



Рисунок 6 – Твёрдотельная модель (оболочка) корпуса катера

### Список литературы

1. **Князьков, В. В.** Моделирование поверхности кузова автомобиля в SolidWorks с использованием технического рисунка / В. В. Князьков, П. В. Колчин, Э. М. Фазлулин // Известия МГТУ МАМИ. – 2013. – Т. 2, № 4 (18). – С. 400–404.
2. Инструкция и методические указания к РГР по дисциплине "Геометрическое моделирование" для студентов дневной формы обучения института транспортных систем по направлению 26.03.02 "Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры" / НГТУ им. Р. Е. Алексеева; сост.: В. В. Князьков. – Н. Новгород, 2018. – 16 с.
3. **Князьков, В. В.** SolidWorks. Проектирование судов: учеб. пособие / В. В. Князьков; НГТУ им. Р. Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2018. – 228 с.

УДК 514.18

## ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТОЧЕЧНОЙ ГЕОМЕТРИИ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС ДОННАСА

**Е. В. Конопацкий**, д-р техн. наук, профессор,

**А. И. Бумага**, канд. техн. наук, доцент,

**О. С. Воронова**, канд. техн. наук, доцент,

**А. А. Крысько**, канд. техн. наук, доцент,

**О. А. Чернышева**, канд. техн. наук, доцент

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,  
г. Макеевка, Донецкая Народная Республика*

Ключевые слова: точечное исчисление, конструирование пирамиды, точка выхода из плоскости, параллельный перенос, ДОННАСА.

В статье представлено описание внедрения элементов точечной геометрии в рамках дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» при подготовке бакалавров инженерных специальностей, которая включает выполнение задания по конструированию пирамиды графическими методами начертательной геометрии и аналитическими методами точечного исчисления с последующим сравнением полученных результатов.

На кафедре «Специализированные информационные технологии и системы» ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» (ДОННАСА), сформированной в 2014 г. на базе кафедры «Инженерная и компьютерная графика» академиком Балубой И. Г., был разработан и много лет успешно развивается математический аппарат «Точечное исчисление» (другое название БН-исчисление) [1–3]. Одним из направлений его развития является внедрение элементов точечного исчисления в учебный процесс подготовки бакалавров инженерных и, в первую очередь, строительных специальностей.

В рамках дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 08.03.01 «Строительство» и 20.03.01 «Техносферная безопасность», предусмотрена расчетно-графическая работа, которая называется «Конструирование пирамиды графическим и вычислительным способами» [4]. Это задание не является обязательным. Студенты выполняют его добровольно в рамках самостоятельной работы с целью повышения рейтинга своей успеваемости.

Задание заключается в построении проекций пирамиды  $KABC$ , высота которой составляет 80 мм. Основанием высоты пирамиды служит центр тяжести треугольника  $ABC$ , координаты точек которого выбираются в соответствии с вариантом задания. Задача сводится к определению вершины пирамиды  $K$ . Ее необходимо решить двумя способами. Основная идея такого взаимодействия заключается в том, что одну и ту же задачу студенты решают графическими методами начертательной геометрии и аналитическими методами точечного исчисления, а затем сравнивают полученные результаты. При этом, с одной стороны, студенты знакомятся как с графическими, так и точечными инструментами инженерной геометрии, с другой стороны, при сравнении результатов они часто находят свои ошибки, как в графическом, так и в аналитическом решении.

Графическая часть включает в себя построение задания по координатам точек основания пирамиды – треугольника  $ABC$  на эпюре Монжа, определение центра тяжести  $T$  треугольника  $ABC$ , построение через точку  $T$  перпендикуляра к основанию пирамиды, определение на этом перпендикуляре точки  $K$  с использованием натуральной величины отрезка  $TK = 80$  мм. Также необходимо установить видимость ребер пирамиды  $KABC$  с помощью конкурирующих точек. Пример выполнения графической части задания представлен на рисунке 1.

