

# Применение нейронных сетей к проблемам генерации задач по планиметрии

Суматохина Александра 5 курс Кафедра Теории функции и геометрии

Научный руководитель: д.ф.-м.н., проф. Семенов Е.М.

Научный консультант: асп. Авдеев Н.Н

16 апреля 2025 г

Здравствуйте, меня зовут Суматохина Александра, я обучаюсь на 5 курсе, мой научный руководитель Семёнов Евгений Михайлович, научный консультант Авдеев Николай Николаевич. Тема моего доклада применение нейронных сетей к проблемам генерации задач по планиметрии".

## 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 приводят 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 в ЕГЭ профиле

- В разделе планиметрии разработано и принято 26 шаблонов

- По теме векторов написано 18 шаблонов, из которых 10 уже приняты, а 8 находятся на рецензировании
- В стереометрии разработан 61 шаблон, где 8 приняты и 53 проходят рецензирование
- По теории вероятности написано 10 шаблонов базового уровня (9 принято, 1 на рецензировании) и 11 шаблонов повышенной сложности уже приняты
- В разделе производной и первообразной 17 шаблонов находятся на рецензировании

### **В ЕГЭ Базе покрыты темы:**

- По планиметрии написано 60 шаблонов, находящихся на рецензировании
- По теории вероятности написано 11 шаблонов (2 принято, 9 на рецензировании)

### **По ОГЭ написаны:**

- По планиметрии написано 16 шаблонов по теме треугольники проходят рецензирование
- По теме графики функций написано 2 шаблона находятся на рецензировании

Важным техническим достижением стала разработка библиотеки `flatten-shape-geometry`, которая опубликована в NPM. Библиотека включает в себя несколько ключевых зависимостей: `@flatten-js/core`, `mathjs`, `radians-degrees` и `degrees-radians`.

В рамках библиотеки реализованы следующие классы:

- `ShapeWithConnectionMatrix`
- `Angle`
- `Triangle`
- `Square`
- `Rectangle`
- `Rhombus`
- `Parallelogram`
- `Trapezoid`

Библиотека содержит множество вспомогательных функций, включая:

- Поиск перпендикуляра из(ОТ?) точки к отрезку
- Сдвиг координат
- Нахождение центра описанной окружности
- Другие геометрические операции

Для класса `Circle` из `@flatten-js/core` были дополнительно разработаны методы:

- Получение точки на окружности по заданному углу
- Построение радиусов, диаметров и хорд
- Построение касательных из точки к окружности заданной длины

## 1. Устройство flatten-shape-geometry

Библиотека построена на основе иерархической структуры классов, где базовыми элементами являются Point, Vector, Line, Segment и Circle. На их основе построены более сложные геометрические объекты, такие как Polygon и его наследники. Особое место занимает класс ShapeWithConnectionMatrix (SWCM), который служит основой для создания сложных геометрических фигур.

## 2. Использование нейросетей

В процессе разработки мы успешно применяли нейросети для генерации кода. Например, был успешно реализован проектор 2D в 3D без использования сторонних библиотек. При тестировании класса Triangle с помощью DeepSeek R1 были выявлены как успешные результаты, так и области, требующие доработки:

### Тестирование инициализации Треугольника

- Успешно протестирована инициализация треугольника с координатами  $A(0,0)$ ,  $B(4,0)$ ,  $C(0,3)$
- Выявлены неточности при работе с углами в треугольнике с координатами  $A(0,0)$ ,  $B(4,4)$ ,  $C(5,0)$ . При этом с остальными тестами справляется.

### Тестирование метода построения касательных

При тестировании метода Circle.tangentsFromPoint с помощью DeepSeek R1 для окружности с центром в точке  $(0,0)$ , радиусом 5 и точкой  $(10, 0)$  были выявлены следующие проблемы:

- Некорректный расчет координат точек касания (ожидаемые значения  $x$ :  $\pm 3.5355$ , полученные:  $\pm 4.3301$ )
- Неточности в вычислении  $y$ -координат точек касания (ожидаемые значения:  $3.5355$ , полученные:  $2.5$ )
- Проблемы с длинами касательных отрезков

## Итоги

Как итог, можно сделать следующие выводы:

- Нейросети способны генерировать простейшие тесты без уточнений
- При усложнении задачи качество тестов существенно падает
- Нейросети не могут полностью заменить программиста в написании тестов
- Требуется экспертная оценка и доработка сгенерированных тестов человеком