



Московский институт
электроники и математики

Разработка Web-интерфейса
для управления 3д печатью
под Ultimaker

Москва
2023

Разработка Web-интерфейса для управления 3д печатью под Ultimaker

Руководитель проекта: Мотайленко И.А.



Московский институт
электроники и математики

Разработка Web-интерфейса
для управления 3д печатью
под Ultimaker

Команда

2

Команда



Мотайленко Илья
Руководитель
проекта



Боярчуков Андрей
Front-end –
разработчик



Маликов Михаил
Программист ML
Python, Team lead



Приходько Роман
Программист ML Python



Сысоев Даниил
Back-end разработчик



Чебоксарова Екатерина
Программист CV



Чеканов Иван
Back-end разработчик



Актуальность

Современные технологии 3D-печати стали доступны для использования в производстве, а также в медицине, образовании и других сферах. Однако, управление процессом печати с помощью программного обеспечения может быть сложным и неудобным для пользователя. Разработка web-интерфейса для управления 3D-печатью на принтере Ultimaker решает эту проблему, облегчая работу пользователей и повышая эффективность использования технологии.



Цель проекта

Целью работы является создание онлайн-сервиса, реализующего функционал контроля ключевых параметров 3D принтера, возможность запуска и остановки печати, а также позволяющий в реальном времени получать сообщения о дефектах, возникших в процессе работы устройства и выявленных нейросетью. Web-интерфейс сервиса должен быть оптимизирован для использования как на мобильных, так и на стационарных устройствах и позволять контролировать процесс печати из любой точки мира.



Задачи проекта

1. Анализ предметной области
2. Создание веб-интерфейса
3. Сбор датасета
4. Разработка нейронной сети
5. Интеграция нейронной сети и веб-интерфейса
6. Тестирование веб-сервиса

