

МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

УДК 514

DOI: 10.12737/2308-4898-2023-11-3-19-25

Н.А. Сальков

Канд. техн. наук, профессор,
Московский государственный академический
художественный институт имени В.И. Сурикова,
Россия, 109004, г. Москва, Товарищеский переулок, д. 30

Н.С. Кадыкова

Канд. техн. наук, доцент,
МИРЭА — Российский технологический университет,
Россия, 119454, г. Москва, пр-т Вернадского, д. 78

Построение перспективы прямой по картинному следу и точке схода

Аннотация. Статья носит исключительно прикладной и методический характер и предназначена для использования в обучении студентов архитектурного направления при изучении ими построений в разделе «Перспектива». В работе рассматривается построение перспективы прямой общего положения с помощью картинного следа прямой и ее точки схода. В перспективе следы прямой — это точки пересечения с картинной и предметной плоскостями. Точка схода — перспектива несобственной точки прямой. В статье рассматриваются картинный след, точка схода и построение посредством этих точек перспективы отрезка прямой линии. В учебниках для строителей такая задача вообще не ставится и не рассматривается. В учебниках для архитекторов решения имеются у трех авторов: А.Г. Климухина, Ю.И. Короеva и Т.С. Тимрота. Однако у них имеются и некоторые недостатки, которые рассматриваются в данной статье. В предлагаемой читателю работе выполнено такое расположение геометрических составляющих, что между ними нет ни параллельности, ни перпендикулярности, т.е. все они расположены под острыми углами по отношению друг к другу, а значит, предложен к рассмотрению общий случай построения. Так, прямой угол имеем только между горизонтальной и фронтальной плоскостями проекций, а также между картинной и предметной (горизонтальной плоскостью проекций) плоскостями. Между остальными геометрическими составляющими углы исключительно острые: взята прямая общего положения в системе Π_1/Π_2 , она также является прямой общего положения в системе Π_1/K . Таким образом, в статье рассматривается, в отличие от других учебников, общий случай задания прямой.

Ключевые слова: начертательная геометрия, перспектива, прямая, следы прямой, картинный след, точка схода.

N.A. Salkov

Ph.D. in Engineering, Professor,
Moscow State Academic Art Institute named after V.I. Surikov,
30, Tovarishcheskiy per., Moscow, 109004, Russia

N.S. Kadykova

Ph.D. of Engineering, Associate Professor,
МИРЭА — Russian Technological University,
78, Vernadsky Av., Moscow, 119571, Russia

Building the Perspective of a Straight Line along the Picture Trail and the Vanishing Point

Abstract. The article is exclusively applied and methodical in nature and is intended for the study of constructions in the section "Perspective". The paper considers the construction of the perspective of a straight line of the general position with the help of a picture trace and a vanishing point. In perspective, the traces of a straight line are the points of intersection with the picture and subject planes. Vanishing point — the perspective of an improper point of a straight line. The article discusses the picture trail, the vanishing point and the construction of a straight line segment by means of these perspective points. In textbooks for builders, such a task is not set at all and is not considered. Three authors have solutions in textbooks for architects: A.G. Klimukhin, Yu.I. Koroev and T.S. Timrot. However, they also have some disadvantages, which are discussed in this article. In the work proposed to the reader, such an arrangement of geometric components is performed that there is neither parallelism nor perpendicularity between them, that is, they are all located at acute angles to each other, which means that a general case of construction is proposed for consideration. So, we have a right angle only between the horizontal and frontal planes of projections, as well as between the picture and object (horizontal plane of projections) planes. The angles between the other geometric components are exceptionally sharp: a straight line of general position in the P_1/P_2 system is taken, it is also a straight line of general position in the P_1/K system. Thus, the article considers, unlike other textbooks, the general case of a direct task.

Keywords: : descriptive geometry, perspective, straight line, traces of a straight line, a picture trace, vanishing point.

Перспективу изучают исключительно в строительных, архитектурных и дизайнерских направлениях обучения [3; 8; 11–13; 15–17; 19; 20; 23; 26; 27; 29]. Для остальных специальностей [1; 2; 4–7; 9; 10; 14; 18; 21; 22; 24; 25; 28; 30–32] — машиностроительных, технологических и других — имеется базовый курс [24].

Однако не для всех строительных направлений дается одинаковый объем знаний. Это касается и построения перспективы прямой линии.

Обычно перспективу отрезка строят по перспективам двух его концов. Но в некоторых случаях (для архитекторов) полезно строить перспективу отрезка прямой общего положения не по ее концам, а по ее двум особым точкам: точке пересечения самой прямой с картинной плоскостью — картинным следом прямой — и точке пересечения с этой же картинной плоскостью луча, проведенного из точки зрения в бесконечно удаленную точку прямой, то есть, параллельного самой прямой — точке схода прямой. Таким образом, на картинной плоскости надо найти след

прямой с картинной плоскостью и точку схода прямой.

