



**XVII конференция**  
**«Математические модели и численные методы**  
**в биологии и медицине»**



## Математическое моделирование и машинное обучение в единоборствах

Докладчики:

Артемий Елисеев, технический директор ООО «Лайн-Спорт»

Борисова Анастасия, генеральный директор  
ООО «Фора Вижен Интеллектуальные системы»



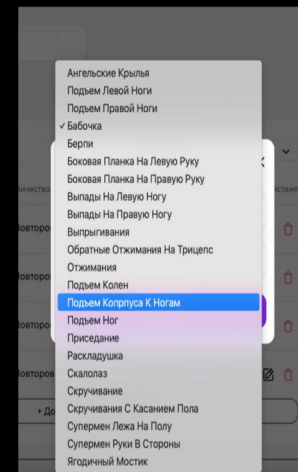
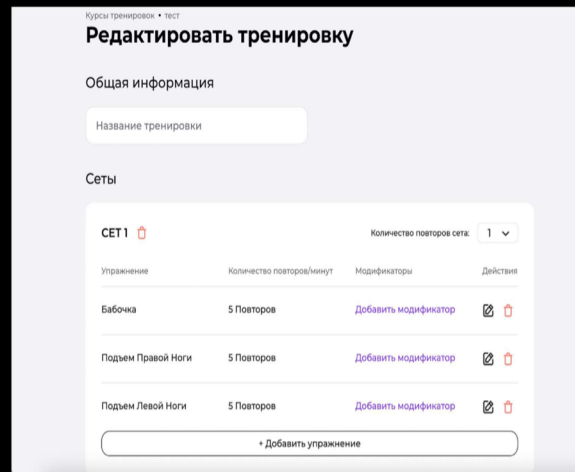
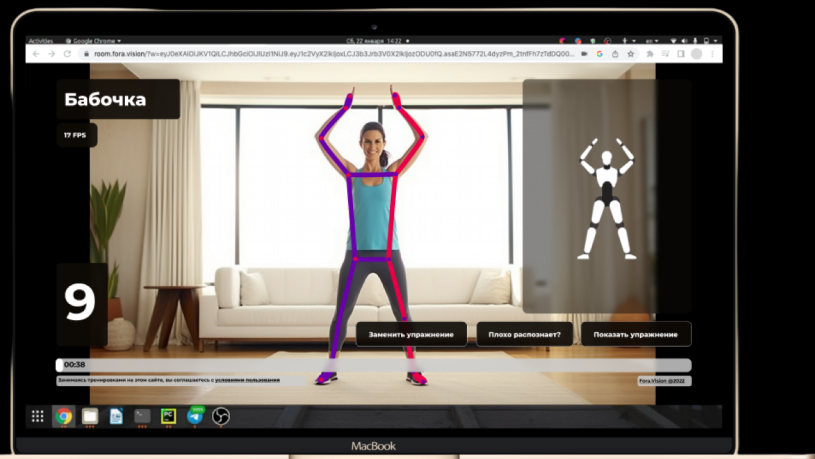
ООО «Лайн Спорт»

Компания производитель аналоговых и цифровых спортивных снарядов для единоборств



ООО «Фора Вижен Интеллектуальные Системы»  
ИТ-компания, занимающаяся разработками программного обеспечения для автоматического отслеживания выполнения физических упражнений, с использованием технологий ИИ и компьютерного зрения FORA VISION, разработкой математических моделей с использованием нейросетей, веб-приложений.

