

Автоматическая генерация фонда оценочных средств ЕГЭ по математике по теме «Стереометрия»

Докладчик: Суматохина А.С.

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

Научный консультант: асп. Авдеев Н.Н

23 апреля 2024 г.

Воронеж, ВГУ

Существующие проблемы

- ▶ Дефицит заданий для подготовки
- ▶ При появлении новых заданий в экзамене — дефицит материалов увеличивается в разы
- ▶ Списывание ответов учениками
- ▶ Несоответствие чертежей с условиями задачи

Проект «Час ЕГЭ»

«Час ЕГЭ» — компьютерный образовательный проект, разрабатываемый с 2013 года при математическом факультете ВГУ в рамках «OpenSource кластера» и предназначенный для помощи учащимся старших классов подготовиться к тестовой части единого государственного экзамена

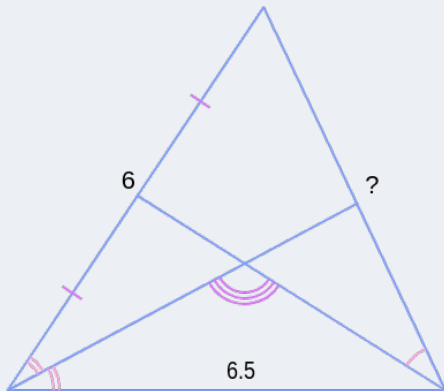
Достижения

- ▶ Полностью покрыт банк заданий ФИПИ по теме «Планиметрия»

В ядро добавлены функции для отрисовки:

- ▶ Условных обозначений на чертежах, такие как штрих-метка
- ▶ Углов, в отдельности прямых
- ▶ Обозначений для равных углов
- ▶ Отрезков заданной длины под некоторым углом

- ▶ Строк на середине отрезка



Введение элементов декларативного программирования

Определение. Декларативное программирование — парадигма программирования, в которой задается спецификация решения задачи, то есть описывается конечный результат, а не способ его достижения.

Введение элементов декларативного программирования

- ▶ Разработано окружение `retryWhileUndefined` для шаблонов, которое бы перезапускает их не более `maxIterations` раз, если одно из условий не удовлетворено.
- ▶ Разработано более совершенное окружение `retryWhileError`, которое не только могло бы ограничивать количество перезапусков, но и фиксировать, какие проверки не были пройдены и выводить их на экран

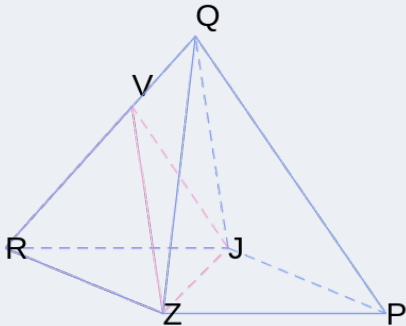
Проблема отрисовки многогранников в JavaScript

- ▶ Отсутствуют встроенные средства для изображения трёхмерных фигур
- ▶ На данный момент существует только одна подходящая библиотека `Three.js`, которая могла бы выполнить поставленные задачи
- ▶ При для создания любого объекта необходима не только камера, но и сцена, рендеринг и материал фигуры, что значительно замедляет работу проекта
- ▶ Другие подобные ей проводят проецирование на плоскость с поворотом только вокруг осей OX и OZ

Примеры генерации задач №3

Объём правильной четырёхугольной пирамиды $QRJPZ$ равен 160. Точка V – середина ребра QR . Найдите объём треугольной пирамиды $VRJZ$.

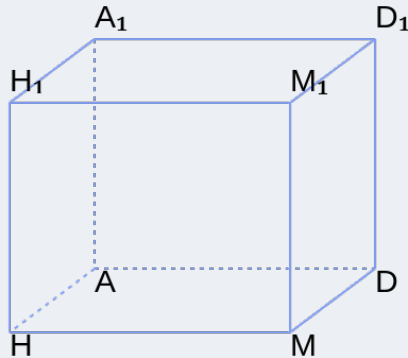
Ответ: 40



Примеры генерации задач №3

В прямоугольном параллелепипеде известны длины рёбер: $HA = 9$, $HM = 3$, $HH_1 = 14$. Найдите косинус угла между прямыми H_1M_1 и HD .
Ответ умножьте на $\sqrt{10}$.

Ответ: 1



Генерация проектора при помощи ChatGPT

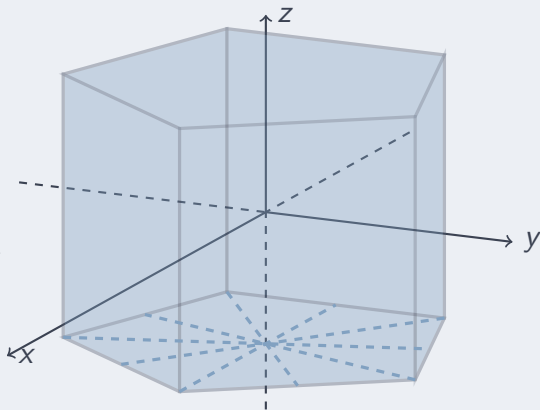
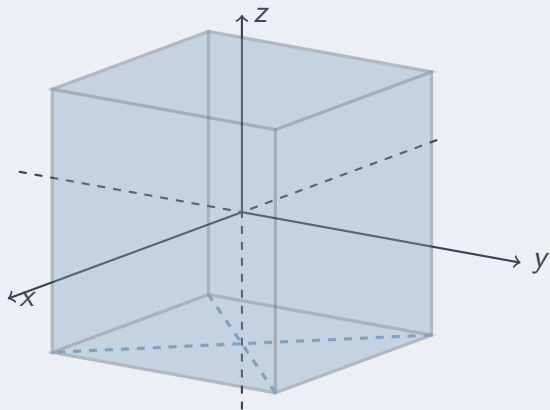
write a 2D to 3D projector in JS without using libraries. input: point = {x,y,z}, camera= {x,y,z, angleX, angleY, angleZ, scale}

```
function project2Dto3D(point, camera) { ...  
return { x: translatedX, y: translatedY, z: translatedZ };
```