Во-первых, такое построение получается более точным, чем по концам отрезка, особенно когда построение ведется вручную. Во-вторых, если надо будет построить несколько параллельных прямых, то они должны иметь единую точку схода, чего студенты никогда не могут добиться, как бы ни старались — проверено на студентах-архитекторах и строителях в течение более чем сорока лет. Даже компьютер с этим не справляется, поскольку работает не с линиями, а с числами. Конечно же ошибок у компьютера гораздо меньше, чем у студентов, это естественно, но наличие геометрической точности у компьютера напрочь отсутствует хотя бы потому, что длина дуги окружности, равная $L = 2\pi R$, геометрически точна, а вот при вычислении на компьютере всегда получим величину приблизительную, хоть и с очень малой погрешностью — ведь после запятой у числа π идут тысячи знаков, которые компьютер не в состоянии учесть. Поэтому все вычисления всегда приблизительные, до какой-то величины погрешности.

Подобное построение (по картинному следу и точке схода) встречается только у трех авторов: А.Г. Климухина [11], Ю.И. Короева [13] и Т.С. Тимрота [29] (если не учитывать книгу [26]). И все три учебника написаны для архитекторов. Однако и у них имеются некоторые недостатки в объяснении процесса построения, а также в самой постановке задачи.

Рассмотрим эти недочеты в книгах [11; 13; 29], прежде чем показать более наглядный способ построения.

На рис. 1 показана аксонометрия построения перспективы отрезка AB , принадлежащего прямой l (EF). Будем использовать этот рисунок, а также последующие, для пояснений предлагающихся построений.

Точка P (см. рис. 1) — главная точка картинной плоскости K . Предложен отрезок AB , точка E является точкой пересечения прямой l с картиной K , точка F^∞ — несобственная точка, имеющая на картине K перспективу F' — точку схода прямой l .

На рис. 2 показана та же схема построения, что и на рис. 1, только удалены ненужные линии. Из рис. 2 видно, что угол α наклона прямой l к предметной плоскости Π_1 и угол наклона луча SF' к той же плоскости равны: $l \parallel SF'$ — по построению. Это равенство углов наклона используется всеми тремя авторами в разных вариантах. В книгах [11; 13] как-то завуалировано, в книге [29] — без ссылки на аксонометрический рисунок, как поступили авторы работ [11; 13], и как поступаем мы ввиду того, что наглядность —

это одно из основных положительных качеств геометрии, на что и указывал Гаспар Монж.

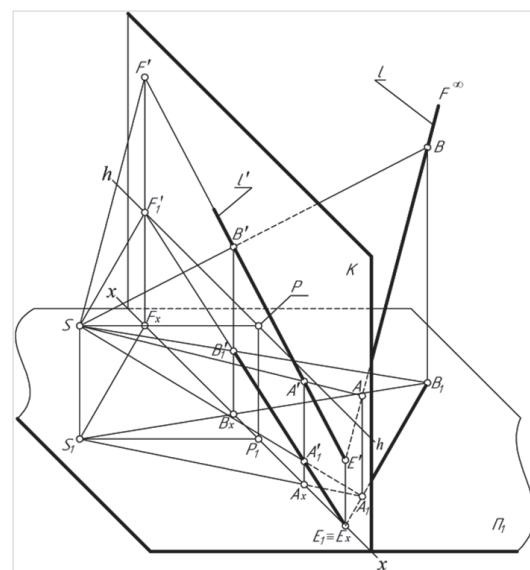


Рис. 1

Разберем суть построений, применявшихся в учебниках [11; 13; 29].

В учебниках [11; 13] картинная плоскость располагается параллельно фронтальной плоскости проекций Π_2 , т.е. является фронтальной плоскостью. В учебнике [29] в качестве картинной плоскости берется плоскость под острым углом к Π_2 , но сама исследуемая прямая является фронтальной прямой, что опять же несколько упрощает построения.

Мы же рассмотрим в данной работе прямую, которая является прямой общего положения и в системе Π_1/Π_2 , и в системе Π_1/K . Кроме того, между плоскостью проекций Π_2 и картинной плоскостью K также острый угол. Таким образом, в отличие от учебников [11; 13; 29], будет рассматриваться более общий случай построения перспективы прямой общего положения, который включает в себя абсолютно все случаи построения.

Откуда известно, что плоскости Π_2 и K параллельны? В учебнике [11] отсутствует ортогональный чертеж прямой, имеем только горизонтальную проекцию, связанную с картинной плоскостью таким образом, что явной становится параллельность между плоскостями Π_2 и K . В учебнике [13] рисунки аналогичны: фронтальной проекции нет, параллельность присутствует.