# FORA VISION – система автоматического контроля выполнения упражнений



# Проблема

- Существующие снаряды дают неточные и нестабильные оценки силы
- Нужен привычный мешок, который удобно использовать ежедневно и который даёт воспроизводимые данные



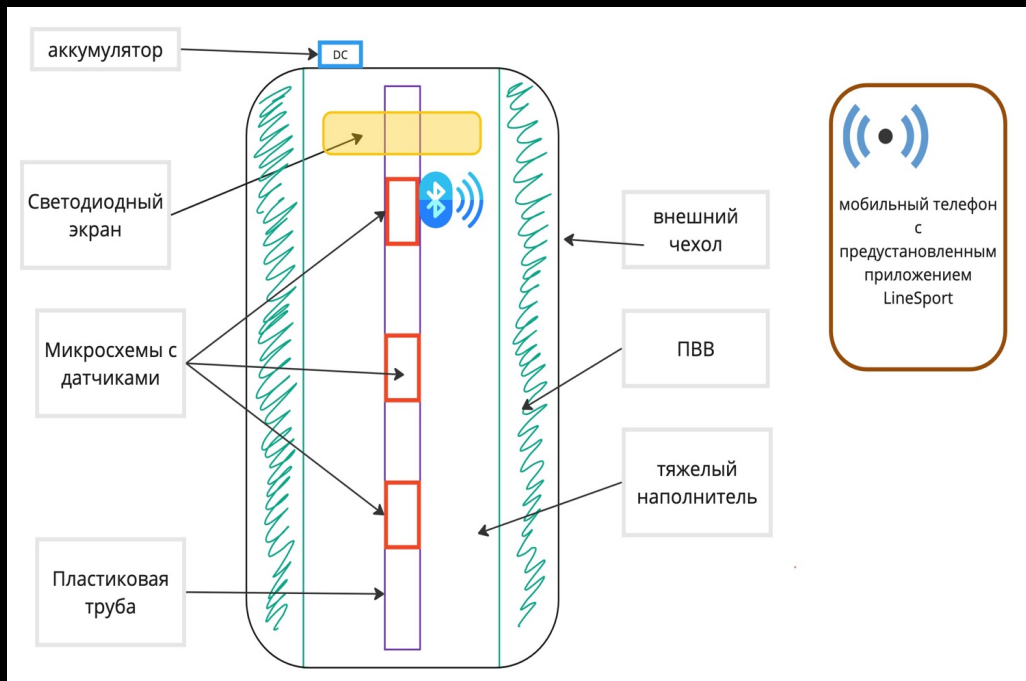
# Задача

- Сделать аппаратно-программный продукт: привычный мешок + измерительная система
- Получать точную оценку силы удара для тренировок и анализа

## Решение

### Аппарат + программная модель

- Встроенный аппаратный комплекс: акселерометры + микроконтроллер
- Физическая модель, как базовая
- Корректировка деформации через коэффициент, обучаемая ML-модель



## Физическая модель на акселерометрах

### Акселерометры

Использовали трехосные акселерометры

### Интеграции ускорения

Приближённая оценка изменения импульса

### Модель показала

Мешок как физическое тело вносит значимую погрешность



## Энергетическая декомпозиция

Энергия удара = движение + деформация

### Энергия перемещения

Кинетическая часть мешка

### Энергия деформации

Упругая и диссипативная

### Деформацию оценили по сжатию

добавили поправочный коэффициент





## Сбор датасета: снаряд + стенд

- Стенд с жесткой фиксацией снаряда и эталонными ударами
- Разные уровни ударов, разные зоны снаряда

