МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Череповецкий государственный университет»

РАССМОТРЕНО
на заседании Ученого совета
Протокол № 9
от «24» апреля 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ
Ректор _____ О.Ю. Лягинова
М.П.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа

«Создаем нейронную сеть»

Направленность – техническая
Возрастная категория – 11-15 лет
Срок реализации – 72 часа

Череповец
2025

Лягинова О.Ю., Александрова А.А. «Создаем нейронную сеть». Дополнительная общеобразовательная – общеразвивающая программа / под ред. Лягиновой О.Ю., Александровой А.А. – Череповец: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Череповецкий государственный университет», 2025 г.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Создаем нейронную сеть» своей целью ставит формирование уникальных hard и soft компетенций обучающихся в области создания и обучения искусственных нейронных сетей через использование кейс-технологий и метода проектов.

Синергия методов и технологий, используемых в программе «Создаем нейронную сеть», даст обучающемуся уникальные метапредметные компетенции, которые будут полезны в сфере аналитики больших данных, машинного обучения и анализа данных, Data Science и программирования. Программа даёт необходимые компетенции для получения таких профессий, как аналитик данных, специалист по Data Science, Phyton-разработчик, инженер по тестированию программного обеспечения и др.

В процессе реализации программы используются различные кейсы и проекты, ориентированные на рынки Национальной технологической инициативы (далее – НТИ): Нейронет и Технет.

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Череповецкий государственный университет», 2025

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности «Создаем нейронную сеть» реализуется на основании следующих нормативных документов:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»,

Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования», утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2017 г. № 1642,

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам, утвержденный приказом Минпросвещения России от 01.03.2023 (№ 629 от 27.07.2022) «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»,

Стратегия Научно-технологического развития Российской Федерации Указ Президента Российской Федерации от 01 декабря 2016 № 642,

Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 г. № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4. 3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»,

Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 г. № 678-р,

Устав федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Череповецкий государственный университет»,

Положение о деятельности Центра «Дом научной коллаборации имени академика И.П. Бардина» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Череповецкий государственный университет».

Актуальность программы

В настоящее время большие данные и искусственный интеллект входят в группу приоритетных сквозных технологий Национальной технологической инициативы (далее – НТИ). На изучение стека данных технологий нацелена дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Создаем нейронную сеть».

В ходе занятий обучающиеся познакомятся с математическими основами работы нейронных сетей. В программе рассматриваются такие понятия, как функции, простые линейные классификаторы, итеративное улучшение, матричная алгебра, оптимизация методом градиентного спуска, геометрические операции вращения. Далее изучается язык программирования Python в объеме необходимом для построения нейронной сети. Затем обучающиеся переходят к созданию нейронных сетей, способных распознавать рукописные цифры, а также к тестированию эффективности работоспособности данных сетей.

Синергия методов и технологий, используемых в программе «Создаем нейронную сеть», даст обучающемуся уникальные метапредметные компетенции, которые будут полезны в сфере аналитики больших данных, машинного обучения и анализа данных, Data Science и программирования. Программа даёт необходимые компетенции для получения таких профессий, как аналитик данных, специалист по Data Science, Phyton-разработчик, инженер по тестированию программного обеспечения и др.

Программа модульная и междисциплинарная, т.к. нейронные сети – это отрасль науки и техники, находящаяся на стыке таких дисциплин как математика, информатика.

Отличительные особенности программы и новизна заключаются в адаптации достаточного сложного понятийного аппарата и учебного материала, включающего в себя математические основы нейронных сетей, создание и обучение нейронной сети на языке Python, для школьников 5-9 классов. В процессе реализации программы используются различные кейсы и проекты, ориентированные на рынки НТИ: Нейронет и Технет.

Категория обучающихся (адресат программы)

Программа рассчитана на школьников 5-9 классов (11-15 лет, проект «Детский университет»), проявляющих интерес к математике и программированию, рассматривающих возможность получения таких профессий, как аналитик данных, специалист по Data Science, Phyton-разработчик, инженер по тестированию программного обеспечения.

Программа может быть ориентирована на школьников 11-15 лет, 5-9 классов (проект «Детский университет») ранее уже проходивших обучение по данной программе, желающих получить более глубокие знания в области математики и программирования, с учетом кейс-заданий разного уровня сложности, уровень практической части зависит от возраста и уровня подготовки обучающихся.

Условия и сроки реализации программы, режим занятий и формы – программа может быть реализована за счет бюджетных средств, в том числе с использованием персонифицированного финансирования и внебюджетных средств от сторонних организаций и физических лиц.

Общее количество учебных часов – 72 часа, количество часов в неделю – 2 часа 1 раз в неделю, форма организации образовательного процесса – очная, групповая, самостоятельная работа по кейс-заданиям программы.

Возможна дистанционная форма обучения (на платформе Microsoft Teams или других адаптированных платформах) и может быть организована двумя способами:

- при наличии у обучающегося необходимых технических средств он может осваивать материал и выполнять задания в полном объеме, при этом оценка результатов педагогом и консультации при работе будут ограничены возможностями удаленной связи.
- при отсутствии технических средств задания корректируются в сторону разработки заданий без проверки их на конкретной модели, большего использования видеоматериалов и информационных ресурсов для освоения программы.

При организации дистанционного обучения также возможна групповая и самостоятельная работа учащихся по кейс-заданиям программы.