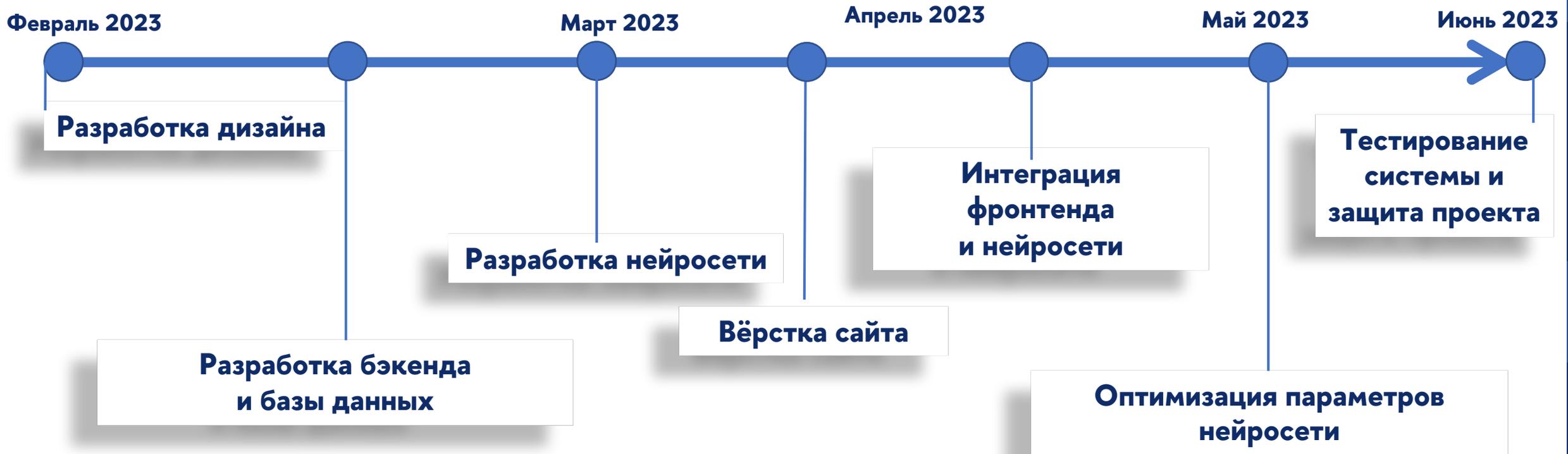


Решаемые проблемы

- Ранее возможность удалённого управления 3D принтерами фирмы Ultimaker дистанционно с любых устройств присутствовала только в слайсере Cura (от фирмы Ultimaker) для настольных систем и в платном Cloud API от компании Ultimaker.
- Сервис позволяет собрать управление всеми принтерами, находящимися на производственной площадке, в одно приложение. Это упрощает процесс мониторинга статусов печати и поиска свободных машин для запуска новых заданий.
- Для разработки нейронной сети был выбран фреймворк Keras из библиотеки Python TensorFlow; Данная связка библиотек предназначена для глубокого машинного обучения, которое позволяет улучшить метрические характеристики модели, а именно точность, что позволит пользователю с большей вероятностью обнаружить дефект во время печати

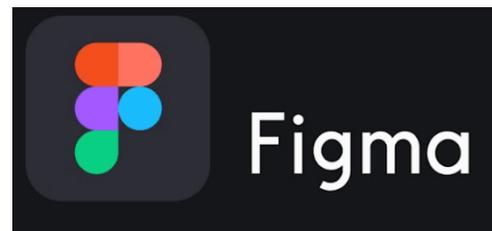
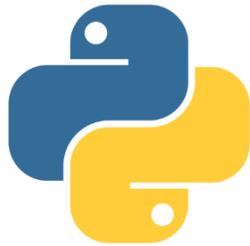