Если студентам попадется случай с чертежом прямой общего положения в системе Π_1/Π_2 , т.е. с двумя проекциями, то они, очевидно, столкнутся с трудностями в восприятии и очевидностью решения: отсутствие в книге фронтальной проекции, несо-

мненно, поставит их в тупик (не всех, но очень многих), и они вынуждены будут обратиться за консультацией к преподавателю, поскольку по учебнику не смогут выполнить построения.

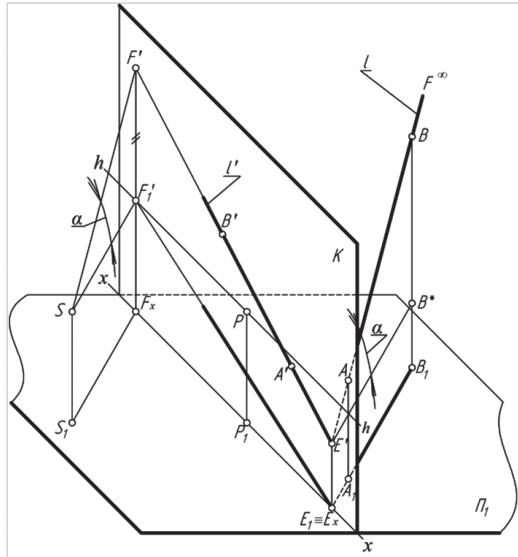


Рис. 2

С другой стороны, рассказывая об угле α , учебник [11] опускает методику его получения в системе ортогонального чертежа, тем более что его без фронтальной проекции определить невозможно. Каким образом по одной проекции определить угол наклона прямой к Π_1 — информация в учебнике опущена, что печально, поскольку учебник довольно приличный. Видимо, автор полагал, что студент, получивший эти знания ранее, обязан знать, как построить угол наклона, однако исходя из опыта усвоения материала самим студентом: «сдали-забыли» — следовало хотя бы сделать ссылку на соответствующую страницу.

В учебнике [13] — та же самая беда: «план» есть, картичная плоскость есть, фронтальной плоскости проекций нет. Нет, естественно, и фронтальной проекции прямой. То есть опять угол между прямой и плоскостью Π_1 найти невозможно по имеющимся данным. И, как в [11], картичная плоскость параллельна фронтальной, что является частным случаем.

Если же все-таки принять во внимание, что студенты у нас гении и смогут определить угол наклона прямой к горизонтальной плоскости проекций по ее одной-единственной горизонтальной проекции, то все равно возникает вопрос: а смогут ли студенты правильно отложить угол при такой удручающей ситуации в школе. Опять-таки должен обратиться к своему многолетнему опыту преподавания: студенты сейчас не в состоянии работать ни с транспортиром, ни с другими измерительными инструментами; они

не только измерять и откладывать углы не в состоянии, они периодически путают величины углов у продающихся угольников. Этот факт обнаружился недавно, примерно тогда, когда к нам стали приходить абитуриенты, сдавшие ЕГЭ. И это недостаток не студентов, а школ, исключивших из образовательного ареала предмет «Геометрия», по которому ранее сдавались выпускные экзамены.

Учебник [29] отличается от книг [11; 13] в лучшую сторону: здесь имеются и ортогональный чертеж, и картичная плоскость K расположена под острым углом к фронтальной плоскости проекций Π_2 , однако в качестве прямой взята диагональ прямоугольника, являющегося отсеком фронтальной плоскости, т.е. параллельного Π_2 . Отсюда — сама прямая является фронталью, что опять-таки будет частным случаем, хотя и более приближенным к общему. Да и линии для нахождения точки схода и других, параллельные и перпендикулярные оси x , будут сбивать студентов с толку, поскольку это опять-таки — частный случай.

Хоть учебник [29] и является с этой стороны более удобным для получения перспективы прямой по ее картическому следу и точке схода, однако, если взглянуть на год издания (1962 г., прошло более 60 лет!) и учесть, что с тех пор учебник не переиздавался, становится понятным, что студентам он недоступен.

Чтобы читатель понял, о чем идет речь, когда идет рассказ о книгах [11; 13], рассмотрим рис. 3, приведенный в работе [11]. Он почти не отличается по структуре от рисунка, имеющегося в работе [13]. А вот иллюстрации работы [29] мы предлагаем найти читателю самостоятельно.

