная литература:

1. Д.А. Губанов, Д.А. Новиков, А.Г. Чхартишвили. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства, 3-е изд., М.: МЦНМО, 2018.
2. A.-L. Barabasi, Network Science, Cambridge University Press, 2016.
3. S.N. Dorogovtsev, Lectures on Complex Networks, Oxford University Press, 2010.
4. А.А. Романюха, Математические модели в иммунологии и эпидемиологии инфекционных заболеваний, М.: Бином, 2012.
5. А.В. Захаров, Теория игр в общественных науках, М.: ИД ВШЭ, 2015.
6. Б.Т. Поляк, М.В. Хлебников, Л.Б. Рапопорт, Математическая теория автоматического управления: учебное пособие. –М.: ЛЕНАНД, 2019.
7. В.Г. Чернов. Основы теории нечетких множеств: учебное пособие. Владимир: Изд-во Владимирского гос. ун-та, 2010.
8. С.В. Попова, И.А. Ходырев, Математическая логика: учебное пособие. СПб: Изд. Политех. ун-та, 2010.
9. Е.В. Боровская, Н.А. Давыдова, Основы искусственного интеллекта: учебное пособие. –М.: БИНОМ, 2010.

8.2. Интернет-ресурсы

1. https://arxiv.org/list/physics.soc-ph/recent (библиотека препринтов ArXiv, раздел Physics and Society)
2. https://www.jasss.org/index_by_issue.html (интернет-издание Journal of Artificial Societies & Social Simulation)
3. https://www.ipu.ru/conference/workshops/local/sociophys (архив семинара по социофизике в ИПУ РАН)

9. Материально-техническое обеспечение: специальных требований нет, занятия проводятся в аудитории, оснащенной техникой для демонстрации презентаций.

10. Язык преподавания - русский.

11. Лектор: д.х.н. Словохотов Юрий Леонидович, yurislovo@yandex.ru, +79919409214