

УДК 624.21

DOI: 10.12737/2308-4898-2024-12-2-26-39

Д.В. Фомин

Инженер,

Воронежский государственный университет инженерных технологий,

Россия, 394036, г. Воронеж, проспект Революции, 19

Математическая модель для решения инженерных задач

Аннотация. В первой части рукописи предоставлена краткая историческая справка по основным понятиям алгоритма. Описывается актуальность работы с практическим её применением на примере изготовления мебельного фасада.

Предоставляется ссылка, на подробное описание алгоритма по сгущению характерных линий местности, отображённых на топографических картах, с последующей их визуализацией в CAD программе проектирования для ЭВМ. Фрагмент описания сгущения линий в рукописи, представляется не только в виде текста, но и в графических рисунках.

Представлена к рассмотрению математическая модель для решения инженерных задач, связанных с геометрическими построениями линий, точек, плоскостей, на примере взаимодействия программ для ЭВМ «Линия сечения ЦММ», «Топография» с отображением продольного профиля в модели листа программы *nanoCAD* версия 5.1 (серийный номер NC50B-46090).

Вторая часть, рукописи, содержит анализ первой части, рассматривает разделение метода решения инженерной задачи, на виды научных дисциплин. В конце второй части, в разделе выводы предлагаются рекомендации к применению математической модели.

Подробно рассмотрены вопросы:

- совместная работа программ;
- анализ расчётных схем, решение задач с выводом конечных математических выражений;
- визуальное отображение продольного профиля в виде рисунка;
- разделение метода решения инженерной задачи, на виды фундаментальных научных дисциплин.

Ключевые слова: информация, математическая модель, цифровая модель местности, инженерная задача, пересечение, плоскость, дисциплина, фасад, проекция, метод.

D.V. Fomin

Engineer, Voronezh State,

University of Engineering Technology,

19, Revolution Avenue, Voronezh, 394036, Russia

Mathematical Model for Solving Engineering Problems

Abstract. The first part of the manuscript provides a brief historical background on the basic concepts of the algorithm. The relevance of the work with its practical application is described using the example of manufacturing a furniture facade.

A link is provided to a detailed description of the algorithm for condensing characteristic terrain lines displayed on topographic maps, with their subsequent visualization in a CAD computer design program. A fragment of a description of the thickening of

lines in the manuscript is presented not only in the form of text, but also in graphic drawings.

A mathematical model for solving engineering problems related to the geometric construction of lines, points, planes is presented for consideration, using the example of the interaction of computer programs “DTM Section Line”, “Topography” with the display of a longitudinal profile in the sheet model of the *nanoCAD* program version 5.1 (serial number NC50B-46090).

The second part, the manuscript, contains an analysis of the first part and examines the division of the method for solving an engineering problem into types of scientific disciplines. At the end of the second part, in the conclusions section, recommendations for the use of the mathematical model are offered.

The following questions are discussed in detail:

- joint work of programs;
- analysis of calculation schemes, solving problems with the derivation of finite mathematical expressions;
- visual display of the longitudinal profile in the form of a picture;
- division of the method for solving an engineering problem into types of fundamental scientific disciplines.

Keywords: information, mathematical model, digital terrain model, engineering problem, intersection, plane, discipline, facade, projection, method.

Краткая историческая справка

В философском словаре под редакцией М.М. Розенталя, П.Ф. Юдина издания 1968 года [33] определение алгоритма раскрывается следующим образом:

«Алгоритм (алгори́фм) одно из основных понятий математики и логики. Термин «А.» происходит от латинской транслитерации имени хорезмийского математика аль-Хорезми (IX в.). Под А. понимают точное предписание о выполнении в определённом порядке некоторой системы операций, ведущих к решению всех задач данного типа. Простейшими примерами А. являются арифметические правила сложения, вычитания, умножения и деления, правила извлечения квадратного корня, способ нахождения общего наибольшего делителя для любых натуральных чисел и др. По существу, с А. мы имеем дело решать ту или иную задачу в общем виде, т.е. для целого класса её варьируемых условий. Поскольку А. как система предписаний носит формальный характер, на его основе всегда можно разработать программу действий для вычислительной машины и осуществить машинной решение задачи. Выявление А. решения широкого круга задач и разработка теории А. особенно актуальны в связи с развитием вычислительной техники и кибернетики» [33].

В Русско-английском толковом словаре дорожника:

«Алгоритм *Algorithm*

- конечный набор правил (порядок операций, вычислений), позволяющий решать любую конкрет-

ную задачу из некоторого класса однотипных задач;

- *a complete set of rules (operations, calculation order) that allows one to solve any specific problem from a class of similar problems*. [21].

Актуальность и проблемы

С усовершенствованием информационных технологий и электронно-вычислительных машин (ЭВМ), в настоящее время предъявляются более высокие требования для решения инженерных задач в различных направлениях развития науки и техники. Для обработки информации и передачи её другому лицу, часто используются ЭВМ, в которые загружают информацию различными способами принимаемую ими. После загрузки производят машинную обработку (преобразование), а затем осуществляют её передачу в понятном для другого пользователя виде в зависимости от его профессионального направления.

Одним из способов загрузки информации является текстовый. Его ЭВМ принимает для обработки, через программное обеспечение, код которого она понимает. В настоящее время процесс по усовершенствованию программных продуктов для обработки информации имеет актуальный характер. Он не стоит на месте. Часто востребованными в современном обществе бывают решения, утратившие свою актуальность много лет назад, но при рассмотрении под другим углом они становятся актуальными и в настоящем, и в будущем. Одним из способов передачи информации от ЭВМ к пользователю является графический в виде точек, линий, плоскостей, моделей и т.д., которые создаются по загруженным информационным данным пользователя.