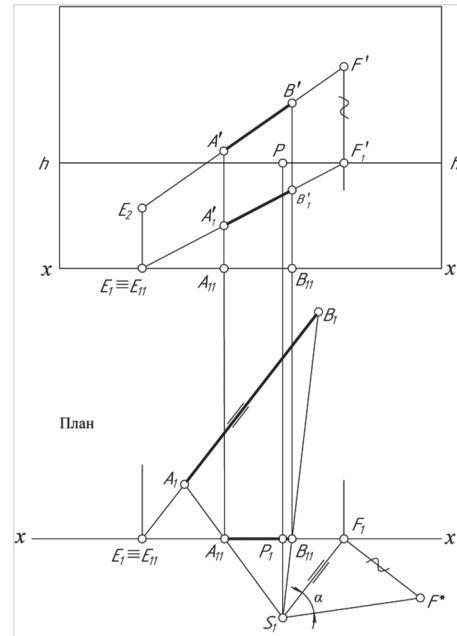


Рис. 3

Сопоставляя рис. 3 с рис. 2, видим, что для нахождения точки схода прямой AB нужно построить на чертеже треугольник $S_1F_1F^* = SF_1F'$.

Попробуйте по изображению, представленному на рис. 3, объяснить студенту, как ему следует найти искомый угол α .

А что стоило всего-то добавить фронтальную проекцию (рис. 4) и добавить в текст более подробные разъяснения. Ведь студентам действительно будет непонятно, откуда на рис. 3 появился угол α . А сами они в силу своего неправильного воспитания в школе не смогут найти выход из тупика.

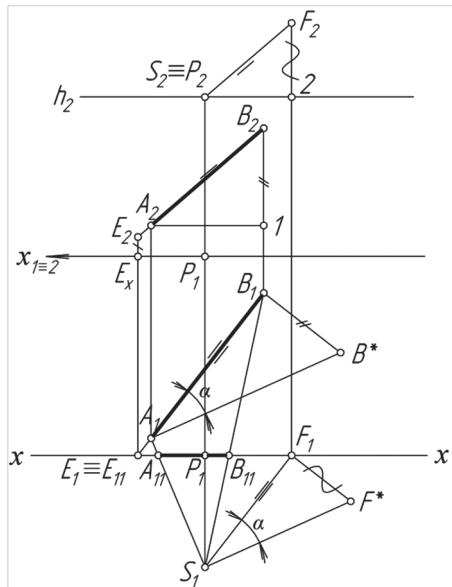


Рис. 4

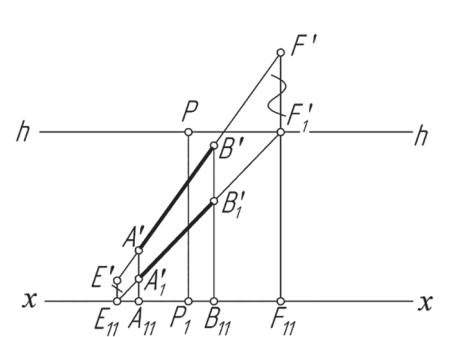


Рис. 5

Рассматривая рис. 4, дополненный необходимыми построениями, становится понятно, откуда появилось расстояние $F_1F^* : F_1F' \parallel B_1B^*$.

Так же проще строить угол α : $A_1B_1 \parallel S_1F_1$; $A_1B^* \parallel S_1F^*$. А для перспективы (см. рис. 4, 5): $E_xE_2 = E_{11}E'$; $F_1F^* = F_1F'$

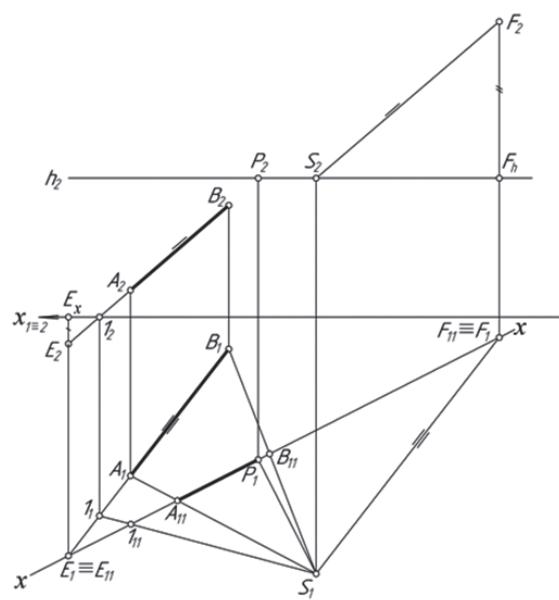


Рис. 6

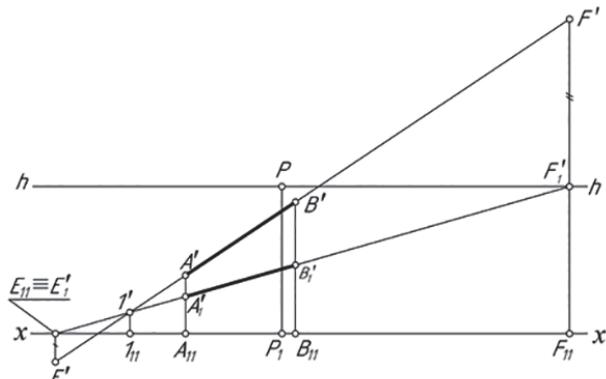


Рис. 7

А вот что предлагается авторами данной статьи.
Как на ортогональном чертеже (рис. 6, AB находится под острыми углами к Π_1 и к Π_2), так и на перспективном (рис. 6, 7, AB находится под острым углом к картинной плоскости K), прямая, заданная отрезком AB , является прямой общего положения.

