

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

"БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности

_____ А.М. Патрусова

_____ 13 мая _____ 20 25 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.04 Обучение с подкреплением

Закреплена за кафедрой **Информатики, математики и физики**

Учебный план б010302_25_ИИиЗИ.plx

Направление: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:

Зачет 7,8

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		8 (4.2)		Итого	
Неделя	17		11			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	11	11	28	28
Лабораторные	17	17	22	22	39	39
В том числе инт.	12	12	12	12	24	24
В том числе в форме практ.подготовки	17	17	22	22	39	39
Итого ауд.	34	34	33	33	67	67
Контактная работа	34	34	33	33	67	67
Сам. работа	74	74	39	39	113	113
Итого	108	108	72	72	180	180

Программу составил(и):

б.с., ст. преподаватель, Федорович Дарья Олеговна _____

Рабочая программа дисциплины

Обучение с подкреплением

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 9)

составлена на основании учебного плана:

Направление: 01.03.02 Прикладная математика и информатика
утвержденного приказом ректора от 31.01.2025 № 61.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Информатики, математики и физики

Протокол от 16.04.2025 г. № 11

Срок действия программы: 4 года

Зав. кафедрой Горохов Д.Б.

Председатель МКФ

старший преподаватель Латушкина С.В. 28.04.2025г. протокол №8

Ответственный за реализацию ОПОП _____ Горохов Д.Б.

Директор библиотеки _____ Сотник Т.Ф.

№ регистрации _____ 41

Визирование РПД для исполнения в учебном году

Председатель МКФ

_____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 20__ -20__ учебном году на заседании кафедры

Информатики, математики и физики

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 20__ г. № _____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	формирование у студентов фундаментальных знаний и практических навыков в области методов и алгоритмов обучения с подкреплением, позволяющих создавать интеллектуальные системы, способные принимать оптимальные решения в динамических и неопределённых средах на основе взаимодействия с окружающей средой и анализа получаемых вознаграждений
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.В.01.04
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Разработка систем искусственного интеллекта с помощью интернет-технологий	
2.1.2	Введение в машинное обучение	
2.1.3	Искусственные нейронные сети	
2.1.4	Разработка систем искусственного интеллекта с помощью компилируемых языков программирования	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Производственная (преддипломная) практика	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**ПК-2: Способен разрабатывать прототипы информационных систем****ПК-2.2: Осуществляет программную реализацию и тестирование прототипов информационных систем**

Знать: методы тестирования прототипов информационных систем

Уметь: осуществлять программную реализацию и тестирование прототипов информационных систем

Владеть: способами программной реализации и методами тестирования прототипов информационных систем

ПК-3: Способен создавать программный код информационных систем**ПК-3.1: Владеет навыками создания программного кода с применением современных сред разработки**

Знать: принципы создания программного кода с применением современных сред разработки

Уметь: создавать программный код с применением современных сред разработки

Владеть: навыками создания программного кода с применением современных сред разработки

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Вид занятия	Наименование разделов и тем	Семестр / Курс	Часов	Индикаторы	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел	Раздел 1. Введение в обучение с подкреплением (ОСП)						
1.1	Лек	История и место обучения с подкреплением в машинном обучении	7	1	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
1.2	Лек	Основные понятия: агент, среда, состояние, действие, награда	7	1	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
1.3	Лек	Модель Маркова и процессы принятия решений (MDP)	7	1	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
1.4	Лек	Политики, функции ценности и оптимальность	7	1	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
1.5	Лаб	Реализация простого агента	7	1	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
1.6	Лаб	Исследование среды "FrozenLake": реализация случайной политики и анализ результатов	7	2	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	2	Работа в малых группах
1.7	Ср	Введение в обучение с подкреплением (ОСП)	7	12	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
1.8	Зачёт	Введение в обучение с подкреплением (ОСП)	7	12	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	