Для осуществления передачи такой информации пользователю, была разработана математическая модель, которая служит расчётным ядром для отображения поверхностей отрисованных с помощью изолиний в программе «Топография» (рис. 2). Алгоритм работы программы представлен в журнале «Армейский сборник» за 2021 г., под заголовком «Цифровая модель местности». Для получения профиля поверхности, была дополнительно разработана математическая модель, являющаяся расчётным ядром программы «Линия сечения ЦММ». Код вышеупомянутых программ написан на языке *Visual Basic for Applications*, который интегрирован в продукт *Microsoft Office*.

ЧАСТЬ 1

Фрагмент описания сгущения

В работе [32] «Цифровая модель местности» описан пошагово алгоритм действий программы «Топография» по способу отображения рельефа мест-

ности (рис. 1): «При разработке данного алгоритма на каждом его шаге, начиная от подготовки формирования поверхности и до нахождения значений высотных отметок, лежит последовательность действий математических расчётов» [32].

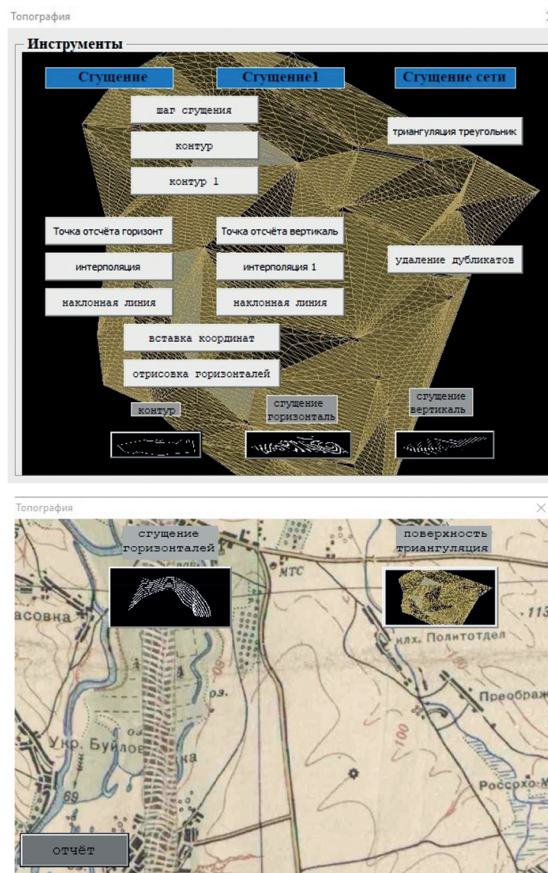


Рис. 1. Интерфейс программы «Топография»

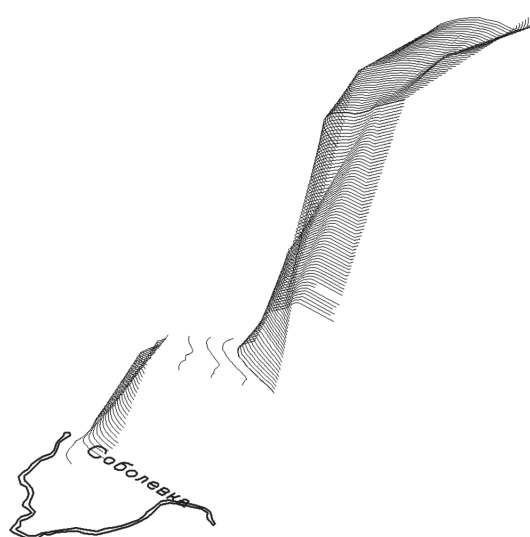


Рис. 2. Поверхность, созданная в программе «Топография»

«В процесс работы алгоритма по формированию поверхности в его программное выполнение входит также и работа вспомогательных модулей, процедур, которые в процессе выполнения программы помогают основным процедурам выполнить безошибочно заданную алгоритмическую последовательность, а также и математическую часть программы» [32].

Программа «Топография» была разработана с целью:

- создания и визуализации ЦММ (цифровая модель местности), а также использования её процедур в других программах;
- автоматизированного получения свойств ЦММ.

При использовании программы появилась возможность решения различных инженерных задач, например:

- исправление на карте рельефа;
- устройство инженерных заграждений;
- устройство фортификационных сооружений;
- оборудование и содержание переправ на водных преградах;
- строительство мостов;
- камеральное трассирование;
- построение профиля местности по заданному направлению;
- вычисление объёмов по горизонталям;
- определение видимости при строительстве автомобильной дороги.

Совместная работа программ

Для решения одной из инженерных задач (построение профиля местности по заданному направлению) был дополнительно разработан алгоритм «Линия сечения ЦММ», состоящий из процедур «пересечение» и «плоскость». Его целью является получение высотных отметок поверхности ЦММ и построение её профиля.

Ниже приведены подзадачи в виде последовательностей выполнения процедур, влияющих на решение общей вышесформулированной задачи.

Последовательность выполнения процедур

Подзадача № 1. Если необходимо найти точки (пикеты) на горизонталях:

- 1 шаг — выполнение процедуры «пересечение»;
- 2 шаг — расчёт продольного профиля.

Подзадача № 2. Если пикеты на секущей заданы с пользовательским шагом (например, через 100 метров):

- 1 шаг — выполнение процедуры «пересечение»;
- 2 шаг — выполнение процедуры «плоскость»;
- 3 шаг — расчёт продольного профиля.

В представленных подзадачах, как и в работе [32], в основе лежат математические расчёты, выполняемые по выведенным формулам, последние в совокупности представляют собой математическую модель программы (ММП).

