

УДК 721.02.23

## АНАЛИЗ ЗАКОНОВ ПРОЕКЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ

Браилов А.Ю., д.т.н.

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры  
(Украина)*

***В настоящей работе обоснована необходимость выполнения анализа законов проекционных связей. Выявлена основная проблема и определены первостепенные задачи. Сформулированы требования к синтезу общего закона проекционных связей.***

***Ключевые слова: закон, геометрическая модель, проекционная связь, комплексный чертеж, изделие.***

***Постановка проблемы.*** Для эффективного изучения дисциплины "Инженерная графика" и решения постоянно усложняющихся инженерных геометрических задач необходимо синтезировать обобщенный закон проекционных связей.

В инженерной геометрии комплексный двухмерный чертеж образа формируется методом ортогонального проецирования на три взаимно перпендикулярные плоскости с последующим совмещением горизонтальной и профильной плоскости с фронтальной плоскостью проекций. Таким образом, комплексный чертеж геометрического образа состоит из его фронтальной, горизонтальной и профильной проекций [1–9]. Совмещение горизонтальной и профильной плоскостей проекций с фронтальной плоскостью осуществляется поворотом этих плоскостей вокруг осей, расположенных между поворачиваемыми плоскостями и неподвижной фронтальной плоскостью.

*Проекция* исходной (исследуемой, изучаемой) точки трехмерного объекта (предмета, изделия) является и изображается на комплексном чертеже *точкой* [2, 3-5].

Взаимное расположение проекций на чертеже изделия зависит от взаимного расположения элементов аппарата ортогонального проецирования [2, 9].

*Проблема* заключается в том, что, с целью обеспечения эффективного использования законов проекционных связей в американской и европейской системах измерения для любого из восьми октантов, описание *многочисленных* практических признаков содержания законов *противоречит* необходимости выделения *только сути* исследуемых элементов, свойств и отношений.

Разрешение такого противоречия позволит обеспечить соответствие изложенных законов проекционных связей и синтезируемого обобщенного (общего) закона.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Одним из главных разделов инженерной графики является инженерная геометрия для построения геометрической модели объекта [1, 2, 5–9, 12]. Методы построения геометрической модели описаны в работах профессоров Михайленко В.Е., Ванина В.В., Ковалева С.Н., Найдыша В.М., Подкорытова А.Н., Скидана И.А., Рыжова Н.Н., Фролова С.А. и других ученых [3, 4].

Для корректного построения геометрической модели объекта используются законы проекционных связей [2, 5].

Законы проекционных связей с предложенными дополнительными признаками приведены в таблице.

Таблица

Законы проекционных связей

№	Профессор Подкорытов А. Н. [5]	Профессор Браилов А. Ю. [2]
1	2	3
1	Фронтальная и горизонтальная проекции точки лежат на вертикальной линии связи, перпендикулярной оси $X$ ( $A_1A_2 \perp X_{21}$ ).	<i>Первый закон проекционных связей.</i> Фронтальная $A_2$ и горизонтальная $A_1$ проекции точки $A$ расположены на <u>одной и той же</u> линии проекционной связи 1–1, которая перпендикулярна оси $OX_{21}$ и <u>проходит через соответствующую координате <math>X_A</math> точки <math>A</math> опорную точку <math>A_{21}</math> (<math>1-1 \perp X_{21}</math>).</u>
2	Фронтальная и профильная проекции точки лежат на горизонтальной линии связи, перпендикулярной оси $Z$ ( $A_2A_3 \perp Z_{23}$ ).	<i>Второй закон проекционных связей.</i> Фронтальная $A_2$ и профильная $A_3$ проекции точки $A$ расположены на <u>одной и той же</u> линии проекционной связи 2–2, которая перпендикулярна оси $OZ_{23}$ и <u>проходит через соответствующую координате <math>Z_A</math> точки <math>A</math> опорную точку <math>A_{23}</math> (<math>2-2 \perp Z_{23}</math>).</u>