Артеми́й Елисе́ев



@Tuson



## Выбор модели: CatBoost

### Причины

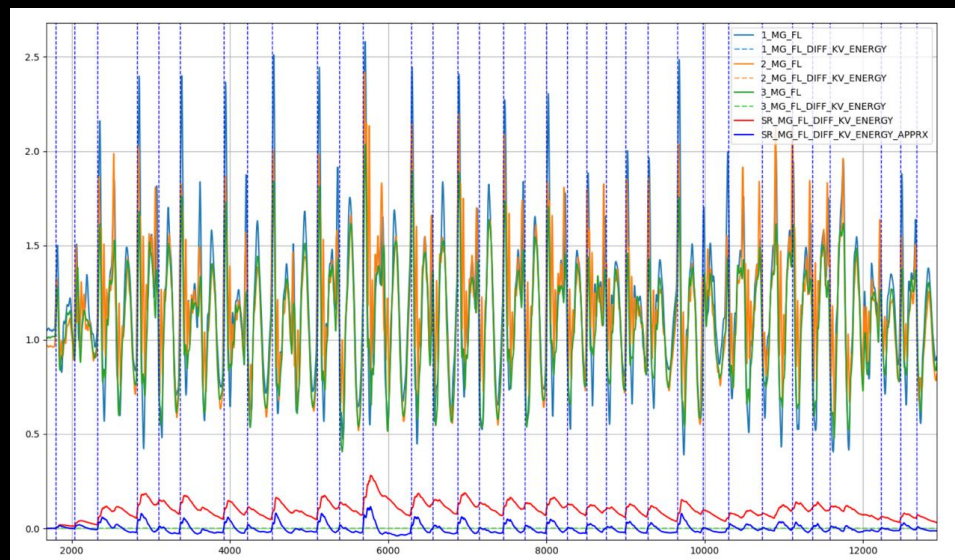
Удобство инференса, гибкость при обучении, конструирование признаков

### Решали

Задачу регрессии, а именно: предсказывали импульс силы при ударе по мешку, который предварительно был рассчитан для обучающих и контрольных наблюдений.

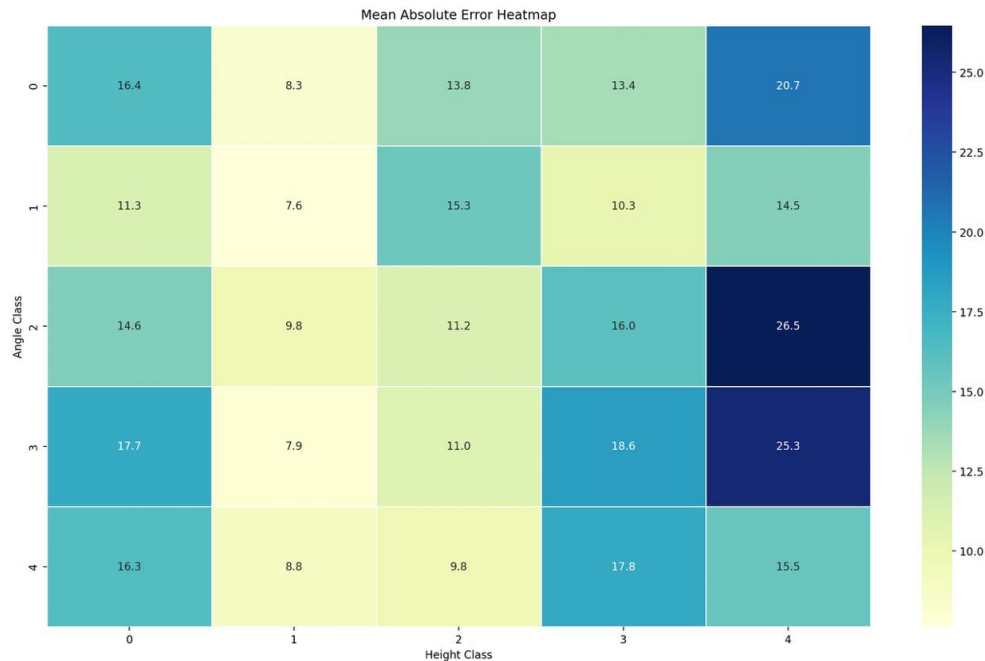
## Особенность и новация нашей реализации

Корректировка более "сложной моделью"  
(кэтбустом) более простой - физической.  
Физическая модель учитывает массу мешка и  
передаваемое ему в единицу времени ускорение.