После создания и визуализации ЦММ посредством сгущения «основных горизонталей» (определение дано в литературе [28]) через неё проводится секущая прямая (рис. 3). Задача секущей линии состоит в том, чтобы получить за счёт своих свойств и свойств изолиний от их пересечения дополнительные свойства поверхности. Это предоставит возможность расширенного исследования сечения, а также возможность определять в высотные отметки поверхности там, где будет проходить линия следа плоскости.

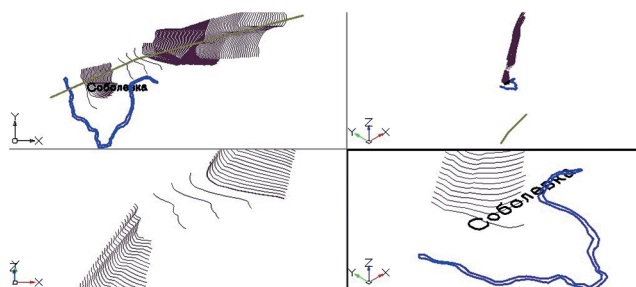


Рис. 3. ЦММ посредством сгущения основных горизонталей (изолиний, масштаб 1:100000)

Математическое представление процедуры «пересечение»

Для получения дополнительных свойств поверхности в виде расчётных высот необходимо решить систему уравнений, результат которой будет преобразован в код для ЭВМ. В решении системы уравнений с выводом формулы для процедуры «пересечение», используется уравнение прямой, представленное в работе «Расчёт триангуляционной сетки в табличном процессоре Excel с помощью выраженных угловых коэффициентов с графическим отображением в программе проектирования Nanocad» [31] вида:

$$y_2 - y_1 = k \times (x_2 - x_1). \quad (1)$$

Решение системы уравнений пересечения линий в общей точке.

$$\begin{cases} y - y_1 = k_1 \times (x - x_1) \\ y - y_3 = k_2 \times (x - x_3) \end{cases}, \quad (2)$$

где x, y — координаты точек пересечения; k_1, k_2 — угловые коэффициенты линий пересечения.

Для x :

$$\begin{aligned} k_2(x - x_3) + y_3 &= k_1(x - x_1) + y_1 \Rightarrow \\ \Rightarrow k_2(x - x_3) &= k_1(x - x_1) + y_1 - y_3 \Rightarrow \\ \Rightarrow k_2x - k_2x_3 &= k_1x - k_1x_1 + y_1 - y_3 \Rightarrow \\ \Rightarrow k_2x - k_1x &= k_2x_3 - k_1x_1 + y_1 - y_3 \Rightarrow \\ \Rightarrow x(k_2 - k_1) &= k_2x_3 - k_1x_1 + y_1 - y_3 \Rightarrow \\ x &= \frac{k_2x_3 - k_1x_1 + y_1 - y_3}{k_2 - k_1} \end{aligned} \quad (3)$$

Для y :

$$y = k_2(x - x_3) + y_3. \quad (4)$$

С помощью решения системы уравнений (2) получены общие выражения (3), (4) для преобразования их в код для электронно-вычислительной машины.

При интерпретации вышевыведенных формул на ЭВМ получены результаты в виде точек $\{(N_n)_n, \dots, (N_{n+1})_{n+1}\}$, от пересечения линии сечения (линия следа плоскости) и изолиний $\{(I_{Ln})_n, \dots, (I_{Ln+1})_{n+1}\}$ (составляющих поверхность ЦММ), в горизонтальной плоскости OX, OY (рис. 4).

После промежуточных программных преобразований точкам $\{(N_n)_n, \dots, (N_{n+1})_{n+1}\}$ были присвоены третьи координаты z_i^n , являющиеся высотными отметками изолиний, с последующей их визуализацией на цифровой модели местности.

Соответственно после преобразований точки $\{(N_n)_n, \dots, (N_{n+1})_{n+1}\} \in$ отрезкам $\{(A_nD_n)_n, \dots, (A_{n+1}D_{n+1})_{n+1}\} \in \{(I_{Ln})_n, \dots, (I_{Ln+1})_{n+1}\}$ (рис. 4).

Таким образом, высотные отметки горизонталей, являются дополнительным свойством поверхности, полученным для точек $\{(N_n)_n, \dots, (N_{n+1})_{n+1}\}$.

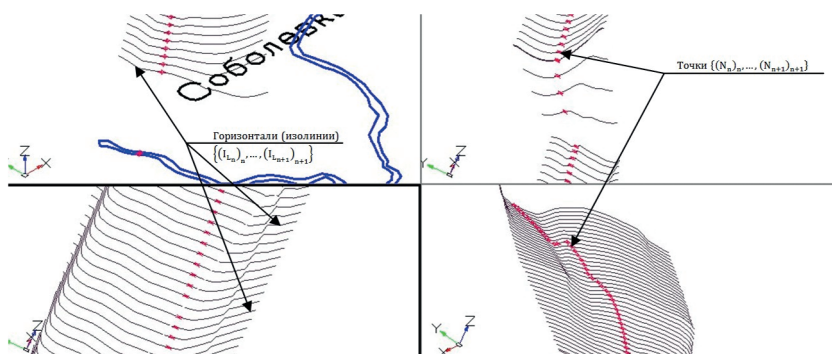


Рис. 4. Результат работы алгоритма

Математическое представление процедуры «плоскость»

Из начертательной геометрии известно, что плоскость в пространстве можно задать тремя точками, не принадлежащими одной прямой. Подтверждением определения является работа математического ядра вышеупомянутой процедуры. В результате работы процедуры по вышевыведенным формулам (3), (4) определяются точки пересечения $\{(N_n)_n, \dots, (N_{n+1})_{n+1}\}$ между секущей линией и изолиниями с координатами $\{x_i^n, y_i^n, z_i^n\}$, а также определяются отрезки изолиний (структура изолиний приведена в работе [32]). Противоположные отрезки горизонталей, определённые пересечением, образуют плоскости, в границах которых расположена линия сечения (границы плоскостей: отрезки горизонталей $\Lambda_n D_n, \Lambda_{n+1} D_{n+1}$ и отрезки $\Lambda_n \Lambda_{n+1}, D_n D_{n+1}$, образованные точками отрезков изолиний) (рис. 5, 7). Изолинии имеют разный высотный уровень. Он зависит от сложившегося рельефа местности.