Если рассмотреть рис. 2, видно, что для нахождения F_1F' достаточно найти на чертеже (рис. 6) фронтальную проекцию точки пересечения луча, проведенного через точку S и параллельного данной прямой AB , до пересечения с картинной плоскостью, заданной ее основанием xx : $S_1F_1 \parallel A_1B_1$; $S_2F_2 \parallel A_2B_2$; $S_1F_1 \cap xx = F_1$. Фронтальная проекция точки схода F_2 находится на пересечении S_2F_2 с линией связи, идущей от горизонтальной проекции F_1 .

Для построения точки схода F' на перспективе (рис. 7) следует отложить на линии связи $F_{11}F'$ отрезок F_1F' , равный расстоянию (рис. 6) от линии горизонта h_2 до F_2 : $F_1F' = F_hF_2$.

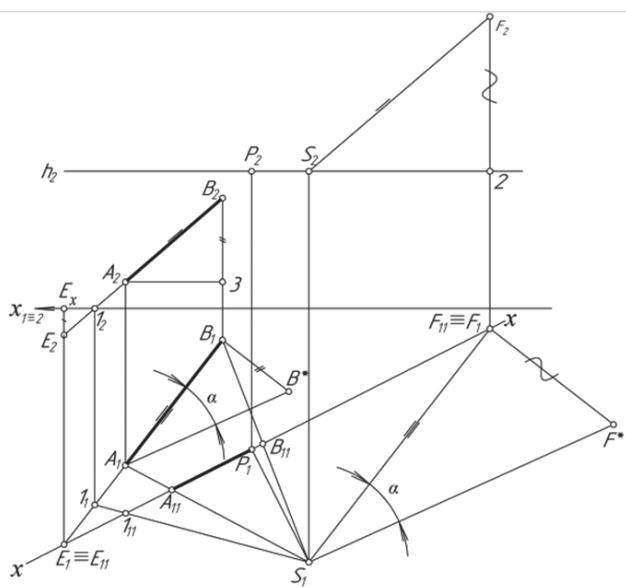


Рис. 8

Если использовать приемы, описанные в [11; 13], то при совмещении с рис. 6 получим изображение, представленное на рис. 8. Как видим, построения приводят к однаковому результату.

Замечания в отношении [11; 13] относятся к методике изложения материала в этих книгах и сомнению, как правильно и без ошибок выполнить построение угла наклона прямой к Π_1 , а также измерить и правильно отложить искомый угол. В предлагаемом способе решения задачи эти опасения становятся минимальными.

Вывод

Из опыта преподавания строителям и архитекторам в настоящее время следует, что для студентов необходим конкретный алгоритм решения данной задачи, а не просто рассказ о том, как ее можно решить. В имеющихся для архитекторов учебниках по начертательной геометрии зачастую содержатся просто предложения сделать такие-то и такие-то постро-

ния. Так, в учебниках [11; 13] предлагается найти угол наклона прямой общего положения к горизонтальной плоскости проекций Π_1 . На чертеже этого построения нет, а угол наклона откуда-то взят. Такое положение мы считаем недостаточно методически оправданным. Если бы авторы хотя бы дали студентам направление, где искать искомое построение — но нет: имеем просто указание, что угол надо найти. Студенты, которых готовят к ЕГЭ и которые находили угол наклона прямой к Π_1 давно (у архитекторов это 1-й семестр, а перспективу они изучают в 3-м семестре), вряд ли разберутся по учебнику с данной проблемой, в лучшем случае пойдут на консультацию к преподавателю, в худшем — посчитают этот момент не представляющим ценности. Следовательно, в учебниках или на лекциях необходимо привлечь внимание студентов к четкому алгоритму, включающему непонятные для них моменты.

Поэтому при задании прямой линии общего положения предлагается такой алгоритм (см. рис. 6 и 7).

