ЗАКОНЫ ДИАЛЕКТИКИ В МЕТОДОЛОГИИ ПРЕПОДАВАНИЯ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Е.С. Михеенкова, *старший преподаватель*
В.И. Смирнова, *старший преподаватель*
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (Россия, г. Москва)

DOI:10.24412/2500-1000-2026-5-1-91-96

Аннотация. *В статье рассматривается возможность философского осмысления курса начертательной геометрии через основные категории и законы диалектики. Показано, что материал дисциплины позволяет не только решать прикладные графические задачи, но и наглядно демонстрировать такие философские пары и закономерности, как общее и частное, абстрактное и конкретное, движение от простого к сложному, переход количественных изменений в качественные, единичное и множественное, единство и борьба противоположностей, отрицание отрицания. Особое внимание уделено геометрическим примерам: поверхностям вращения, линейчатым поверхностям, задачам на пересечение геометрических образов, Платоновым телам, сечениям тора, а также фракталам как современному примеру проявления диалектической логики в геометрии. Делается вывод о том, что начертательная геометрия выступает не только инженерной, но и методологической школой мышления.*

Ключевые слова: *начертательная геометрия; диалектика; диалектическая логика; поверхности вращения; линейчатые поверхности; тор; фракталы; Платоновы тела; инженерная графика.*

Начертательная геометрия традиционно понимается как наука о способах изображения пространственных форм на плоскости и о методах решения пространственных задач средствами графических построений [1]. Однако этим ее значение не исчерпывается. Уже сама природа дисциплины показывает, что перед нами не просто набор технических приемов, а особый способ мышления, в котором пространственный объект, его проекции, условия видимости, преобразования положения и формы образуют сложную систему взаимосвязей.

В отечественной философской традиции диалектическая логика определяется как учение о законах и формах отражения в мышлении развития объективного мира, о закономерностях движения к истине [2-4]. Если исходить из такого понимания, то начертательная геометрия действительно дает исключительно благодатный материал для философских наблюдений. В ней постоянно приходится переходить от общего к частному, от абстрактной схемы к конкретной поверхности, от простейшего случая к сложным пространственным комбинациям. Здесь особенно наглядны моменты изменения, перехода, противоречия, снятия противоречия и возникновения нового качества.

Поэтому разговор о диалектике в начертательной геометрии не является искусственным наложением философии на учебную дисциплину. Напротив, сам ход геометрического рассуждения часто строится по законам, которые в философии описываются как диалектические. Именно это и составляет предмет данной статьи.

1. Общее и частное в начертательной геометрии

Категория общего и частного особенно отчетливо проявляется при изучении поверхностей вращения. Общим здесь выступает сам закон формообразования: некоторая линия, называемая образующей, вращается вокруг неподвижной оси и тем самым порождает поверхность [1, 5-8]. Это определение предельно абстрактно, но именно в нем уже заключены многочисленные частные случаи.

Если вокруг оси вращается прямая, параллельная этой оси, образуется цилиндрическая поверхность. Если вращается прямая, пересекающая ось, возникает коническая поверхность. Если полуокружность вращается вокруг своего диаметра, получается сфера. Если окружность вращается вокруг оси, не пересекающей ее, образуется тор [5, 6]. Во всех этих случаях мы имеем дело с единым законом образования поверхности, но конкретный вид результата определяется формой образующей и ее положением относительно оси вращения.

С методической точки зрения это очень важный момент. Студент сначала усваивает общий принцип, а затем видит, как он «работает» в частных геометрических реалиях. Тем самым в курсе начертательной геометрии не просто перечисляются отдельные поверхности, а раскрывается внутренняя логика их происхождения. За внешним разнообразием обнаруживается общее основание. И, наоборот, общее не существует само по себе, вне частных проявлений.

Здесь можно заметить и более глубокий смысл. В геометрии, как и в познании вообще, движение мысли часто идет именно так: формулируется общий закон, затем он конкретизируется, уточняется и обнаруживает свою содержательность в частных случаях. Поверхности вращения являются удобным и наглядным примером такого движения [1, 2, 5].

2. Абстрактное и конкретное: на примере линейчатых поверхностей

Не менее показательна для диалектического анализа тема линейчатых поверхностей. Их можно задать через общий алгоритм: движущаяся прямая линия, называемая образующей, перемещается в пространстве по определенному закону относительно одной или нескольких направляющих [6-8]. В таком виде формируется абстрактная схема, своего рода конструктивный принцип.