shorten function project2Dto3D

```
function project2Dto3D(point, camera) { ...  
return { x: rx + cx, y: ry + cy, z: rz + cz };
```

Канонические координаты фигуры

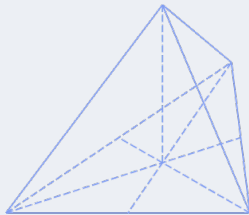


Этапы генерации

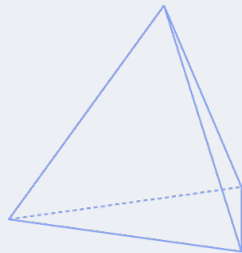
- ▶ Создание объекта нужного класса (фигуры)
- ▶ Преобразование канонических координат на двумерную плоскость при помощи функции `project3DTo2D`
- ▶ Масштабирование координат функцией `autoScale`
- ▶ Корректирование матрицы связности (добавление диагоналей или сечений)
- ▶ Отрисовка фигуры `drawFigure`

Примеры генерации задач №3

Во сколько раз
увеличится
объём
правильного
тетраэдра, если
его высота
увеличится в 6
раз?

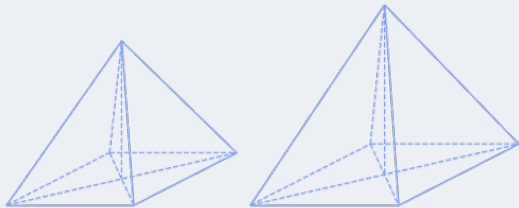


Во сколько раз
увеличится
ребро
правильного
тетраэдра, если
его полная
площадь
поверхности
увеличить в 441
раз?

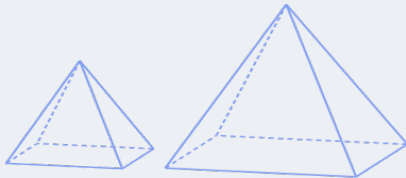


Примеры генерации задач №3

Даны две правильные четырёхугольные пирамиды. Сторона основания первой пирамиды составляет 7. У второй пирамиды площадь боковой поверхности в 18 раз больше, а высота в 3 раза больше, чем у первой. Найдите сторону основания второй пирамиды.



Даны две правильные четырёхугольные пирамиды. Сторона основания первой пирамиды составляет 50. У второй пирамиды высота в 1.13 раза больше, а площадь боковой поверхности в 1.6837 раза больше, чем у первой. Найдите сторону основания второй пирамиды.



Достижения

- ▶ Полностью покрыт открытый банк заданий ФИПИ по теме «Стереометрия»
- ▶ 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







За этот год был полностью покрыт открытый банк заданий ФИПИ по темам:

- ▶ Планиметрия — 26 шаблонов принято.
- ▶ Вектора — 18 шаблонов (10 принято, 8 на внутреннем рецензировании).
- ▶ Стереометрия — 56 шаблонов (7 принято, 49 на внутреннем рецензировании).
- ▶ Теория вероятности — 10 шаблонов на внутреннем рецензировании.
- ▶ Теория вероятности (повышенной сложности) — 11 шаблонов (1 принят 10 на внутреннем рецензировании).

Итоги

- ▶ В ядро проекта добавлены функции, упрощающие написание шаблонов по темам «Планиметрия» и «Стереометрия».
- ▶ Класс многогранников.
- ▶ Линейный проектор из $\mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^2$.
- ▶ Сокращён технический долг проекта
- ▶ Поставлена цели в будущем добавить в проект класс плоских геометрических фигур и использовать в заданиях по теме «Планиметрия» динамические изображения

Список используемых источников

-  Открытый банк задач ЕГЭ по математике. Профильный уровень. – URL: <https://prof.mathege.ru/>
-  Федеральный институт педагогических измерений. – URL: <https://fipi.ru/ege/otkrytyy-bank-zadaniy-ege>
-  Единый государственный экзамен. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Единый_государственный_экзамен
-  Решу ЕГЭ - Сдам ГИА. – URL: <https://ege.sdamgia.ru/problem?id=27074>
-  Тренажёр "Час ЕГЭ". – URL: <https://math.vsu.ru/chas-ege/doc/index.html>
-  Зюзьков В. М. Математическое введение в декларативное программирование: учебное пособие. — Томск: ТГУ, 2003. — 83 с.

Спасибо за внимание

Все добавленные в проект задания можно сгенерировать по ссылке



<https://math.vsu.ru/chas-ege/sh/katalog.html>