

О монографии «Моделирование геометрических форм автомобильных дорог»

On the monograph “Modeling of geometrical forms of roads”

Сальков Н.А.

канд. техн. наук, профессор кафедры архитектуры Московского государственного академического художественного института имени В.И. Сурикова
e-mail: nikolaysalkov@mail.ru

Salkov N.A.

PhD in Engineering, Professor of the Department of architecture of the Surikov Moscow State Academic Art Institute

Аннотация

Монография «Моделирование геометрических форм автомобильных дорог» является, по сути, вторым изданием ранее опубликованной монографии «Моделирование автомобильных дорог». Отличие от прежнего издания заключается не только в том, что монография теперь выпущена в бумажном виде, но и в более расширенном содержании, включающем составляющие части инженерной геометрии.

Ключевые слова: геометрия, начертательная геометрия, аналитическая геометрия, параметрическая геометрия, моделирование, автомобильные дороги.

Abstract. The monograph "Modeling of geometric forms of motor roads" is, in fact, the second edition of the previously published monograph "Modeling of motor roads". In unlike previous edition not only that the monograph is now published in paper form, but also in a more extended content, including the constituent parts of engineering geometry.

Keywords: geometry, descriptive geometry, analytical geometry, parametric geometry, modeling, roads.

Монография «Моделирование геометрических форм автомобильных дорог» [12] является, по сути, вторым изданием ранее опубликованной монографии «Моделирование автомобильных дорог» [11]. Отличие от прежнего издания заключается не только в том, что монография теперь выпущена в бумажном виде, но и в более расширенном содержании, включающем составляющие части инженерной геометрии, которые были использованы при исследовании.

Монография состоит из 6 глав. Содержит 162 стр. текста с рисунками.

Глава 1. Теоретические основы геометрического моделирования.

В этой главе рассматривается роль геометрии в науке и в производстве, указывается, что геометрия (начертательная геометрия), во-первых, является базой для геометрии аналитической [13; 15], что она служит также и базой для компьютерной графики [14], геометрия служит как изобразительное средство для всех видов искусства [9; 10; 21] и вообще является теорией изображений [3; 17], входит составной частью в медицину (рентгеновские аппараты, магнитно-резонансная томография, компьютерная томография, мини и микро разрезы в операциях с помощью визуализации на экранах мониторов; все медицинские

инструменты – скальпели, иголки и т.п., – аппараты также имеют определенные геометрические характеристики. Архитектура полностью состоит из геометрии, особенно внешний вид зданий и сооружений. Без геометрии архитектура как искусство и не существовала бы.

География в очень значительной части представляет собой геометрию, принцип составления географических карт – это проекции с числовыми отметками. Способ получения развертки поверхности земли; способ определения координат точек земной поверхности, определение уклона земной поверхности: рек, гор и холмов и, наконец, определение объема земляных работ при строительстве дорог и других земляных объектов – это тоже геометрия, в том числе и начертательная.

Геометрия занимает немалое место в химии [1]. Геометрия служит в военном деле. Вспомним новейший российский танк. Да и просто советский танк Т-34: его геометрия была такая, что обычные снаряды рикошетили, не причиняя особого вреда. А как попасть ракетой, как сейчас говорят, в форточку – разве это не типично геометрическая задача?

Геометрия используется в тяжелом машиностроении, в сельском хозяйстве, в текстильной и обувной промышленности, в воздушно-космических силах, в кораблестроении, самолетостроении и т.д.

Геометрия служит и в искусстве – у художников [2; 9].

Геометрия используется в исследованиях фазовых пространств. То есть, при моделировании многофакторных процессов и явлений живой и неживой природы.

Геометрия является основой в специальном строительстве: строительстве плотин и аэродромов, спортивных сооружений (треков, стадионов, трамплинов и т.д.).

Геометрия – это основа для формообразования, геометрического моделирования [11; 12; 19; 20; 22-27].

Гораздо легче сказать, где геометрия не имеет места, хотя это будет сложно сделать, поскольку всегда можно найти удачный пример ее применения. Ну, может быть, ее нет явно только в музыке? Хотя и существует крылатое выражение, что архитектура – это симфония, заключенная в камне.