Решение этой же задачи в точечном исчислении сводится к последовательному выполнению следующего вычислительного алгоритма:

1. Определение координат центра тяжести треугольника  $ABC$  [1]:

$$T = \frac{A+B+C}{3} \Rightarrow \begin{cases} x_T = \frac{1}{3}(x_A + x_B + x_C) \\ y_T = \frac{1}{3}(y_A + y_B + y_C) \\ z_T = \frac{1}{3}(z_A + z_B + z_C) \end{cases}$$

|   | x   | y   | z    |
|---|-----|-----|------|
| A | 110 | 50  | 60   |
| B | 70  | 65  | 5    |
| C | 10  | 25  | 25   |
| K | 38  | 108 | 67,5 |

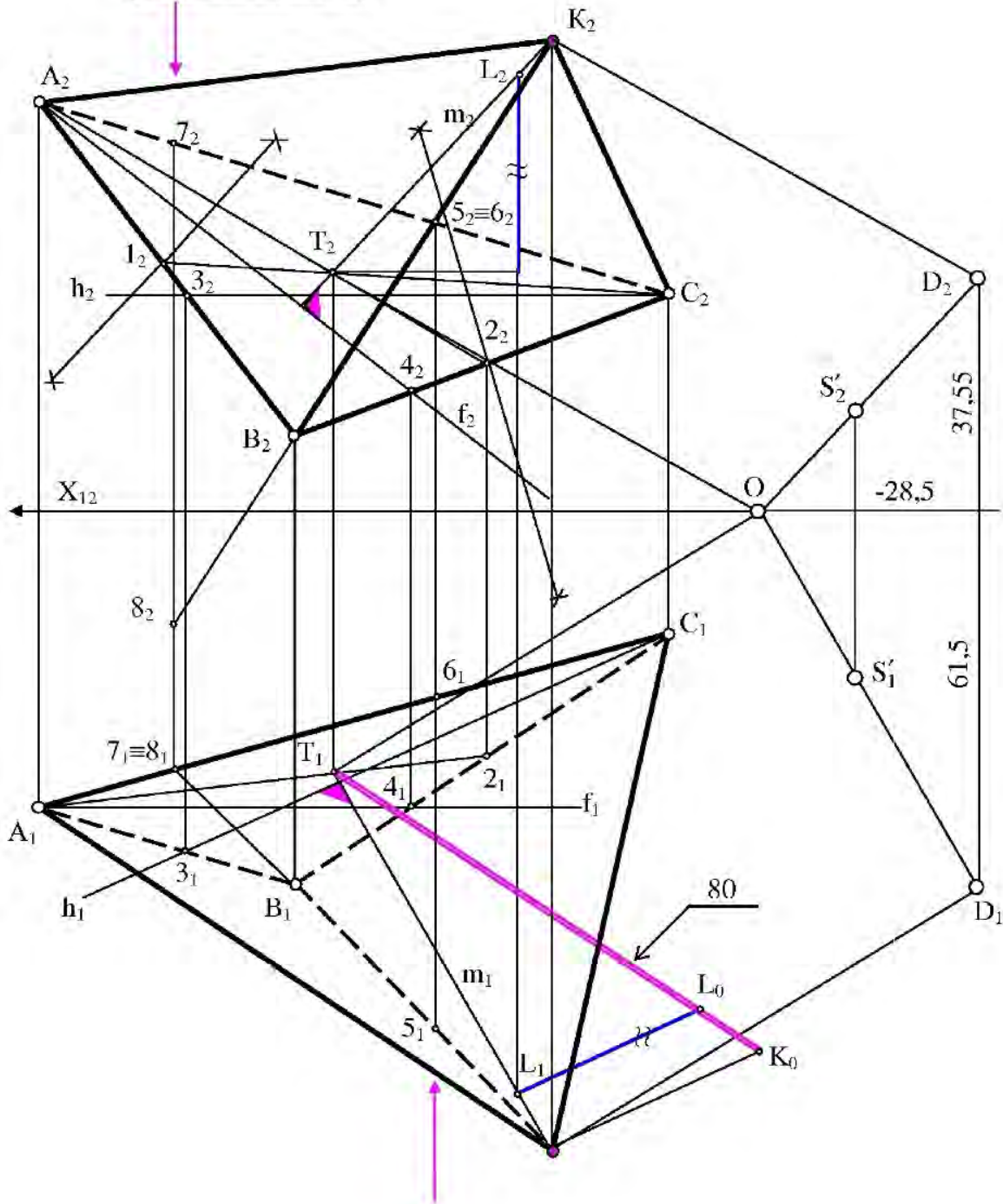


Рисунок 1 – Графическая часть решения задачи конструирования пирамиды

2. Расчет координат точки выхода  $S$  из плоскости  $ABC$ , что является аналогом векторного произведения векторов в точечном исчислении [1]:

$$x_S = \frac{1}{2} \begin{vmatrix} y_A & z_A & 1 \\ y_B & z_B & 1 \\ y_C & z_C & 1 \end{vmatrix}, \quad y_S = \frac{1}{2} \begin{vmatrix} z_A & x_A & 1 \\ z_B & x_B & 1 \\ z_C & x_C & 1 \end{vmatrix}, \quad z_S = \frac{1}{2} \begin{vmatrix} x_A & y_A & 1 \\ x_B & y_B & 1 \\ x_C & y_C & 1 \end{vmatrix}.$$