Но как только меняются вид образующих, число направляющих, их взаимное расположение и закон движения, возникает уже конкретная геометрическая поверхность. Так формируются цилиндрические и конические поверхности, гиперболический параболоид, однополостный гиперболоид, коноид, винтовые поверхности [7, 8]. Иначе говоря, абстрактная модель начинает наполняться конкретным содержанием.

Для начертательной геометрии вообще характерна взаимосвязь между абстрактным и конкретным. С одной стороны, графическое решение требует строгой схемы: нужно задать элементы, связи, последовательность действий. С другой стороны, всякая реальная поверхность существует не как «поверхность вообще», а как вполне определенная пространственная форма с конкретными свойствами. Именно поэтому умение видеть за конкретным построением абстрактный алгоритм и, наоборот, из абстрактной схемы получать конкретный результат является важнейшей частью геометрической подготовки.

В педагогическом отношении это означает следующее: студенту недостаточно запомнить набор готовых чертежей. Он должен понять порождающий принцип. Только тогда он сможет узнавать в разнообразных графических ситуациях одну и ту же конструктивную идею. Именно в этом и проявляется диалектическое единство абстрактного и конкретного [3, 4]

3. От простого к сложному

Одна из наиболее естественных линий развития курса начертательной геометрии – движение от простого к сложному. Этот принцип проявляется и в логике учебного изложения, и в самом характере геометрических задач.

Особенно наглядно это видно в теме пересечения геометрических образов. Сначала рассматривается пересечение двух прямых. Это самый простой случай: результатом является точка, если прямые принадлежат одной плоскости и не параллельны [5, 7]. Затем анализируется пересечение прямой с плоскостью, далее – пересечение двух плоскостей, где результатом уже является прямая. После этого рассматриваются более сложные ситуации: пересечение прямой с поверхностью, плоскости с поверхностью, наконец, пересечение двух поверхностей, где в общем случае образуется пространственная кривая [5-8].

Здесь важно не только увеличение трудности построений. Существенно то, что каждое следующее звено опирается на предыдущее. Так, пересечение плоскости с поверхностью нередко определяется через систему отдельных точек, полученных с помощью вспомогательных секущих плоскостей. Пересечение двух поверхностей, в свою очередь, часто сводится к поиску общих точек их сечений. Следовательно, сложное решение не отменяет простого, а включает его в себя как необходимый момент.

Та же логика проявляется при рассмотрении Платоновых тел. Тетраэдр, гексаэдр, октаэдр, додекаэдр и икосаэдр образуют не случайный ряд, а последовательность усложнения симметрической структуры и увеличения числа граней [6, 9]. Чем больше число граней, тем богаче комбинаторика вершин, ребер и плоскостей симметрии, тем сложнее пространственное восприятие и графическое воспроизведение тела. При этом каждое такое тело сохраняет фундаментальный признак правильного многогранника: все его грани – равные правильные многоугольники, а все многогранные углы равны.

Таким образом, движение от простого к сложному в начертательной геометрии выступает не как простое накопление материала. Это закономерный процесс развертывания содержания, при котором более сложная форма строится на основе уже освоенных простых отношений. Диалектический смысл здесь состоит в том, что сложное возникает не рядом с простым, а из него и через него.

4. Переход количественных изменений в качественные

Закон перехода количественных изменений в качественные особенно выразительно проявляется в задаче о сечениях тора. Если изменять расстояние секущей плоскости до оси тора, то характер кривой пересечения будет последовательно меняться [6, 10]. И это изменение нельзя расценивать как чисто внешнее.

На первых этапах меняется только количественный параметр – положение секущей плоскости. Однако затем мы наблюдаем качественную перестройку самой кривой. В зависимости от положения плоскости возможны точка касания, овалы Кассини, лемниската Бернулли, разомкнутые кривые, а затем при дальнейшем изменении положения – обратная последовательность форм [10]. Особенно показателен момент внутреннего касания, где происходит скачок: одна замкнутая кривая распадается, и вместо нее возникают две замкнутые ветви. Именно здесь наиболее отчетливо видна граница меры.

Для начертательной геометрии этот пример важен по нескольким причинам. Во-первых, он показывает, что изменение положения секущей плоскости нельзя рассматривать как произвольное, и незначительное смещение может в определенный момент привести к коренному изменению формы сечения. Во-вторых, этот пример демонстрирует, что геометрический образ обладает внутренней динамикой. Он не сводится к однозначно заданному виду, а может переходить из одного состояния в другое.

По существу, в данной задаче диалектический закон становится буквально видимым на чертеже. Пока количественные изменения не достигли предельного значения, сохраняется прежнее качество кривой. Но в точке меры происходит скачок, и перед нами уже иной геометрический объект. Подобные примеры особенно ценны в преподавании, потому что позволяют соединить строгость построений с философской интерпретацией [2-4, 10].