Таким образом, геометрия используется повсеместно, где бы человек ни создавал что-либо своим трудом.

Это может означать только одно – геометрия должна находиться и находится в основании технического обучения [15; 18].

Здесь же, в 1 главе, рассматривается понятие «теория изображения».

Нет такой области приложения человеческого труда, где бы не было применено то или иное изображение.

Доказывается, что настоящей теорией изображений является начертательная геометрия. При этом приведены высказывания многочисленных известных авторов учебников по начертательной геометрии. Все авторы в приведенных высказываниях в учебниках и монографиях в один голос утверждают, что начертательная геометрия в основном является наукой об изображениях.

Начертательная геометрия как теория изображений дает представление о том, каким образом одно пространство отображается на другое при помощи проецирующих линий. Другими словами, начертательная геометрия геометрическую модель превращает в графическую, которую мы можем наблюдать на экране дисплея.

Начертательная геометрия работает с графическими моделями трехмерного пространства. Вот в каких учебных дисциплинах эти модели встречаются:

1. Архитектурное проектирование.
2. Теоретическая механика.
3. Железобетонные конструкции.
4. Металлические конструкции.
5. Деревянные конструкции.
6. Строительная механика.
7. Сопромат.
8. Водоснабжение.
9. Автомобильные дороги.
10. Аэродромы.
11. Геодезия.
12. Картография.
13. Теория механизмов и машин.
14. Гидравлика.
15. Мосты.
16. Плотины.
17. Инженерное благоустройство территории и транспорт.
18. Инженерное оборудование зданий.
19. Организация строительного производства.
20. Технология строительного производства.
21. Дизайн.
22. Основы градостроительства и районной планировки.
23. Основы художественного проектирования.
24. Реставрационное проектирование.
25. Архитектурная графика.
26. Теория механизмов и машин.

И это только некоторые из учебных предметов, относящихся к профессиям по строительству и архитектуре. Мы даже не берем машиностроение, авиастроение, судостроение, сельскохозяйственную промышленность, космическую промышленность, военную, текстильную, пищевую и мн. др.

В гл. 1 рассматривается аналитический подход в геометрическом конструировании. Известно высказывание одного из великих геометров М. Шаля [29]: «Начертательная геометрия ... послужила светочем при изыскании и истолковании геометрии аналитической».

Далее, на 17 страницах, приводятся многочисленные примеры получения аналитических зависимостей, исходя из зависимостей чисто геометрических, имеющих место в начертательной геометрии.

Приводится алгоритм получения геометрической модели.

Здесь же, в подразделе 1.5, даются элементы параметрической геометрии, которая является одной из основных составляющих частей инженерной (прикладной) геометрии.

В России первая работа по параметрической геометрии вышла в 1963 г. [28]. В ней академик Н.Ф. Четверухин дал методику подсчета параметров многоугольников и многогранников. После Н.Ф. Четверухина вопросом параметрической геометрии занимался профессор Н.Н. Рыжов. Его работы [4-8] в области параметрической геометрии и, как практическое приложение, – в теории каркаса, являются фундаментальными.

В настоящее время в параметрической геометрии можно выделить 4 основные задачи [8]:

1. Параметраж геометрических фигур и их многообразий.
2. Параметраж геометрических условий.
3. Исследование геометрического смысла параметров.

4. Исследование возможности сосуществования геометрических условий.

Первые две задачи в принципе решены. Третья и четвертая находятся в стадии решения, общих подходов к их решению пока нет, поэтому в каждом конкретном случае приходится анализировать условия и находить оригинальное решение.

Элементом параметрической геометрии посвящено 23 страницы.

Здесь же, в 1 гл., проанализированы существующие методы проектирования поверхностей в трехмерном пространстве, а компьютерная визуализация представлена как итог геометрического моделирования.

Глава 2. Проектирование автомобильных дорог в настоящее время.

Здесь рассматриваются терминологические вопросы, встречающиеся в дорожном строительстве; основные аспекты проектирования автомобильных дорог с точки зрения геометрии, а также обобщенный алгоритм решения задачи при системном подходе.