Допустима смешанная форма обучения – очно-дистанционная, групповая и самостоятельная работа учащихся по кейс-заданиям программы.

Восстановление занятий допустимо реализовывать с использованием дистанционного обучения и самостоятельной работы обучающихся по кейс-заданиям программы.

Занятия могут быть групповые, командные (2-5 человек) и предусматривают интерактивные лекции, лабораторные работы, мастер-классы, деловые игры, тренинги, выполнение самостоятельной работы с использованием кейс-технологии и проектного подхода в обучении. Для наглядности используется различный мультимедий-

ный материал — презентации, видеоролики, приложения и пр. Методы обучения: проведение эксперимента, исследовательская и проектная работа.

Программа рассчитана на проведение занятий в группах от 5 до 18 человек.

Цель и задачи программы

Цель: формирование уникальных hard и soft компетенций в области создания и обучения искусственных нейронных сетей через использование кейс-технологий и метода проектов.

Задачи:

Обучающие:

- объяснить базовые понятия сферы разработки и использований нейронных сетей: задачи, решаемые с использованием нейронных сетей; математические основы нейронных сетей; средства разработки; разработка нейронной сети;
- сформировать навыки выполнения технологической цепочки разработки, тренировки и тестирования нейронной сети;
- сформировать базовые навыки работы с языком Python для разработки нейронной сети;
- сформировать базовые навыки подготовки тренировочных данных;
- сформировать базовые навыки тренировки и тестирования нейронной сети;
- привить навыки проектной деятельности.

Развивающие:

- на протяжении всех занятий формировать 4K-компетенции (критическое мышление, креативное мышление, коммуникация, кооперация);
- способствовать расширению словарного запаса;
- способствовать развитию памяти, внимания, технического мышления, изобретательности;
- способствовать развитию алгоритмического мышления;
- способствовать формированию интереса к математике и программированию;
- способствовать формированию умения практического применения полученных знаний;
- сформировать умение формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение;
- сформировать умение выступать публично с докладами, презентациями и пр.

Воспитательные:

- воспитывать аккуратность и дисциплинированность при выполнении работы;
- способствовать формированию положительной мотивации к трудовой деятельности;
- способствовать формированию опыта совместного и индивидуального творчества при выполнении командных заданий;
- воспитывать трудолюбие, уважение к труду;
- формировать чувство коллективизма и взаимопомощи;
- воспитывать чувство патриотизма, гражданственности, гордости за достижения отечественной ИТ-отрасли.

Планируемые результаты

Продуктовый результат:

- тестовая база данных рукописных цифр, использующая собственноручно написанный текст, имитирующий различные виды почерка, зашумленные, прерывистые, повернутые и деформированные изображения;

– нейронная сеть, предназначенная для распознавания рукописных цифр.

Образовательный результат

Предметные результаты:

– анализирует возможность и целесообразность применения нейронных сетей для решения поставленной задачи;
– обосновывает количество нейронов входного и выходного слоев;
– описывает процесс тренировки простого классификатора;
– обосновывает использование конкретной функции активации в заданных условиях;
– описывает процесс обратного распространения ошибок с помощью матричной алгебры;
– формулирует суть метода градиентного спуска;
– описывает процесс уточнения весовых коэффициентов;
– демонстрирует умение работать с базовыми конструкциями языка Python;
– создает скелет кода нейронной сети с использованием языка Python, включая инициализацию, тренировку и опрос выходных узлов;
– обосновывает использование тренировочных и тестовых данных для обучения и тестирования нейронной сети;
– описывает процесс подготовки данных для их передачи нейронной сети;
– представляет результат проектной работы.

Личностные результаты:

– демонстрирует критическое отношение к информации и избирательность её восприятия;
– обосновывает мотивы своих действий при выполнении заданий;
– демонстрирует внимательность, настойчивость, целеустремлённость, умение преодолевать трудности;
– обосновывает свои суждения, демонстрирует независимость и нестандартность мышления;
– демонстрирует освоение социальных норм, правил поведения, ролей и форм социальной жизни в группах и сообществах;
– обладает коммуникативной компетентностью в общении и сотрудничестве с другими обучающимися;
– демонстрирует любознательность, сообразительность при выполнении заданий проблемного характера.

Метапредметные результаты:

Регулятивные универсальные учебные действия:

– демонстрирует умение принимать и сохранять учебную задачу;
– умеет планировать последовательность шагов алгоритма для достижения цели;
– обосновывает цель работы, планирование действий для достижения поставленной цели;
– обладает умением осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату;
– способен адекватно воспринимать оценку наставника и других обучающихся.
– демонстрирует умение различать способ и результат действия;
– вносит коррективы в действия в случае расхождения результата решения задачи на основе её оценки и учёта характера сделанных ошибок;

- обосновывает постановку новых учебных задач в сотрудничестве с другими участниками учебного процесса;
- проявляет познавательную инициативу в учебном сотрудничестве;
- осваивает способы решения проблем творческого характера в жизненных ситуациях;
- оценивает получающийся творческий продукт и соотносит его с изначальным замыслом, по необходимости выполняет коррекцию продукта, либо замысла.