Этапы проекта





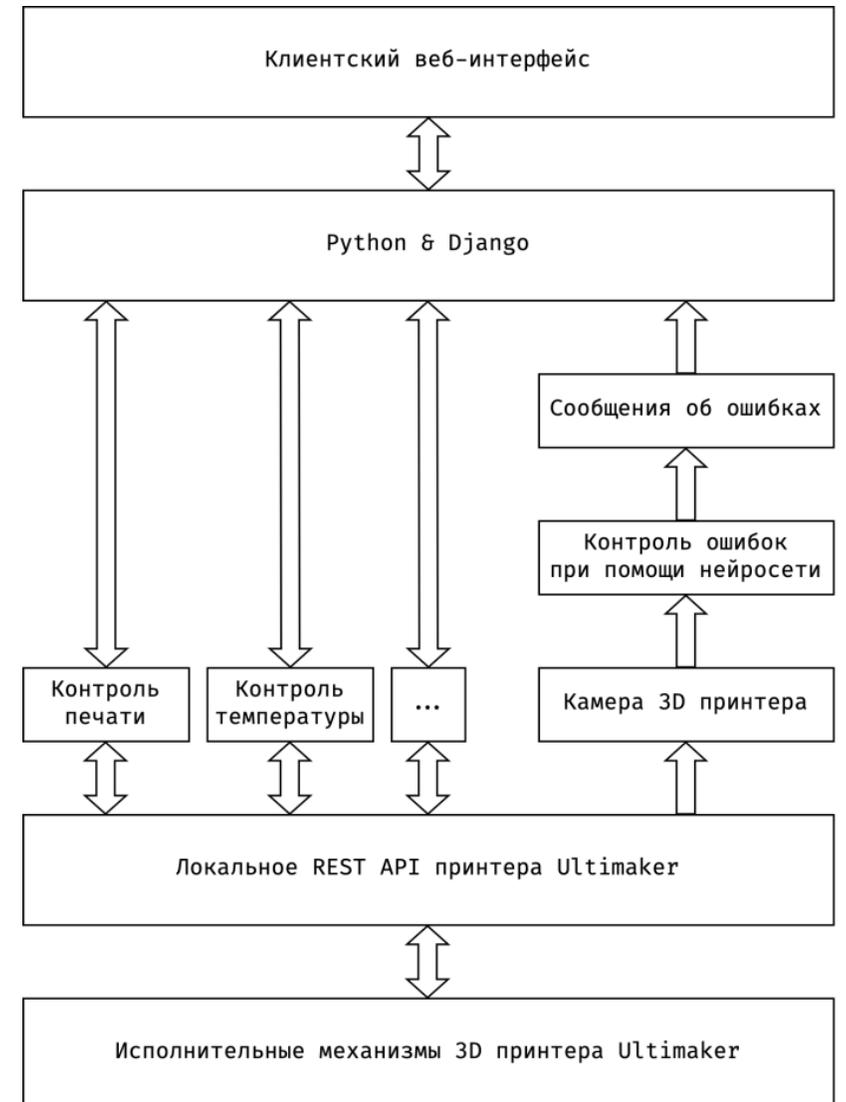
Использованные технологии





Архитектура ПО

Главным модулем системы (оркестратором) является веб-сервер, созданный на основе Python фреймворка Django. Этот компонент осуществляет рендеринг пользовательского интерфейса, взаимодействие с 3D принтерами, отвечает за формирование API ключей доступа к принтерам, а также за запуск и остановку отслеживания печати на отдельных принтерах, приём сообщений об ошибках.





Final (Copy) View only

Page 1

- [mob] Главная
- подтверждение всех действий - ...
- image 4
- http://kristopolous.github.io/BOOT...
- Температура сопла Температура...
- https://kristopolous.github.io/BOO...
- image 5
- image 6
- О проекте
- Камеры
- Управление принтерами — созд...
- Управление принтерами
- Главная — печать — активные к...
- Главная — ожидание
- Главная — пауза
- Главная — печать

Управление принтерами

Камеры

О проекте

Diagram in FigJam

Open this page in FigJam, where you can quickly diagram logic trees, user flows, and more.

Open in FigJam

Code

CSS

background: #F5F5F5;

Главная — Менеджер 3D прин... x +

localhost/index/1

Лаборатория 3D Главная Управление принтерами Камеры 0 проекте

Printer 1 — Подготовка

Printer 2 — Печать

Статус

Название: test2
 Статус: Подготовка
 Прогресс: 0.0%
 Запущена: 2023-06-01T14:01:47
 Прошло времени: 00:00:00
 Осталось времени: 00:00:00
 Температура сопла: 40.4
 Температура стола: 55.7
 Скорость вентилятора: 0.0

Параметры температуры

Температура сопла
0,0

Температура стола
70,0

Параметры головы

Максимальная скорость
300,0

Целевое ускорение
3000,0

Лог

1 июня 2023 г. 17:01 | Отслеживание печати начато
 1 июня 2023 г. 17:01 | Отправка файла test2.gcode на печать
 1 июня 2023 г. 16:01 | Отправка файла test2.gcode на печать

Камеры — Менеджер 3D прин... x +

localhost/camera/2

Лаборатория 3D Главная Управление принтерами Камеры 0 проекте

Printer 1 — Подготовка

Printer 2 — Печать

0 проекте — Менеджер 3D пр... x +

localhost/about

Лаборатория 3D Главная Управление принтерами Камеры 0 проекте

0 проекте

Последнее обновление: 2023-04-18

Контакты:

- Екатерина Чебоксарова — датасет
- Михаил Яликов — компьютерное зрение
- Роман Приходько — нейросеть
- Иван Чеканов — бэкенд
- Даниил Сисоев — фронтенд
- Андрей Боярчуков — дизайн

АНЕКДОТ!

Сержант отправился на рыбалку. Расположившись на берегу реки, достал жестянку с червяками, открыл ее и гаркнул:
 — Нужен один доброволец. Два шага вперед!

