

Хведчук В.И.

доцент, к.т.н., Брестский государственный технический университет
liddan@mail.ru

Уласевич З.Н.

доцент, к.т.н., Брестский государственный технический университет
Уласевич В.П.

доцент, к.т.н., Брестский государственный технический университет
wpulas@mail.ru

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОВЕРХНОСТИ РАВНОГО УКЛОНА В ПРОЕКЦИЯХ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ

Введение.

При проектировании различного рода строительных объектов, сооружений в проекциях с числовыми отметками разрабатываются и применяются различные поверхности. В целом раздел «Проекции с числовыми отметками» основан на методе проекций и включает в свой состав некоторые особенности ортогональных, аксонометрических и перспективных проекций.

В широкомасштабном диапазоне литературных источников, информации, представленной в Интернете, очень сложно разобраться во всем теоретическом материале, не имея еще никакой практической базы. Поэтому основная цель материала, изложенного в данной статье методически сформировать сложный теоретический материал, сделать акцент на важные моменты в последовательном, целенаправленном изучении теоретических обоснований, основная цель реализовать знания, умения и навыки, в т. ч. и для осуществления понимания вопросов междисциплинарных связей, в частности направления «Геометрические поверхности равного уклона».

1. Геометрические поверхности равного уклона.

К геометрическим поверхностям в проекциях с числовыми отметками относятся линейчатые и криволинейные поверхности. Если на участке дорожного полотна происходит закругление с одновременным подъемам в откосах, образуется поверхность, имеющая на всем своем протяжении постоянный угол с горизонтальной плоскостью. Такая поверхность называется поверхностью равного уклона. Поверхность равного уклона – линейчатая поверхность, все прямолинейные образующие составляют с горизонтальной плоскостью постоянный угол. Такая поверхность образовывается, если прямой круговой конус с вертикальной осью и образующими заданного уклона перемещать вдоль некоторой направляющей, оставляя при этом ось конуса вертикальной. При этом поверхность, огибающая прямой круговой конус во всех его положениях, представляет собой развертывающийся геликоид. Геликоид – винтовая

поверхность, образованная движением прямой образующей по направляющей – пространственной кривой линии. Исходя из этого очевидно, что поверхность равного уклона образуется в результате перемещения прямого кругового конуса с вершиной, скользящей по кривой линии – направляющей, пространственной кривой линии, принадлежащей геликоиду.

2. Определитель поверхности равного уклона.

Из пункта 1 видно, что поверхность равного уклона является огибающей однопараметрического семейства конусов, вершины которых принадлежат направляющей пространственной кривой линии – бровке дорожного полотна (рис.1).

В состав определителя геометрической поверхности равного уклона включается геометрическая и алгоритмическая составляющая.

Геометрическая составляющая представляет собой геометрические элементы:

- направляющая, бровка участка дорожного полотна;
- вершина прямого кругового конуса;
- вертикальная ось вращения прямого кругового конуса.

Алгоритмическая составляющая формирует закон образования поверхности, который может быть сформирован следующим образом на приведенном условии задачи:

– направляющая, бровка участка дорожного полотна, идущая с подъемом отметок от «0» до отметки «3», с уклоном откоса 1:2. Бровка дороги является цилиндрической винтовой линией.

В разрабатываемом алгоритме (реализация описываемого в графическом виде алгоритма приведена на рис.1, 2) решения по определению линии откоса с топографической поверхностью необходимо:

- проградуйровать бровку дороги (направляющую), разделив дугу 0 – 3 на три равные части;
- из точек 1, 2, 3 радиусом равным интервалу (при заданном уклоне 1:2 равняется двум масштабным единицам) выполняется построение концентрических окружностей соответствующими радиусами, т.е. горизонталей конуса:
- из точки 1 – величиной одного интервала;
- из точки 2 – величиной двух интервалов;
- из точки 3 – величиной трех интервалов (рис.1,2).