Познавательные универсальные учебные действия:

- осуществляет поиск информации в индивидуальных информационных архивах обучающегося, информационной среде образовательного учреждения, федеральных хранилищах информационных образовательных ресурсов;
- использует средства информационных и коммуникационных технологий для решения коммуникативных, познавательных и творческих задач;
- ориентируется в разнообразии способов решения задач;
- анализирует объекты с выделением существенных и несущественных признаков;
- проводит сравнение и классификацию по заданным критериям;
- строит логические рассуждения в форме связи простых суждений об объекте;
- устанавливает аналогии, причинно-следственные связи;
- моделирует объект, выделяя существенные характеристики объекта;
- синтезирует, составляет целое из частей, в том числе самостоятельно достраивает с восполнением недостающих компонентов.

Коммуникативные универсальные учебные действия:

- аргументирует свою точку зрения при выборе оснований и критериев выделения признаков, сравнении и классификации объектов;
- выслушивает собеседника и ведет диалог;
- признает возможность существования различных точек зрения и право каждого иметь свою;
- планирует учебное сотрудничество с наставником и другими обучающимися.
- определяет цели, функции участников, способы взаимодействия;
- осуществляет постановку вопросов: инициативное сотрудничество в поиске и сборе информации; умение разрешать конфликты (выявление, идентификация проблемы, поиск и оценка альтернативных способов разрешения конфликта, принятие решения и его реализация);
- выражает свои мысли в соответствии с задачами и условиями коммуникации с достаточной полнотой и точностью;
- демонстрирует владение монологической и диалогической формами речи.

ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ ПРОГРАММЫ

Воспитательная работа в рамках данной программы направлена на воспитание умения ценить свой труд и труд других людей, воспитание стремления к дальнейшему саморазвитию и самовоспитанию.

Реализация воспитательного компонента программы позволяет объединить детей и взрослых в рамках занятий и мероприятий. Воспитательный компонент программы реализуется в течение всего процесса обучения:

- формирование целостного, социально ориентированного взгляда на мир;
- установление доверительных отношений между педагогом и обучающимися, способствующих позитивному восприятию обучающимися требований и просьб педагога;
- побуждение обучающихся соблюдать на занятии общепринятые нормы поведения, принципы учебной дисциплины и самоорганизации, а также – проявлять волевые качества.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Наименование программы	возраст	Кол-во часов в нед.	Кол-во часов в год	Всего часов	Формы аттестации	
					декабрь	май
Создаем нейронную сеть	11-15 лет	2	72	72	Решение кейсов	Решение кейсов/ проект

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	*Название раздела, темы*	*Кол-во часов*	*Теория*	*Практика*	*Кейсы, раскрывающие содержание темы*	*Формы контроля (аттестации)*
1	**Модуль 1**. Математические основы и программные средства разработки искусственных нейронных сетей	34	10	24	*Кейс 1*: Попытки создания разумных машин, искусственные нейронные сети. Введение в основы синтаксиса языка программирования Python. *Кейс 2*: Как работают нейронные сети, простая прогнозирующая машина. Списки в языке программирования Python. *Кейс 3*: Задачи классификации. Тренировка простого классификатора. Условия в языке программирования Python. *Кейс 4*: Множество линейных классификаторов. Циклы в языке программирования Python. *Кейс 5*: Нейроны — вычислительные машины, созданные природой. Работа с функциями в языке программирования Python. *Кейс 6*: Функции активации. Чтение и запись файлов в языке программирования Python. *Кейс 7*: Распространение сигналов по нейронной сети. Обработка исключений в языке программирования Python. *Кейс 8*: Использования матричного умножения в нейронной сети. Библиотека NumPy. *Кейс 9*: Корректировка весовых коэффициентов в процессе обучения нейронной сети. Библиотека Matplotlib. *Кейс 10*: Обратное распространение ошибок. Классы в языке программирования Python. *Кейс 11*. Метод градиентного спуска. Введение в дифференциальное исчисление. *Проект*: Задачи, решаемые с использованием искусственных нейронных сетей.	Решение кейсов Защита проекта

2	**Модуль 2**. Разработка нейронной сети с использованием языка программирования Python	38	10	28	*Кейс 1.* Проект нейронной сети на Python. Скелет кода. *Кейс 2.* Инициализация искусственной нейронной сети. *Кейс 3.* Весовые коэффициенты искусственной нейронной сети. *Кейс 4.* Опрос искусственной нейронной сети. *Кейс 5.* Тренировка искусственной нейронной сети. *Кейс 6.* Подготовка тренировочных данных, тренировка искусственной нейронной сети. *Кейс 7.* Тестирование искусственной нейронной сети. *Кейс 8.* Улучшение результатов: настройка коэффициента обучения. *Кейс 9.* Улучшение результатов: многократное повторение тренировочных циклов. *Кейс 10.* Изменение конфигурации искусственной нейронной сети. *Проект:* Разработка нейронной сети, предназначенной для распознавания рукописных цифр. Создание тестовой базы данных рукописных цифр, использующей собственноручно написанный текст, имитирующий различные виды почерка, зашумленные, прерывистые, повернутые и деформированные изображения.	Решение кейсов Защита проекта
Итого часов:		72	20	52		

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Модуль 1. Математические основы и программные средства разработки искусственных нейронных сетей.

Кейс 1: Попытки создания разумных машин, искусственные нейронные сети. Введение в основы синтаксиса языка программирования Python.

Теоретические занятия: понятие искусственного интеллекта; история создания разумных машин; искусственные нейронные сети, назначение и примеры задач, решаемых с использованием искусственных нейронных сетей.