1	2	3
3	Горизонтальная и профильная проекции точки лежат на ломаной линии связи, перпендикулярной оси $Y$ ( $A_1A_3 \perp Y_{13}$ ).	<p><i>Третий закон проекционных связей.</i> Горизонтальная <math>A_1</math> и профильная <math>A_3</math> проекции точки <math>A</math> расположены на <u>одной и той же ломаной линии проекционной связи 3–3</u>, которая перпендикулярна <u>осям <math>OY_{13}</math></u> и <u>проходит через соответствующие координате <math>Y_A</math> точки <math>A</math> опорные точки <math>A_{13}</math> (<math>3-3 \perp Y_{13}</math>)</u>.</p> <p><u>Ломаная линия проекционной связи 3–3 образуется двумя бесконечными взаимно перпендикулярными прямыми линиями.</u></p>

**Формулирование целей статьи.** Цель настоящего исследования – на основе анализа законов проекционных связей *определить требования* для синтеза обобщенного закона проекционных связей.

*Задачи* исследования:

1. Выполнить *анализ* законов проекционных связей [2].
2. Определить *требования* к обобщенному (общему) закону проекционных связей.

**Основная часть.** Анализ сформулированных в работе [2] законов проекционных связей позволяет выявить основное противоречие.

Сформулированные законы проекционных связей [2] содержат *описание* необходимых для практического использования признаков, которые *затрудняют* понимание сути исследуемого явления.

В отдельных законах проекционных связей [2] *отсутствует* доказательство их справедливости для европейской и американской систем измерения (Рис. 1, 2).

Отсутствует доказательство справедливости отдельных законах проекционных связей [2] при их комплексном использовании в *любом* из восьми октантов трехмерного пространства (Рис. 1, 2).

Положения различных видов, относительно основного (фронтального) вида, определяются вращением плоскостей проекций вокруг линий, совпадающих с координационными осями (или параллельных осям) [11]. Плоскости вращаются до полного совмещения с координационной плоскостью (поверхностью чертежа), на которую спроецирован основной вид спереди (Рис. 2).

В соответствии с принципом наглядности [10, 11] выполнен комплексный чертеж отрезка прямой линии для третьего октанта в американской системе измерения (Рис. 2). Вид снизу располагается *сверху* вида спереди, а вид слева – *справа* от вида спереди (Рис. 2).

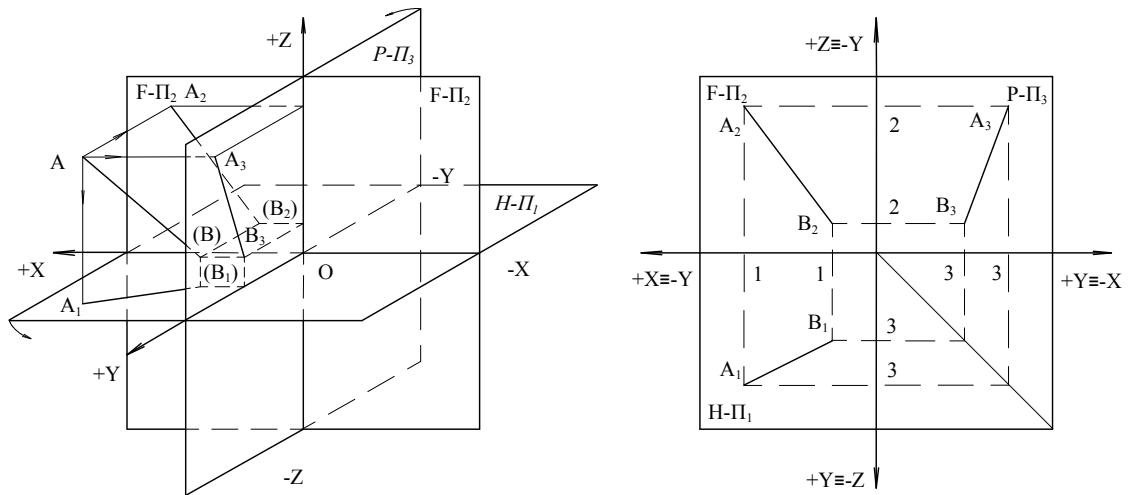


Рис. 1. Геометрические модели отрезка АВ прямой линии для первого октанта в *европейской* системе измерения