Одним из этапов решения подзадачи № 2 является получение значений третьих координат z_i^p для точек $\{M_n^p, \dots, M_{n+1}^p\} \in$ плоскости $\{P_{(A_n D_n A_{n+1} D_{n+1})_n}, \dots, P_{(A_n D_n A_{n+1} D_{n+1})_{n+1}}\}$. Этот этап осуществляет алгоритм «плоскость».

Перед решением подзадачи производится разбивка линии сечения ЦММ на пикеты с помощью точек $\{M_n^p, \dots, M_{n+1}^p\}$, имеющих высотный уровень h , который совпадает с уровнем плоскости OX, OY , но отличается от уровня горизонталей поверхности (рис. 6).

Далее в процессе решения подзадачи плоскости $\{P_{(A_n D_n A_{n+1} D_{n+1})_n}, \dots, P_{(A_n D_n A_{n+1} D_{n+1})_{n+1}}\}$ (рис. 7), представленные в виде одной $P_{(A_n D_n A_{n+1} D_{n+1})_n}$ (для схем рис. 5, 8, 9), разделяются диагональю, образуя две плоскости.

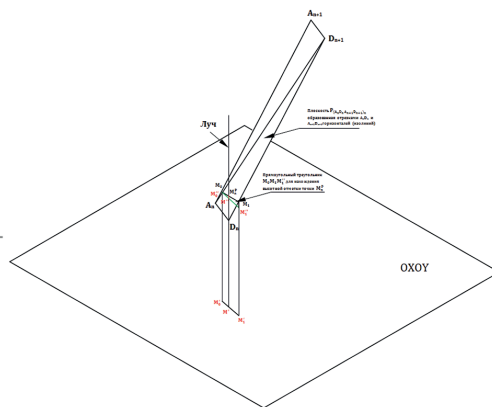


Рис. 5. Схема к определению принадлежности точки M_n^p плоскости (общий вид)

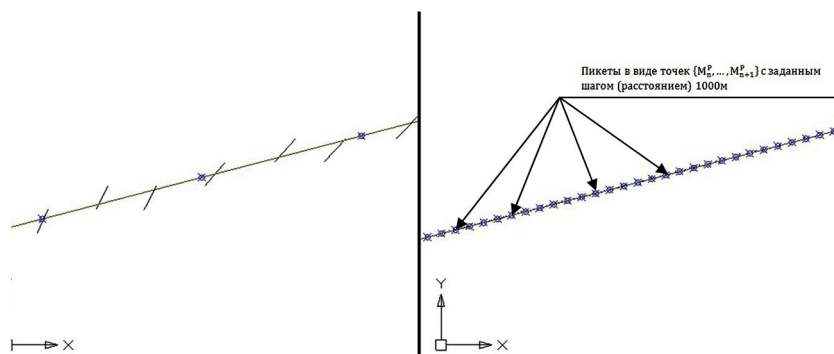


Рис. 6. Разбивка секущей на пикеты 1000 м

Это связано с упрощением решения задачи, а также по соображениям разработки программы (применение нижепредставленного алгоритма в других инженерных расчётах).

Следующим действием в решении является, определение через формулу площади треугольника, принадлежность точек $\{M_n^p, \dots, M_{n+1}^p\}$ к образовавшимся плоскостям $\{P_{(A_n D_n A_{n+1})_n}, \dots, P_{(A_n D_n A_{n+1} D_{n+1})_{n+1}}\}$ (рис. 7).

На последнем этапе, решения подзадачи, производится расчёт третьих координат z_i^M точек. Их значения соответствуют значениям высотных отметок h_i^M .

На рис. 5, 8, 9 показаны схемы к определению одной точки пикета $M_n^p \in$ плоскости $P_{(A_n D_n A_{n+1})_n}$, взятой из совокупности $\{M_n^p, \dots, M_{n+1}^p\}$.

Высотная отметка h_i^M точки M_n^p (рис. 8, 9) определяется как сумма величин отрезков $M''M_n^p$ и $M_0M'_0$ (5) величина последнего отрезка равна высотной отметке h_0 точки M_0 . Величина отрезка $M_0M'_0$ получена путём проецирования точки $M_0 \in P_{(A_n D_n A_{n+1} D_{n+1})}$ на плоскость OX, OY , а величина $M''M_n^p$ получается из произведения тангенса угла наклона плоскости $P_{(A_n D_n A_{n+1})_n}$ на величину отрезка $M_0M_n^p$ (5).

$$\begin{aligned} (M''M_n^p) &= (M_0M_n^p) \operatorname{tg} \alpha; \quad (M'M_n^p) = h_i^M = \\ &= (M_0M'_0) + (M''M_n^p), \end{aligned} \quad (5)$$

где α — величина угла образованного плоскостью $P_{(A_n D_n A_{n+1} D_{n+1})_n}$.

