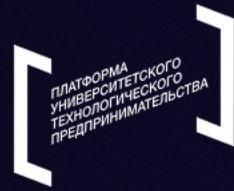
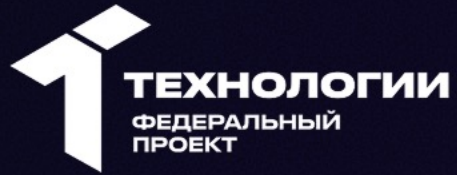




РОССИИ



Quantum ML

Тензорные сети в гибридных квантово-классических алгоритмах машинного обучения

Проблема

- Python-фреймворки (Qiskit, PennyLane) требуют трудоёмкой локальной настройки, не дают интерактивной визуализации и не адаптированы для веб-среды.
- Исследователи и R&D-команды теряют до 40% времени на подготовку окружения вместо реального моделирования.

Следствие: высокий порог входа, замедленное прототипирование, недоступность для образования.



Решение

Веб-платформа Quantum ML (TypeScript/Node.js) — работа в браузере без установки

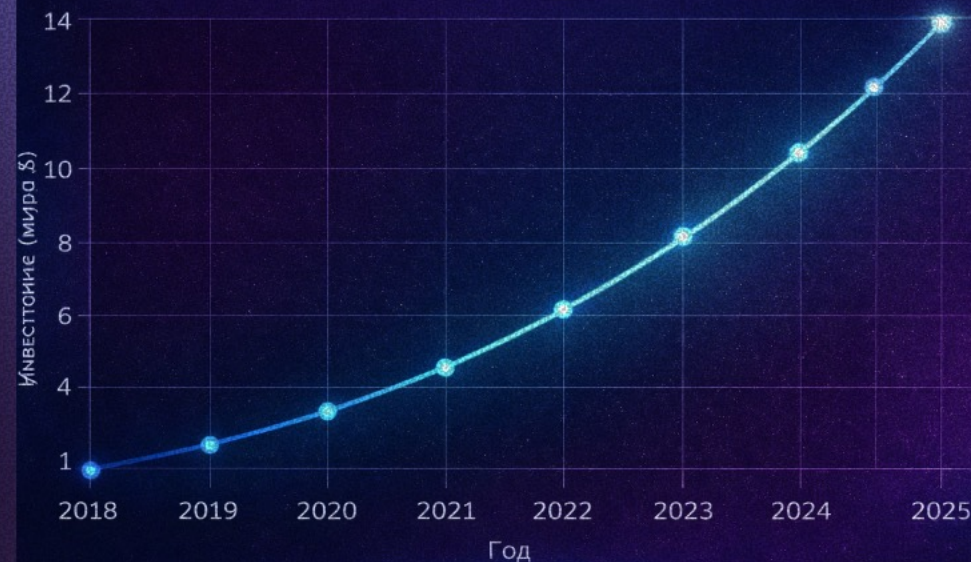
- Визуальный конструктор схем, MPS-симулятор на WebAssembly (на 12–16% быстрее Python-аналогов), гибридный autodiff.
- Интерактивная WebGL-визуализация запутанности и процесса обучения.
- Эффект: прототипирование сокращается с дней до часов, порог входа резко снижается.



