

# Исследование восприятия динамических 3D-сцен в тренажёрах с системами виртуального окружения

Работу выполнил Андрей Сандлер

6 курс, ФИВТ

Научный руководитель — к.т.н., доцент  
Алёшин Владимир Петрович

# Актуальность темы диссертации

- Необходимость метрик для численной оценки погружения в 3D-сцену для улучшения процесса тренировок
- Актуальность задачи разработки бинокулярного интерфейса с использованием трекинга головы и глаз

# Степень научной разработанности и научная новизна

- Пионерские работы Б.В. Раушенбаха
- Экспериментальная медицина
- Исследование восприятия отдельных параметров виртуального окружения — расстояний, скоростей и размеров объектов
- Оценка погружения с помощью анкет и опросников
- Предыдущие работы на горнолыжном тренажёре МФТИ

# Цели работы

- Разработка метрик оценивания погружения:
  - Корреляция с исследуемым значением
  - Возможность сравнения нескольких спортсменов
  - Относительная простота вычисления
- Разработка приложения для анализа записанных заездов по трассе
- Разработка модуля бинокулярного интерфейса для совмещения реальных и виртуальных объектов

# Задачи

- Провести исследование процесса тренировки на горнолыжном тренажёре: *откалибровать тренажёр, настроить экспорт данных, написать код первичной обработки данных*
- Реализовать в приложении метрики для оценки погружения и тренированности
- Реализовать модуль совмещения объектов на примере задачи «шарик на палке»

# Метод исследования

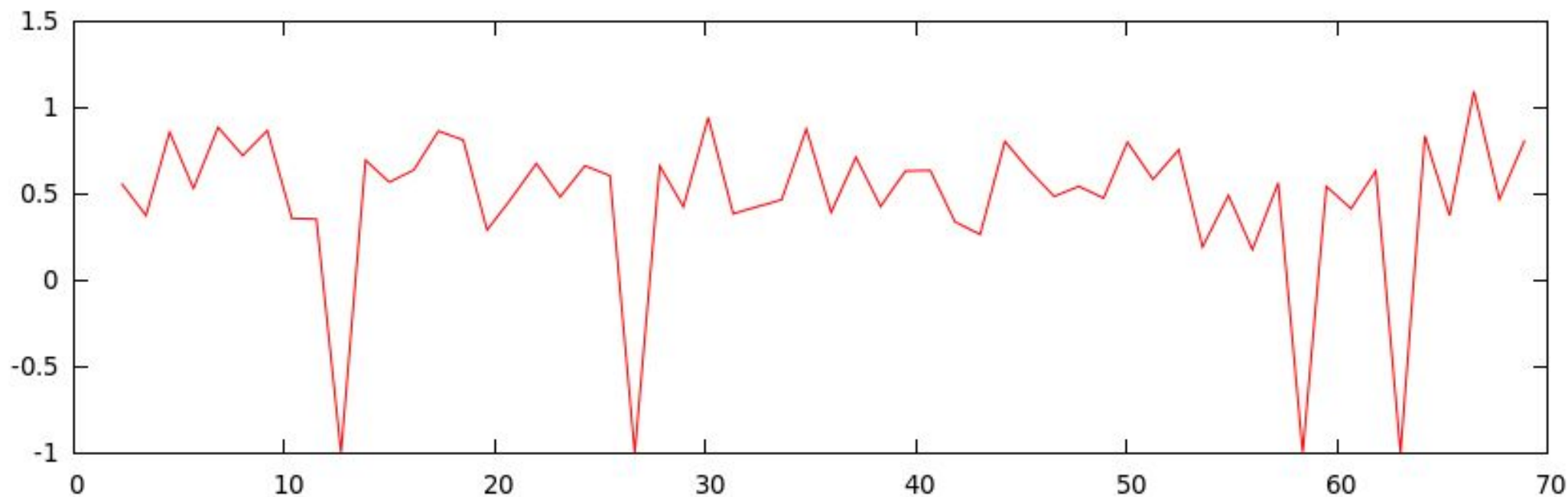
Рассматривались четыре группы тренирующихся:

- Спортсмены горнолыжной секции МФТИ
- Автор работы
- Новички
- Контрольная группа — параметры тренировки не известны, замеры производились без участия автора

Все участники проходили одну и ту же трассу в одних и тех же условиях. Предполагается, что между заездами изменялось только погружение в 3D-сцену.