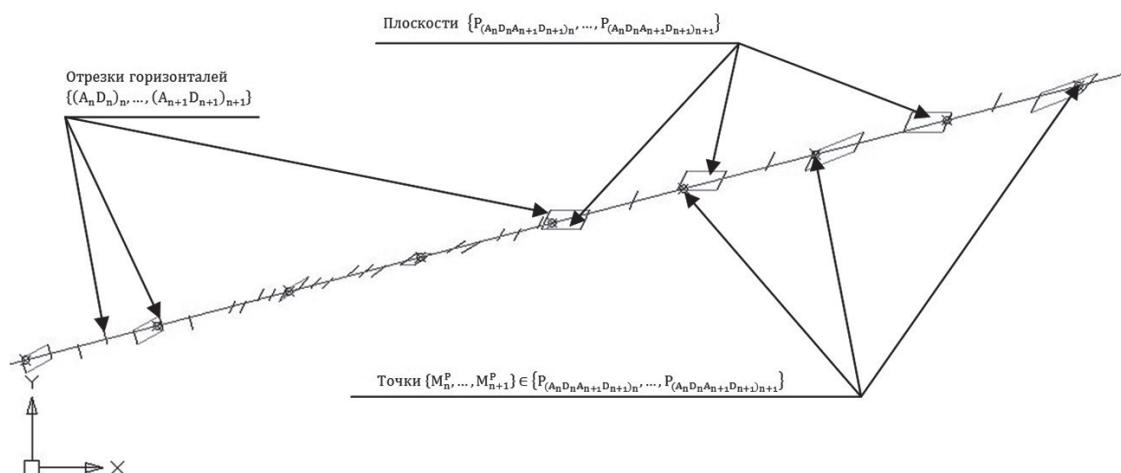
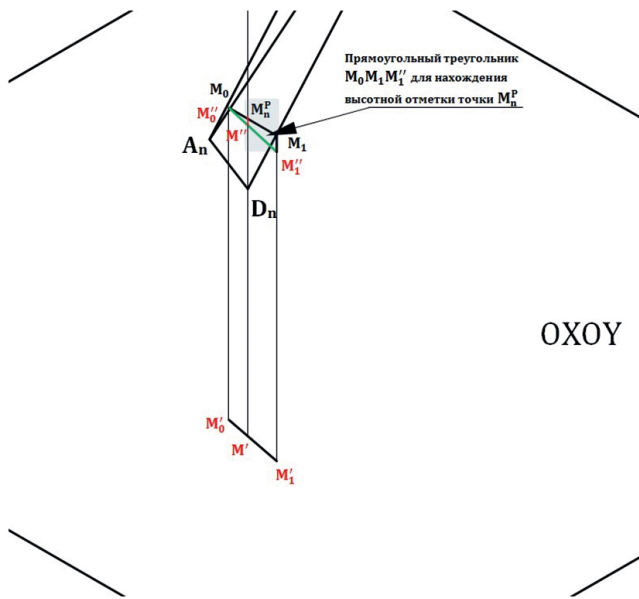
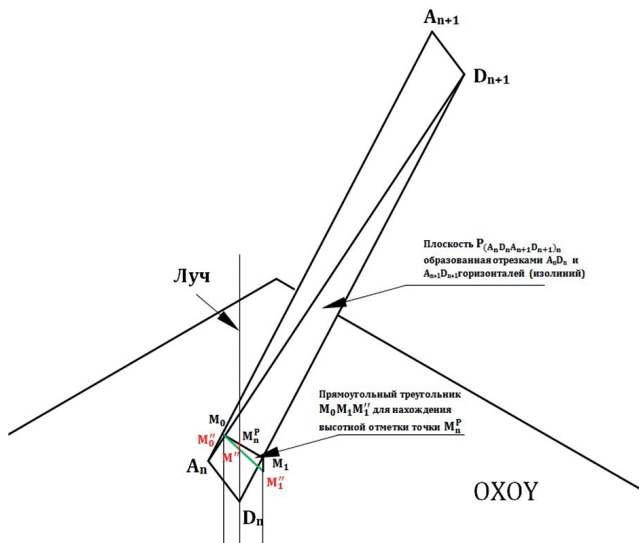


Рис. 7. Плоскости с точками

Рис. 8. Схема 1 к определению высотной отметки точки M_n^P Рис. 9. Схема 2 к определению высотной отметки точки M_n^P

Таким образом, для решения общей задачи, построение профиля местности по заданному направлению, была решена подзадача № 2 «Если пикеты на секущей заданы с пользовательским шагом».

В процессе решения определены:

- координаты $\{x_i^n, y_i^n, z_i^n\}$ пикетов в виде точек $\{(N_n)_n, \dots, (N_{n+1})_{n+1}\}$, отрезки $\{(A_n, D_n)_n, \dots, (A_{n+1}, D_{n+1})_{n+1}\} \in \{(I_{L_n})_n, \dots, (I_{L_{n+1}})_{n+1}\}$, плоскости (рис. 7);
- третьи координаты $\{z_i^M\}$ точек $\{M_n^P, \dots, M_{n+1}^P\}$.

Ниже представлен общий вывод формулы, использующейся в алгоритме «плоскость».

Если рассматривать высоту точки h равную координате z над плоскостью $OXOY$, то в нижеприведённой интерполяционной формуле Ньютона вместо y_0 необходимо подставлять z_0 , соответственно в конечных разностях различных порядков буквенное обозначение может измениться, что повлечёт за собой изменение и в разделённых разностях различных порядков.

Рассмотрим определение разностей различных порядков [8] и определение интерполяционной формулы Ньютона [6; 8].

