

СИНТЕЗ ОБОБЩЕННОГО ЗАКОНА ПРОЕКЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Аннотация. В настоящей работе обоснована необходимость синтеза обобщенного закона проекционных связей. Выявлена основная проблема и определены первостепенные задачи. Выполнен анализ законов, определены требования, выделены существенные отношения и синтезирован обобщенный закон проекционных связей.

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

Постановка проблемы. 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 сущности исследуемых элементов, свойств и отношений.

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

Анализ 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</u> и <u>той же</u> линии проекционной связи 1–1, которая перпендикулярна оси OX_{21} и <u>проходит через соответствующую координате X_A точки A опорную точку A_{21} (1–1 $\perp X_{21}$)</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</u> и <u>той же</u> линии проекционной связи 2–2, которая перпендикулярна оси OZ_{23} и <u>проходит через соответствующую координате Z_A точки A опорную точку A_{23} (2–2 $\perp Z_{23}$)</u> .
3	Горизонтальная и профильная проекции точки лежат на ломаной линии связи, перпендикулярной оси Y ($A_1A_3 \perp Y_{13}$).	<i>Третий закон проекционных связей.</i> Горизонтальная A_1 и профильная A_3 проекции точки A расположены на <u>одной</u> и <u>той же</u> ломаной линии проекционной связи 3–3, которая перпендикулярна <u>осям</u> OY_{13} и <u>проходит через соответствующие координате Y_A точки A опорные точки A_{13} (3–3 $\perp Y_{13}$)</u> . <u>Ломаная линия проекционной связи 3–3 образуется двумя бесконечными взаимно перпендикулярными прямыми линиями</u> .

Цель и задачи статьи. Цель настоящего исследования – синтезировать обобщенный закон проекционных связей.

Задачи исследования:

1. Выполнить анализ законов проекционных связей [2].
2. Определить требования к обобщенному закону проекционных связей.
3. Определить существенные *отношения* между используемыми в законах элементами с присущими им свойствами.
4. Лаконично сформулировать обобщенный закон проекционных связей.

Основная часть. Выполненный анализ сформулированных в работе [2] законов проекционных связей позволил 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.

Отсутствует доказательство справедливости отдельных законов проекционных связей [2] при их комплексном использовании в *любом* из восьми октантов трехмерного пространства.

Поэтому возникает задача синтеза обобщенного закона проекционных связей. Первым шагом в решении такой задачи является определение требований к обобщенному 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.

В результате выполненного анализа и выявленных требований определены *существенные отношения* между используемыми в законах элементами.

1. Любые две проекции точки расположены на одной и той же линии проекционной связи.

2. Линия проекционной связи перпендикулярна координатной оси, которая располагается между проекциями исходной точки объекта.

3. Линия проекционной связи пересекает координатную ось в опорной точке.

4. Координата опорной точки соответствует координате исходной точки объекта.

5. Одна из линий проекционной связи образуется двумя взаимно перпендикулярными прямыми линиями и является ломаной линией проекционной связи.

Обобщить определенные существенные отношения между используемыми в законах элементами можно до *трех основных положений закона проекционных связей*.

1. Любые две проекции любой точки объекта расположены на одной и той же линии проекционной связи.

2. Любые линии проекционных связей перпендикулярны координатным осям.

3. Любая линия проекционной связи пересекает координатную ось в опорной точке.

Выделенные три основные положения исследуемого явления позволили синтезировать *обобщенный закон проекционных связей* и два дополнения к нему.

Обобщенный закон проекционных связей.

Любые две проекции любой точки объекта расположены на одной и той же линии проекционной связи, которая пересекает перпендикулярно соответствующую координатную ось в соответствующей опорной точке.

Дополнение 1. *Соответствующая координатная ось является линией пересечения смежных плоскостей проекций для рассматриваемых двух проекций точки объекта.*

Дополнение 2. *Соответствующая опорная точка имеет значение координаты рассматриваемой точки объекта.*

Справедливость синтезированного обобщенного закона проекционных связей подтверждают выполненные примеры (Рис. 1-3).

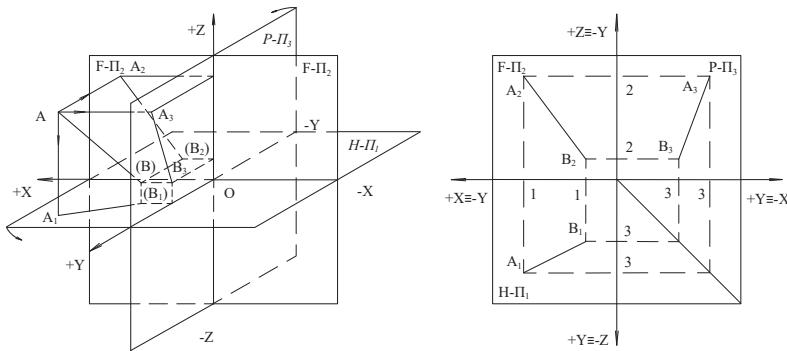


Рис. 1. Геометрические модели отрезка АВ прямой линии в европейской системе измерения

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 спроектирован основной вид спереди (Рис. 2).

