

# Автоматическая генерация фонда оценочных средств ЕГЭ по математике по теме "Стереометрия"

Суматохина Александра 4 курс Кафедра Теории функции и геометрии  
Научный руководитель: Авдеев Н.Н.

23 апреля 2024

Здравствуйте, меня зовут Суматохина Александра, я обучаюсь на 4 курсе, мой научный руководитель Семёнов Евгений Михайлович, научный консультант Авдеев Николай Николаевич. Тема моего доклада автоматическая генерация фонда оценочных средств ЕГЭ по математике по теме "Стереометрия".

## Существующие проблемы

Но за 10 и 11 класс при подготовке к ЕГЭ школьники сталкиваются с дефицитом заданий по определённым категориям. Так в конце 2021 года в список заданий ЕГЭ были добавлены новые задания под номером 11 по теме "графики функции", а в конце 2023 - задание номер 2 по теме "вектора", количество которых, для прорешивания было очень мало. А по теме "Производная и первообразная" банк заданий с невероятной скоростью.

Так как это преимущественно графические задания, решение их занимает менее минуты, а их составление вручную занимает несоразмерно много времени.

ЕГЭ является относительно неизменяемым экзаменом, поэтому все материалы, которые уже были выложены в открытый доступ имеют полные решения, что приводит к списыванию учениками.

При этом существуют задания с вспомогательным чертежом. Чаще всего для целого ряда заданий используется одна и та же иллюстрация, которая не всегда соответствует условиям задачи, а иногда отвлекают от решения. Проект «Час ЕГЭ» позволяет решить все эти проблемы.

## Проект «Час ЕГЭ»

«Час ЕГЭ» — компьютерный образовательный проект, разрабатываемый при математическом факультете ВГУ в рамках «OpenSource кластера» и предназначенный для помощи учащимся старших классов, учителями и репетиторами при подготовке к тестовой части единого государственного экзамена.

Задания в «Час ЕГЭ» генерируются случайным образом по специализированным алгоритмам, называемых шаблонами, каждый из которых охватывает множество вариантов соответствующей ему задачи.

## За этот год были достигнуты следующие пункты

- Полностью покрыт открытый банк заданий ФИПИ по темам:
  - Планиметрия - 26 шаблонов принято.
  - Вектора - 18 шаблонов (10 принято, 8 на ревью).

- Стереометрия - 56 шаблонов(7 принято, 49 на ревью).
- Теория вероятности - 10 шаблонов на ревью.
- Теория вероятности(повышенной сложности) - 11 шаблонов(1 принят 10 на ревью).
- В ядро добавлено несколько вспомогательных функций, которые позволят быстро разрабатывать новые шаблоны при добавлении новых прототипов в открытый банк заданий.
- Такие как функции для отрисовки:
  - Условных обозначений на чертежах, такие как штрих-метка
  - Углов, в отдельности прямых
  - Отрезков заданной длины под некоторым углом

## Проблема отрисовки многогранников в JavaScript

- Отсутствуют встроенные средства для изображения трёхмерных фигур
- На данный момент существует только одна подходящая библиотека `Three.js`, которая могла бы выполнить проецирование координат фигуры на плоскость с учётом положения наблюдателя.
- Возможности библиотеки во много раз превосходят требуемую функциональность
- Подобные ей проводят проецирование на плоскость с поворотом только вокруг осей  $OX$  и  $OZ$
- Ранне уже попытки написания функции проекций фигур. Но чертежи не соответствовали условиям задач.

С учётом самых современных технологий, встал закономерный вопрос, сможет ли нейросеть ChatGPT 3.5 сгенерировать код проектора. За несколько шагов удалось получить корректный, оптимизированный код.

## Сокращение кода и введение канонических координат

Стоит отметить, что задач по теме "Стереометрия" огромное множество. Поэтому одной из первостепенных задач было сократить код шаблонов и исключить вычислительные ошибки. Для этого были разработаны классы многогранников, которые содержат в себе длины рёбер, объем, площади оснований, а так же тернарную матрицу связности и канонические координаты вершин.

Матрица может содержать значения: 1, 0, либо специальное значение, указывающий на отображении ребра пунктиром.

Каноническим положением будем называть такое расположение многогранника, когда его высота, проходящая через центр масс его основания, совпадает с осью аппликата и начало координат делится пополам.

При таком расположении, начало координат можно расположить в центре иллюстрация. Тогда чертёж не будет смещён ни в одну из сторон.

Так написание шаблона было сведено к 5 пунктам.

## Этапы генерации

- Создание объекта нужного класса (фигуры)
- Преобразование канонических координат на двумерную плоскость при помощи функции `project3DTo2D`
- Масштабирование координат функцией `autoScale`
- Корректирование матрицы связей (добавление диагоналей или сечений)
- Отрисовка фигуры `drawFigure`

## Достижения

- Полностью покрыт открытый банк заданий ФИПИ по темам: параллелепипеды, призмы, кубы.
- Разработано 35 шаблонов
- Проведён эксперимент по написанию проектора из  $\mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^2$  с помощью ChatGPT 3.5 на языке программирования JavaScript.
- Написана функция отрисовки фигуры на основе её координат и матрицы связности вершин
- Написана функция автомасштабирования фигуры.

## Итоги

Как итог, могу сказать, что нейросети способны генерировать краткий, корректный и оптимизированный код с комментариями и тестами к нему. Что существенно увеличивает продуктивности программиста.