Разности различных порядков:

- конечные разности первого порядка

$$\begin{aligned}\Delta y_0 &= y_1 - y_0, \\ \Delta y_1 &= y_2 - y_1, \dots, \Delta y_{n-1} = y_n - y_{n-1},\end{aligned}\quad (6)$$

- разности второго порядка

$$\begin{aligned}\Delta^2 y_0 &= \Delta y_1 - \Delta y_0, \\ \Delta^2 y_1 &= \Delta y_2 - \Delta y_1, \dots, \Delta^2 y_{n-1} = \Delta y_n - \Delta y_{n-1},\end{aligned}\quad (7)$$

- разности третьего порядка

$$\begin{aligned}\Delta^3 y_0 &= \Delta^2 y_1 - \Delta^2 y_0, \\ \Delta^3 y_1 &= \Delta^2 y_2 - \Delta^2 y_1, \dots, \Delta^3 y_{n-1} = \Delta^2 y_n - \Delta^2 y_{n-1},\end{aligned}\quad (8)$$

- разности $(n+1)$ -го порядка:

$$\begin{aligned}\Delta^{n+1} y_0 &= \Delta^n y_1 - \Delta^n y_0, \\ \Delta^{n+1} y_1 &= \Delta^n y_2 - \Delta^n y_1, \dots\end{aligned}\quad (9)$$

- разделённые разности первого порядка (6):

$$\begin{aligned}f(x_1, x_0) &= \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}, \\ f(x_2, x_1) &= -\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}, \dots, f(x_n, x_{n-1}) = \frac{y_n - y_{n-1}}{x_n - x_{n-1}}.\end{aligned}\quad (10)$$

Интерполяционная формула Ньютона [6; 8]:

$$\begin{aligned}f(x) &= y_0 + (x - x_0)f(x_1, x_0) + \\ &+ (x - x_0)(x - x_1)f(x_0, x_1, x_2) + \dots \\ &+ (x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_{n-1})f(x_0, x_1, \dots, x_n),\end{aligned}\quad (11)$$

где $f(x_0, x_1), \dots, f(x_0, x_1, \dots, x_n)$ — разделённые разности различных порядков.

Приравниваем

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{L} = k - \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \Rightarrow$$

$$\begin{aligned} \text{т.к. } f(x_1, x_0) &= \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}, \\ f(x_2, x_1) &= \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}, \dots, f(x_n, x_{n-1}) = \frac{y_n - y_{n-1}}{x_n - x_{n-1}} \Rightarrow \\ \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha &= \frac{h}{L} = k - \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = f(x_1, x_0) = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}. \end{aligned}$$

В зависимости от известных величин в расчётных процедурах программ для ЭВМ формула интерполяции Ньютона может принимать вид:

при известном угловом коэффициенте

$$f(x) = y_0 + (x - x_0) \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} \quad (12)$$

при известном значении угла

$$f(x) = y_0 + (x - x_0) \operatorname{tg} \alpha \quad (13)$$

при известных величинах сторон прямоугольного треугольника

$$\begin{aligned} f(x) &= y_0 + L \frac{h}{L} \Rightarrow y_0 + (x - x_0) \frac{(M_0 M_n^p) \operatorname{tg} \alpha}{(x - x_0)} \Rightarrow \\ \Rightarrow f(x) &= y_0 + h, \end{aligned} \quad (14)$$

так как $L = (x - x_0)$; $h = (M'' M_n^p) = (M_0 M_n^p) \operatorname{tg} \alpha$, что следует из прямоугольного треугольника (рис. 7, 8).

Таким образом, были получены основные математические формулы, которые используются в алгоритме «плоскость».

На последнем этапе решения задачи построения профиля местности по заданному направлению для визуализации были использованы результаты совместной работы программ «Топография» и «Линия сечения ЦММ».

На рис.10. показан отрисованный по расчётам программы «Земля» продольный профиль поверхности, высотные отметки которого были получены с помощью выполнения процедуры «плоскость». Шаг (расстояние), заданный пользователем между пикетами, равен 1 км. Программа «Земля» написана на языке *Visual Basic 2005 Express Edition*, входящем в состав группы продуктов разработчика *Express Edition*. Протяжённость участка проекции профиля составляет 58,712 км.

Практическое применение математической модели

С целью подтверждения теоретической части изложенного материала на практике была создана цифровая модель (ЦМ) мебельного фасада (рис. 11). Для создания поверхности фасада была применена процедура «пересечение» в сочетании с алгоритмами,

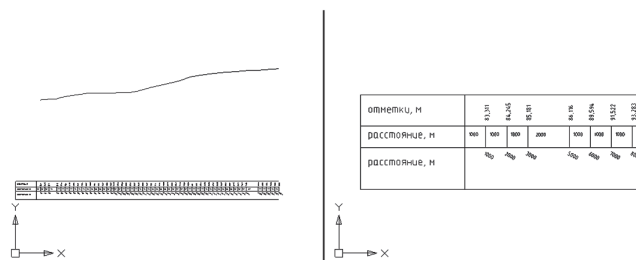


Рис. 10. Профиль ЦММ по линии сечения

представленными в работе [31]. Работа её состояла в том, чтобы на характерных линиях, составляющих рисунок, найти точки пересечения, которые будут являться узлами триангуляционной сетки. После завершения создания ЦМ фасада она была передана на станок с программным управлением. Применённый материал в изготовления фасада — фанера толщиной 12 мм. После изготовления мебельной детали (рис. 12) был произведён её осмотр на предмет выявления отклонений от заданной геометрии ЦМ. Детальный осмотр отклонений не выявил. Исключение составили дефекты, которые были связаны с качеством изготовления фанеры (рис. 13).