	Раздел	Раздел 2. Классические методы обучения с подкреплением						
2.1	Лек	Метод динамического программирования	7	1	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
2.2	Лек	Монте-Карло методы	7	2	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	2	Лекция-беседа
2.3	Лек	Q-обучение и SARSA	7	2	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	2	Лекция-беседа
2.4	Лаб	Реализация метода динамического программирования для решения задачи	7	2	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
2.5	Лаб	Реализация алгоритма Монте-Карло для среды	7	2	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	2	Работа в малых группах
2.6	Лаб	Реализация Q-обучения для среды и анализ его эффективности	7	2	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
2.7	Лаб	Сравнение Q-обучения и SARSA на одной и той же задаче	7	2	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
2.8	Ср	Классические методы обучения с подкреплением	7	12	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
2.9	Зачёт	Классические методы обучения с подкреплением	7	12	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
	Раздел	Раздел 3. Функциональное приближение и обобщение						
3.1	Лек	Проблема большого пространства состояний	7	2	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
3.2	Лек	Функциональное приближение: линейные модели и нейронные сети	7	2	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	2	Лекция-беседа
3.3	Лек	Deep Q-Networks (DQN): основы и архитектура	7	2	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
3.4	Лек	Техники стабилизации обучения (Replay Buffer, Target Network)	7	2	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
3.5	Лаб	Введение в функциональное приближение: реализация линейной функции ценности	7	2	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	2	Работа в малых группах
3.6	Лаб	Реализация Deep Q-Network (DQN)	7	2	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
3.7	Лаб	Анализ влияния Replay Buffer и Target Network на обучение DQN	7	2	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
3.8	Ср	Функциональное приближение и обобщение	7	12	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
3.9	Зачёт	Функциональное приближение и обобщение	7	14	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
	Раздел	Раздел 4. Продвинутое методы обучения с подкреплением						
4.1	Лек	Политики градиентных методов (Policy Gradient)	8	0,5	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
4.2	Лек	Актор-критик методы	8	0,5	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
4.3	Лек	Алгоритмы Proximal Policy Optimization (PPO) и Trust Region Policy Optimization (TRPO)	8	1	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	1	Лекция-беседа
4.4	Лек	Мультиагентное обучение с подкреплением	8	1	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	1	Лекция-беседа

4.5	Лаб	Реализация метода градиентного спуска для политики (Policy Gradient) на примере "CartPole"	8	2	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	2	Работа в малых группах
4.6	Лаб	Реализация актор-критик метода для задачи "MountainCar"	8	2	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
4.7	Лаб	Сравнение алгоритмов PPO и TRPO на одной из сред OpenAI Gym	8	2	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
4.8	Ср	Продвинутые методы обучения с подкреплением	8	10	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
4.9	Зачёт	Продвинутые методы обучения с подкреплением	8	10	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
	Раздел	Раздел 5. Применение ОСП в инженерии программного обеспечения						
5.1	Лек	Автоматизация тестирования с помощью ОСП	8	1	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	1	Лекция-беседа
5.2	Лек	Оптимизация процессов разработки ПО через обучение с подкреплением	8	1	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	1	Лекция-беседа
5.3	Лек	Управление ресурсами и планирование задач в ПО с использованием ОСП	8	1	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	1	Лекция-беседа
5.4	Лек	Примеры реальных кейсов и инструментов	8	1	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	1	Лекция-беседа
5.5	Лек	Инструменты и библиотеки для обучения с подкреплением (OpenAI Gym, Stable Baselines)	8	1	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
5.6	Лек	Обучение с подкреплением в условиях частичной наблюдаемости (POMDP)	8	1	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
5.7	Лек	Безопасность и этика в применении ОСП	8	1	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
5.8	Лек	Текущие исследования и перспективы развития	8	1	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
5.9	Лаб	Автоматизация тестирования ПО с использованием обучения с подкреплением: создание тестового агента	8	2	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	2	Работа в малых группах
5.10	Лаб	Оптимизация задач разработки ПО: применение ОСП для управления проектом (например, планирование задач)	8	2	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
5.11	Лаб	Использование библиотек Stable Baselines для реализации различных алгоритмов ОСП	8	4	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	2	Работа в малых группах
5.12	Лаб	Обучение агента в условиях частичной наблюдаемости: реализация POMDP	8	4	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
5.13	Лаб	Исследование этических аспектов применения ОСП: анализ кейсов из реальной практики	8	4	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
5.14	Ср	Применение ОСП в инженерии программного обеспечения	8	10	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
5.15	Зачёт	Применение ОСП в инженерии программного обеспечения	8	9	ПК-3.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	0	

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Традиционная (репродуктивная) технология (преподаватель знакомит обучающихся с порядком выполнения задания, наблюдает за выполнением и при необходимости корректирует работу обучающихся)

Образовательные технологии с использованием активных методов обучения (лекция – беседа)

Технология коллективного взаимодействия (работа в малых группах) (самостоятельное изучение обучающимися нового материала посредством сотрудничества в малых группах, дает возможность всем участникам участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения)

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**6.1. Текущий контроль**

Текущим контролем успеваемости обучающихся является межсессионная аттестация – единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам/практикам.

Порядок проведения, содержание и особенности текущего контроля успеваемости представлены в разработанном Фонде оценочных средств для данной дисциплины.

6.2. Темы письменных работ

Не предусмотрено учебным планом

6.3. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Порядок проведения, содержание и критерии оценивания итоговой промежуточной аттестации представлены в Фонде оценочных средств для данной дисциплины.