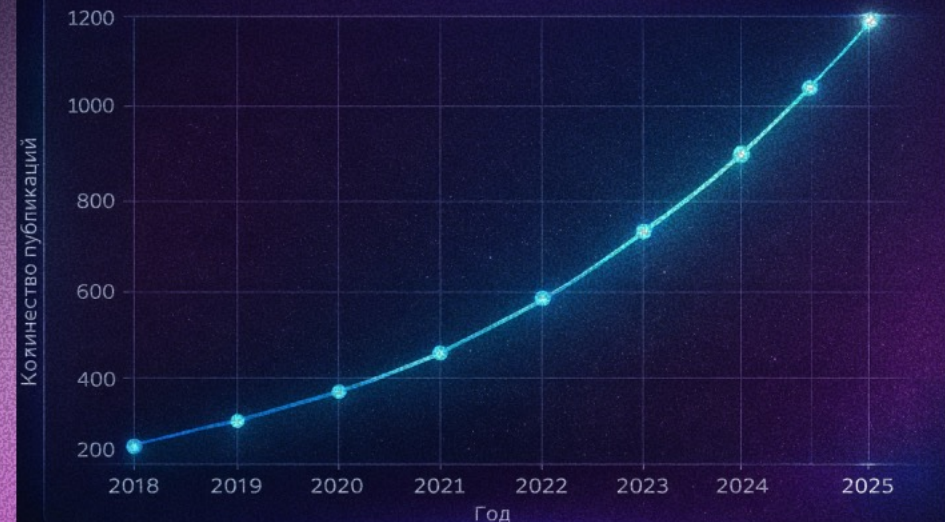
Актуальность

- Эпоха NISQ-устройств требует быстрого прототипирования гибридных алгоритмов.
- Рост числа публикаций по QML и образовательных программ.
- Потребность в кроссплатформенных инструментах для командной работы и дистанционного обучения.

Рост инвестиций в квантовые технологии (млрд \$)



Рост числа публикаций по квантовому машинному обучению



Технологическое ядро



Сервер (Nest.js)

Вычислительное ядро (MPS-симулятор, градиенты, диспетчер воркеров).



Клиент (TypeScript/Next.js)

Конструктор схем, визуализация (WebGL 2.0), панель мониторинга.



Связь: WebSocket

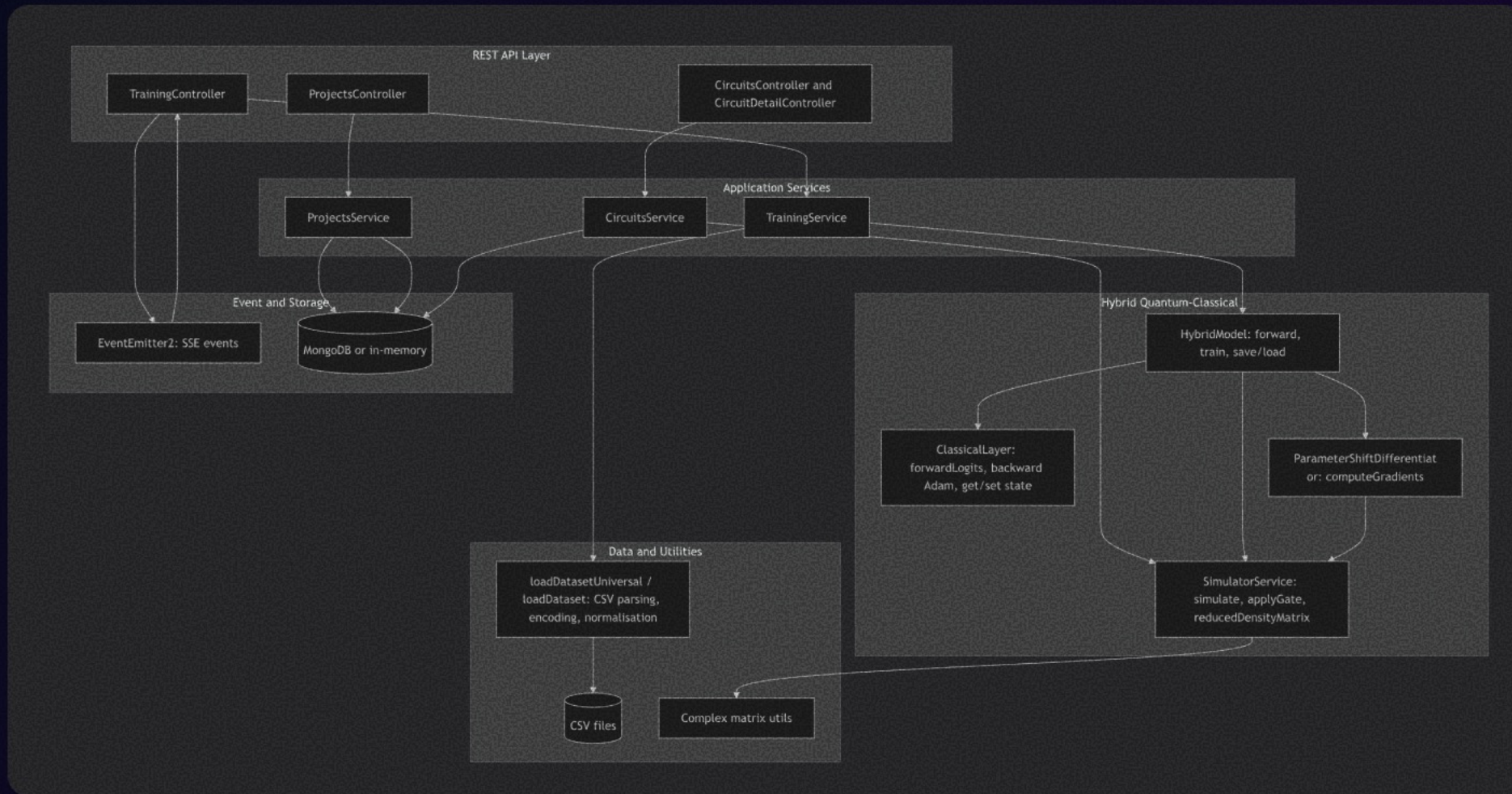
Потоковая передача данных с бэкенда на фронтенд