- Построить картинную плоскость (основание картины $x-x$).
- Построить точку S : горизонтальную S_1 и фронтальную S_2 проекции точки зрения S .
- Продлеваем прямую AB (рис. 6) до пересечения в точке $E (E_1, E_2)$ с плоскостью K , таким образом находим картинный след прямой — точку E .
- Через точку S (рис. 6) проводим прямую, параллельную данной прямой: $S_1F_1 \parallel A_1B_1$ и $S_2F_2 \parallel A_2B_2$.
- Находим точку схода $F (F_1, F_2)$ прямой AB . Для этого (рис. 6) продлеваем горизонтальную проекцию луча S_1F_1 до пересечения с основанием картины $x-x$, получаем F_1 , затем по линии связи находим F_2 : $F_1F_2 \cap S_2F_2 \Rightarrow F_2$.
- Переносим точки, расположенные на основании картинной плоскости $x-x$, с горизонтальной проекции (рис. 6) на основание картины K (рис. 7).
- Строим следы прямой E и F (рис. 7) на перспективе.
- Строим перспективы точек A и B (рис. 7).

Литература

- Бубенников А.В. Начертательная геометрия [Текст] / А.В. Бубенников, М.Я. Громов. — М.: Высшая школа, 1973. — 416 с.*
- Бударин О.С. Начертательная геометрия. Краткий курс: учеб. пособие [Текст] / О.С. Бударин. — СПб.: Лань, 2019. — 360 с.*
- Винницкий И.Г. Начертательная геометрия [Текст] / И.Г. Винницкий. — М.: Высшая школа, 1975. — 280 с.*
- Виноградов В.Н. Начертательная геометрия [Текст] / В.Н. Виноградов. — Минск: Выш. школа, 1977. — 268 с.*
- Волошин-Челпан Э.К. Начертательная геометрия. Инженерная графика [Текст] / Э.К. Волошин-Челпан. — М.: Академический проект, 2009. — 183 с.*
- Глаголев Н.А. Начертательная геометрия [Текст] / Н.А. Глаголев. — М.-Л.: ОНТИ НКТП СССР, Главная редакция общетехнической литературы и номографии, 1936. — 160 с.*

7. Гордон В.О. Курс начертательной геометрии [Текст] / В.О. Гордон, М.А. Семенцов-Огневский. — М.: Наука, 1977. — 268 с.
8. Добряков А.И. Курс начертательной геометрии [Текст] / А.И. Добряков. — М.-Л.: Гос. изд-во литературы по строительству и архитектуре, 1952. — 496 с.
9. Иванов Г.С. Начертательная геометрия [Текст] / Г.С. Иванов. — М.: Изд-во МГУЛ, 2012. — 340 с.
10. Ищенко А.А. К вопросу о необходимости преподавания начертательной геометрии и графики для химиков и химиков-технологов [Текст] / А.А. Ищенко // Геометрия и графика. — 2013. — Т. 1. — № 2. — С. 6–7. — DOI: 10.12737/776
11. Климухин А.Г. Начертательная геометрия [Текст] / А.Г. Климухин. — М.: Стройиздат, 1978. — 334 с.
12. Колотов С.М. Курс начертательной геометрии [Текст] / С.М. Колотов, Е.Е. Дольский, В.Е. Михайленко, Гусев Н.А., Горленко Б.С. — Киев: Гос. изд-во литературы по строительству и архитектуре УССР, 1961. — 316 с.
13. Короеv Ю.И. Начертательная геометрия [Текст] / Ю.И. Короеv. — М.: КНОРУС, 2011. — 432 с.
14. Короткий В.А. Начертательная геометрия: конспект лекций [Текст] / В.А. Короткий, Л.И. Хмарова, И.В. Буторина. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2014. — 191 с.
15. Крылов Н.Н. Начертательная геометрия [Текст] / Н.Н. Крылов, П.И. Лобандиевский, С.А. Мэн, В.Л. Николаев, Г.С. Иконникова. — М.: Высшая школа, 1977. — 231 с.
16. Крылов Н.Н. Начертательная геометрия [Текст] / Н.Н. Крылов, Г.С. Иконникова, В.Л. Николаев, Н.М. Лаврухина. — М.: Высшая школа, 1990. — 240 с.
17. Кузнецов Н.С. Начертательная геометрия [Текст] / Н.С. Кузнецов. — М.: Высшая школа, 1981. — 262 с.
18. Локтев О.В. Краткий курс начертательной геометрии [Текст] / О.В. Локтев. — М.: Высшая школа, 1985. — 136 с.
19. Пеклич В.А. Начертательная геометрия [Текст] / В.А. Пеклич. — М.: Изд-во ассоциации строительных вузов, 2007. — 272 с.
20. Русскевич Н.Л. Начертательная геометрия [Текст] / Н.Л. Русскевич. — Киев: Вища школа, 1978. — 312 с.
21. Рыжов Н.Н. Курс начертательной геометрии [Текст]: учеб. пособие. — Ч. 1 / Н.Н. Рыжов. — М.: Изд-во МАДИ-ТУ, 1995. — 72 с.
22. Рыжов Н.Н. Курс начертательной геометрии [Текст]: учеб. пособие. — Ч. 2 / Н.Н. Рыжов. — М.: Изд-во МАДИ-ТУ, 1996. — 68 с.
23. Рынин Н.А. Начертательная геометрия [Текст] / Н.А. Рынин. — Л.: Госстройиздат, 1939. — 448 с.
24. Сальков Н.А. Начертательная геометрия. Базовый курс: учеб. пособие. — М.: ИНФРА-М, 2013. — 184 с.
25. Сальков Н.А. Начертательная геометрия до 1917 года [Текст] / Н.А. Сальков // Геометрия и графика. — 2013. — Т. 1. — № 2. — С. 18–20. — DOI: 10.12737/780
26. Сальков Н.А. Начертательная геометрия. Основной курс [Текст] / Н.А. Сальков. — М.: ИНФРА-М, 2014. — 235 с.
27. Сальков Н.А. Начертательная геометрия — теория изображений [Текст] / Н.А. Сальков // Геометрия и графика. — 2016. — Т. 4. — № 4. — С. 41–47. — DOI: 10.12737/22842
28. Тевлин А.М. Курс начертательной геометрии (на базе ЭВМ) / А.М. Тевлин, Г.С. Иванов, Л.Г. Нартова, В.С. Полозов, В.И. Якунин. — М.: Высшая школа, 1983. — 175 с.
29. Тимрот Е.С. Начертательная геометрия [Текст] / Е.С. Тимрот. — М.: Гос. изд-во литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1962. — 280 с.
30. Фролов С.А. Начертательная геометрия [Текст] / С.А. Фролов. — М.: Машиностроение, 1983. — 240 с.
31. Четверухин Н.Ф. Курс начертательной геометрии [Текст] / Н.Ф. Четверухин [и др.]. — М.: Гос. изд-во технико-теоретической литературы, 1956. — 436 с.
32. Четверухин Н.Ф. Начертательная геометрия [Текст] / Н.Ф. Четверухин, В.С. Левицкий, З.И. Прянишникова, А.М. Тевлин, Г.И. Федотов. — М.: Высшая школа, 1963. — 420 с.