6.4. Перечень видов оценочных средств

ЛР, вопросы к зачету

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**7.1. Рекомендуемая литература****7.1.1. Основная литература**

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
ЛП. 1	Митяков Е. С., Шмелева А. Г., Ладынин А. И.	Искусственный интеллект и машинное обучение: учебное пособие для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2025	1	https://e.lanbook.com/book/450827
ЛП. 2	Баланов А. Н.	Машинное обучение и искусственный интеллект: учебное пособие для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2025	1	https://e.lanbook.com/book/462248
ЛП. 3	Платонов, А. В.	Машинное обучение : учебное пособие для вузов	Москва : Издательство Юрайт, 2025	1	https://urait.ru/bcode/558662

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
ЛП. 1	Лимановская, О. В.	Основы машинного обучения: учебное пособие	Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2020	1	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699059

7.3.1 Перечень программного обеспечения

7.3.1.1	LibreOffice
7.3.1.2	ОС Linux
7.3.1.3	Visual Studio Community

7.3.2 Перечень информационных справочных систем

7.3.2.1	ЭОС "Образовательная платформа ЮРАЙТ"
7.3.2.2	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
7.3.2.3	Национальная электронная библиотека НЭБ
7.3.2.4	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
7.3.2.5	Электронная библиотека БрГУ

7.3.2.6	Электронный каталог библиотеки БрГУ
7.3.2.7	«Университетская библиотека online»
7.3.2.8	Издательство "Лань" электронно-библиотечная система
7.3.2.9	Справочно-правовая система «Консультант Плюс»

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудитория	Назначение	Оснащение аудитории	Вид занятия
1345	Учебная аудитория (дисплейный класс)	Основное оборудование: - 15 Персональных компьютеров i5-13500/DDR5 16 GB/SSD 1TB/GeForce RTX4060 (Монитор Asus VA24EHF); - интерактивная доска SMART Board SB680, проектор Unifri35 (Vixuiti) SmartTechnologies, Дополнительно: - коммутатор D-Link DES-1050G Учебная мебель: - комплект мебели (посадочных мест/АРМ) – 32/15 шт.; - комплект мебели (посадочных мест/АРМ) для преподавателя – 1 шт.;	Лек
1345	Учебная аудитория (дисплейный класс)	Основное оборудование: - 15 Персональных компьютеров i5-13500/DDR5 16 GB/SSD 1TB/GeForce RTX4060 (Монитор Asus VA24EHF); - интерактивная доска SMART Board SB680, проектор Unifri35 (Vixuiti) SmartTechnologies, Дополнительно: - коммутатор D-Link DES-1050G Учебная мебель: - комплект мебели (посадочных мест/АРМ) – 32/15 шт.; - комплект мебели (посадочных мест/АРМ) для преподавателя – 1 шт.;	Лаб
1345	Учебная аудитория (дисплейный класс)	Основное оборудование: - 15 Персональных компьютеров i5-13500/DDR5 16 GB/SSD 1TB/GeForce RTX4060 (Монитор Asus VA24EHF); - интерактивная доска SMART Board SB680, проектор Unifri35 (Vixuiti) SmartTechnologies, Дополнительно: - коммутатор D-Link DES-1050G Учебная мебель: - комплект мебели (посадочных мест/АРМ) – 32/15 шт.; - комплект мебели (посадочных мест/АРМ) для преподавателя – 1 шт.;	Зачёт
2201	читальный зал №1	Комплект мебели (посадочных мест) Стеллажи Комплект мебели (посадочных мест) для библиотекаря Выставочные шкафы ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung) (10шт.); принтер HP Laser Jet P2055D (1шт.)	Ср

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Лабораторная работы реализуются в форме практической подготовки при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов заданий, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы.

Лекции. Написание конспекта лекций: краткое, последовательное изложение основных положений, формулировок, выводов, обобщений; техническое оформление записей (подчеркивание, выделение ключевых слов и терминов). Активная работа на лекции.

Лабораторные работы. Выполнение заданий с использованием методических рекомендаций по выполнению лабораторных работ, оформление отчетов, защита лабораторных работ. Лабораторная работы реализуются в форме практической подготовки при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов заданий, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы.

Самостоятельная работа обучающихся.

Подготовка к лабораторным работам: проработка материалов по теме лабораторной работы с использованием

рекомендуемой литературы, конспекта лекций, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет; выполнение заданий; оформление отчетов по лабораторным работам; подготовка к защите лабораторных работ. Подготовка к зачету: систематическая работа с конспектом лекций: чтение записей; проверка терминов с помощью энциклопедий, словарей и справочников; обозначение вопросов, материал, которых вызывает трудности; попытка найти ответ в рекомендуемых источниках; подготовка вопросов преподавателю, если не удастся самостоятельно разобраться в материале.

При выполнении курсовой работы обучающийся в полной мере должен работать с нормативной базой, учебной и методической литературой и другим источниками информации для обобщения, систематизации, углубления и конкретизации

полученных теоретических знаний. Обучающийся должен быть способен к применению полученных теоретических знаний и навыков на практике.

Проработка основной и дополнительной литературы, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в теме/разделе. Конспектирование прочитанных литературных источников. Проработка материалов по изучаемому вопросу, с использованием рекомендуемых ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». Выполнение заданий преподавателя, необходимых для подготовки к участию в интерактивной, активной, инновационных формах обучения по изучаемой теме.

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, использовать рекомендуемые ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».