TensorFlow.JS

Линейная алгебра, математические операции, движок обчной нейросети

Блок-схема архитектуры



- Главная
- Конструктор схем**
- Обучение
- Анализ запутанности
- Сравнение

Конструктор схем

Визуальное построение квантовых цепей

Сохранить | **Симуляция** | Экспорт QASM

Сетка <> Код

Палитра гейтов

Однокубитные

Двухкубитные

Измерение

Выбран: iSWAP
Нажмите на ячейку схемы

Схема

Кубиты: - 4 +



Инспектор

Выбранный гейт

iSWAP
Тип: двухкубитный

Свойства

Кубитов: 2
Параметров: 0

Состояния кубитов



- 🏠 Главная
- 🔧 Конструктор схем
- 📈 Обучение**
- 📊 Анализ запутанности
- 🔍 Сравнение

Обучение модели

Гибридная квантово-классическая нейронная сеть

Ожидание Эпоха 8/10

⚙️ Настройки **▶️ Старт** ↺ Сброс

Параметры обучения

Датасет: MNIST (бинарный) ▾

Эпохи: 10

Скорость обучения: 0,01

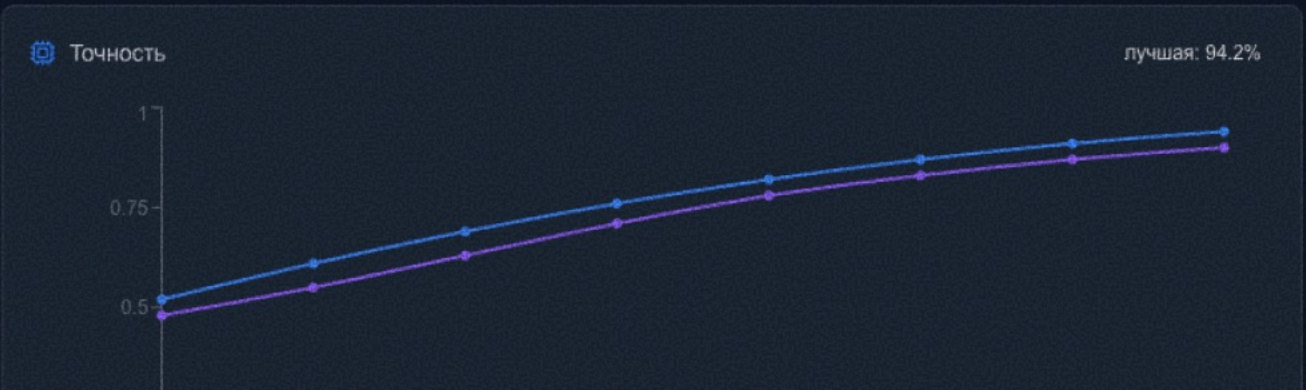
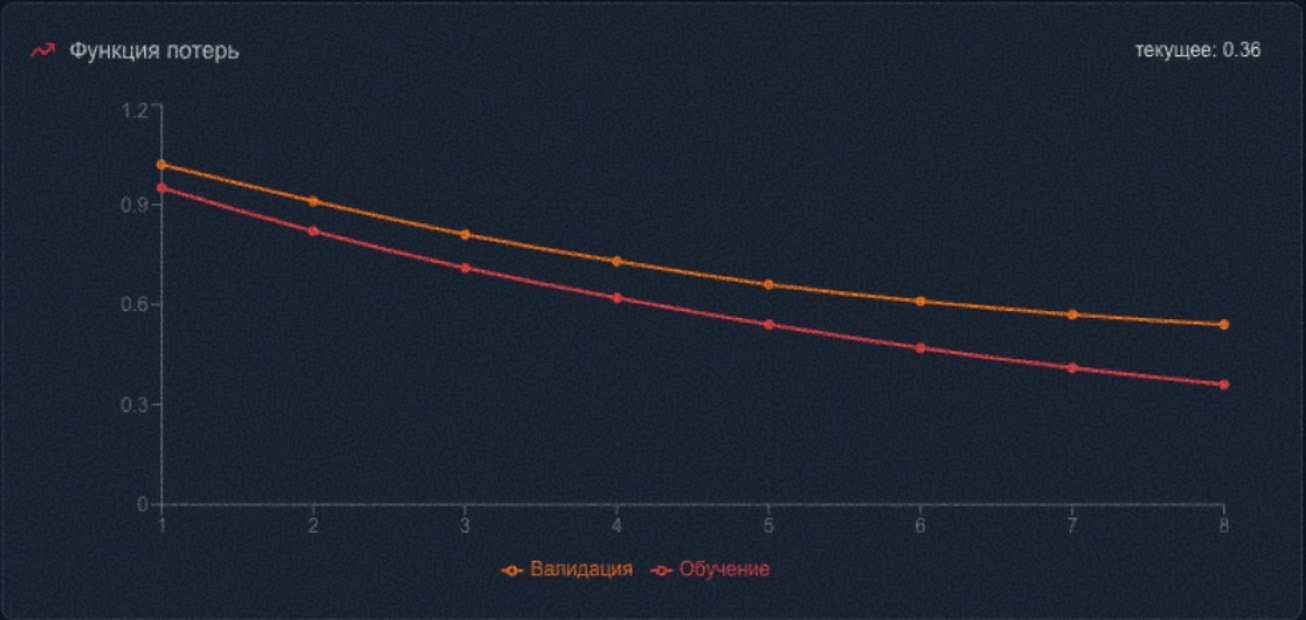
Размерность связей (χ): 16 авто

О модели

Кубитов: 4

Глубина схемы: 8

Параметров: 124



РЫНОК И МОДЕЛЬ МОНЕТИЗАЦИИ

РЫНОК