3. Определение координат точки  $D$  из условия, что высота пирамиды равна 80 мм:

$$D = \pm \frac{d}{\sqrt{x_S^2 + y_S^2 + z_S^2}} S \Rightarrow \begin{cases} x_D = \pm \frac{80}{\sqrt{x_S^2 + y_S^2 + z_S^2}} x_S \\ y_D = \pm \frac{80}{\sqrt{x_S^2 + y_S^2 + z_S^2}} y_S \\ z_D = \pm \frac{80}{\sqrt{x_S^2 + y_S^2 + z_S^2}} z_S \end{cases}$$

4. Определяем координаты вершины пирамиды  $K$  с помощью точечной формулы параллельного переноса [1]:

$$K = T + D - O \Rightarrow \begin{cases} x_K = x_T + x_D \\ y_K = y_T + y_D \\ z_K = z_T + z_D \end{cases}$$

Для сравнения графического и аналитического решений точки  $S$  и  $D$  наносятся на чертеж. Чтобы решение было получено в пределах чертежа, координаты точки  $S$  уменьшают в 100 раз. В результате на чертеже должны получиться проекции параллелограмма  $KTOD$  (рисунок 1).

Следует отметить, что задача имеет два решения, поскольку точку  $K$  на перпендикуляре к центру тяжести можно определить как выше плоскости  $ABC$ , так и ниже ее. Чтобы согласовать графическое и аналитическое решения, из двух знаков, при определении координат точки  $D$ , нужно выбрать один.

На наш взгляд выполнение подобных заданий помогает студенту найти понимание и взаимосвязь между вычислительными методами и графическими в том, что они не противоречат, а дополняют друг друга. Такой подход многократно пригодится студентам в дальнейшем при выполнении курсовых и дипломных проектов.

## 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. **Балюба, И. Г.** Точечное исчисление. Историческая справка и основополагающие определения / И. Г. Балюба, Е. В. Конопацкий // Физико-техническая информатика (СРТ2020): Материалы 8-й Международной конференции, Пущино, Московская обл., 09–13 ноября 2020 года. – Нижний Новгород : Автономная некоммерческая организация в области информационных технологий "Научно-исследовательский центр физико-технической информатики", 2020. – С. 321–327.

3. Введение в математический аппарат БН-исчисления / А. И. Бумага [и др.] // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации. – 2017. – Т. 1. – С. 76–82.
4. Методические указания для самостоятельной работы по теме: «Конструирование пирамиды графическим и вычислительным способами» по дисциплине «Инженерная и компьютерная графика» для студентов направлений подготовки 08.03.01 «Строительство», 20.03.01 «Техносферная безопасность» / ГОУ ВПО «ДОННАСА»; составители: И. Г. Балюба [и др.]. – Макеевка, 2020. – 14 с.

УДК 378.147

## **СКВОЗНЫЕ УЧЕБНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

**Л. Н. Косяк**, старший преподаватель,  
**Е. З. Зевелева**, канд. техн. наук, доцент,  
**А. П. Андрукович**, магистрант

*Полоцкий государственный университет, г. Новополоцк,  
Республика Беларусь*

Ключевые слова: технология обучения, инженерное образование, образовательные комплексы.

В статье рассматриваются вопросы поэтапного обучения специальным вопросам с использованием сквозных образовательных комплексов.

В виду незначительной по объему школьной подготовки по черчению у студентов первых курсов возникает много вопросов по специальным разделам, таким как назначение и нанесение на чертеж размеров, требований шероховатости, отклонений формы, расположения поверхностей и прочие. Разработан электронный вариант сквозного учебно-образовательного комплекса для ряда технических специальностей, получающих образование в учреждения образования «Полоцкий государственный университет».

На механико-технологическом факультете идет подготовка по таким специальностям, как 1-36 01 01 «Технология машиностроения», 1-37 01 06 «Технологическая эксплуатация автомобилей», 1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий», 1-36 07 01 «Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов», 1-70 05 01 «Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ», магистров по специальности 1-36 08 04 «Обработка конструкционных материалов в машиностроении», 1-36 08 03 «Машиностроение, машиноведение»; аспирантов по специальности 05 02 08 «Технология машиностроения» и 05 02 07 «Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки» и другим.