

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 18.07.2023 17:12:32
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Системы искусственного интел-
лекта»



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

**«СОВРЕМЕННЫЕ АРХИТЕКТУРЫ ГЛУБОКИХ ИСКУССТВЕННЫХ
НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

по профилю

«Системы искусственного интеллекта»

Санкт-Петербург

2023

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.ф.-м.н. Медведев А.Н.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АМ
28.09.2022, протокол № 2

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФКТИ, 29.09.2022, протокол № 7

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФКТИ
Обеспечивающая кафедра	АМ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
Курс	4
Семестр	8
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	16
Практические занятия (академ. часов)	16
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	33
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	75
Всего (академ. часов)	108
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	4

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«СОВРЕМЕННЫЕ АРХИТЕКТУРЫ ГЛУБОКИХ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ»

Глубокое обучение является передовой областью современного машинного обучения и входит в общую проблематику искусственного интеллекта. В данном курсе основным инструментом для решения прикладных задач являются многослойные искусственные нейронные сети.

Рассматриваются основные базовые архитектуры сетей глубокого обучения: многослойные полносвязные сети прямого распространения, сверточные сети, рекуррентные сети. Обсуждаются теоретические и практические аспекты их обучения, оптимизации модели, интерпретации и анализа результатов и процесса их обучения.

Особое внимание уделяется практической имплементации глубоких архитектур, с использованием платформы PyTorch. Рассматривается ряд современных задач и алгоритмов глубокого обучения: автокодировщики, генеративно-состязательные сети, сети для решения задач машинного перевода, генерации текстов, современные сверточные архитектуры для задач компьютерного зрения.

SUBJECT SUMMARY

«MODERN DEEP ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS ARCHITECTURES»

Deep learning is an advanced area of modern machine learning and is part of the modern artificial intelligence theory. In this course, the main tool for solving applied problems are multilayer artificial neural networks.

The following main basic architectures of deep learning networks are considered: deep fully connected neural networks, convolutional neural networks, recurrent neural networks. Theoretical and practical aspects of their training, model optimization,

interpretation, influence, and also analysis of the results and the process of their training and validation are discussed.

Particular attention is paid to the practical implementation of deep architectures using the PyTorch platform. A number of modern problems and algorithms of deep learning are considered: auto-encoders, generative adversarial networks, networks for solving problems of machine translation, text generation, modern convolutional architectures for computer vision problems.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цели дисциплины: изучение основных методов разработки и обучения современных архитектур глубоких нейронных сетей, а также приобретение практических навыков их применения в современных задачах математического моделирования и обработки данных.

2. Задачи дисциплины:

-приобретение знаний и формирование практических навыков в области разработки современных архитектур глубоких искусственных нейронных сетей, их применения к практическим задачам;

-формирование компетенций в вопросах подготовки и разработки современного программного продукта, на базе данных архитектур.

3. Приобретение знаний основных архитектур искусственных нейронных сетей, теоретических и практических аспектов их обучения, а также современных программных пакетов для работы с глубокими искусственными нейронными сетями.

4. Формирование умений:

-компетентного анализа результатов обучения глубокой архитектуры, умения анализировать и устранять основные проблемы, мешающие их правильной работе и обучению;

-правильно подобрать архитектуру под текущую практическую задачу и имеющийся набор данных.

5. Освоение навыков работы с современными библиотеками глубокого обучения на языке программирования python: TensorFlow, Keras, PyTorch.

Формирование навыков:

-разработки и обучения глубоких нейронных сетей 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. «Введение в разработку систем искусственного интеллекта»
4. «Дискретная математика и теоретическая информатика»
5. «Вычислительная математика»
6. «Построение и анализ алгоритмов»
7. «Теория вероятностей и математическая статистика»
8. «Компьютерная математика»
9. «Математическая логика и теория алгоритмов»
10. «Методы оптимизации»
11. «Введение в машинное обучение»
12. «Логический вывод в системах искусственного интеллекта»
13. «Интеллектуальные методы анализа данных»
14. «Искусственные нейронные сети»
15. «Обработка сигналов»
16. «Производственная практика (научно-исследовательская работа)»