# Параметры заезда

- Скорость, средняя скорость, дисперсия
- Плотность, средняя плотность, дисперсия
- Количество пропущенных ворот



# Метрики оценивания погружения

- Интегральная метрика плотности

$$I(P) = \int_1^G \text{Penalty}(P) dt, \quad \text{Penalty}(P(t_k)) = \begin{cases} P(t_k), & \text{if } P(t_k) > 0 \\ C_{pen}, & \text{otherwise} \end{cases},$$

- Коэффициент IDC

$$IDC(I(P), \overline{P(t)}) = \sqrt{\frac{I(P)}{100}} * \overline{P(t)}$$

- Коэффициент VDC

$$VDC(\overline{V(t)}, \overline{P(t)}) = \frac{\sqrt{\frac{\overline{V(t)}}{10}}}{\overline{P(t)}}$$

- Коэффициент VIC

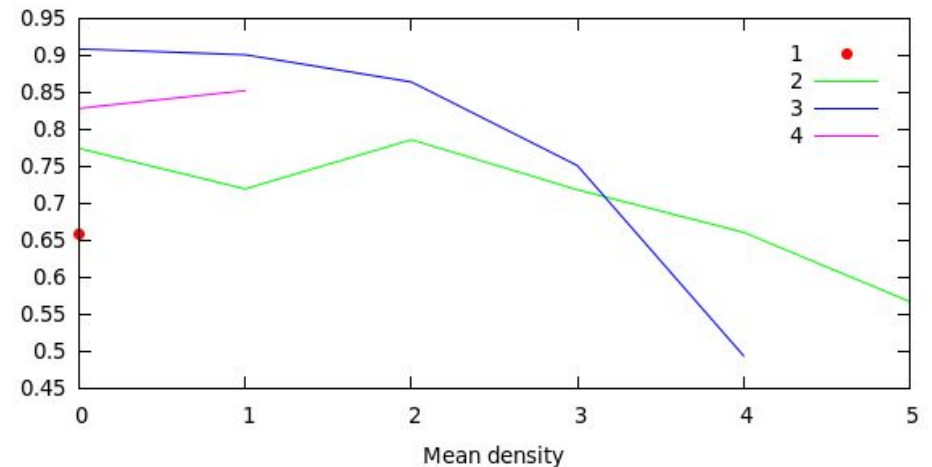
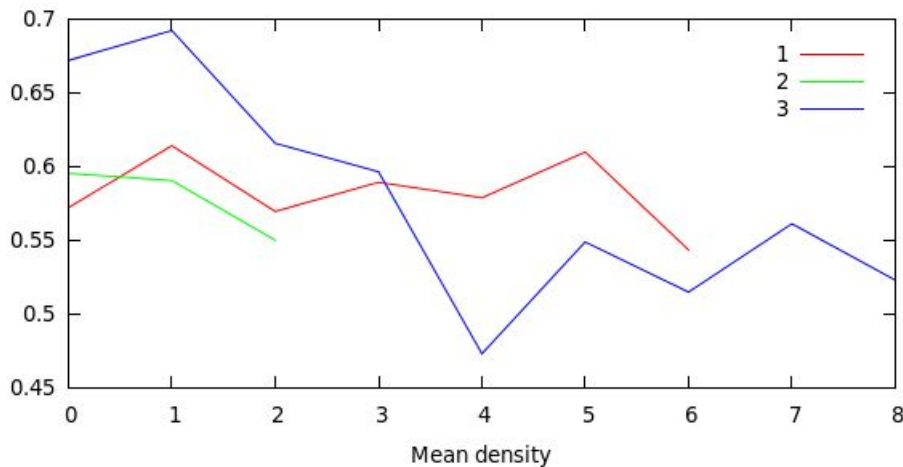
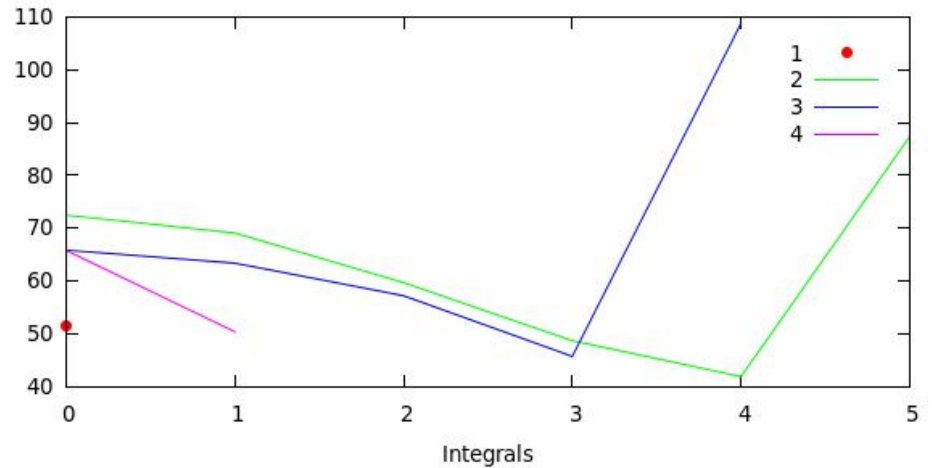
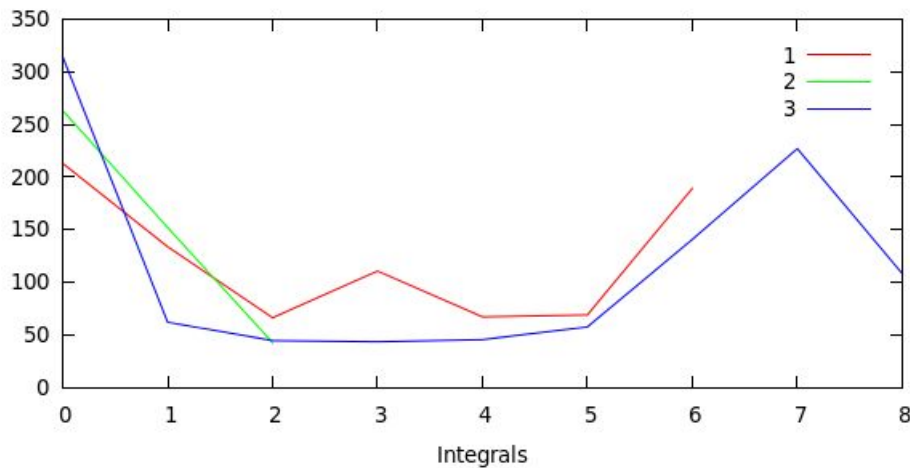
$$VIC(\overline{V(t)}, I(P)) = \frac{\overline{V(t)}}{\sqrt{I(P)}}$$



