

## РЕАЛИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ПРОЕЦИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Дисциплина «Начертательная геометрия», несомненно, является фундаментом инженерного образования. Она не только представляет собой теорию изображений и построения чертежей, но и составляет теоретическую основу для геометрического моделирования и компьютерной графики.

В основе начертательной геометрии лежит метод проекций и реализация соответствующих геометрических аппаратов проецирования. Выделяют центральное проецирование и параллельное проецирование (косоугольное и ортогональное). Все перечисленные аппараты реализуются также и в современных системах автоматизированного проектирования (САПР). Рассмотрим их особенности на примере среды AutoCAD.

Системы 2D-моделирования подразумевают построение чертежей на плоскости, заданной осями X и Y, т. е. подчиняются правилам ортогонального проецирования.

В системах 3D-моделирования трехмерная модель отображается на экране монитора в общем случае, как произвольная параллельная проекция (аксонометрия). Отображение стандартных видов осуществляется на соответствующей панели и включает ортогональные и стандартные изометрические проекции. Для автоматического извлечения ортогональных проекций из 3D-модели используют команды Т-ВИД и Т-РИСОВАНИЕ [1]. Таким образом, реализуется прямая задача начертательной геометрии – построение проекций геометрического образа на плоскости (экране монитора) по пространственному оригиналу (3D-модели).

В некоторых случаях для наглядности изображения 3D-модели необходимо построить прямоугольную диметрию, которая не входит в перечень стандартных видов в AutoCAD.

Известно, что благодаря единству методов построения аксонометрических и ортогональных проекций существуют методики построения аксонометрических проекций непосредственно по ортогональным проекциям, основанные на методах преобразовании комплексного чертежа. При этом коэффициенты искажений по осям полученных аксонометрических изображений находятся в аналитической зависимости от величины углов поворота  $\alpha$  и  $\beta$  [2, 3]:

$$\begin{aligned} K_x &= \frac{L_1}{L} = \sqrt{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha \cdot \cos^2 \beta}; \\ K_y &= \frac{B_1}{B} = \sqrt{\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \beta}; \\ K_z &= \frac{H_1}{H} = \sin \beta. \end{aligned} \quad (1)$$

где  $K_x$ ,  $K_y$ ,  $K_z$  – коэффициенты искажения произвольной аксонометрической проекции по осям X, Y, Z соответственно.

Используя данные зависимости, можно строить аксонометрические проекции с любой комбинацией коэффициентов искажения по координатным осям.

Для прямоугольной диметрии из данных соотношений углы будут равны –  $\alpha = 69^\circ 11'$  и  $\beta = 70^\circ 05'$ .

На рисунке 1 представлен пример построения стандартного аксонометрического изображения (прямоугольная диметрия) детали методом плоскопараллельного перемещения.