Глава 3. Геометрическое и математическое моделирование линейных и поверхностных форм автомобильных дорог.

В этой главе предлагается модель оси дороги как единой пространственной кривой, представляющей собой две проекции, каждая из которых состоит из сплайн-функции третьего порядка [12].

Далее предлагаются разработанные обобщенные геометрическая и математическая модели поверхностных форм автомобильных дорог, а также обобщенные геометрическая и математическая модели линейных форм автомобильных дорог. При этом была решена частная позиционная задача пересечения линейчатой поверхности общего порядка с циклической поверхностью общего порядка.

Затем разработана поверхность откоса из ∞^1 конусов вращения, являющихся частным случаем поверхности циклиды Дюпена [23-27].

В конце главы дается математическое обеспечение получения проектных горизонталей поверхностных форм автомобильных дорог для решения задач вертикальной планировки и определения объемов земляных работ при строительстве автомобильных, железных дорог и аэродромов.

Глава 4. Локальные особенности автомобильных дорог на виражных участках.

В этой главе рассматриваются линейные и поверхностные формы дороги на отгоне виража и на самом вираже.

Глава 5. Разработка математического обеспечения визуализации линейных и поверхностных форм автомобильных дорог.

Здесь рассматриваются математические выражения получения координат точек как линий (оси дороги, кромки проезжей части и бровки земляного полотна), так и поверхностей (проезжей части, обочины и откоса). Эти математические выражения получены как для всей дороги, так и для виражного участка. Приводится алгоритм получения локальных характеристик.

Далее следует рассмотрение собственно визуализации автомобильной дороги. Разработан аппарат получения перспективы дороги в автоматизированном режиме с учетом зрительного ориентирования водителей. Предложено математическое обеспечение для перспективных изображений автомобильных дорог. При этом доказана одна из теорем дифференциальной геометрии, которая вместе с теоремой Менье послужила основой при определении дифференциальных характеристик главных линий дороги, что напрямую связано со зрительной плавностью – важнейшей характеристикой автомобильной дороги.

Глава 6. Применение математического обеспечения в дорожном строительстве.

В этой главе рассматривается изобретение «Способ профилирования поверхности земляных сооружений землеройной машины», с помощью которого предлагается реализовать предлагаемое математическое и выполненное на его основе программное обеспечение для проектирования и строительства автомобильных и железных дорог.

Использование результатов предлагаемой работы позволяет оптимизировать начальный этап проектирования автомобильных дорог, вносить коррективы и изменения в процесс проектирования и с определенной степенью обоснованности выбирать проектные варианты, а при строительстве – проконтролировать любую точку дороги.

Литература

1. *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.
2. *Константинов А.В.* Технический рисунок в изучении основ изобразительной грамоты [Текст] / А.В. Константинов // Геометрия и графика. – 2017. – Т. 5. – № 1 – С. 51–63. – DOI: 10.12737/25124.
3. *Пеклич В.А.* Начертательная геометрия [Текст] / В.А. Пеклич. — М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2007. – 272 с.
4. *Рыжов Н.Н.* Каркасная теория задания и конструирования поверхностей // Труды УДН им. П. Лумумбы. – М., 1967. – Т. XXVI: Математика. – Вып. 3: Прикладная геометрия. – С. 3–17.
5. *Рыжов Н.Н.* Математическое моделирование проезжей части автомобильных дорог [Текст] / Н.Н. Рыжов, К.П. Ловецкий, Н.А. Сальков. – М.: МАДИ, 1988. Деп. в ЦБНТИ Минавтодора РСФСР 30.06.88, № 163-ад88.
6. *Рыжов Н.Н.* О теории каркаса // Труды УДН им. П. Лумумбы. – М., 1963. – Т.11: Начертательная геометрия. – Вып. 1. – С. 9–19.
7. *Рыжов Н.Н.* Параметризация поверхностей // Труды УДН им. П. Лумумбы. – М., 1967. – Т. XXVI: Математика. – Вып. 3: Прикладная геометрия. – С. 18–22.
8. *Рыжов Н.Н.* Параметрическая геометрия: Учебное пособие. – М.: МАДИ, 1988. – 56 с.
9. *Сальков Н.А.* Искусство и начертательная геометрия [Текст] / Н.А. Сальков // Геометрия и графика. – 2013. – Т. 1. – № 3–4. – С. 3–7. – ОI: 10.12737/2123.
10. *Сальков Н.А.* Курс начертательной геометрии Гаспара Монжа [Текст] / Н.А. Сальков // Геометрия и графика. – 2013. – Т. 1. – № 3–4. – С. 52–57. – ОI: 10.12737/2135.
11. *Сальков Н.А.* Моделирование автомобильных дорог [Электронный ресурс] / Н. А. Сальков. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 120 с.
12. *Сальков Н.А.* Моделирование геометрических форм автомобильных дорог: монография [Текст] / Н.А. Сальков. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 162 с.
13. *Сальков Н.А.* Начертательная геометрия — база для геометрии аналитической [Текст] / Н.А. Сальков // Геометрия и графика. – 2016. – Т. 4. – № 1. – С. 44–54. – DOI: 10.12737/18057.
14. *Сальков Н.А.* Начертательная геометрия — база для компьютерной графики [Текст] / Н.А. Сальков // Геометрия и графика. – 2016. – Т. 4. – № 2. – С. 37–47. – DOI: 10.12737/19832.
15. *Сальков Н.А.* Начертательная геометрия. Базовый курс [Текст]: учеб. пособие / Н.А. Сальков. — М.: ИНФРА-М, 2013. – 184 с.

