

УДК 514.182.7

ИНСТРУМЕНТЫ САМОПРОВЕРКИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Е.В. Конопацкий, д-р техн. наук, доцент,

В.А. Тюрина, канд. техн. наук, доцент,

М.В. Лагунова, д-р пед. наук, профессор,

А.В. Назаровская, канд. техн. наук, доцент

*Нижегородский государственный архитектурно-
строительный университет,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

Ключевые слова: начертательная геометрия, расчётно-графическая работа, самопроверка, точки схода, следы плоскости.

Аннотация. В статье на примере определения точек схода следов плоскости представлен подход к обучению геометро-графическим дисциплинам, основанный на решении графическим, компьютерным и аналитическим методами одних и тех же заданий при выполнении расчётно-графической работы по дисциплине «Начертательная геометрия и компьютерная графика».

В процессе решения как позиционных, так и метрических задач начертательной геометрии важным аспектом является самоконтроль полученных результатов, который студент может осуществить самостоятельно без помощи преподавателя. В качестве одного из инструментов самопроверки правильности полученного решения служит решение задачи другим способом, например, не графическим, а аналитическим. Такой подход является логичным, учитывая слабую геометро-графическую подготовку абитуриентов, одной из первопричин которой является значительный перекоп школьной программы в сторону изучения алгебры по сравнению с геометрией.

Рассмотрим один из примеров использования элементарных вычислений для самопроверки решения задачи построения следов прямых и плоскости в трёх проекциях при выполнении расчётно-графической работы по дисциплине «Начертательная геометрия и компьютерная графика» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство».

Задание студенты выполняют по вариантам. В качестве примера они используют поэтапное решение расчётно-графической работы (рис. 1). В задание входит построение в трёх проекциях главных линий плоскости по вариантам, следов этих линий и следов плоскости.

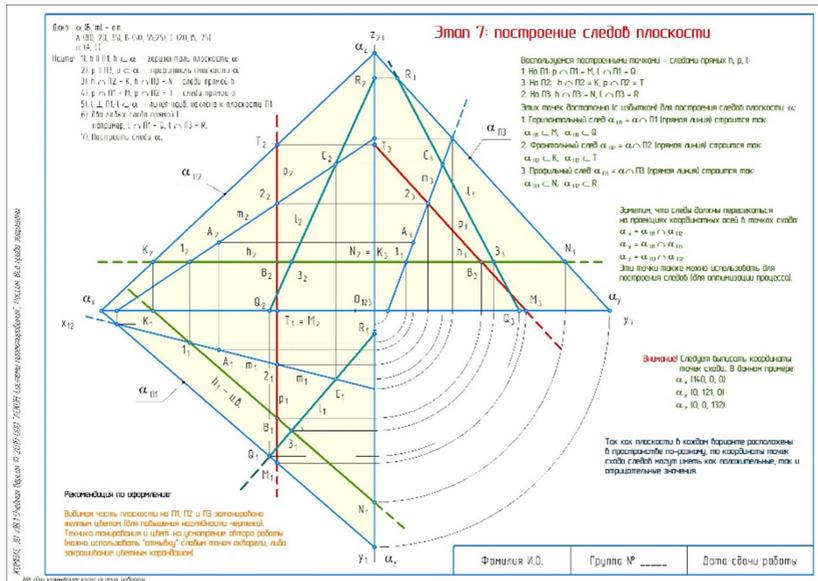


Рисунок 1. Пример последнего этапа решения расчётно-графической работы

На этапе построения следов прямых студенты могут графически определить их координаты и проверить свои результаты путём аналитических вычислений, поскольку координаты точек следов прямой легко определить из системы параметрических уравнений. Например, для определения координат горизонтального следа прямой AC получим:

$$\begin{cases} x = (x_A - x_C)t + x_C \\ y = (y_A - y_C)t + y_C \\ 0 = (z_A - z_C)t + z_C \end{cases} \Rightarrow t = \frac{z_C}{z_C - z_A} \Rightarrow \begin{cases} x = \frac{(x_A - x_C)z_C}{z_C - z_A} + x_C \\ y = \frac{(y_A - y_C)z_C}{z_C - z_A} + y_C \end{cases}$$

Аналогичным образом определяются координаты фронтального и профильного следов прямой AC . Этот же подход справедлив и для прямых частного положения.

После построения следов прямых студенты должны построить следы плоскости и графически определить координаты точек их схода. В качестве проверки им предложено аналитическое определение точек схода следов плоскости $\alpha(A, B, C)$, как точек пересечения координатных осей с плоскостью α . В результате использования V – теоремы точечного исчисления [1, 2], получены следующие выражения для определения координат точек схода плоскости α :

$$\alpha_x = \frac{\begin{vmatrix} x_A & y_A & z_A \\ x_B & y_B & z_B \\ x_C & y_C & z_C \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} y_A & z_A & 1 \\ y_B & z_B & 1 \\ y_C & z_C & 1 \end{vmatrix}}; \alpha_y = -\frac{\begin{vmatrix} x_A & y_A & z_A \\ x_B & y_B & z_B \\ x_C & y_C & z_C \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} x_A & z_A & 1 \\ x_B & z_B & 1 \\ x_C & z_C & 1 \end{vmatrix}}; \alpha_z = \frac{\begin{vmatrix} x_A & y_A & z_A \\ x_B & y_B & z_B \\ x_C & y_C & z_C \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} x_A & y_A & 1 \\ x_B & y_B & 1 \\ x_C & y_C & 1 \end{vmatrix}}.$$

Тогда, по сути, получим уравнение плоскости α в отрезках:

$$\frac{x}{\alpha_x} + \frac{y}{\alpha_y} + \frac{z}{\alpha_z} = 1.$$

Параллельно с дисциплиной «Начертательная геометрия» в инженерных ВУЗах студенты на первом курсе проходят дисциплину «Высшая математика», в рамках изучения которой знакомятся с основами линейной алгебры. Поэтому вычисление определителя 3-го порядка не должно вызывать у студентов больших сложностей. Тем более, что для их вычисления существует большое количество компьютерных программ, вплоть до использования онлайн ресурсов.

Кроме того, эта же задача решается студентами средствами компьютерного моделирования в Компас-3D для наглядного представления решения с последующим определением координат точек схода следов плоскости.

После выполнения графических и компьютерных построений, а также аналитических расчётов студенты составляют таблицу сравнения координат точек схода следов заданной плоскости α , полученных разными способами, с вычислением погрешности полученных решений, а также последующим поиском и анализом допущенных при этом ошибок. Такой подход позволяет студентам самостоятельно находить свои ошибки ещё на стадии выполнения расчётно-графической работы до сдачи на проверку преподавателю, учит анализировать полученные результаты и устанавливает взаимосвязь между графическими и аналитическими методами решения инженерных задач, что неоднократно пригодится студентам при выполнении курсовых проектов и выпускной-квалификационной работы.

Список литературы

1. **Балюба, И. Г.** Точечное исчисление: учебно-методическое пособие / И. Г. Балюба, Е. В. Конопацкий, А. И. Бумага. – Макеевка: Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, 2020. – 244 с.
2. **Конопацкий, Е. В.** Точечные инструменты геометрического моделирования, инвариантные относительно параллельного проецирования / Е. В. Конопацкий, А. А. Бездичный // Геометрия и графика, 2021. – Т. 9, № 4. – С. 11-21. – DOI: 10.12737/2308-4898-2022-9-4-11-21.