Практические занятия: в этом кейсе обучающиеся познакомятся или повторят основы языка программирования Python, как выводить текст на экран, создавать переменные и выполнять с ними математические операции. По ходу решения кейса, обучающиеся проанализируют реальные данные, и в конце представят небольшой отчёт об исследовании, глубина анализирования зависит от уровня подготовки обучающихся.

Кейс 2: Как работают нейронные сети, простая прогнозирующая машина. Списки в языке программирования Python.

Теоретические занятия: обучение с учителем; простая прогнозирующая машина, как модель с регулируемыми параметрами, настройка параметров модели на основе сравнения результатов модели с точными результатами в известных примерах.

Практические занятия: часто данные, которые предстоит обрабатывать, представлены в виде таблиц. В этом кейсе обучающиеся познакомятся или повторят списки, позволяющие передавать таблицы языку Python, чтобы он мог их менять и анализировать. По ходу решения кейса, обучающиеся проанализируют реальные данные, представленные таблично, и представят небольшой отчёт о проведенном исследовании, глубина анализирования зависит от уровня подготовки обучающихся.

Кейс 3: Задачи классификации. Тренировка простого классификатора. Условия в языке программирования Python.

Теоретические занятия: Задача классификации, как модель с регулируемыми параметрами, тренировка простого классификатора путем настройки параметров модели на основе сравнения результатов модели с результатами в известных примерах.

Практические занятия: Каждый год Российская академия кинематографических искусств вручает премию «Ника» за лучший фильм. В ходе решения кейса, обучающиеся проанализируют как менялись предпочтения академиков за 30 лет. Для этого они научат Python различать новые и старые фильмы с использованием условного оператора и представят небольшой отчёт о проведенном исследовании, глубина анализирования зависит от уровня подготовки обучающихся.

Кейс 4: Множество линейных классификаторов. Циклы в языке программирования Python.

Теоретические занятия: Ограничения линейного классификатора. Организация совместной работы нескольких линейных классификаторов.

Практические занятия: В этом кейсе обучающиеся познакомятся или повторят реализацию циклов в языке программирования Python. По ходу решения кейса, обучающиеся проанализируют реальные данные, используя циклы, и представят небольшой отчёт о проведенном исследовании, глубина анализирования зависит от уровня подготовки обучающихся.

Кейс 5: Нейроны — вычислительные машины, созданные природой. Структура искусственной нейронной сети. Работа с функциями в языке программирования Python.

Теоретические занятия: строение нейрона - базовой структурно-функциональной единицы биологического мозга, принцип работы нейрона. Многослойные структуры искусственных нейронных сетей. Понятие «вес». Сколько нейронов необходимо для решения сложной задачи?

Практические занятия: часто в процессе обработки данных один и тот же фрагмент кода приходится выполнять многократно, ему присваивается имя, получается функция. Логику работы функции прописывают один раз, а затем вызывают всюду, где она нужна. В процессе решения кейса, обучающиеся познакомятся или повторят реализацию функций в языке программирования Python, применят функции для анализа реальных данных, представят небольшой отчёт о проведенном исследовании, глубина анализирования зависит от уровня подготовки обучающихся.

Кейс 6: Функции активации. Чтение и запись файлов в языке программирования Python.

Теоретические занятия: Понятие функции активации. Ступенчатая функция, сигмоида.

Практические занятия: данные, которые мы используем в процессе анализ данных содержатся в файлах, в файлы мы часто сохраняем результаты анализа. В этом кейсе обучающиеся познакомятся или повторят чтение и запись файлов в языке программирования Python, прочитают реальные данные из файла, выполнят анализ полученных данных, запишут результаты исследования в файл, глубина анализирования зависит от уровня подготовки обучающихся.

Кейс 7: Распространение сигналов по нейронной сети. Обработка исключений в языке программирования Python.

Теоретические занятия: Распространение сигналов по нейронной сети с двумя входным и двумя выходными слоями. Понятие «матрица». Умножение матриц.

Практические занятия: в этом кейсе обучающиеся познакомятся или повторят обработку исключений в языке программирования Python, обеспечат корректную работу программы в случае отсутствия файла данных и записи результатов анализа данных в существующий файл, глубина анализирования зависит от уровня подготовки обучающихся.

Кейс 8: Использования матричного умножения в нейронной сети. Библиотека NumPy.

Теоретические занятия: Входные, выходные и скрытые слои искусственной нейронной сети. Использование матричного умножения в сети с тремя слоями.

Практические занятия: в этом кейсе обучающиеся познакомятся или повторят возможности библиотеки NumPy по обработке массивов данных, проведут небольшое исследование с реальными данными, используя возможности библиотеки, представят небольшой отчёт о проведенном исследовании, глубина анализирования зависит от уровня подготовки обучающихся.

Кейс 9: Корректировка весовых коэффициентов в процессе обучения нейронной сети. Библиотека Matplotlib.

Теоретические занятия: Корректировка весовых коэффициентов в процессе обучения нейронной сети. Возможные способы распространения ошибки между узлами искусственной нейронной сети. Метод обратного распространения ошибки.

Практические занятия: в этом кейсе обучающиеся познакомятся или повторят возможности библиотеки Matplotlib по визуализации данных, проведут небольшое исследование с реальными данными, используя возможности библиотеки Matplotlib представят результаты исследования, глубина анализирования зависит от уровня подготовки обучающихся.