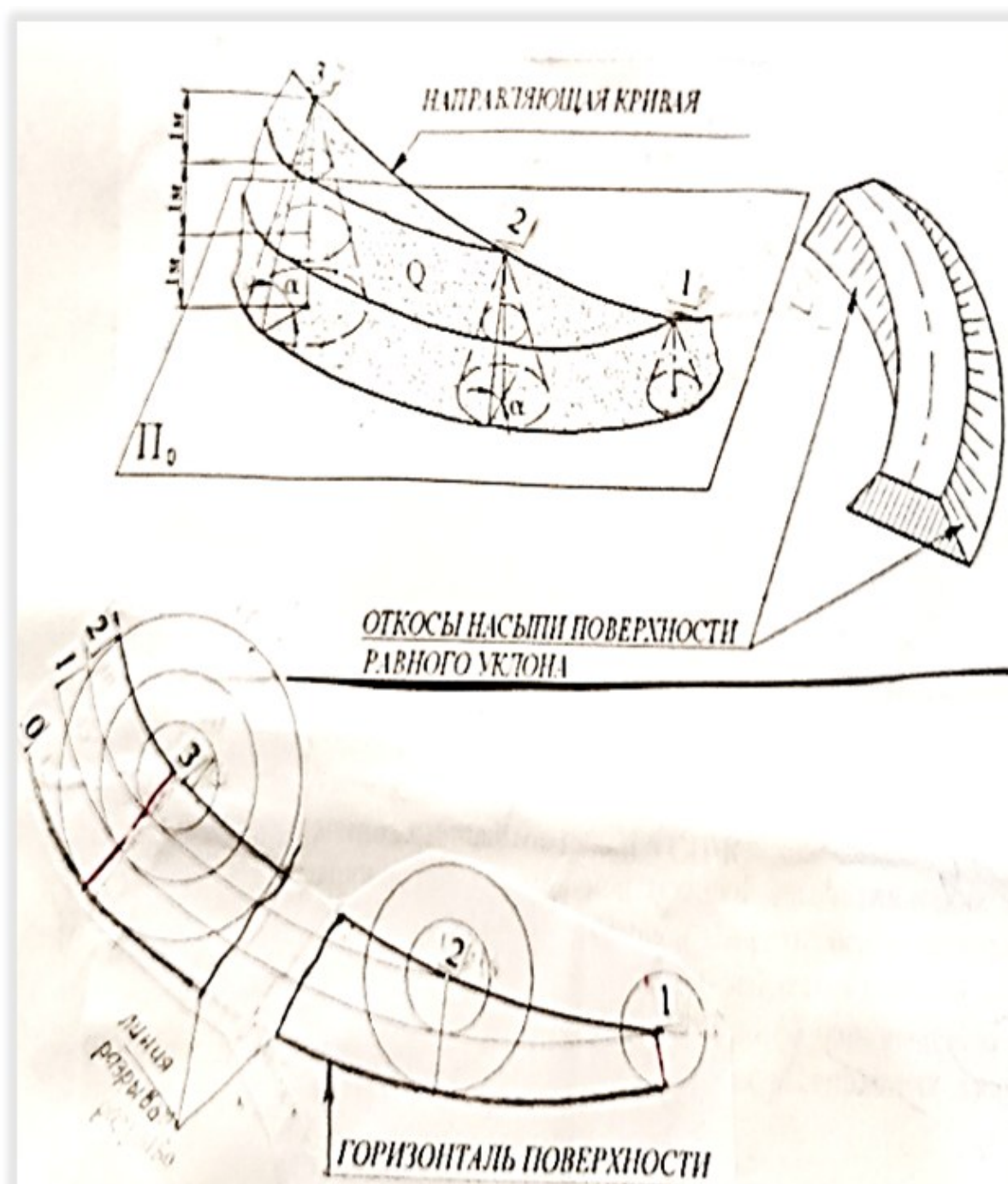


Рисунок 1.

3. Построить горизонтالي поверхности равного уклона, т.е. огибающей семейства концентрических окружностей (горизонталей конуса).

Из точки 0 проводится плавная кривая касательная к данным окружностям, которая называется горизонталь с нулевой отметкой поверхности равного уклона. Другие горизонтали, проведенные из точек 1 и 2 будут ей параллельны (рис.2).

На рис.2 продемонстрирована дополнительная точка 0 перед 1, которая расположена перед точкой 1.

Из точки 0 проведена к основанию конуса кривая, указывающая направление горизонталей откоса по аналогии с алгоритмом решения, приведенном на рис.1.