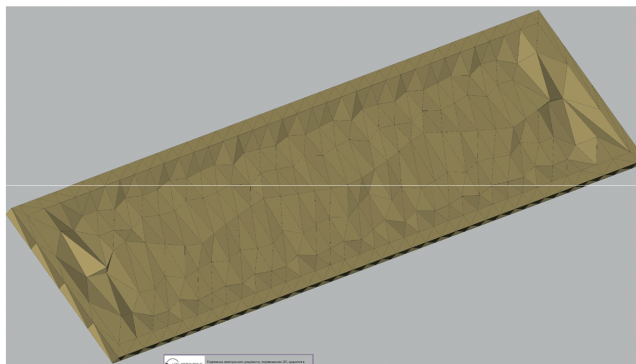


Рис. 11. Цифровая модель фасада



Рис. 12. Физическая модель фасада



Рис. 13. Дефекты, связанные с качеством изготовления материала

ЧАСТЬ 2

Проведя анализ решения задачи, приведённой в первой части статьи, можно сделать вывод, что в предложенном методе её решения фундаментальными, основными научными дисциплинами являются:

- философия;
- математика;
- физика;
- начертательная геометрия;
- программирование,

а значит, игнорировать их при научном обосновании нельзя.

Для упорядочивания структуры метода, состоящей из решения подзадач № 1 и № 2, которые, в свою очередь, не без помощи формул, относящихся к вышепредставленным дисциплинам, производят вычисления до получения результата, необходимо подвергнуть структуру метода разделению на три вида составляющих её материала:

- 1) программный;
- 2) математический;
- 3) геометро-графический.

Как пример упомянутых дисциплин, имеющих приоритет над другими в представленном научном направлении, является, программа «Топография». Её метод построения поверхностей, состоящих из горизонталей представлен в работе [32] и отнесён в раздел журнала «Методический кабинет».

Ниже в статье продемонстрирован фрагмент расчётного модуля Л-5 программы «Топография», на примере которого можно более детально рассмотреть все виды материалов, составляющих её метод решения.

Виды материалов, составляющих структуру метода решения на примере Л-5, имеют следующие названия:

- 1) программный;

Таблица 1

Фрагмент программного кода модуля Л-5 программы «Топография»

№ строки	Программный код VBA
1	<i>ElseIf</i> $y_1 > y_n$ <i>And</i> $y_n > y_2$ <i>And</i> $x_1 < x_2$ <i>And</i> $h_1 > h_2$ <i>Then</i>
2	проекция $H = \text{Sqr}(((x_2 - x_1) ^ 2) + ((y_2 - y_1) ^ 2))$
3	Проекция $X = x_2 - x_1$
4	$K_x = \text{Abs}(\text{проекция } X / (y_2 - y_1))$; $K_z = (h_1 - h_2) / \text{проекция } H$
5	$S_a = \text{Abs}(y_n - y_2)$
6	$h_c = (S_a) * K_x$; $x_c = x_2 - h_c$
7	$y_c = y_n$
8	$A_1 = x_c$
9	$\Delta h = \text{Sqr}((((x_2 - x_c) ^ 2) + ((y_2 - y_n) ^ 2))) * K_z$
10	$h_z = h_2 + \Delta h$
11	$Z = (\text{Round}(h_z * 10, 1)) / 10$

2) математический;

Этот вид имеет следующее описание формулами: проекция на горизонтальную плоскость OX,OY

проекция $H = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$

$f(x_2,x_1) = K_2 = \frac{h_2 - h_1}{\text{проекция } H}$

проекция на фронтальную плоскость OX,OZ

проекция $X = x_2 - x_1$

$f(y_2,y_1) = K_x = \frac{\text{проекция } X}{y_2 - y_1}$

$Sa = y_n - y_2$

$h_c = Sa \times K_x = (y_n - y_2) \times \frac{\text{проекция } H}{y_2 - y_1}$

$x_n = x_2 - h_c \Rightarrow x_n = x_c = x_2 - (K(y_n - y_2))$

$\Delta h - K_2 \times \sqrt{(x_2 - x_c)^2 + (y_2 - y_n)^2} \Rightarrow \Delta h =$
 $= K_2 \times L \Rightarrow h_n = h_2 + \Delta h.$

В зависимости от известных величин выражения:

$x_n = x_c = x_2 - (K_x(y_n - y_2))$ и $\Delta h = K_z \times L \Rightarrow h_n = h_2 + \Delta h$ имеют вид формулы интерполяции Ньютона (12), (13), (14).

3) геометро-графический (рис. 14).

Первый вид материала, включает в себя дисциплины: физику, программирование (информатику). В этом виде физика связана с быстродействием выполнения программы «Топография», а также с физическими характеристиками ЭВМ. В статье физика

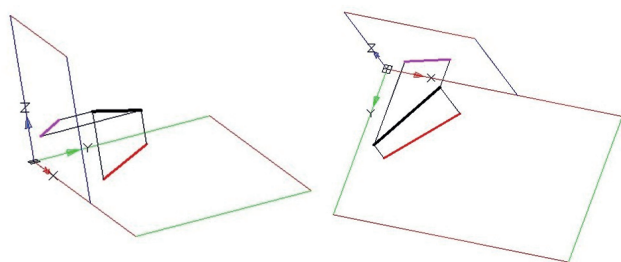


Рис. 14. Проецирование линии на горизонтальную OX, OY и фронтальную OX, OZ плоскости

не рассматривается, из-за соображений, связанных с применением в военном деле.