В соответствии с принципом наглядности 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).

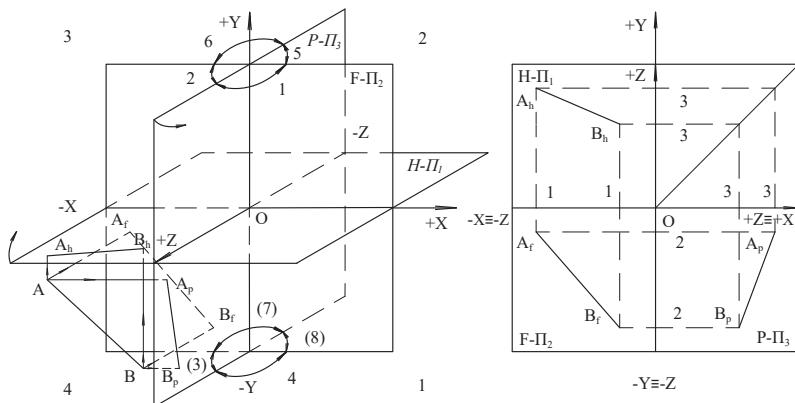


Рис. 2. Геометрические модели отрезка АВ прямой линии для третьего октанта в американской системе измерения [12]

В соответствии с международным стандартом [11] для расположения вида снизу *ниже* вида спереди и вида слева *левее* вида спереди комплексный чертеж отрезка перестроен (Рис. 3).

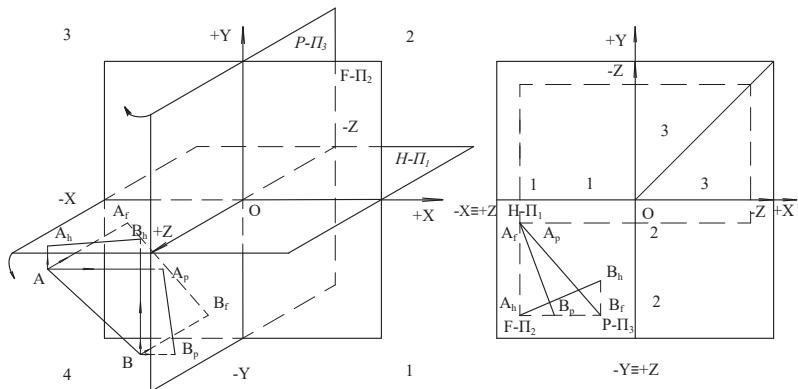


Рис. 3. Комплексный чертеж отрезка прямой линии для третьего октанта в соответствии с международным стандартом [11]

Выводы. 1. Выполненное исследование доказывает справедливость синтезированного обобщенного закона проекционных связей даже при потере наглядности комплексного чертежа геометрического образа (Рис. 3), построенного для третьего октанта в соответствии с международным, стандартным для этого октанта, расположением видов изделия.

2. Для устранения выявленного противоречия рекомендуется применять метод образования видов первого октанта.

Перспективы дальнейших исследований. Необходимо доказать эффективность практического использования синтезированного обобщенного закона проекционных связей.

Литература

1. Браилов А. Ю. Компьютерная инженерная графика в среде Т–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. С. Інженерна та комп'ютерна графіка / В. С. 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., Галzman Е. Г., Перевалов В. Ф. Конспект лекций по инженерной графике (со структурно-логическими схемами и с алгоритмами графических построений при решении типовых задач) для студентов немеханических специальностей. — Одесса: ОГПУ, 1993. — 83 с.

6. Brailov A. Yu. Principles of Design and Technological Development of Product // International Journal of ADVANCES IN MACHINING AND FORMING OPERATIONS // International Science Press. – ISP, 2011. – Vol. 3. – Num. 1. – P. 11–17 (Detroit, Michigan, USA).

7. Brailov A. Yu. Laws of projective connections // 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 // 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. – Springer International Publishing, 2016. – 340 p (ISBN 978-3-319-29717-0, DOI 10.1007/978-3-319-29719-4).

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.

СИНТЕЗ ЗАГАЛЬНОГО ЗАКОНУ ПРОЕКЦІЙНИХ ЗВ'ЯЗКІВ **О.Ю. Браїлов**

У даній роботі обґрунтована необхідність синтезу загального закону проекційних зв'язків. Виявлено основну проблему й визначені першорядні задачі. Виконано аналіз законів, визначені вимоги, виділені суттєві відношення і синтезовано загальний закон проекційних зв'язків.

SYNTHESIS OF THE GENERALIZED LAW OF PROJECTIVE CONNECTIONS

A.Yu. Brailov

In the present work, the necessity of synthesis of the generalized law of projective connections is substantiated. The problem is revealed and important tasks for its solution are defined. The analysis of rules, requirements, and essential relations are defined and allocated, and the generalized law of projective connections is synthesized.