- ✓ TAM (рынок квантового ПО и облачных симуляторов): \$1,2 млрд к 2027 г. (оценка BCG). В РФ – ~2,5 млрд руб. (аналитика CNews).
- ✓ SAM (доступный сегмент R&D-инструментов для QML): 600 млн руб. (университеты, квантовые лаборатории, ИТ-компании).
- ✓ SOM (план за 3 года): 45 млн руб./год (20 корпоративных лицензий + 500 образовательных подписок).

МОНЕТИЗАЦИЯ

- ✗ SaaS-подписка: бесплатный тариф для студентов, 2 900 ₽/мес для исследователей, 19 900 ₽/мес для команд.
- ✗ On-premise лицензия: от 800 тыс. ₽ (установка в закрытом контуре).
- ✗ Образовательные гранты и партнёрства с вузами.

Конкуренты

Продукт	Производительность (20 кубитов)	Интерактивная визуализация	Веб-доступ	Цена
Qiskit Aer (IBM)	18 050 мс	–	–	Беспл. (Python)
PennyLane (Xanadu)	19 950 мс	Частично	–	Беспл./Облако от \$900/мес
TensorFlow Quantum	17 500 мс	–	–	Беспл.
Quantum ML	15 200 мс	Да (WebGL)	Полный	Freemium от 0 ₽

УТП: на 15–16% быстрее лидеров, не требует установки, даёт мгновенную визуализацию запутанности и единый граф обучения.