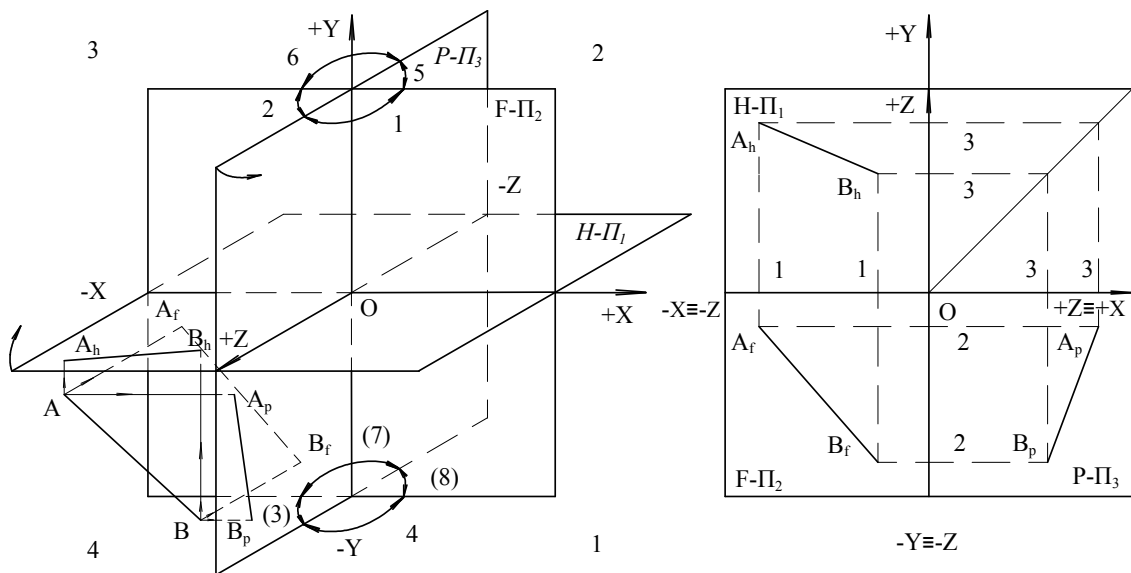


Рис. 2. Геометрические модели отрезка АВ прямой линии для третьего октанта в *американской* системе измерения [12]

Выполненный анализ законов проекционных связей и построенные с их использованием геометрические модели (Рис. 1, 2) доказывают необходимость синтеза обобщенного закона проекционных связей. Первым шагом в решении такой задачи является определение требований к обобщенному (общему) закону проекционных связей.

На основании выполненного анализа сформулированных в работе [2] законов определены *требования* к обобщенному закону проекционных связей.

1. Обобщенный закон проекционных связей должен быть *непротиворечивой дедуктивной основой* для каждого частного закона отдельной проекционной связи.

2. Формулировка обобщенного закона должна *содержать только существенные отношения* между характерными признаками без дополнительных пояснений.

3. Обобщенный закон проекционных связей должен быть *справедлив для любой из проекционных связей* комплексного чертежа геометрического образа.

4. Обобщенный закон проекционных связей должен быть *справедлив для любой системы измерения*.

5. Формулировка обобщенного закона должна иметь *степень общности*, достаточную для его использования при решении задачи в любом из *восьми октантов*.

6. Обобщенный закон проекционных связей должен позволять *проверять правильность геометрических построений* в соответствии с требованиями любого международного стандарта [10, 11].

7. Обобщенный закон и частные законы проекционных связей, в комплексе, должны быть *необходимыми и достаточными* компонентами для их эффективного применения в *многомерных пространствах*.

