# Введение

**Актуальность темы.** Использование нейронных сетей позволяет автоматизировать множество рутинных процессов, часто связанных с распознаванием или прогнозированием, что в свою очередь позволяет использовать освободившееся время с большей пользой. Однако для каждого отдельного случая необходимо создание и обучение отдельной нейронной сети, поскольку эффективность машинного обучения напрямую зависит от выбранной модели и составленной обучающей выборки.

Проектирование нейронных сетей представляет собой непростой итерационный процесс выбора архитектуры сети, количества скрытых слоёв, нейронов в этих слоях, функций активации нейронов, методов оптимизации для обучения сети, метрик оценки качества и пр. Поэтому актуальным является разработка средств автоматизации проектирования нейронных сетей. Создание таких инструментов на базе систем компьютерного моделирования, позволит не только создавать и тренировать нейронные сети без необходимости программирования, но и интегрировать их в модели систем управления объектами, чьи модели построены в этих средах моделирования. Часто подобные программы работают по принципу визуального проектирования, поскольку слоённая организация современных нейронных сетей прекрасно перекладывается на подобную систему.

Среда моделирования МАРС предоставляет возможности визуального моделирования объектов и их систем управления, поэтому включение возможности разработки и использования нейронных сетей в СМ МАРС открывает множество возможностей по расширению сфер применения среды моделирования.

**Степень разработанности темы.** Основные принципы машинного обучения и работы нейронных сетей описаны в работах таких авторов как Николенко С.И., Кадурин А.А., Архангельская Е.В и Картер Д. Среда моделирования МАРС и принципы её работы описаны в работах Дмитриева В.М., Шутенкова А.В., Зайченко Т.Н. и Ганджи Т.В.

**Целью** данной работы является создание инструментария визуального проектирования нейронных сетей для конструктора вычислительного эксперимента СМ МАРС.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие **задачи:**

1. Провести обзор аналогов среди других визуальных конструкторов нейронных сетей;
2. Выбрать основной инструментарий средств разработки нейронных сетей и обосновать свой выбор;
3. Спроектировать библиотеки нейронных сетей и вспомогательных блоков;
4. Реализовать и протестировать библиотеку.

**Объектом исследования** являются модели нейронных сетей прямого распространения, рекуррентных нейронных сетей и сверточных нейронных сетей с различными конфигурациями и настройками.

**Предметом исследования** являются способы программной реализации, проектирования и расчёта отклика моделей нейронных сетей.

**Практическая значимость работы** заключаетсяв возможности использованияразработанного инструментария по созданию нейронных сетей и обработке данных внутри конструктора вычислительного эксперимента СМ МАРС, что позволяет использовать КВЭ в следующих ситуациях:

1. Если пользователю будет поставлена задача прогнозирования для данных, полученных в результате работы КВЭ или из вне;
2. Если пользователю нужно будет сохранить полученные в результате работы в КВЭ данные;
3. Если пользователю нужно будет составить модель нейронной сети из нескольких слоёв и экспортировать ей на персональный компьютер;
4. Если пользователю нужно будет решить задачу тренировки нейронных сетей на основе полученных данных и сохранить результирующую модель нейронной сети.

**Публикации.** Результаты работ, проведенных по теме магистерской диссертации, представлены в сборниках трудов конференции**:**

1. Кочергин М.И., Карабатов П.В., Дубинин Н.М. Нейросетевая обработка данных на графическом языке конструктора вычислительного эксперимента: на примере медицинских данных // Динамика систем, механизмов и машин. 2024. Т. 12, № 3. С. 123-129. DOI 10.25206/2310-9793-2024-12-3-123-129.
2. Карабатов П.В. Проектирование средств разработки нейросетевых моделей в СМ МАРС / П.В Карабатов, М.И Кочергин // Материалы международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР–2024» (15–17 мая 2024 г., г. Томск) в трех частях. – Томск: В-Спектр,2024. – C. 125-128.
3. Карабатов П.В. Реализация рекуррентных нейронных сетей в среде PyTorch/ П.В Карабатов, М.И Кочергин // Материалы международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР–2025» (21–23 мая 2025 г., г. Томск) в трех частях. – Томск: В-Спектр,2025. – C. 125-128.
4. Карабатов П.В. Сравнение библиотек машинного обучения языка Python / П.В Карабатов, М.И Кочергин // «Наука и Практика: проектная деятельность – от идеи до внедрения-2023» Материалы XII региональной научно-практической конференции. – Томск: ТУСУР,2023. – C. 341-344.

**Апробация результатов работы.** Результаты работ, проведенных в рамках выполнения магистерской диссертации, были представлены на различных научных конференциях:

1. Международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР» (2024-2025 гг., г. Томск, ТУСУР).
2. Региональная научно-практическая конференция «Наука и Практика: проектная деятельность – от идеи до внедрения» (21 октября – 27 декабря 2023г., г. Томск, ТУСУР)
3. XVIII Meждyнaроднaя IEEE нaучно-техничеcкая кoнфeренция «Динaмика cиcтем, меxанизмoв и машин», 12-14 ноябpя 2024 г., г. Омск

**Основное содержание работы**. Магистерская Диссертация состоит из введения, 6 глав и заключения. Объём диссертации:9\* страниц, \*\* рисунков и \*\* таблиц. Список источников содержит 16 элементов

В **главе 1** проводится обзор предметной области путём изучения принципов работы нейронных сетей различных архитектур и среды моделирования МАРС.

В **главе 2** рассматриваются основные аналоги среди визуальных конструкторов моделей нейронных сетей, представленных на рынке на данный момент.

В **главе 3** проводится сравнение средств реализации нейронных сетей на языке Python и синтезируется портрет архитектуры системы, основанный на блочной архитектуре и возможности построения нейронной сети двумя путями: в виде моноблока или в виде множества связанных слоёв.

В **главе 4** рассматривается основные принципы и теоретические основы работы с фреймворком PyTorch.

В **главе 5** рассматриваются основные принципы работы графического фреймворка DearPyGUI и основанного на нём Конструктор Вычислительного Эксперимента СМ МАРС.

В **главе 6** представлены результаты практической реализации блоков для конструктора вычислительного эксперимента, описание и скриншоты их работы, а также результаты тестирования блоков.