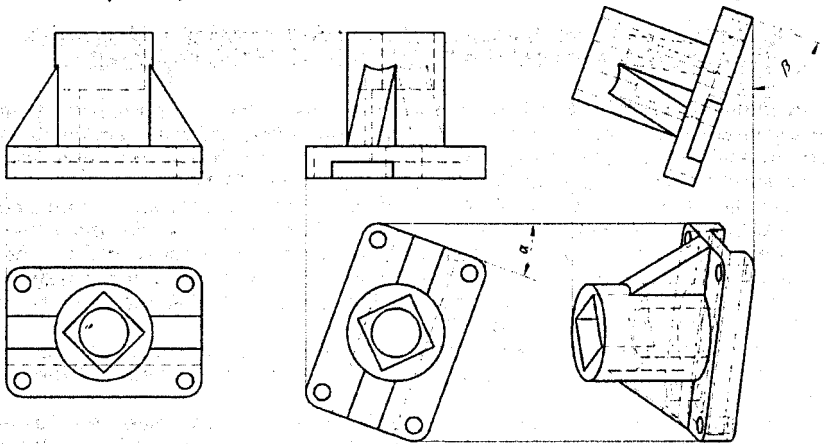


Рисунок 1 – Преобразование чертежа способом плоскопараллельного перемещения

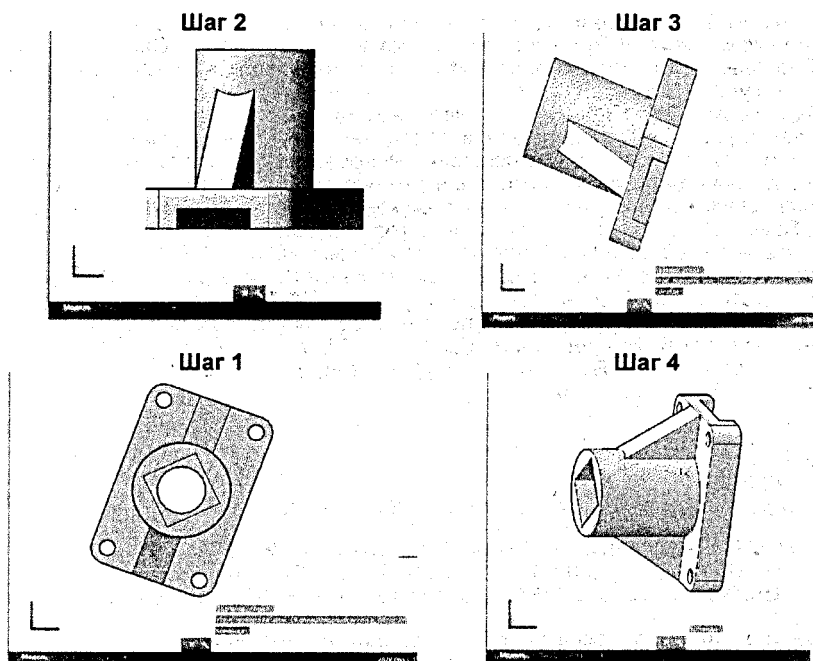
Рассмотрим реализацию данного геометрического аппарата плоскопараллельного перемещения в AutoCAD (см. рисунок 2):

- устанавливаем стандартный вид 3D-модели «Сверху»;
- используя команду «Повернуть», поворачиваем 3D-модель на угол  $\alpha$ ;
- переключаем текущий вид на стандартный вид «Спереди»;
- поворачиваем модель на угол  $\beta$ ;
- возвращаемся к стандартному виду «Сверху»;
- для того чтобы ось Z была направлена вверх, поворачиваем 3D-модель на  $90^\circ$ .

Кроме того, изометрические проекции в AutoCAD можно получать не только как стандартные виды трехмерного объекта, но и в виде 2D-чертежа. Особенно актуально это при построении аксонометрических схем инженерных сетей. В этом случае изометрическое проектирование осуществляется посредством команды ИЗООПТО, которая позволяет осуществлять моделирование изометрического вида 3D-объекта путем выравнивания объектов по трем основным изометрическим осям. Построение изометрических окружностей, дуг и сопряжений осуществляется посредством параметра «Изокруг» команды ЭЛЛИПС.

При построении наглядных изображений различных архитектурных сооружений применяют центральное (коническое) проецирование, которое в AutoCAD реализуется посредством команды КАМЕРА, устанавливающей камеру и положение цели для создания и сохранения 3D-вида объектов в перспективе.

При этом, варьируя элементы аппарата перспективных проекций, которые определяют свойства камеры, можно исследовать наглядность полученного изображения. Кроме того, изменяя положение точки зрения относительно неподвижной геометрической системы, можно получить линейную перспективу с тремя точками схода параллельных прямых [4].



*Рисунок 2 – Реализация геометрического аппарата плоскопараллельного перемещения в AutoCAD*

Также интерес представляет моделирование инженерных задач, традиционно решаемых в проекциях с числовыми отметками (ортогональные проекции на одну плоскость). Так, моделированию задачи по определению «границ земляных работ» сопряжено с необходимостью создания сложных топографических поверхностей, а также поверхностей одинакового ската для криволинейных участков дорог, представляющих собой линейчатые поверхности, огибающие семейства прямых круговых конусов, вершины которых лежат на некоторой пространственной кривой. Для создания таких сложных 3D-моделей необходимо использование в процессе моделирования геометрического аппарата проекций с числовыми отметками.