Партнеры

- Российский квантовый центр (РКЦ) – экспертиза и тестирование на реальных кейсах.
- Яндекс.Облако – инфраструктура для хостинга и API-шлюзов.
- НИУ ВШЭ / МФТИ – пилотные запуски в учебных курсах по квантовым вычислениям.



Formulas for
quantum-classical
encryption

1.

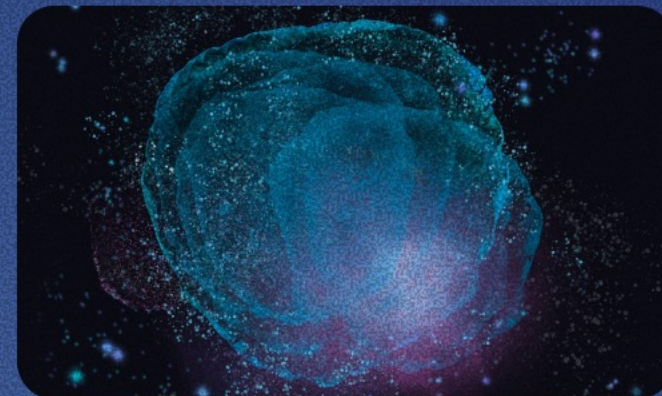
Квантовое состояние описывается суперпозицией базисных состояний. Амплитуды определяют вероятности измерения.

2.

Параметризованная квантовая схема формирует обучаемую модель, где параметры θ оптимизируются в процессе обучения.

3.

Квантовая часть извлекает признаки, классическая – выполняет финальную обработку и обучение



Уровень ГОТОВНОСТИ

TRL 4–5 – базовый прототип верифицирован на стандартных квантовых схемах (GHZ, случайные VQC), достигнута точность 10^{-6} и целевая производительность. Требуется доработка для промышленного использования.

Уровень готовности технологии	Краткое описание	Артефакт
1-3	Формирование концепции, лабораторные исследования, создание макета	Научные статьи, отчеты о моделировании, письма заинтересованности от партнеров
4-6	Создание прототипа, подтверждение характеристик в лабораторных условиях	Фото/видео работающего лабораторного макета, протоколы успешных экспериментов
7	Пилотирование проекта (опытные испытания)	Видеодемонстрация работы прототипа в промышленных условиях, отчет независимого тестирования.
8	Предсерийное производство	Акт о завершении пилотного проекта, отзыв пилотного заказчика, данные о стабильности работы.
9	Серийное производство, коммерческое использование	Контракты на продажу, фото серийного производства, отзывы клиентов.

Планы развития



Команда проекта



Наставник

Морозова Екатерина
Владимировна

Данил Соколов

CEO, Fullstack-разработчик.

Студент ИФФВТ УлГУ. Отвечает за проектирование ИИ. Имеется опыт в акселераторах

Frontend

Backend

Аналитик

Project Manager

DevOps

Founder

Дятлов Владислав Дмитриевич

Отвечает за проектирование системы. Сбор информации, аналитика, обучение и программирование платформы.

Backend

AI – разработчик

Аналитик

Анализ данных

Controller

Филлипов Алексей Васильевич

Ответственный за экономическую часть. Разработка финансовой модели, аналитика и просчет финансовой стабильности

Product Manager

Financial Manager

Payroll Specialist

Cost Accountant

Controller

Запрос

- Экспертная поддержка: валидация архитектуры от специалистов НТИ по квантовым вычислениям.
- Нетворкинг: знакомство с R&D-центрами госкорпораций (Росатом, Сбер) для пилотных проектов.



Stack

TypeScript ·
WebAssembly · Node.js

Overview

Фреймворк реализует гибридную квантово-классическую модель, включающую параметризованные квантовые схемы и классические оптимизаторы.

Objectives

- Обеспечивает доступную среду для QML
- Увеличивает производительность по сравнению с Python
- Объединяет autodiff и parameter-shift
- Поддерживать интерактивную визуализацию

Limitations

- Ограничение по числу кубитов (≈ 18 браузер, ≈ 20 сервер)
- Проблема баррен-плато
- Ограничения MPS при высокой запутанности

Advantages

- Производительность выше на 12–16%–
Единый вычислительный граф
- Web-native архитектура
- Интерактивность и UX



**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ**