References

1. Bubennikov A.V., Gromov M.Ja. *Nachertatel'naja geometrija* [Descriptive geometry]. Moscow, Vysshaja shkola Publ., 1973. 416 p. (in Russian)
2. Budarin O.S. *Nachertatel'naya geometriya Kratkij kurs* [Descriptive geometry A short course]. St. Petersburg: Lan`-Publ., 2019. 360 p. (in Russian)
3. Vinnickij I.G. *Nachertatel'naja geometrija* [Descriptive geometry]. Moscow, Vysshaja shkola Publ., 1975. 280 p. (in Russian)
4. Vinogradov V.N. *Nachertatel'naya geometriya* [Descriptive geometry]. Minsk, Vy'sh. shkola Publ., 1977. 268 p. (in Russian)
5. Voloshin-Chelpan Je.K. *Nachertatel'naja geometrija. Inzherernaja grafika* [Descriptive geometry. Engineering graphics]. Moscow, Akademicheskij proekt Publ., 2009. 183 p. (in Russian)
6. Glagolev N.A. *Nachertatel'naja geometrija* [Descriptive geometry]. M.-L., ONTI NKTP SSSR, Glavnaja redakcija obshhetehnicheskoy literatury i nomografii Publ., 1936. 160 p. (in Russian)
7. Gordon V.O., Semencov-Ogievskij M.A. *Kurs nachertatel'noj geometrii* [A course in descriptive geometry]. Moscow, Nauka Publ., 1977. 268 p. (in Russian)
8. Dobrjakov A.I. *Kurs nachertatel'noj geometrii* [A course in descriptive geometry]. M.-L., Gos. izdatel'stvo literatury po stroitel'stvu i arhitekture Publ., 1952. 496 p. (in Russian)
9. Ivanov G.S. *Nachertatel'naya geometriya* [Descriptive geometry]. Moskow, FGBOU VPO MGUL Publ., 2012. 340 p. (in Russian)
10. Ishhenko A.A. K voprosu o neobhodimosti prepodavanija nachertatel'noj geometrii i grafiki dlja himikov i himikov-tehnologov [To the question about the necessity of descriptive