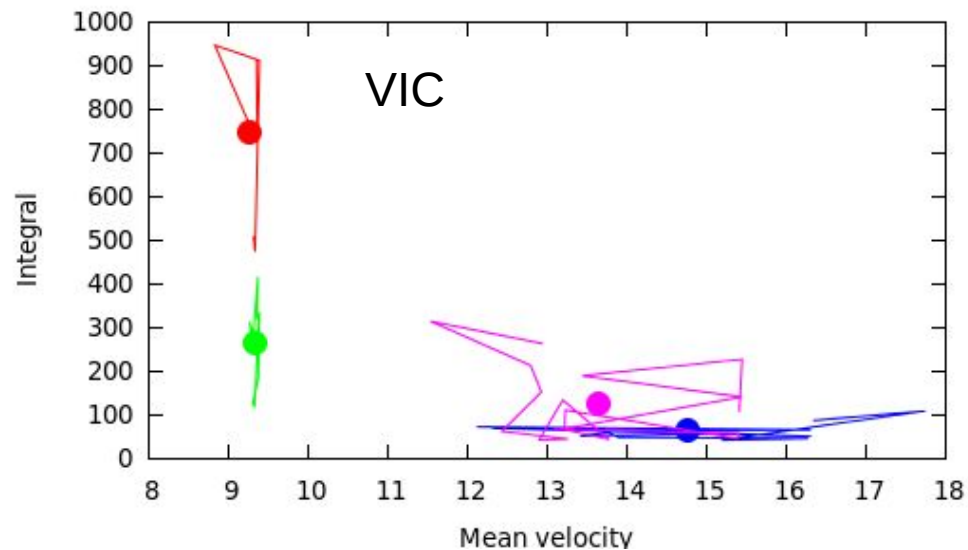
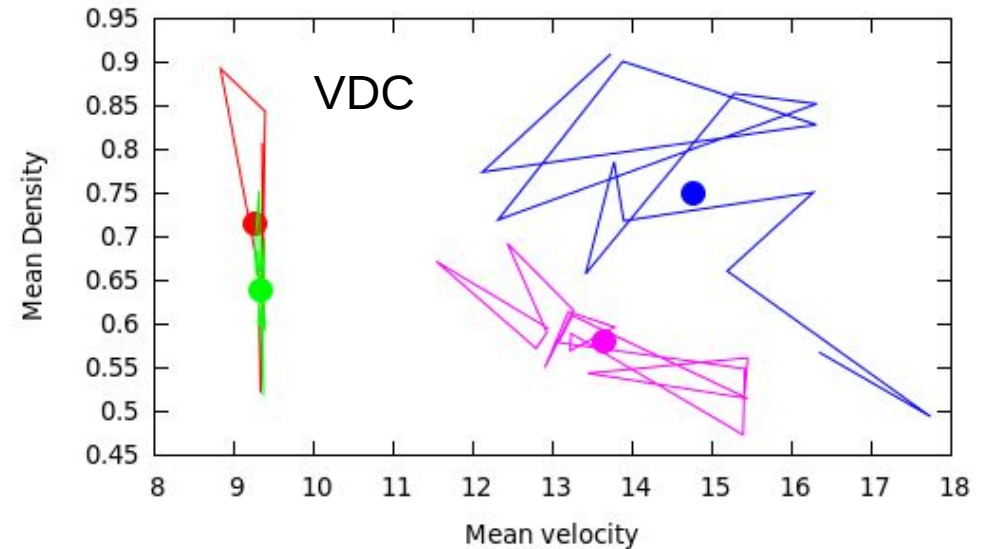
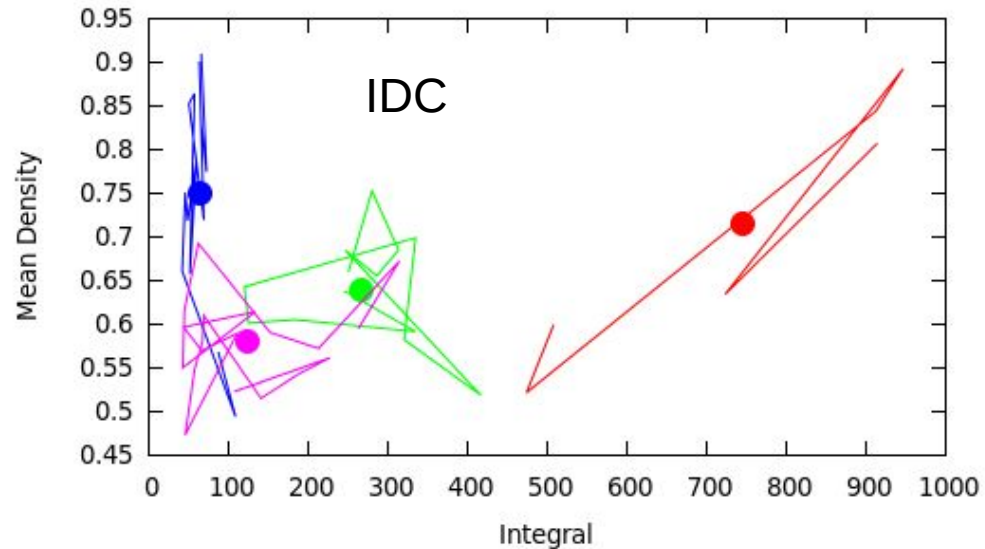
# Ожидаемые результаты измерений