Таким образом, получение наглядных изображений в САПР является результатом реализации соответствующих геометрических аппаратов, применение которых с развитием информационных технологий приобретает все большую значимость. Для эффективного использования различных графических сред, решения сложных конструкторских задач необходимо опираться на теоретическую базу, которую предоставляет начертательная геометрия.

#### **Список цитированных источников**

1. Якубовская, О.А. Методические указания к выполнению лабораторной работы по начертательной геометрии на тему «Моделирование задачи на пересечение поверхностей» для студентов технических специальностей // О.А. Якубовская, З.Н. Уласевич, В.П. Уласевич, Н.Н. Шалобыта. – Брест, из-во БрГТУ, 2013. – 25 с.

2. Купин, И.В. Построение аксонометрии преобразованием ортогональных проекций / И.В. Купин // Применение программных продуктов КОМПАС в высшем образовании: сб. материалов I Междунар. науч.-метод. конф. / Тульский гос. ун-т. – Тула, 2005. – С. 49–52.

3. Якубовская, О.А. Применение аналитических решений и построение пространственных моделей при решении задач начертательной геометрии / О.А. Якубовская, З.Н. Уласевич, В.П. Уласевич // Инновационные технологии преподавания и изучения графических дисциплин технических специальностей: материалы III Республиканской научно-практической конференции молодых ученых и студентов, Брест, 11–12 ноября 2010 г. / Брест. гос. техн. ун-т; редкол.: Базенков Т.Н. [и др.]; под ред. Шабека Л.С. и Зеленого П.В. – Брест, 2010. – С. 8–11.

4. Якубовская, О.А. Роль и место геометрического моделирования в инженерной подготовке / В.П. Уласевич, З.Н. Уласевич // Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы: материалы Международной научно-практической конференции, Брест, 21–22 марта 2013 г. / Брест. гос. техн. ун-т; редкол.: Т.Н. Базенков [и др.]; под ред. Л.С. Шабека и К.А. Вольхина–Брест, 2013. – С. 107–110.

УДК 546:614:87

*Кравчук Д. И.*

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Басов С. В.*

#### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СВИНЦОМ ТЕРРИТОРИЙ, ГРАНИЧАЩИХ С ЗАВОДОМ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ В СЭЗ «БРЕСТ», ПРИ ВВЕДЕНИИ ЕГО В ЭКСПЛУАТАЦИЮ**

Известно, что в процессе своей деятельности человек неизбежно воздействует на окружающую среду с нежелательными последствиями, т. е. в сфере взаимосвязи «человек–окружающая среда» всегда таятся неизбежные конфликты и множество экологических проблем [1].

В декабре 2017 года на промышленной площадке, расположенной в районе «Аэропорта», СЭЗ «Брест», Брестский район, начато строительство объекта: «Аккумуляторный завод общества с ограниченной ответственностью «АйПауэр» с собственной котельной на природном газе» (далее завод АКБ).

Строительство завода АКБ осуществляется в 3 800 метрах восточнее города Бреста на земельном участке в непосредственной близости от жилой застройки деревень Хабы, Бульково, Тельмы-1, Тельмы-2, Щебрин, а также застройки усадебного типа пригорода Бреста – Стимово.

Очевидно, что данный объект является потенциально опасным в части воздействия на окружающую среду и здоровье человека, так как в его деятельности будут использоваться свинец и его соединения в промышленных масштабах.

Как указано в Заключении №759/2017 государственной экологической экспертизы по данному объекту «для производства аккумуляторных батарей на заводе организуется литейное производство из свинца и его сплавов, прокат свинцовых сплавов, элементы химического производства с использованием свинца, серной кислоты и электролиза водных растворов серной кислоты, сборочные операции, в которых в том числе применяется пайка расплавленным свинцом». При этом СМИ убеждают общественность, что завод – обыкновенное сборочное производство, вред от которого для человека и окружающей среды незначителен.

Серьезные сомнения по поводу объективности, достоверности и профессионализма исполнителей вызывает информация, предоставленная для общественного обсуждения, относящаяся к оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) планируемой хозяйственной деятельности завода АКБ, разработанная ООО «Экология-сервис», г. Минск.