**Выводы.** 1. Доказана необходимость синтеза обобщенного (общего) закона проекционных связей.

2. Определены требования к обобщенному (общему) закону проекционных связей.

### **Литература**

1. Браилов А. Ю. Компьютерная инженерная графика в среде T-FLEX: преобразования двухмерных и трехмерных моделей изделий / А. Ю. Браилов. – Киев: Каравелла, 2007. — 176 с.
2. Браилов А. Ю. Инженерная геометрия / А. Ю. Браилов. – Киев: Каравелла, 2013. — 456 с.
3. Михайленко В. Є. Інженерна та комп'ютерна графіка / В. Є. Михайленко, В. М. Найдиш, А. М. Подкоритов, І. А. Скидан. – Київ: Вища школа, 2001. – 350 с.
4. Михайленко В. Е. Инженерная и компьютерная графика / В.Е. Михайленко, В. В. Ванин, С. Н. Ковалёв. – К.: Каравелла, 2013. – 328 с.
5. Подкорытов А.Н. Конспект лекций по инженерной графике (со структурно-логическими схемами и с алгоритмами графических построений при решении типовых задач) для студентов немеханических специальностей / А.Н.Подкорытов, Е.Г.Галзман, В.Ф. Перевалов. – Одесса: ОГПУ, 1993. – 83 с.
6. Brailov A.Yu. Principles of Design and Technological Development of

- Product / A.Yu. Brailov // International Journal of ADVANCES IN MACHINING AND FORMING OPERATIONS. – Detroit, Michigan, USA: ISP, 2011. – Vol. 3. – Num. 1. – P. 11–17.
7. Brailov A.Yu. Laws of projective connections / A.Yu. Brailov // Proceedings of the Fifteenth International Conference on Geometry and Graphics (Montreal, CANADA). – ISGG, 2012. – P. 121–122.
  8. Brailov A.Yu. The general approach to the solution of typical engineering geometrical problems / A.Yu. Brailov // Proc. of the 16-th Int. Conf. on Geom. and Graph. (AUSTRIA). – ISGG: Innsbruck University Press, 2014. – P. 444–458.
  9. Brailov A.Yu. Engineering Graphics. Theoretical Foundations of Engineering Geometry for Design [ISBN 978-3-319-29717-0, DOI 10.1007/978-3-319-29719-4] / A.Yu. Brailov. – Springer International Publishing, 2016. – 340 p.
  10. BRITISH STANDARD BS 8888: 2011 Technical product documentation and specification (BS EN ISO 5456-2). – London: BSI Standard Publication, 2011. – pp. 94 (ISBN 978-0-580-72757-3).
  11. INDIAN STANDARD IS 15021 (Part 2): 2001, ISO 5456-2: 1996 Technical drawings – projection methods. Part 2 Orthographic representations. – New Delhi: Bureau of Indian standards, 2001. – 12 p.
  12. Ryan D.L. CAD/CAE descriptive geometry / Daniel L. Ryan. – Boca Raton: CRC Press, 1992. – 209 p.

## АНАЛІЗ ЗАКОНІВ ПРОЕКЦІЙНИХ ЗВ'ЯЗКІВ

Браїлов О.Ю.

*У роботі обґрунтовано необхідність виконання аналізу законів проєкційних зв'язків. Виявлено проблему й визначені першорядні задачі. Визначені умови щодо синтезу загального закону проєкційних зв'язків.*

*Ключові слова: закон, геометрична модель, проєкційний зв'язок, комплексне креслення, виріб.*

## ANALYSIS OF LAWS OF PROJECTIVE CONNECTIONS

Brailov A.

*In the present work, the necessity of execution of the analysis of the laws of projective connections is substantiated. The problem is revealed and important tasks for its resolution are defined. A set of the requirements to synthesize of the general law of projective connections are defined and allocated.*

*Keywords: law, geometric model, projection link, complex drawing, product.*