Управление принтерами — М... x +

localhost/control

Лаборатория 3D Главная Управление принтерами Камеры 0 проекте

Printer 1 — Подготовка

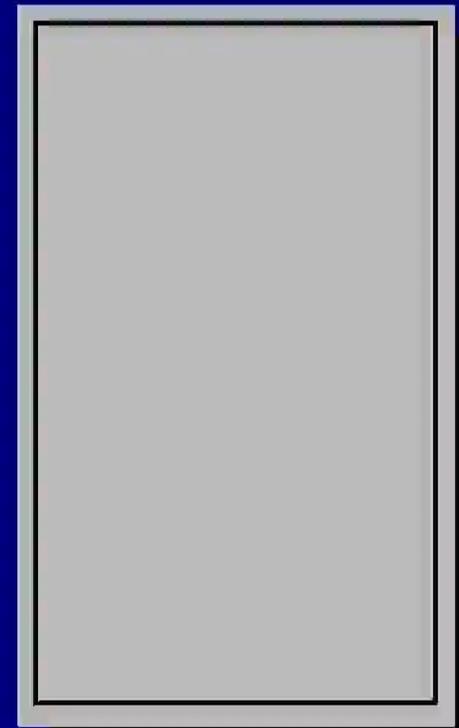
Printer 2 — Печать

0 принтере

Название принтера
Printer 1

Автоматически останавливать печать при обнаружении ошибок

```
country: RU
display_message: {}
firmware: 5.3.0
guid: f40ff15e-0b0c-45bb-aedc-a33456f74f13
hardware: ('revision': 0, 'typeid': 9511)
hostname: ultimakersystem-ccbdd3004e7d
language: ru-RU
memory: ('total': 1054928896, 'used': 294637568)
name: Ultimaker1
platform: Linux-4.14.32-ultimaker-armv7l-with-debian-5.1
time: ('utc': 1685628234.5291169)
```



< Добавить принтер >

Добавить принтер

Название

IP адрес

< Добавить >



Безопасность доступа

Безопасность системы реализуется на уровне доступа пользователей к локальной сети учебной лаборатории. Система не разрабатывалась как интерфейс заказа объектов 3D печати, а потому возможность доступа внешних пользователей не требуется. Список студентов, имеющих доступ к WiFi сети лаборатории, регулярно актуализируется руководителем.





Боярчуков Андрей Александрович – frontend-разработчик

- Разработка прототипа дизайна интерфейса
- Отрисовка элементов взаимодействия
- Иерархия взаимодействия пользователя с интерфейсом
- Изготовление дизайна в Figma



Маликов Михаил Алексеевич – программист ML, teamlead

- Сбор датасета (записей печати)
- Помощь в создании нейросети
- Настройка и тестирование нейросети
- Организация собраний, управление GitLab и Taiga



Приходько Роман Владимирович – Программист ML Python

- Сбор датасета (записей печати)
- Создание и разработка нейросети
- Настройка и тестирование нейросети
- Распределение задач ML-подкоманды



Сысоев Даниил Михайлович – Backend разработчик

- Проектирование архитектуры
- Тестирование методов
- Создание прототипа
- Верстка макета



Чебоксарова Екатерина Алексеевна – Программист CV

- Поиск дефектных частей моделей на изделиях
- Создание кода для обработки изображений
- Обработка датасета
- Выгрузка датасета для обработки нейронной сетью



Чеканов Иван Сергеевич – Backend разработчик

- Разработка структуры back-end части проекта
- Написание кода для работы с принтерами Ultimaker
- Связывание фронтенда с бэкендом и ML-системой
- Деплой приложения



Тестирование системы

Тестирование системы проводилось методом ручного тестирования, в том числе регрессионного. В ходе финального тестирования программного комплекса не было выявлено ошибок, влияющих на работу пользовательского интерфейса и системы распознавания ошибок печати.

В ходе тренировки нейронной сети выполнялись автоматические замеры качества распознавания на основе исходного набора данных. Итоговые замеры показали, что дефекты корректно распознаются нейросетевым модулем в 81% случаев. Такой показатель позволяет применять систему

на практике, так как перед передачей сообщения об ошибке выполняется дополнительная валидация предупреждения.



Результаты

- Разработано ПО для удаленного контроля ключевых параметров 3D принтера, запуска и остановки печати и получения сообщений о дефектах, возникших в процессе работы устройства.
- Сервис развернут в локальной сети учебной лаборатории.
- Проведено тестирование итогового решения.
- В перспективе возможна интеграция системы в цифровые сервисы МИЭМ и расширение функционала для управления принтерами от других производителей.



Московский институт
электроники и математики

Разработка Web-интерфейса
для управления 3д печатью
под Ultimaker

Москва
2023

Разработка Web-интерфейса для управления 3д печатью под Ultimaker

Руководитель проекта: Мотайленко И.А.