- Уменьшение интегральной метрики вплоть до момента усталости (в связи с увеличением погружения между попытками)
- Кластеризация групп по коэффициентам IDC, VDC, VIC
- Уменьшение вероятности пропуска ворот в связи с увеличением погружения в течение одной попытки

# Результаты I: интегральная метрика и средняя плотность

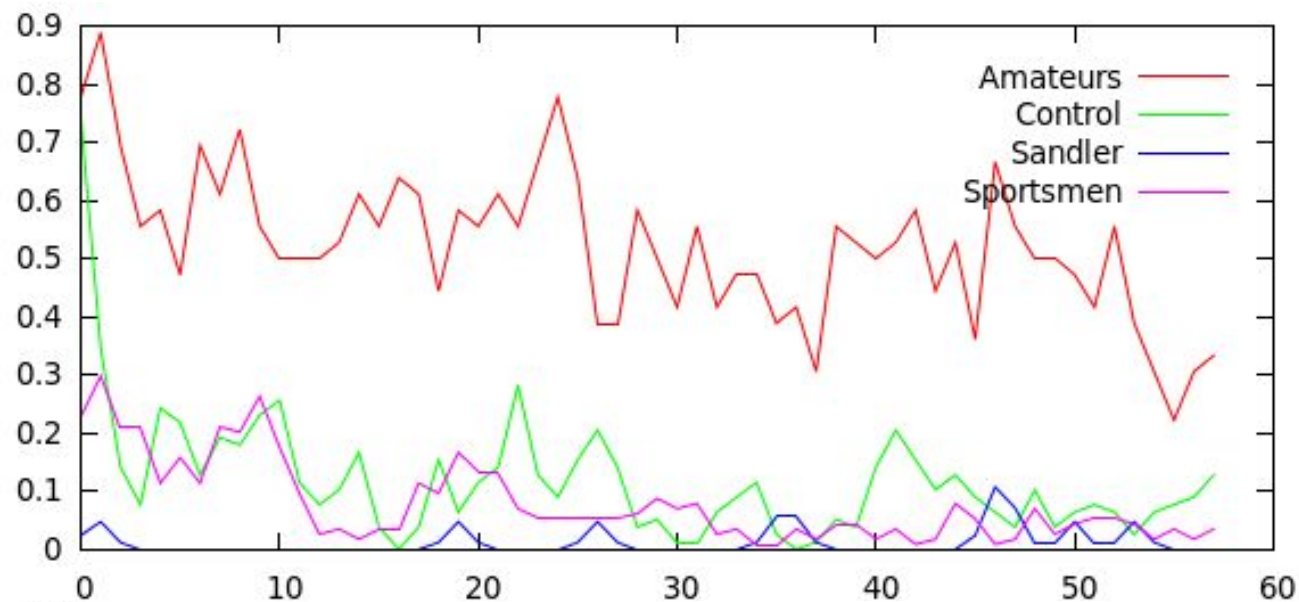


# Результаты II: коэффициенты IDC, VDC и VIC

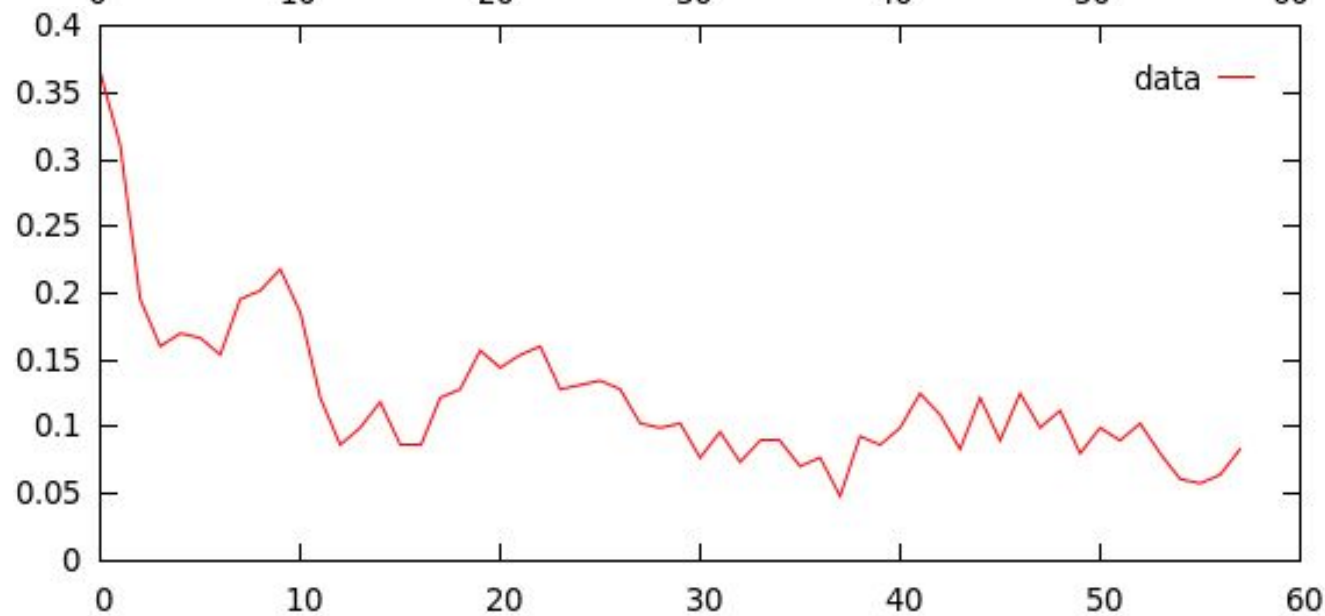


- Amateurs
- Amateurs mean
- Control
- Control mean
- Sandler
- Sandler mean
- Sportsmen
- Sportsmen mean