16. 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.
17. 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.
18. Сальков Н.А. Начертательная геометрия. Основной курс [Текст]: учеб. пособие / Н.А. Сальков. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 235 с.
19. Сальков Н.А. Параметрическая геометрия в геометрическом моделировании / Н.А. Сальков // Геометрия и графика. – 2014. – Т. 2. – № 3. – С. 7–13. - DOI: 10.12737/6519.
20. Сальков Н.А. Геометрическое моделирование и начертательная геометрия [Текст] / Н.А. Сальков // Геометрия и графика. – 2016. – Т. 4. – № 4. – С. 31–61. — DOI: 10.12737/22841.
21. Сальков Н.А. О возрастающей роли геометрии [Электронный ресурс] / Н.А. Сальков, В.И. Вышнепольский // Журнал естественнонаучных исследований. — 2017. — Т. 2. № 2. — С. 53–61. — URL: <https://naukaru.editorum.ru/ru/nauka/article/16413/view/>
22. Сальков Н.А. Свойства циклид Дюпена и их применение. Часть 1 [Текст] / Н.А. Сальков // Геометрия и графика. – 2015. – Т. 3. – № 1. – С. 16-25. - DOI: 10.12737/10454.
23. Сальков Н.А. Свойства циклид Дюпена и их применение. Часть 2 [Текст] / Н.А. Сальков // Геометрия и графика. – 2015. – Т. 3. – № 2. – С. 9-23. – DOI: 10.12737/12164.
24. Сальков Н.А. Свойства циклид Дюпена и их применение. Часть 3: сопряжения [Текст] / Н.А. Сальков // Геометрия и графика. – 2015. – Т. 3. – № 4. – С. 3-14. – DOI: DOI: 10.12737/17345.
25. Сальков Н.А. Свойства циклид Дюпена и их применение. Часть 4: приложения [Текст] / Н.А. Сальков // Геометрия и графика. – 2016. – Т. 4. – № 1. – С. 21–32. – DOI: 10.12737/17347.
26. Сальков Н.А. Циклида Дюпена и ее приложение: монография [Текст] / Н.А. Сальков. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 141 с. - ISBN 978-5-16-011910-6.
27. Сальков Н.А. Циклида Дюпена и кривые второго порядка. Часть 1 [Текст] / Н.А. Сальков // Геометрия и графика. – 2016. – Т. 4. – № 2. – С. 19-28. – DOI: 10.12737/19829.
28. Четверухин Н.Ф., Яцкевич Л.А. Параметризация и ее применение в геометрии / Математика в школе. – 1963. - №5. – С.15-23.
29. Шаль М. Исторический обзор происхождения и развития геометрических методов. – М., 1883.