и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

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:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-0	Способен разрабатывать информационные модели и применять их для решения задач профессиональной деятельности
<i>ПК-0.3</i>	<i>Применяет информационные модели для решения задач профессиональной деятельности</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	Введение	1	0		0
2	Обучение глубоких искусственных нейронных сетей	2	2		10
3	Регуляризация и численная оптимизация в глубоком обучении	2	2		11
4	Сверточные нейронные сети и задачи обработки изображений.	2	2		11
5	Современные архитектуры сверточных нейронных сетей	2	3		12
6	Чисто сверточные архитектуры: автокодировщики, сегментация изображений.	2	2		10
7	Генеративные задачи. Генеративно-состязательные нейронные сети	2	2		10
8	Задачи обработки последовательностей. Рекуррентные сети	2	2		11
9	Заключение	1	1	1	
	Итого, ач	16	16	1	75
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	История возникновения и основные этапы развития искусственных нейронных сетей. Обзор прикладных задач, решаемых глубоким обучением. Повторение основных элементов модели перцептрона и искусственных нейронных сетей прямого распространения.
2	Обучение глубоких искусственных нейронных сетей	Граф вычислений и дифференцирование на графе вычислений. Полносвязные нейронные сети. Функции активации и их варианты. Метод обратного распространения ошибки. Стохастический градиентный спуск. Слои и векторизация. Обучающая и валидационная выборки.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
3	Регуляризация и численная оптимизация в глубоком обучении	Регуляризация в глубоком обучении. L1 и L2-регуляризация весов. Ранняя остановка. Аугментация выборки. Ансамбли моделей. Dropout. Адаптивные модификации стохастического градиентного спуска. Нормализация по мини-батчам. Инициализация весов. Специальные виды расписания для параметров градиентного спуска: линейное и экспоненциальное затухание, косинусная имитация отжига, уменьшение скорости обучения на плато.
4	Сверточные нейронные сети и задачи обработки изображения.	Биологическая модель зрения. Операция свертки и взятия максимума. Сверточный нейрон. Сверточные нейронные сети. Карты признаков и выделение признаков. Свертка для многоканального изображения.
5	Современные архитектуры сверточных нейронных сетей	Современные сверточные архитектуры: VGG, Network in Network, ResNet, DenseNet, MobileNet.
6	Чисто сверточные архитектуры: автокодировщики, сегментация изображений.	Чисто сверточные архитектуры. Бутылочное горлышко. Автокодировщики. Вариационные автокодировщики. Задача сегментации изображения. Архитектура UNet. Другие приложения в задачах компьютерного зрения.
7	Генеративные задачи. Генеративно-состязательные нейронные сети	Вероятностная постановка генеративной задачи. Генеративные сети. Генеративно-состязательные искусственные нейронные сети: GAN, CGAN, VaeGAN.
8	Задачи обработки последовательностей. Рекуррентные сети	Задачи обработки последовательностей. Рекуррентные нейронные сети (RNN). Обучение рекуррентных сетей и обратное распространение ошибки сквозь время (BPTT). Слои с памятью. Сети долгой кратковременной памяти (LSTM). Архитектура Gated Recurrent Unit (GRU). Задачи автоматической обработки текстов. Векторные представления слов (Word Embeddings). Сверточные сети для текстов. Модели seq2seq. Рекуррентные сети с механизмом внимания (Attention).
9	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

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Разработка и обучение полносвязной сети для задачи регрессии и классификации. Выбор соответствующих датасетов осуществляется самостоятельно на платформе kaggle, либо из рекомендованного перечня.	2
2. Разработка и обучение простой сверточной сети для задачи классификации изображений. Выбор соответствующих датасетов осуществляется самостоятельно на платформе kaggle, либо из рекомендованного перечня.	3
3. Загрузка и обучение современной предобученной сверточной архитектуры для задачи классификации изображений. Выбор соответствующих датасетов осуществляется самостоятельно на платформе kaggle, либо из рекомендованного перечня.	3
4. Разработка и обучение генеративно-состязательной сети для задачи генерации изображений. Разработка и обучение чисто сверточной сети для задачи сегментации изображений. На выбор решается одна из поставленных задач. Не запрещается решить обе. Выбор соответствующих датасетов осуществляется самостоятельно на платформе kaggle, либо из рекомендованного перечня.	3
5. Разработка рекуррентной нейронной сети для задачи обработки последовательности. На выбор предоставляется: временные данные, текст, звук. Выбор соответствующих датасетов осуществляется самостоятельно на платформе kaggle, либо из рекомендованного перечня.	3
6. Формирование итогового портфолио решенных задач. Заключение. Обсуждение возможностей применения пройденного материала в дальнейшей научной и практической деятельности.	2
Итого	16

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	16

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	16
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	18
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	20
ИТОГО СРС	75

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 библ.
Основная литература		
1	Николенко С. Глубокое обучение [Электронный ресурс] / С. Николенко, А. Кадурич, Е. Архангельская, 2019. -480 с.	неогр.
2	Гудфеллоу Я. Глубокое обучение [Электронный ресурс], 2018. -652 с.	неогр.
3	Ян Пойнтер Програмируем с PyTorch: Создание приложений глубокого обучения [Электронный ресурс] / Пойнтер Ян, 2021. -256 с.	неогр.
Дополнительная литература		
1	Траск Эндрю Грокаем глубокое обучение [Электронный ресурс] / Эндрю Траск, 2020. -352 с.	неогр.
2	Дэвид Фостер Генеративное глубокое обучение. Творческий потенциал нейронных сетей [Электронный ресурс] / Фостер Дэвид, 2021. -352 с.	неогр.
3	Брайан Макмахан Знакомство с PyTorch: глубокое обучение при обработке естественного языка [Электронный ресурс] / Макмахан Брайан, Рао Делип, 2021. -256 с.	неогр.