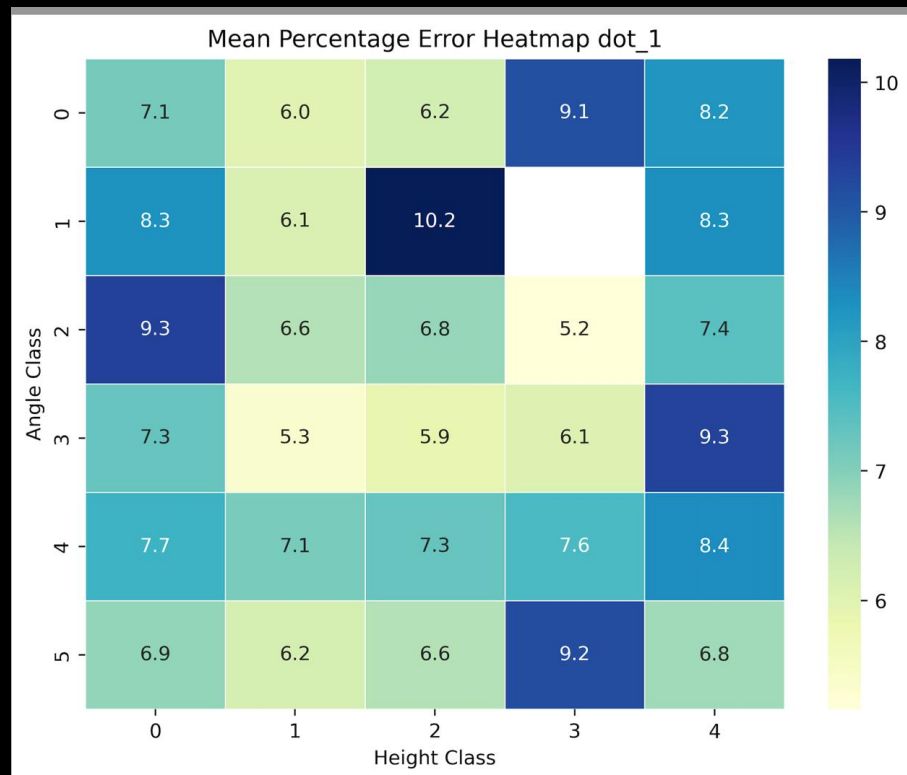
## Результаты

Значительно улучшилось предсказание  
силы удара с 10-30% до 5-10%



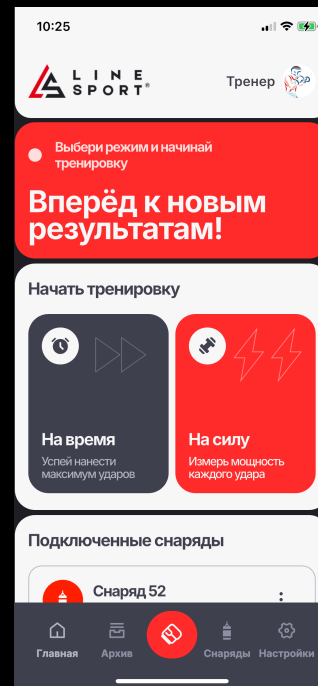
## Результаты

Значительно улучшилось предсказание  
силы удара с 10-30% до 5-10%



## Практическое применение

- Тренеры: контроль тренировок и отслеживание прогресса
- Спортсмены: отслеживание собственного прогресса силы
- Соревнования: возможность проведения онлайн соревнований, применение в адаптивном спорте



# Перспективы развития

- Переход на нейросети для более точного улавливания динамических паттернов
- Оптимизация железа: добавление датчиков, увеличение вычислительной мощности
- Персонализация тренировок под спортсмена и тренера.

# Выводы

- Традиционная физическая модель даёт базу, но снаряд, как неидеальное физическое тело вносит значимые погрешности.
- Gradient boosting эффективно корректирует предсказания в условиях ограниченного железа.
- Следующий шаг — модель на основе нейросети.



# Связаться

Артеми́й Елисе́ев

+7 926-627-84-77

tg: @Tuson