# Результаты III: вероятность пропуска ворот

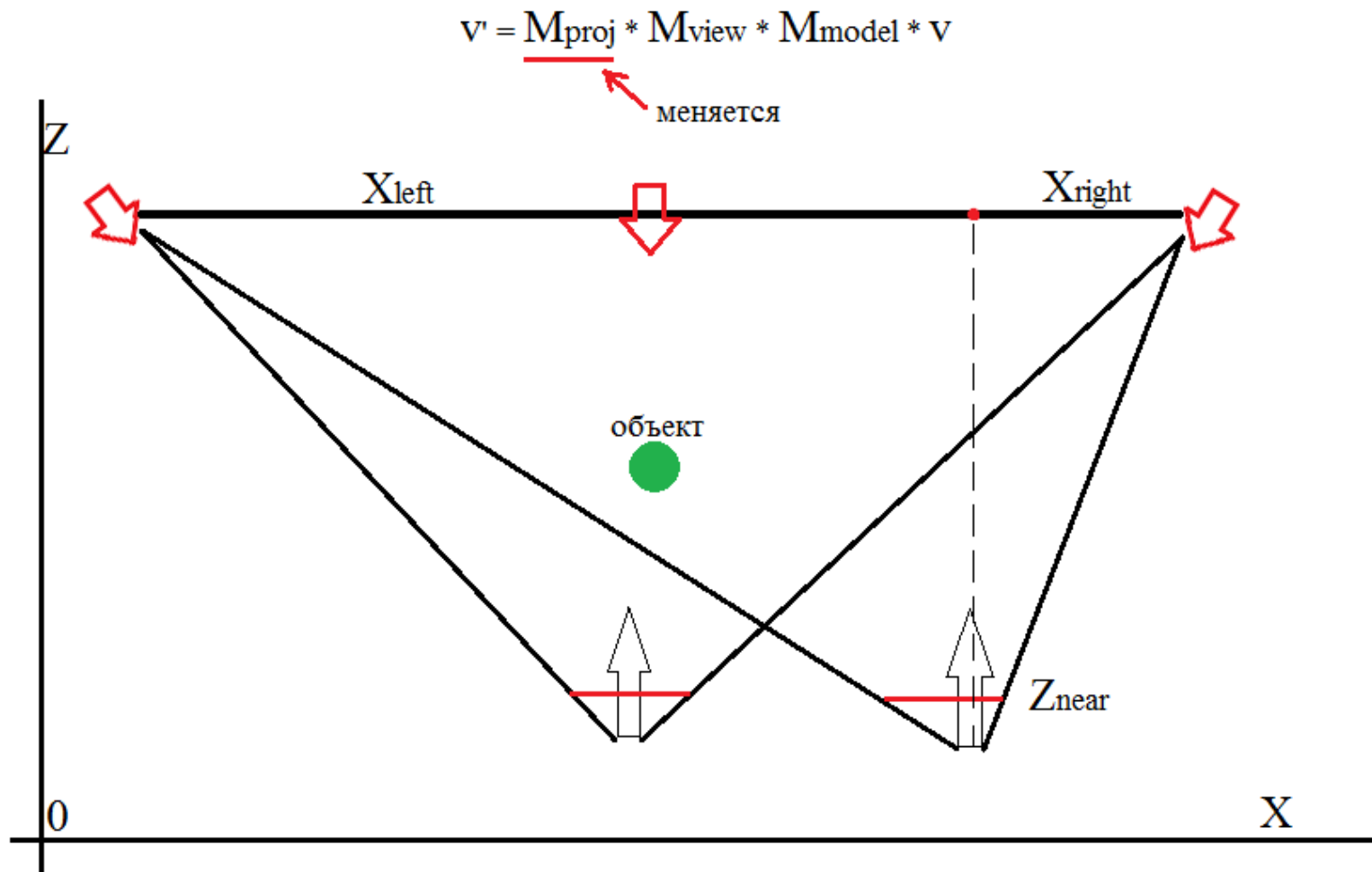


1) Четыре группы спортсменов по отдельности



2) Заезды всех групп вместе

# Принцип работы модуля совмещения объектов



# Демонстрация работы модуля



# Результаты работы

Все цели, поставленные в работе, достигнуты:

- Разработаны метрики оценки погружения в процесс тренировки на горнолыжном тренажёре МФТИ
- Разработано приложение TrackAnalyzer для анализа заездов, сделанные в ходе анализа выводы совпадают с ожидаемыми
- Разработан модуль бинокулярного интерфейса для совмещения объектов, результат продемонстрирован в приложении

Спасибо за внимание!

Ваши вопросы?