5. Единичное и множественное: фракталы как геометрический образ диалектики

Категория единичного и множественного в классическом курсе начертательной геометрии обычно выражена не столь явно, как предыдущие пары. Однако при обращении к фрактальной геометрии она становится особенно наглядной [11-13].

Фрактал строится по некоторому единичному порождающему правилу, которое многократно повторяется. В результате возникает множество элементов, причем каждый отдельный фрагмент в определенном смысле воспроизводит структуру целого [11, 13]. Здесь единичное не исчезает в множественном, а, наоборот, сохраняется в нем как закон построения.

Простейший пример – треугольник Серпинского. Исходная фигура задается один раз, затем процедура деления и удаления центральных частей повторяется многократно. В итоге возникает структура, состоящая из бесчисленного множества подобных элементов [12, 13]. Аналогично кривая Коха строится из одного элементарного шага замены отрезка ломаной. Но при повторении этого шага возникает бесконечно сложный контур.

С философской точки зрения фракталы особенно интересны тем, что в них множественность не противостоит единичности как простое суммирование. Наоборот, единичное правило оказывается внутренней основой множества форм. Кроме того, в каждом отдельном фрагменте можно увидеть свойства целого. Такое соотношение части и целого, единичного и множественного имеет ярко выраженный диалектический характер [11-13].

Для инженерной графики и геометрического образования фракталы важны еще и потому, что расширяют само представление о форме. Они показывают, что геометрия может описывать не только гладкие тела, правильные многогранники и стандартные поверхности, но и структуры, возникающие в результате повторяющегося процесса. В этом смысле фрактал – не просто экзотический объект современной математики, а наглядная модель того, как единичное правило порождает множественное многообразие.

6. Единство и борьба противоположностей.

Если попытаться назвать самый общий диалектический закон, наиболее близкий самому духу начертательной геометрии, то это, вероятно, закон единства и борьбы противоположностей. Вся дисциплина строится на подобных противопоставлениях.

Прежде всего это противоположность пространства и плоскости. Объект существует в трехмерном мире, а изображение – на двумерном листе. Между ними неизбежно возникает противоречие: пространственная форма не может быть полностью и непосредственно перенесена на плоскость. Однако именно это противоречие и делает необходимой систему проекций [1, 5-8]. Следовательно, плоский чертеж не просто «беднее» объекта, а является особой формой его познания.

Другая важная пара – видимое и невидимое. На чертеже одни линии показываются сплошными, другие – штриховыми. Тем самым инженерная графика учитывает не только то, что непосредственно открыто наблюдателю, но и то, что скрыто от взгляда, но существенно для понимания формы [7]. Видимое и невидимое здесь не исключают друг друга, а образуют единую структуру изображения.

Можно указать и на противоположность натуральной величины и проекционного искажения. Любая фигура в общем положении на плоскости проекций, как правило, не дает своей истинной формы и размеров. Чтобы выявить натуральную величину, нужно выполнить дополнительные преобразования – замену плоскостей проекций, вращение, вспомогательные построения [5, 6]. Тем самым искажение выступает не как случайный недостаток, а как необходимый этап на пути к истине.

Начертательная геометрия тем и ценна, что не обходит противоречия, а превращает их в средство решения. Она учит не уходить от сложных отношений, а работать с ними. В этом и состоит ее глубокий диалектический характер.

7. Отрицание отрицания.

Закон отрицания отрицания в начертательной геометрии удобнее всего прослеживается на примере преобразований, при помощи которых исследуемая фигура сначала выводится из исходного положения, а затем возвращается к нему уже на новом уровне понимания.

Наиболее характерный пример – метод замены плоскостей проекций и метод вращения [5-8]. Исходная фигура общего положения часто неудобна для анализа: истинная длина ребра не видна, угол искажен, форма сечения неочевидна. Тогда выполняется первое отрицание: фигура как бы изымается из исходной системы связей и переводится в более удобное положение. После этого выявляется скрытое свойство – натуральная величина отрезка, плоскости или угла. Но затем полученный результат необходимо соотнести с первоначальным чертежом. Происходит второе отрицание, то есть возврат к исходной ситуации, но уже не в прежнем виде, а с новым знанием.

Сходный процесс можно наблюдать и в развертках поверхностей. Пространственная форма переводится в плоскую, затем плоская развертка служит основой для восстановления объемного изделия. Внешне мы возвращаемся к исходному телу, но фактически речь идет уже о новом этапе: форма становится не просто созерцаемой, а конструктивно освоенной и технологически воспроизводимой [6-8].