- geometry and graphics teaching for chemists and chemical technologists]. *Geometrija i grafika* [Geometry and graphics], 2013, v. 1, i. 2, pp. 6–7. DOI: 10.12737/776 (in Russian).
11. Klimuhin A.G. *Nachertatel'naja geometrija* [Descriptive geometry]. Moscow, Strojizdat Publ., 1978. 334 p. (in Russian)
 12. Kolotov S.M., Dol'skij E.E., Mihajlenko V.E. *Kurs nachertatel'noj geometrii* [Course in descriptive geometry]. Kiev, Gos. izd-vo literatury po stroitel'stvu i arhitekture USSR Publ., 1961. 316 p. (in Russian)
 13. Koroev Ju.I. *Nachertatel'naja geometrija* [Descriptive geometry]. Moscow, KNORUS Publ., 2011. 432 p. (in Russian)
 14. Korotkij V.A., Hmarova L.I., Butorina I.V. *Nachertatel'naja geometrija: konspekt lekcij* [Descriptive geometry]. Chelyabinsk, YuUrGU Publ., 2014. 191 p. (in Russian)
 15. Krylov N.N., Lobandievskij P.I., Mjen S.A., Nikolaev V.L., Ikonnikova G.S. *Nachertatel'naja geometrija* [Descriptive geometry]. Moscow, Vysshaja shkola Publ., 1977. 231 p. (in Russian)
 16. Krylov N.N., Ikonnikova G.S., Nikolaev V.L., Lavruhina N.M. *Nachertatel'naja geometrija* [Descriptive geometry]. Moscow, Vysshaja shkola Publ., 1990. 240 p. (in Russian)
 17. Kuznecov N.S. *Nachertatel'naja geometrija* [Descriptive geometry]. Moscow, Vysshaja shkola Publ., 1981. 262 p. (in Russian)
 18. Loktev O.V. *Kratkij kurs nachertatel'noj geometrii* [A short course in descriptive geometry]. Moscow, Vysshaja shkola Publ., 1985. 136 p. (in Russian)
 19. Peklich V.A. *Nachertatel'naja geometrija* [Descriptive geometry]. Moscow, Izdatel'stvo associacii stroitel'nyh vuzov Publ., 2007. 272 p. (in Russian)
 20. Russkevich N.L. *Nachertatel'naja geometrija* [Descriptive geometry]. Kiev, Vishha shkola Publ., 1978. 312 p. (in Russian)
 21. Ry'zhov N.N. *Nachertatel'naya geometriya. Ch. 1* [Descriptive geometry. P. 1]. Moscow, MADI Publ., 1995. 72 p. (in Russian)
 22. Ry'zhov N.N. *Nachertatel'naya geometriya. Ch. 2* [Descriptive geometry. P. 2]. Moscow, MADI Publ., 1996. 68 p. (in Russian)
 23. Rynin N.N. *Nachertatel'naja geometrija* [Descriptive geometry]. L.: Gosstrojizdat Publ., 1939. 448 p. (in Russian)
 24. Sal'kov N.A. *Nachertatel'naja geometrija. Bazovyj kurs* [Descriptive geometry. Basic course]. Moscow, INFRA-M Publ., 2013. 184 p. (in Russian)
 25. Sal'kov N.A. *Nachertatel'naja geometrija do 1917 goda* [Descriptive Geometry until 1917]. *Geometrija i grafika* [Geometry and graphics], 2013, v. 1, i. 2, pp. 18–20. DOI: 10.12737/780 (in Russian)
 26. Sal'kov N.A. *Nachertatel'naja geometrija: Osnovnoj kurs* [Descriptive geometry. The main course]. Moscow, INFRA-M Publ., 2014. 235 p. (in Russian)
 27. Sal'kov N.A. *Nachertatel'naya geometriya — teoriya izobrazhenij* [Descriptive geometry-image theory]. *Geometrija i grafika* [Geometry and graphics], 2016, v. 4, i. 4, pp. 41–47. DOI: 10.12737/22842 (in Russian)
 28. Tevljin A.M., Ivanov G.S., Nartova L.G. *Kurs nachertatel'noj geometrii (na baze EVM)* [The course of descriptive geometry (based on a computer)]. Moscow, Vy'sh. shkola Publ., 1983. 175 p. (in Russian)
 29. Timrot E.S. *Nachertatel'naya geometrija* [Descriptive geometry]. Moscow, Gos. izdatel'stvo literatury po stroitel'stvu, arhitekture i stroitel'nym materialam Publ., 1962. 280 p. (in Russian)
 30. Frolov S.A. *Nachertatel'naya geometrija* [Descriptive geometry]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1978. 240 p. (in Russian)
 31. Chetveruhin N.F. *Kurs nachertatel'noj geometrii* [Course descriptive geometry]. Moscow, Gos. izd-vo tekhniko-teoreticheskoy literatury Publ., 1956. 436 p. (in Russian)
 32. Chetveruhin N.F., Leviczkij V.S. *Nachertatel'naya geometriya* [Descriptive Geometry]. Moscow, Vy'shaya shkola Publ., 1963. (in Russian)