

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 28.06.2023 14:55:53  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Математические методы в ин-  
формационных технологиях»



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»  
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)»**

---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

ДИСЦИПЛИНЫ

**«МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

по профилю

**«Математические методы в информационных технологиях»**

Санкт-Петербург

2023

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.ф.-м.н. Медведев А.Н.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АМ  
12.01.2023, протокол № 6

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФКТИ, 16.02.2023, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФКТИ
Обеспечивающая кафедра	АМ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	4
Семестр	7
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	35
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	109
Всего (академ. часов)	144
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Экзамен (курс)	4

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ»**

Машинное обучение с подкреплением -является подразделом машинного обучения, который изучает алгоритмы, способные решать задачи искусственного интеллекта методом проб и ошибок, без использования каких-либо априорных знаний о решаемой задаче.

Обучение с подкреплением является одной из наиболее активно развивающихся областей, связанных с созданием искусственных интеллектуальных систем. Если рассматривать общую постановку задачи, то в ней обучаемый агент взаимодействует с окружающей средой, предпринимая действия; окружающая среда его поощряет за эти действия, а агент продолжает их предпринимать, пытаясь максимизировать свою «награду» за это; его награда тоже приходит из окружающей среды.

Обучение с подкреплением представлено различными приложениями: от игр и робототехники до рекомендательных систем и машинного перевода.

В курсе мы постепенно пройдем этапы: от разработки и описания среды взаимодействия, общих принципов обучения с подкреплением, марковского процесса принятия решений, метода Монте Карло, динамического программирования, до современных методов глубокого обучения, которые возникают при решении задач обучения с подкреплением.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«MACHINE REINFORCEMENT LEARNING»**

Reinforcement machine learning is a subfield of machine learning that studies algorithms solving problems through trial and error, without using any a priori knowledge about the problem itself.

Reinforcement learning is one of the most actively developing areas related to the

creation of artificial intelligence systems. If we consider the general statement of the problem, then in it the learning agent interacts with the environment, taking actions; the environment encourages him for these actions, and the agent continues to take them, trying to maximize his "reward" for this; its reward also comes from the environment.

Reinforcement learning comes in a variety of applications, from games and robotics to recommender systems and machine translation.

In the course, we will gradually go through the stages: from the development and description of the interaction environment, the general principles of reinforcement learning, the Markov decision process, the Monte Carlo method, dynamic programming, to modern deep learning methods that arise when solving reinforcement learning problems.

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цели дисциплины: изучение основных методов разработки и моделирования среды и агента, взаимодействующего со средой, современных алгоритмов выбора и формирования политики и стратегии взаимодействия агента со средой, а также приобретение практических умений и прикладных навыков применения математического обучения с подкреплением для решения современных задач математического моделирования и обработки данных.

2. Задачи дисциплины:

-приобретение знаний и формирование практических умений и навыков в области разработки современных алгоритмов обучения с подкреплением, моделирующих действия интеллектуального агента в смоделированной среде, их применения к практическим задачам;

-формирование компетенций в вопросах подготовки и разработки современного программного продукта, на базе алгоритмов и архитектур современного обучения с подкреплением.

3. Приобретение знаний основных алгоритмов разработки среды, обучения интеллектуального агента, действующего в смоделированной среде, выбора политики взаимодействия агента со средой. а также современных программных пакетов для моделирования среды и агента.

4. Формирование умений:

-компетентного анализа поставленной задачи и возможного метода ее решения алгоритмами и методами обучения с подкреплением;

-разработки и моделирования среды и интеллектуального агента, взаимодействующего со средой;

-выбора эффективной политики для агента

-подбора алгоритма обучения агента, а также выбора функции награды для агента, взаимодействующего со средой.

5. Освоение навыков моделирования среды, агента и политики его взаимодействия со средой, на языке программирования Python.

Формирование навыков:

-моделирования среды и агента в различных технических ситуациях и программных средах: работа на стационарном компьютере в системе научных блокнотов jupyter-notebook, при наличии или отсутствии графического ускорителя; работа в системе облачных вычислений google-colab;

-работы с академической и справочной литературой по тематике, культуры правильной постановки исследовательской задачи и работы с экспериментом.