Кейс 10: Обратное распространение ошибок. Классы в языке программирования Python.

Теоретические занятия: Обратное распространение ошибок от большего количества выходных узлов. Обратное распространение ошибок при большом количестве слоев. Описание обратного распространения ошибок с помощью матричной алгебры.

Практические занятия: в этом кейсе обучающиеся познакомятся или повторят создание классов в языке программирования Python. Создадут класс для обработки реальных данных, представят небольшой отчёт о проведенном исследовании, глубина анализирования зависит от уровня подготовки обучающихся.

Кейс 11. Метод градиентного спуска. Введение в дифференциальное исчисление.

Теоретические занятия: Метод градиентного спуска, как способ нахождения минимума функции. Устойчивость метода к наличию дефектных данных.

Практические занятия: в этом кейсе обучающиеся познакомятся или повторят дифференциальное исчисление, выполняя собственное исследование придут к заключению о том, что дифференциальное исчисление сводится к нахождению изменения одной величины в результате изменения другой, глубина анализирования зависит от уровня подготовки обучающихся.

Модуль 2. Разработка нейронной сети с использованием языка программирования Python.

Кейс 1. Проект нейронной сети на Python. Скелет кода.

В этом кейсе обучающиеся создадут скелет класса искусственной нейронной сети, содержащий 2-4 функции: инициализация — задание количества входных, скрытых и выходных узлов; тренировка — уточнение весовых коэффициентов в процессе обработки, предоставленных для обучения сети тренировочных примеров; опрос — получение значений сигналов с выходных узлов после предоставления значений входящих сигналов, глубина анализирования зависит от уровня подготовки обучающихся.

Кейс 2. Инициализация искусственной нейронной сети.

В процессе решения кейса, обучающиеся напишут функцию инициализации искусственной нейронной сети, обеспечивающей создание необходимого количества узлов входного, скрытого и выходного слоев. Эти данные определяют конфигурацию и размер нейронной сети. Обучающиеся должны предусмотреть установку соответствующих значений в виде параметров во время создания объекта нейронной сети, благодаря чему можно будет создавать новые искусственный нейронные сети различного размера. Глубина анализирования зависит от уровня подготовки обучающихся.

Кейс 3. Весовые коэффициенты искусственной нейронной сети.

В этом кейсе обучающиеся создадут следующие матрицы: матрицу весов для связей между входным и скрытым слоями; матрицу для связей между скрытым и выходным слоями. В соответствии с размерностью искусственной нейронной сети обучающиеся определят размерности матриц, зададут начальные значения весовых коэффициентов. Глубина анализирования зависит от уровня подготовки обучающихся.

Кейс 4. Опрос искусственной нейронной сети.

В кейсе обучающиеся напишут функцию опроса сети, которая принимает в качестве аргумента входные данные нейронной сети и возвращает ее выходные данные, используя матричные операции. При этом обучающиеся должны учесть, что по мере распространения сигналов следует их сглаживать, используя весовые коэффициенты связей между соответствующими узлами, а также применять сигмоиду для уменьшения выходных сигналов узлов. Глубина анализирования зависит от уровня подготовки обучающихся.

Кейс 5. Тренировка искусственной нейронной сети.

В данном кейсе обучающиеся напишут функцию тренировки искусственной нейронной сети. При написании функции, обучающимся необходимо учесть, что тренировка включает две фазы: первая — это расчет выходного сигнала (что делает функция опроса искусственной нейронной сети, написанная в предыдущем кейсе), а вторая — обратное распространение ошибок, информирующее о том, каковы должны быть поправки к весовым коэффициентам. Глубина анализирования зависит от уровня подготовки обучающихся.

Кейс 6. Подготовка тренировочных данных, тренировка искусственной нейронной сети.

В данном кейсе обучающиеся займутся подготовкой тренировочного набора данных для искусственной нейронной сети. Этот набор представляет собой базу данных рукописных цифр под названием «MNIST» (http://www.pjreddie.com/media/files/mnist_train.csv). Обучающимся предстоит ознакомиться с форматом данных csv, тем, как эти данные передать искусственной нейронной сети, как выполнить масштабирование и сдвиг данных. Далее обучающиеся проведут тренировку построенной искусственной нейронной сети с использованием полученного набора данных. Глубина анализирования зависит от уровня подготовки обучающихся.

Кейс 7. Тестирование искусственной нейронной сети.

В этом кейсе обучающимся предстоит подготовить тестовый набора данных (http://www.pjreddie.com/media/files/mnist_test.csv) и проверить, как работает построенная искусственная нейронная сеть, используя полученный тестовый набор. Глубина анализирования зависит от уровня подготовки обучающихся.

Кейс 8. Улучшение результатов: настройка коэффициента обучения.

В процессе решения кейса обучающимся предстоит определиться с параметрами искусственной нейронной сети, которые следует откорректировать с целью получения лучшего показателя эффективности работы сети при решении поставленной задачи. Глубина анализирования зависит от уровня подготовки обучающихся.

Кейс 9. Улучшение результатов: многократное повторение тренировочных циклов.

При решении данного кейса обучающимся предстоит выяснить, каким образом влияет на обученность сети многократное повторение циклов тренировки с одним и тем же набором данных (эпохи), а также выявить механизм, лежащий в основе такого обучения. Еще одним результатом решения данного кейса станет выявление оптимального количества эпох, которые не приводят к переобучению.