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Курс лекций Воронцова К.В. по машинному и глубокому обучению http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Машинное_обучение_(курс_лекций,_К.В.Воронцов)
2	Курс лекций Воронцова К.В. по машинному и глубокому обучению (электронный учебник) http://www.machinelearning.ru/wiki/images/6/6d/Voron-ML-1.pdf
3	Электронная документация по работе в Keras https://keras.io/guides/functional_api/
4	Электронная документация по работе в tensorflow https://www.tensorflow.org/tutorials
5	Электронная документация по работе в pytorch https://neurohive.io/ru/tutorial/gлубокое-обучение-s-pytorch/
6	Электронная документация по работе в pytorch https://pytorch.org/tutorials/
7	Электронная документация по системе научных блокнотов jupyter-notebook https://docs.jupyter.org/en/latest/
8	Система организации конкурсов по исследованию данных http://kaggle.com/
9	Репозиторий с различными датасетами http://archive.ics.uci.edu/ml/

№ п/п	Электронный адрес
10	Профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению http://www.machinelearning.ru/
11	Форум с научнопопулярными публикациями по программированию, в частности машинному и глубокому обучению https://habr.com
12	Система облачных вычислений google-colab https://colab.research.google.com/

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/enrol/index.php?id=11076>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Современные архитектуры глубоких искусственных нейронных сетей» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

Зачет с оценкой

Оценка	Описание
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 теорем
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 дифференцированному зачету 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. Активное участие в аудиторной работе, участие в научной и практической деятельности, разработка самостоятельного проекта, связанного с дисциплиной, поощряется дополнительными бонусами (например, повышение оценки), на усмотрение преподавателя.

Студент считается не допущенным до зачета с оценкой, 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 дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Полносвязные нейронные сети, метод обратного распространения ошибки, стохастический градиентный спуск.
2	Параметры и гиперпараметры. Обучающая, тестовая и валидационная выборка. Недообучение и переобучение.
3	Метод моментов, метод Нестерова. Адаптивные модификации стохастического градиентного спуска.
4	Нормализация по мини-батчам.
5	Инициализация весов.
6	Регуляризация в глубоком обучении. L1 и L2-регуляризация весов.
7	Dropout.
8	Биологическая модель зрения. Операция свертки и взятия максимума. Сверточный нейрон. Сверточные нейронные сети.
9	Современные архитектуры сверточных сетей: архитектура VGG.
10	Современные архитектуры сверточных сетей: архитектура Network in Network.
11	Современные архитектуры сверточных сетей: архитектура ResNet.
12	Современные архитектуры сверточных сетей: архитектура DenseNet.

13	Современные архитектуры сверточных сетей: архитектура MobileNet.
14	Чисто сверточные нейронные сети. Автокодировщики. Вариационные автокодировщики (VAE).
15	Задача семантической разметки изображения. Архитектура UNet
16	Генеративная задача. Генеративно-состязательные искусственные нейронные сети: GAN, CGAN.
17	Рекуррентные нейронные сети (RNN). Обучение рекуррентных сетей и обратное распространение ошибки сквозь время (BPTT).
18	Слой с памятью. Сети долгой кратковременной памяти (LSTM). Архитектура Gated Recurrent Unit (GRU).
19	Задачи автоматической обработки текстов. Векторные представления слов (Word Embeddings).
20	Сверточные сети для обработки текстов. Модели seq2seq.
21	Рекуррентные сети с механизмом внимания (Attention).

Форма билета

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

БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Современные архитектуры глубоких искусственных нейронных сетей** ФКТИ

1. Параметры и гиперпараметры. Обучающая, тестовая и валидационная выборка. Недообучение и переобучение.
2. Слой с памятью. Сети долгой кратковременной памяти (LSTM). Архитектура Gated Recurrent Unit (GRU).
3. 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	Обучение глубоких искусственных нейронных сетей Регуляризация и численная оптимизация в глубоком обучении	
2		
3		
4		Практическая работа
5	Сверточные нейронные сети и задачи обработки изображений.	
6		Практическая работа
7	Современные архитектуры сверточных нейронных сетей	
8		Практическая работа
9	Чисто сверточные архитектуры: автокодировщики, сегментация изображений.	
10		Практическая работа
11	Генеративные задачи. Генеративно-согласованные нейронные сети	
12		Практическая работа
13	Задачи обработки последовательностей. Рекуррентные сети	
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 зачет.

на практических занятиях

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

В процессе обучения по дисциплине «**Современные архитектуры глубоких искусственных нейронных сетей**» студент обязан выполнить 6 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 зачете, при выставлении итоговой оценки. В случае получения студентом трех и более оценок ”неудовлетворительно”, студент до зачета 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 и выше(предустановленная версия от производителя), Adobe Reader DC (распространяется свободно).
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя. Комплект учебной мебели с компьютерами, проектор, экран, интерактивная доска, 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

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