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

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Алгебра и геометрия»
2. «Математический анализ»
3. «Программирование»
4. «Дискретная математика и теоретическая информатика»
5. «Объектно-ориентированное программирование»
6. «Комбинаторика и теория графов»
7. «Построение и анализ алгоритмов»
8. «Теория вероятностей и математическая статистика»
9. «Математическая логика и теория алгоритмов»
10. «Методы оптимизации»
11. «Математические основы машинного обучения»

## 12. «Численное моделирование»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Производственная практика (преддипломная практика)»
2. «Современные архитектуры глубоких искусственных нейронных сетей»

### 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>
СПК-11	Способен использовать различные математические формализации машинного обучения для создания и развития технологий искусственного интеллекта
<i>СПК-11.2</i>	<i>Разрабатывает модели решения прикладных задач на основе теоретико-игровой формализации машинного обучения</i>

## 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	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Задача обучения с подкреплением. Модель взаимодействия агента со средой. Алгоритмы обучения с подкреплением.	2	2		11
2	Эволюционный подход и безградиентная оптимизация.	1	2		12
3	Классическая теория. Оценочные функции. Улучшение политики. Динамическое программирование.	2	2		12
4	Табличные алгоритмы. Bias-Variance Trade-Of.	2	2		12
5	Deep Q-Network (DQN) и его модификации.	2	2		12
6	Distributional RL.	1	2		12
7	Policy gradient подход. Advantage Actor-Critic (A2C). REINFORCE. Продвинутое Policy Gradient	2	2		12
8	Model-based подход. Планирование для дискретного управления.	2	2		12
9	Непрерывное управление.	1	1		14
10	Имитационное обучение и обратное обучение с подкреплением.	1		0	
11	Заключение.	1		1	
	Итого, ач	17	17	1	109
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Задача обучения с подкреплением. Модель взаимодействия агента со средой. Алгоритмы обучения с подкреплением.	Модель взаимодействия агента со средой. Оптимальное управление. Марковские цепи. Среда, действия и траектории. Марковский процесс принятия решений. Эпизодичность и дисконтирование. Алгоритмы обучения с подкреплением. Условия задачи обучения с подкреплением. Отличие от задач обучения с учителем. Концепция model-free алгоритмов. On-policy и Off-policy. Классификация алгоритмов обучения с подкреплением. Критерии оценки алгоритмов. Выбор функции награды.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
2	Эволюционный подход и безградиентная оптимизация.	Задача безградиентной оптимизации. Случайный поиск. Имитация отжига. Эволюционные алгоритмы. Weight Agnostic Neural Networks. Генетические алгоритмы. Метод Кросс-Энтропии для стохастической оптимизации. Метод Кросс-Энтропии для стохастической оптимизации (SEM). Натуральные эволюционные стратегии (NES). Натуральные эволюционные стратегии (NES).
3	Классическая теория. Оценочные функции. Улучшение политики. Динамическое программирование.	Оценочные функции. V-функция. Уравнения Беллмана. Оптимальная стратегия. Q-функция. Принцип оптимальности Беллмана. Уравнения оптимальности Беллмана. Критерий оптимальности Беллмана. Улучшение политики. Вид оптимальной стратегии. Динамическое программирование. Метод простой итерации. Value Iteration. Policy Iteration.
4	Табличные алгоритмы. Bias-Variance Trade-Of.	Табличные алгоритмы. Монте-Карло алгоритм. Экспоненциальное сглаживание. Экспоненциальное сглаживание. Q-learning. Exploration-exploitation дилемма. SARSA. Дилемма смещения-разброса. Интерпретация через Credit Assingment. Backward View. Eligibility Trace.
5	Deep Q-Network (DQN) и его модификации.	Deep Q-learning. Q-сетка. Переход к параметрической Q-функции. Таргет-сеть. Декорреляция сэмплов. Double DQN, приоритизированный буфер, дуэльная архитектура, шумные сети, многошаговый DQN.
6	Distributional RL.	Идея Distributional подхода. Z-функция. Distributional-форма уравнения Беллмана. Категориальная аппроксимация Z-функций. Categorical DQN. Квантильная аппроксимация Z-функций. Quantile Regression DQN.
7	Policy gradient подход. Advantage Actor-Critic (A2C). REINFORCE. Продвинутое Policy Gradient	Подход Policy gradient. REINFORCE. Схемы «Актер-критик». Bias-variance trade-off. Advantage Actor-Critic (A2C). Trust Region Policy Optimization (TRPO). Proximal Policy Optimization (PPO).
8	Model-based подход. Планирование для дискретного управления.	Задача многоруких бандитов. Теорема Лаи-Роббинса. Upper Confidence Bound (UCB). Внутренняя мотивация. Сэмплирование Томпсона. Обобщение на табличные MDP. Планирование. Monte-Carlo Tree Search (MCTS). AlphaZero. MuZero.
9	Непрерывное управление.	Linear Quadratic Regulator (LQR). Iterative LQR (iLQR). Soft Actor-Critic (SAC).
10	Имитационное обучение и обратное обучение с подкреплением.	Имитационное обучение. Клонирование поведения. Обратное обучение с подкреплением (Inverse RL). Схема Guided Cost Learning. Генеративно-состязательное имитационное обучение (GAIL).