Глубина анализирования зависит от уровня подготовки обучающихся.

Кейс 10. Изменение конфигурации искусственной нейронной сети.

В ходе работы над данным кейсов обучающимся предстоит изменить количество узлов скрытого промежуточного слоя, т.е. изменить конфигурацию искусственной нейронной сети, и выяснить, как количество узлов скрытого промежуточного слоя влияет на обученность искусственной нейронной сети, выявить минимальное число узлов, при котором показатель эффективности будет больше 70%.

Глубина анализирования зависит от уровня подготовки обучающихся.

Тематика проектов формируется в соответствии с направленностью рынков Технет и Неиронет.

Темы проектов могут: определяться итогами освоения кейсов; иметь региональную направленность, в том числе с учетом заказа от партнеров; определяется обучающимися самостоятельно с учетом их готовности к реализации решения актуальной проблемы.

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

№ п/п	Месяц	Форма занятия	Кол-во часов	Тема раздела/модуля/ занятия	Место проведения	Форма контроля
1	Сентябрь-декабрь	Комбинированное	34	**Модуль 1**. Математические основы и программные средства разработки искусственных нейронных сетей	Учебный кабинет	По содержанию кейса
2	Январь-май	Комбинированное	38	**Модуль 2**. Разработка нейронной сети с использованием языка программирования Python	Учебный кабинет	По содержанию кейса/проект

ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Материально-техническая база:

Занятия проводятся на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Череповецкий государственный университет».

Оборудование учебной лаборатории:

- учебная доска, интерактивная доска;
- учебная мебель (ученические стулья и столы, рабочее место преподавателя);
- огнетушитель при наличии;
- компьютеры учебные.

Оборудование лекционной аудитории:

- учебная доска, экран;
- учебная мебель (ученические стулья и столы, рабочее место преподавателя);
- огнетушитель при наличии;
- компьютер, проектор.

Примерное аппаратное и техническое обеспечение:

- Рабочее место обучающегося: ноутбук: производительность процессора (по тесту PassMark — CPU BenchMark http://www.cpubenchmark.net/): не менее 2000 единиц; объём оперативной памяти: не менее 4 Гб; объём накопителя SSD/eMMC: не менее 128 Гб (или соответствующий по характеристикам персональный компьютер с монитором, клавиатурой и колонками); мышь.
- Рабочее место наставника: ноутбук: процессор Intel Core i5-4590/AMD FX 8350 — аналогичная или более новая модель, графический процессор NVIDIA GeForce GTX 970, AMD Radeon R9 290 — аналогичная или более новая модель, объём оперативной памяти: не менее 4 Гб, видеовыход HDMI 1.4, DisplayPort 1.2 или более новая модель (или соответствующий по характеристикам персональный компьютер с монитором, клавиатурой и колонками); презентационное оборудование с возможностью подключения к компьютеру — 1 комплект; флипчарт с комплектом листов/маркерная доска, соответствующий набор письменных принадлежностей — 1 шт.; сеть Wi-Fi.

Примерное программное обеспечение:

- офисное программное обеспечение;
- браузеры;

– среда программирования на языке Python;
– графические редакторы.

Наименование	Примерные технические характеристики, примерная модель
Инструментарий	образовательная версия
Ноутбук	Процессор: не менее 4 ядер оперативная память: не менее 8 Гб объем твердотельного накопителя: не менее 128 Гб, объем жесткого диска: не менее 1 Тб, диагональ экрана: не менее 14 дюймов, разрешение экрана: не менее 1920×1080 манипулятор типа мышь – наличие, Lenovo IdeaPad 330S-14IKB Core i5
Смартфон, планшет	Процессор: не менее 8 ядер, оперативная память: не менее 4 Гб, встроенная память: не менее 64 Гб, диагональ экрана: не менее 6 дюймов Huawei MediaPad M5, Samsung Tab Active XiaomiRedmi Note 8 2021 64 Gb

Кадровые условия:

Проводит занятия преподаватель или специалист, имеющий опыт программирования и проектирования сетей, машинное обучение и большие данные. Желателен опыт работы с детьми школьного возраста.

Требования к образованию: высшее профессиональное или студент старших курсов профильных направлений.

Наличие справки об отсутствии судимости, медицинская книжка.

Компетенции педагогического работника, реализующего основную образовательную программу:

– обеспечение условий для успешной деятельности, позитивной мотивации, а также самомотивации обучающихся;
– осуществление самостоятельного поиска и анализа информации с помощью современных информационно-поисковых технологий;
– владение инструментами проектной деятельности;
– умение организовывать и сопровождать учебно-исследовательскую и проектную деятельность обучающихся;
– умение интерпретировать результаты достижений обучающихся;
– владение математическими методами разработки искусственных нейронных сетей;
– владение языком программирования Python;
– владение навыками разработки искусственных нейронных сетей с использованием языка программирования Python;
– умение подготавливать данные для их передачи нейронной сети.

Учебно-методическое обеспечение программы

В рамках программы используется кейс-технология и метод проектов.

При этом кейс-технология рассматривается как интерактивная технология обучения, направленная на формирование у обучающихся знаний, умений, личностных качеств на основе анализа и решения реальной или смоделированной проблемной ситуации в контексте профессиональной деятельности, представленной в виде кейса.