В этом смысле отрицание отрицания в начертательной геометрии не означает простого возвращения назад. Речь идет о движении по спирали, когда исходное состояние преодолевается, затем как бы восстанавливается, но уже в более богатом и содержательном виде. Именно так формируется профессиональное пространственное мышление: от непосредственного образа – через его графическое преобразование – к более глубокому пониманию формы.

Материал начертательной геометрии действительно дает широкие возможности для философских размышлений и для наглядной иллюстрации законов диалектики. В нем отчетливо проявляются категории общего и частного, абстрактного и конкретного, единичного и множественного. Логика курса естественным образом строится как движение от простого к сложному. На конкретных геометрических примерах, особенно при исследовании сечений тора, можно наблюдать переход количественных изменений в качественные. Через систему проекций, задачи на видимость, выявление натуральной величины и методы преобразования становится очевидным единство и борьба противоположностей. Наконец, такие приемы, как замена плоскостей проекций, вращение и развертки, позволяют увидеть действие отрицания отрицания.

Тем самым начертательная геометрия предстает не только как инженерная дисциплина, необходимая для чтения и выполнения чертежей, но и как школа диалектического мышления. Она приучает рассматривать форму в развитии, понимать связь между различными состояниями объекта и видеть за единичным построением общий закон. Особенно важно, что подобный подход не уводит от практики, а, напротив, углубляет ее, делая инженерно-графическую подготовку более осмысленной.

Фракталы в этом контексте представляют особый интерес. Они демонстрируют, что диалектическая логика проявляется не только в классических разделах геометрии, но и в современных представлениях о форме. Через них особенно ясно видно, как единичный принцип порождает множественность, как повторение рождает различие, а структура оказывается результатом процесса.

Следовательно, обращение к законам диалектики в преподавании начертательной геометрии имеет не декоративный, а методологический смысл. Оно помогает увидеть в геометрии не только технику изображения, но и внутреннюю логику формирования научного знания.

Библиографический список

1. Монж Г. Начертательная геометрия. – М.: Изд-во АН СССР, 1947. – 256 с.
2. Энгельс Ф. Диалектика природы. – М.: Политиздат, 1987. – 384 с.
3. Ильенков Э.В. Диалектическая логика: Очерки истории и теории. – М.: Политиздат, 1984. – 320 с.
4. Копнин П.В. Диалектика как логика и теория познания. – М.: Наука, 1973. – 296 с.
5. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии. – М.: Высшая школа, 1998. – 272 с.
6. Короев Ю.И. Начертательная геометрия. – М.: Архитектура-С, 2007. – 424 с.
7. Жирных Б.Г., Серегин В.И., Шарикян Ю.Э. Начертательная геометрия. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. – 168 с.
8. Фролов С.А. Начертательная геометрия. – М.: Машиностроение, 1983. – 288 с.
9. Coxeter H.S.M. Regular Polytopes. – New York: Dover Publications, 1973. – 368 p.
10. Lawrence J.D. A Catalog of Special Plane Curves. – New York: Dover Publications, 1972. – 216 p.
11. Мандельброт Б.Б. Фрактальная геометрия природы. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002. – 656 с.
12. Barnsley M. Fractals Everywhere. – Boston: Academic Press, 1988. – 534 p.
13. Федер Е. Фракталы. – М.: Мир, 1991. – 254 с.

LAWS OF DIALECTICS IN THE METHODOLOGY OF TEACHING DESCRIPTIVE GEOMETRY

E.S. Mikheenkova, *Senior Lecturer*
V.I. Smirnova, *Senior Lecturer*
Bauman Moscow State Technical University
(Russia, Moscow)

Abstract. *The article considers the possibility of philosophical understanding of the course of descriptive geometry through the main categories and laws of dialectics. It is shown that the material of the discipline allows not only to solve applied graphic problems, but also to clearly demonstrate such philosophical pairs and patterns as general and particular, abstract and concrete, movement from simple to complex, the transition of quantitative changes to qualitative, single and multiple, unity and struggle of opposites, denial. Particular attention is paid to geometric examples: surfaces of rotation, ruled surfaces, problems of intersection of geometric images, Platonic bodies, torus sections, as well as fractals as a modern example of the manifestation of dialectical logic in geometry. It is concluded that descriptive geometry acts not only as an engineering, but also as a methodological school of thinking.*

Keywords: *descriptive geometry; dialectics; dialectical logic; surfaces of rotation; ruled surfaces; torus; fractals; Platonic bodies; engineering graphics.*