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Содержание</b>
11	Заключение.	Обзор пройденного материала. Дальнейшие темы для самостоятельного изучения. Обсуждение возможностей применения пройденного материала в дальнейшей научной и практической деятельности.

#### **4.2 Перечень лабораторных работ**

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### **4.3 Перечень практических занятий**

<b>Наименование практических занятий</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
1. Библиотека OpenAI gym. Реализация табличного кросс-энтропийного метода.	3
2. Динамическое программирование.	3
3. Реализация Deep Q-Network (DQN).	3
4. REINFORCE. Advantage Actor-Critic (A2C).	3
5. Monte-Carlo Tree Search (MCTS).	3
6. Формирование итогового портфолио решенных задач. Заключение. Обсуждение возможностей применения пройденного материала в дальнейшей научной и практической деятельности.	2
Итого	17

#### **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 рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	24
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	10
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	10
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	30
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
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	0
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	35
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>109</b>

## 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	Саттон Р. С. Обучение с подкреплением: введение [Электронный ресурс], 2020. -552 с.	неогр.
2	Лю Ю. Обучение с подкреплением на PyTorch. Сборник рецептов : руководство / Ю. Лю, 2020. -282 с. -Текст : электронный.	неогр.
3	Лонца А. Алгоритмы обучения с подкреплением на Python [Электронный ресурс] : практическое руководство, 2020. -286 с.	неогр.
Дополнительная литература		
1	Равичандиран Судхарсан Глубокое обучение с подкреплением на Python. OpenAI Gym и TensorFlow для профи / Судхарсан Равичандиран, 2020. - 320 с. -Текст : электронный.	неогр.
2	Уиндер Ф. Обучение с подкреплением для реальных задач: Пер. с англ. / Ф. Уиндер, 2022. -400 с. -Текст : электронный.	неогр.
3	Максим Лапань Глубокое обучение с подкреплением. AlphaGo и другие технологии / Лапань Максим, 2021. -496 с. -Текст : электронный.	неогр.

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Электронная документация по работе в pytorch <a href="https://pytorch.org/tutorials/">https://pytorch.org/tutorials/</a>
2	Электронная документация по системе научных блокнотов jupyter-notebook <a href="https://docs.jupyter.org/en/latest/">https://docs.jupyter.org/en/latest/</a>
3	Система организации конкурсов по исследованию данных <a href="http://kaggle.com/">http://kaggle.com/</a>
4	Профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению <a href="http://www.machinelearning.ru/">http://www.machinelearning.ru/</a>
5	Форум с научнопопулярными публикациями по машинному обучению <a href="https://habr.com">https://habr.com</a>
6	Система облачных вычислений google-colab <a href="https://colab.research.google.com/">https://colab.research.google.com/</a>
7	Электронная документация по работе в Keras <a href="https://keras.io/guides/functional_api/">https://keras.io/guides/functional_api/</a>
8	Электронная документация по работе в tensorflow <a href="https://www.tensorflow.org/tutorials">https://www.tensorflow.org/tutorials</a>
9	Электронная документация по библиотеке openai Gym <a href="https://gymnasium.farama.org/">https://gymnasium.farama.org/</a>

### **5.3 Адрес сайта курса**

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=13147>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Машинное обучение с подкреплением» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен.

#### Экзамен

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач

## Особенности допуска

Допуск к экзамену включает в себя посещение не менее 80% лекционных и практических занятий, выполнение на удовлетворительную оценку и выше не менее 5 практических работ и их защиту.

На основании оценок за практические работы формируется итоговое портфолио студента. На основании портфолио и ответа на теоретические вопросы билета, формируется итоговая оценка за курс.

Студент считается не допущенным до экзамена, если нарушены критерии посещаемости, или получено три и более оценки "неудовлетворительно" за практические работы.