В основе метода проектов лежит развитие познавательных навыков обучающихся, умений самостоятельно конструировать свои знания, ориентироваться в информационном пространстве, развитие критического и творческого мышления. В рамках программы предполагается групповая или индивидуальная работа над проектом.

ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Аттестация осуществляется по итогам защиты групповых или индивидуальных проектов и выполнения работы с кейсами.

Критерии оценки решения кейса обучающимся: Уровни усвоения «Высокий», «Средний», «Низкий», (от 0 до 5 баллов).

«Высокий»:

- *5 баллов* выставляется обучающемуся, если работа выполнена самостоятельно и полностью верно; представлен отчет, содержащий результаты решения кейса; обучающийся анализирует результаты, полученные в ходе решения кейса, делает выводы.
- *4 балла* выставляется обучающемуся, если работа выполнена самостоятельно, в целом правильно, но имеются некоторые неточности в решении кейса; представлен отчет, содержащий результаты решения кейса; обучающийся анализирует результаты, полученные в ходе выполнения работы, делает выводы.

«Средний»:

- *3 балла* выставляется обучающемуся, если он не до конца справился с решением кейса; представлен отчет, содержащий результаты решения кейса; обучающийся испытывает затруднения при проведении анализа результатов, полученных в ходе решения кейса, и формулировке выводов.

«Низкий»:

- *1-2 балла* выставляется обучающемуся, если он не справился с решением кейса, не оформил отчет по результатам работы; обучающийся испытывает серьезные затруднения при проведении анализа результатов и формулировке выводов.
- *0 баллов* выставляется обучающемуся, если он не приступал к решению кейса.

Подведение итогов по программе проводятся в форме презентации индивидуального или группового проекта (презентация в 3 слайда).

Итоговая «оценка» по всей программе производится по трём уровням:

- «высокий» *21-30 баллов*: проект носил творческий, самостоятельный характер, выполнен полностью в планируемые сроки, получен продуктовый результат;
- «средний» *11-20 баллов*: обучающийся достиг основных целей проекта, но имеют место недоработки или отклонения по срокам;
- «низкий» *не более 10 баллов*: проект не закончен, большинство целей не достигнуты, продуктовый результат не получен.

Результатом усвоения обучающимися программы является устойчивый интерес к занятиям по созданию нейронных сетей.

Критерии оценивания проектов обучающихся:

Критерии	Показатели оценивания			
	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла
Своевременность предоставления работы на проверку	–	Работа представлена своевременно	–	–
Обоснование и постановка цели, составление плана работы	Цель сформирована нечетко, не соответствует теме проекта, предлагается план работы.	Цель определена, однако не полной мере соответствует обозначенной теме, предлагаемый план работы не отличается последовательностью.	Цель определена четко, соответствует теме, составлен план работы, однако его этапы недостаточно последовательны и согласованы.	Цель определена, четко сформулирована, предлагается последовательный план ее достижения.
Логичность, последовательность и правильность, представления содержания, самостоятельность получения информации	Нет логической последовательности в изложении материала, допущены фактические ошибки. Не сформированы умения работы с источниками информации.	Содержание более или менее логично, но непонятно изложены отдельные вопросы. Демонстрируются умения самостоятельно находить и описывать информацию, но не демонстрируются умения их анализировать и применять соответственно обозначенным задачам.	Материал изложен логично, между его частями установлена взаимосвязь. Демонстрируются умения самостоятельно находить необходимую информацию, анализировать и применять в конкретной ситуации.	Содержание проекта изложено логично и опирается на современные научные представления. Дем-ся умения интерпретировать, оценивать и систематизировать информацию, при этом обучающийся делает самостоятельные выводы, предлагает нестандартные пути решения поставленных задач.

Творческий подход, оригинальность выполнения	В работе не содержится новых идей, работа выполнена на основе минимального набора материалов и идей, заимствованных из ограниченного количества источников информации.	Работа выполнена на основе большого количества материалов и идей, заимствованных из разных источников информации; предлагаются традиционные пути решения обозначенных задач.	Работа основана на новых авторских идеях, основанных на анализе большого количества материалов из разных источников информации, предлагаются нестандартные пути решения обозначенных задач.	Работа характеризуется большой оригинальностью идей, исследовательским подходом к собранным и проанализированным материалам, предлагаются разные пути решения поставленных задач, в том числе и нестандартные.
Обоснованность и доказательность выводов	Выводы сформулированы, но не соответствуют содержанию работы.	Выводы соответствуют предлагаемому содержанию, но при этом является констатацией общепринятых фактов и теорий.	Выводы сделаны самостоятельно, на основе содержания работы и предлагаемых путях достижения поставленных задач.	Сделанные выводы свидетельствуют о самостоятельности и неординарности мышления, научно обоснованы и аргументированы.
Личностная заинтересованность автора, его вовлеченность в работу	Работа не демонстрирует желание и умения обучающихся осуществлять самостоятельное исследование, при этом автор проявляет заинтересованность в выборе темы в силу ее практической направленности.	Работа демонстрирует личную заинтересованность автора в теме исследования, но не предлагаются собственных разработок и выводов, полученных в процессе работы.	Работа вызывает интерес у обучающихся, что выражается в наличии собственных предложений и разработок по теме исследования.	Ученик демонстрирует личную заинтересованность в теме, появлялся в творческом подходе к ее рассмотрению, наличие большого количества авторских предложений и нестандартных подходов в рассмотрении основных вопросов.
Презентация и защита проекта	Обучающийся подготовил презентационный материал по теме, однако нет логики изложения и обоснованности полученных выводов, не отвечает на поставленные вопросы или эти ответы характеризуют слабое владение информацией. Предлагаемая презентация не соответствует содержанию выступления.	Обучающийся демонстрирует логическую связанность изложения, владение проблемой, однако в докладе нет четкости изложения материала; на вопросы отвечает грамотно, но не аргументирует свою точку зрения. При защите используется довольно много элементов мультимедиа, однако их последовательность хаотична и не всегда соответствует содержанию выступления.	Обучающийся демонстрирует владение ораторской речью, логическую связанность изложения, самостоятельность мышления при формулировании выводов и при ответах на поставленные вопросы, что позволяет судить об общей культуре и предметной подготовленности автора. При защите широко представлены элементы мультимедиа и их использование оправдано.	Обучающийся демонстрирует ораторское мастерство, логику представления, оригинальность подачи информации. Грамотность и неординарность ответов на вопросы позволяет сделать вывод о высоком уровне общей культуры и предметной подготовленности автора. Защита сопровождается оригинальными элементами мультимедиа, усиливающими содержательную часть проекта и помогающим восприятию наиболее сложных вопросов.
Актуальность и востребованность результатов проектной деятельности	Полученные результаты не имеют практической и теоретической значимости.	Полученные результаты могут найти применение в повседневной жизни.	Полученные результаты развивают отдельные направления теоретической химии.	Полученные результаты имеют практический и теоретический интерес, так как проблема, актуальна не только для современной науки, но имеет большое прикладное значение.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Список рекомендованной литературы для преподавателя:

Основная:

1. Яхъяева, Г.Э. Основы теории нейронных сетей / Г.Э. Яхъяева. - 2-е изд., испр. - Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 200 с.: ил. - (Основы информационных технологий). - ISBN 978-5-94774-818-5; то же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429110(08.03.2019).
2. Swaroop Chitlur, A Byte of Python. URL: http://wombat.org.ua/AByteOfPython/toc.html
3. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс] – Форма доступа: http://dic.academic.ru.

Дополнительная:

1. Сергеев, Н.Е. Системы искусственного интеллекта: учебное пособие / Н.Е. Сергеев; Министерство образования и науки РФ, Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. – Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2016. - Ч. 1. - 123 с.: схем., ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-

9275-2113-5; то же [Электронный ресурс]. -
URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493307 (08.03.2019).
2. Лисьев, Г.А. Технологии поддержки принятия решений: учебное пособие /
Г.А. Лисьев, И.В. Попова. - 3-е изд., стер. - Москва: Издательство «Флинта», 2017. -
133 с. - ISBN 978-5-9765-1300-6; то же [Электронный ресурс]. -
URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=103806 (08.03.2019).
3. Павлов, С.И. Системы искусственного интеллекта: учебное пособие / С.И. Павлов.
- Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011. - Ч. 1. - 175 с. - ISBN 978-5-4332-0013-5; то же [Электронный ресурс]. -
URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208933 (08.03.2019).
4. Павлов, С.И. Системы искусственного интеллекта: учебное пособие / С.И. Павлов.
- Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011. - Ч. 2. - 194 с. - ISBN 978-5-4332-0014-2; то же [Электронный ресурс]. -
URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208939 (08.03.2019).
5. Смолин, Д.В. Введение в искусственный интеллект: конспект лекций /
Д.В. Смолин. - 2-е изд., перераб. - Москва: Физматлит, 2007. - 292 с. - ISBN 978-5-9221-0862-1; то же [Электронный ресурс]. -
URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76617 (08.03.2019).

Список рекомендованной литературы для обучающихся:

Основная:

1. Яхъяева, Г.Э. Основы теории нейронных сетей / Г.Э. Яхъяева. - 2-е изд., испр. - Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 200 с.: ил. - (Основы информационных технологий). - ISBN 978-5-94774-818-5; то же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429110(08.03.2019).
2. Swaroop Chitlur, A Byte of Python. URL: http://wombat.org.ua/AByteOfPython/toc.html
3. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс] – Форма доступа: http://dic.academic.ru.

Дополнительная:

1. Сергеев, Н.Е. Системы искусственного интеллекта: учебное пособие / Н.Е. Сергеев; Министерство образования и науки РФ, Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. – Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2016. - Ч. 1. - 123 с.: схем., ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9275-2113-5; то же [Электронный ресурс]. -
URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493307 (08.03.2019).
2. Павлов, С.И. Системы искусственного интеллекта: учебное пособие / С.И. Павлов.
- Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011. - Ч. 1. - 175 с. - ISBN 978-5-4332-0013-5; то же [Электронный ресурс]. -
URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208933 (08.03.2019).
3. Павлов, С.И. Системы искусственного интеллекта: учебное пособие / С.И. Павлов.
- Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011. - Ч. 2. - 194 с. - ISBN 978-5-4332-0014-2; то же [Электронный ресурс]. -
URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208939 (08.03.2019).
4. Смолин, Д.В. Введение в искусственный интеллект: конспект лекций /
Д.В. Смолин. - 2-е изд., перераб. - Москва: Физматлит, 2007. - 292 с. - ISBN 978-5-9221-0862-1; то же [Электронный ресурс]. -
URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76617 (08.03.2019).