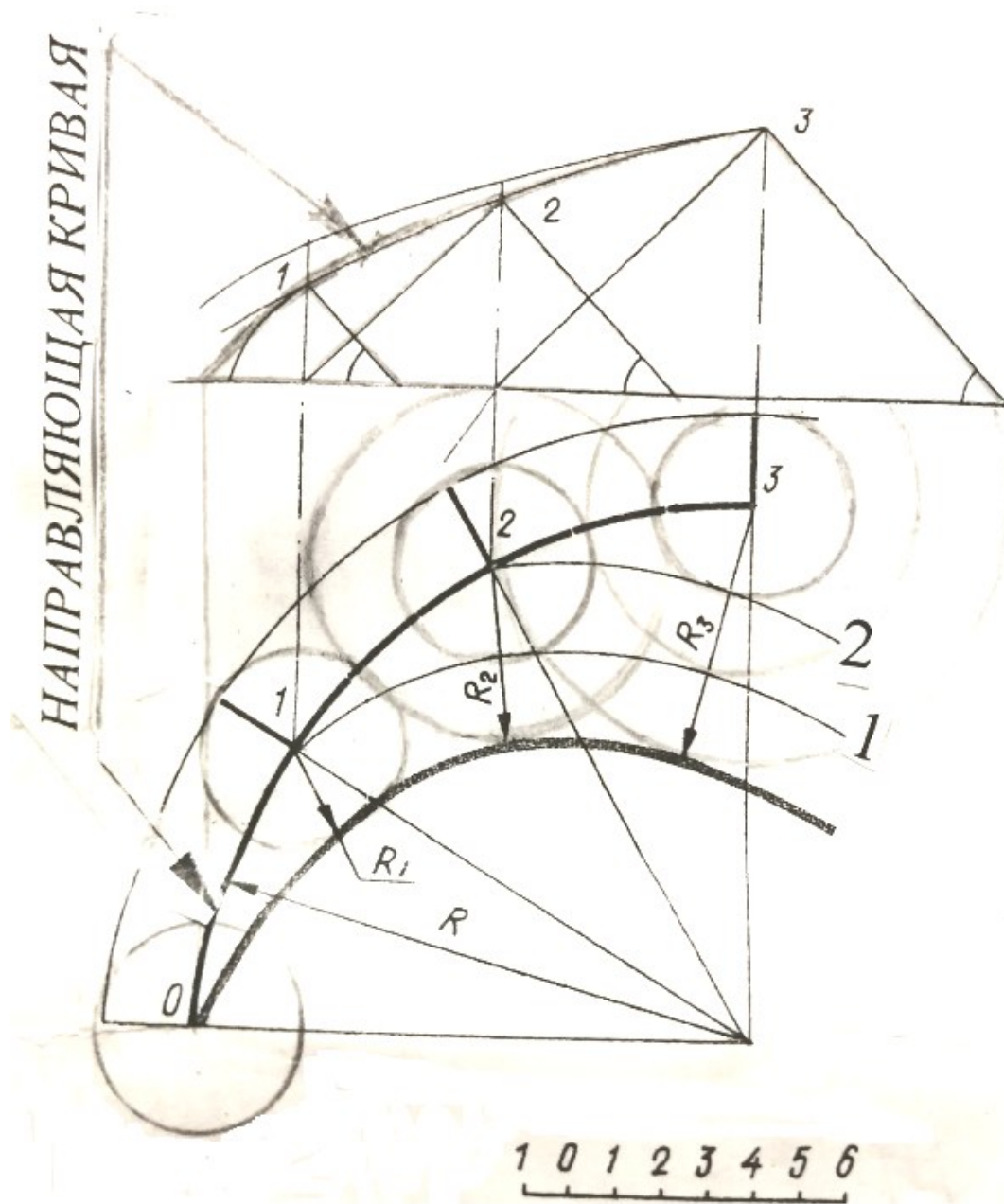


Рисунок 2

Выполняя графические построения необходимо следовать определенной последовательности:

начальную окружность нужно вычерчивать:

– при выемке (срезке) в точке с меньшей отметкой (рис.1, 2);

– при насыпи (подсыпке) в точке с большей отметкой графические построения выполняются по аналогии.