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

### Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Модель взаимодействия агента со средой. Марковский процесс принятия решений (MDP).
2	Классификация RL-алгоритмов. Критерии оценки RL-алгоритмов. Дизайн функции награды.
3	Задача безградиентной оптимизации. Эволюционные алгоритмы. Генетические алгоритмы.
4	Кросс-энтропийный метод в общем виде. Его применение для решения задач оптимизации и задач обучения с подкреплением.
5	Натуральные эволюционные стратегии (NES). Натуральные эволюционные стратегии (NES).
6	Уравнения Беллмана для функций ценности. Алгоритмы Policy Iteration и Value Iteration.
7	Табличные методы: Монте-Карло, Q-learning, Sarsa.
8	Алгоритм DQN и его модификации: Double DQN, приоритизированный буфер, дуэльная архитектура, шумные сети, многошаговый DQN.
9	Distributional-подход в RL. Алгоритм QR-DQN.
10	Теорема Policy Gradient.
11	Подход Policy gradient. Алгоритмы Reinforce и A2C.
12	Метод Trust-Region Policy Optimization (TRPO).
13	Bias-variance trade-off в обучении с подкреплением. Оценка GAE. Алгоритм Proximal Policy Optimization (PPO).

14	Обучение с подкреплением с добавлением энтропии. Алгоритм Soft Actor-Critic.
15	Задача многоруких бандитов, UCSB-бандиты.
16	. Monte Carlo Tree Search. AlphaZero и MuZero.
17	Линейно-квадратичный регулятор и его итеративная версия. Общая схема Model-based RL.
18	Имитационное обучение и обратное обучение с подкреплением.
19	Генеративно-сопоставительное имитационное обучение (GAIL).
20	Дистилляция случайной сети (RND) и внутренний модуль любопытства (ICM).

## Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический  
 университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

---

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Машинное обучение с подкреплением** ФКТИ

1. Алгоритм DQN и его модификации: Double DQN, приоритизированный буфер, дуэльная архитектура, шумные сети, многошаговый DQN.
2. Отчет о проделанных практических работах.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

С.Н. Поздняков

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
1	Задача обучения с подкреплением. Модель взаимодействия агента со средой. Алгоритмы обучения с подкреплением. Эволюционный подход и безградиентная оптимизация.	
2		
3		Практическая работа
4	Классическая теория. Оценочные функции. Улучшение политики. Динамическое программирование. Табличные алгоритмы. Bias-Variance Trade-Of.	
5		
6		
7		Практическая работа
8	Deep Q-Network (DQN) и его модификации. Distributional RL.	
9		
10		Практическая работа
11	Policy gradient подход. Advantage Actor-Critic (A2C). REINFORCE. Продвинутое Policy Gradient	
12		Практическая работа
13	Model-based подход. Планирование для дискретного управления. Непрерывное управление. Имитационное обучение и обратное обучение с подкреплением. Заключение.	
14		Практическая работа

### 6.4 Методика текущего контроля

#### на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

#### на практических занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

В процессе обучения по дисциплине «**Машинное обучение с подкреплением**» студент обязан выполнить 5 практических работ.

Выполнение работ и оформление отчета студентами осуществляется индивидуально в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения работы и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет может быть зачтен

или (при наличии замечаний) отправлен на доработку.

Критерии оценивания практических работ:

”отлично”, если поставленная задача выполнена в полном объеме, сдана без существенной задержки;

”хорошо”, если поставленная задача выполнена с частичными замечаниями, вовремя внесены исправления;

”удовлетворительно”, если поставленная задача выполнена с существенными замечаниями, серьезно нарушены сроки сдачи, присутствуют ошибки после исправления;

”неудовлетворительно”, если поставленная задача не выполнена.

На основании результатов выполнения практических работ, формируется портфолио студента, которое учитывается на экзамене, при выставлении итоговой оценки. В случае получения студентом трех и более оценок ”неудовлетворительно”, студент до экзамена не допускается.

#### **самостоятельной работы студентов**

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических 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, доска, проектор, экран, ПК, комплект тематических презентаций, доступ к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	MS Windows 7 (предустановленная версия от производителя) Adobe Reader DC (распространяется свободно), Libre Office (распространяется свободно) PyCharm (распространяется свободно), Python 3.6 (распространяется свободно)
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, доска, проектор, экран, ПК, комплект тематических презентаций, доступ к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	MS Windows 7 (предустановленная версия от производителя) Adobe Reader DC (распространяется свободно), Libre Office (распространяется свободно) PyCharm (распространяется свободно), Python 3.6 (распространяется свободно)

Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	MS Windows 7 (предустановленная версия от производителя) Adobe Reader DC (распространяется свободно), Libre Office (распространяется свободно) PyCharm (распространяется свободно), Python 3.6 (распространяется свободно)
------------------------	--------------------------------------	--	--

## **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.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

<b>№ п/п</b>	<b>Дата</b>	<b>Изменение</b>	<b>Дата и номер протокола заседания УМК</b>	<b>Автор</b>	<b>Начальник ОМОЛА</b>