Анализируя реализацию алгоритма в соответствии с определителем поверхности можно заключить:

– огибающая кривая – горизонталь поверхности равного уклона;

– поверхность равного уклона задается – направляющей, направлением, величиной уклона.

3. Модель геликоида

Предлагается стохастическая модель построения кривой в трехмерном пространстве [9]

$$\rho_{x_0, y_0, z_0, n_x, n_y, n_z}(x, y, x) = R \quad (1)$$

где ρ – функция расстояния от точки поверхности до оси цилиндра;

x_0, y_0, z_0 – координаты точки, принадлежащей кривой G проекции геликоида на плоскости;

n_x, n_y, n_z – компоненты направляющего вектора G;

R – радиус G.

При некоторых значениях $x_0, y_0, z_0, n_x, n_y, n_z$ суммарное квадратичное отклонение точек подмножества U^a – минимально. Для данного подмножества U^a формируется следующее условие:

Допустимое множество строится в виде множества коэффициентов уравнений цилиндра, каждый из которых ограничен минимальным и максимальным значением.

В качестве целевой функции выбирается суммарное квадратичное отклонение точек подмножества U^a от поверхности “хвоста”. Отклонение отдельной точки множества U^a равно разности ее расстояния до оси $r_{U_i^a}$ и радиуса цилиндра. Поэтому

$$f(x_0, y_0, z_0, n_x, n_y, n_z) = \sum_i (r_{U_i^a}(x_0, y_0, z_0, n_x, n_y, n_z) - R)^2. \quad (3)$$

Разрабатываемая модель предполагается к использованию для разработки тестирующего контента в рамках диалоговой обучающей системы[10].

Литература

1. Симонин, С.И., Котов, Ю.В. Наглядные изображения при проектировании автомобильных дорог. Москва, Транспорт, 1983, 150 стр.
2. Уласевич, З.Н. Обобщение методик преподавания курса начертательной геометрии. Труды X научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов. Часть 1/ Новые технологии в машиностроении и вычислительной технике. Брест, 1988 (БПИ), стр. 226-231.
3. Уласевич, З.Н. К параметризации геометрического образа математической модели / З.Н. Уласевич, В.П. Уласевич // Тезисы докладов юбилейной научно-практ.конф., посвящ. 25-летию БрПИ. Ч.11. – Брест, 1991.
4. Уласевич, З.Н. Начертательная геометрия: Учебное пособие для студентов строительных специальностей ВУЗов / З.Н. Уласевич, В.П. Уласевич, О.А. Якубовская. – Минск : Беларуская Энцыклап. імя П. Броўкі, 2009 – 197 с.
5. Уласевич, З.Н. Инженерная графика. Практикум: учебное пособие для студентов строительных специальностей ВУЗов / З.Н. Уласевич, В.П. Уласевич, Д.В. Омель – Минск : Вышэйшая школа, 2015 – 207 с.
6. Уласевич, З.Н. Инженерная графика. Практикум / З.Н. Уласевич, В.П. Уласевич, Д.В. Омель, с изменениями// Допущено Минобразования РБ в качестве учебного пособия для студентов ВУЗов по техническим специальностям. 2-е издание, переработанное – Минск : Вышэйшая школа, 2020 – 207 с.
7. Крылов, Н.Н. Начертательная геометрия: учебное пособие для студентов строит. спец. / Н.Н. Крылов, Г.С. Иконникова, В.Л. Николаев, В.Е. Васильев. – М: Высш. шк., 2010. – 223 с.
8. Начертательная геометрия: учебник / С.А. Фролов. – М.: Академия, 2008, – 286 с.
9. Применение стохастического алгоритма в задаче распознавания стыка труб для управления манипулятором сварочного робота / А.А.Пискарев, Б.Б.Михайлов, Б.И.Шахтарин // Вестник компьютерных и информационных технологий №10, 2018. Режим доступа: [10.14489/vkit.2018.10.pp022-029](https://doi.org/10.14489/vkit.2018.10.pp022-029) 31.03.2023
10. Хведчук, В.И. Модель диалоговой обучающей системы // Вестник Брестского государственного технического университета. — 2001. — № 5: Физика, математика, информатика.