Программирование (информатика) является промежуточным звеном между пользователем и ЭВМ. Так, формулы, представленные во втором виде «математический», имеют не соответствующий вид для распознавания их ЭВМ. Для преобразования их в машинный код необходим программист. В табл. 1 в качестве примера представлен фрагмент кода на языке программирования *VBA*, интегрированного в продукт *Microsoft Office*.

Третий вид — геометро-графический. Он состоит из следующих дисциплин: геометрии, начертательной геометрии, инженерной графики, машинной графики и т.д. Эти дисциплины, отвечают за правильное изображение графических объектов и их геометрию на бумаге и мониторе ЭВМ.

Дисциплиной, не вошедшей ни в какие виды, но тщательно «замаскированной» среди других, является философия. Она отвечает за мышление человека и процесс его познания.

Философия является одной из ключевых наук — «наука о всеобщих закономерностях, которым подчинены как бытие (т.е. природа и общество), так и мышление человека, процесс познания» [33].

В литературе [33] по изложенному материалу можно сделать вывод, что он является переходом от XX в. к XXI.

Одним из такого материала является понятие «психология творчества» — область психологии, исследующая закономерности создания человеком нового, оригинального в науке, технике, искусстве, различных видах трудовой деятельности» [33]. Оно является одним из многочисленных понятий, пришедших в современное время из прошлого века.

Проанализировав представленную выше литературу, в которой приводятся определения знанию, значению, методу, методологии, познанию и смыслу с точки зрения философии, необходимо отметить, что все перечисленные понятия являются основными для представленных в статье наук.

Психология творчества как одно из содержащихся в философии ответвлений предоставляет возможность после исследований человека или в процессе развивать в нём то, что даст ему удовлетворение в его деятельности в зависимости от выбранного им направления.

Любая деятельность подразумевает под собой владение определёнными знаниями в той или иной области достижения человечества.

Получать знания (информацию) подвергающийся исследованию в области психологии человек может в виде самоподготовки (качество которых проверяется в процессе его деятельности) или в виде занятий с преподавателем, который в процессе обучения проводит тесты на предмет усвоения этих знаний.

В первом и во втором случаях при получении информации в виде знаний используются различные методы, позволяющие более качественно получать, воспринимать её и анализировать. Качество передачи информации от источника к обучаемому зависит от выбранных им или преподавателем методов и способов её передачи.

Методы обучения напрямую зависят от педагогического мастерства преподавателя, а в саморазвитии — от самого обучающегося.

В электронном источнике информации «Большая российская энциклопедия 2004–2017» в работе Н.В. Бордовской «термин “педагогика” принят главным образом в немецкоязычных, франкоязычных, скандинавских и восточноевропейских странах.

Педагогика развивается во взаимосвязи с психологией, философией, социологией, физиологией, генетикой, логикой, этикой и другими науками» [2].

На основании вышеизложенного во второй части статьи в разделе «Выводы» одной из рекомендаций к применению математической модели для решения инженерных задач будет рассмотрение к применению её метода формирования поверхностей, а также работы с ними в учебно-образовательном процессе.

Из работы [22] известно, что изучение поверхностей инженерами в настоящее время носит актуальный характер. «Основополагающее значение в подготовке специалистов имеют геометро-графические дисциплины, с них начинается профессиональная подготовка инженера» [15]. По структуре статьи и изложенному в ней материалу не трудно понять, что такие дисциплины, как «Философия», «Математика», «Физика», «Геометрия», «Начертательная геометрия», «Инженерная графика», «Черчение», а также другие, составляют некий научный класс, в котором они существуют и тесно связаны между собой.

В работах [3; 10; 22–25] в объединённом виде по назначению как геометро-графические предлагают-

ся свои инновационные методы обучения, а также решение научных задач в этой области.

Например, работа [14] является исследовательской, цель её заключается в анализе методов решения задач по начертательной геометрии и инженерной графике совместно с использованием способов образования поверхностей геометрическими методами, а также на основе базовых операций САПР Компас-3D.

В работе [10] рассмотрены особенности учебного курса «Геометрическое моделирование для направления подготовки 02.03.01 “Математика и компьютерные науки”». В статье [23] доказывается, что «начертательная геометрия присутствует буквально в каждом учебнике, и не только технической направленности: её изучают в институтах художественных. Поэтому в последнем разделе показывается наличие начертательной геометрии в институтах творческих профессий. Главным выводом служит следующий: “Если кто либо берёт в руки карандаш, ручку, кисть, прибор для выжигания, резец, компьютер, смартфон — этот кто-то, несомненно, будет заниматься начертательной геометрией, осознаёт он это или нет.” Следовательно, изучение начертательной геометрии в вузах является необходимым для высшего образования базисом» [23].

Опираясь на выдержки из вышеупомянутых работ, можно сказать, что с появлением современных компьютерных технологий изучение геометро-графических дисциплин в настоящее время стало ещё более актуальным, особенно для инженерно-технических работников как гражданских, так и военных специальностей. Их изучение способствует приобретению специалистом таких способностей как: пространственное мышление, временное воображение, систематизирующий анализ и других важных профессиональных качеств, определения которых раскрыты в работах [7; 18; 27].

В разделе рукописи «Выводы» можно ознакомиться с предполагаемым их использованием математической модели для решения инженерных задач.

Выводы (рекомендации)

1. Математическая модель будет использована для получения более сложных алгоритмов применимых в программном обеспечении для ЭВМ. С примерами сложных алгоритмов, можно ознакомиться в работах [11; 16];
2. В работах [19; 20; 30] представлены элементы мостового сооружения (опорные части РОЧ, ШСОЧ, ЛПОЧ), а также их конструкции и материалы. Они являются ответственными элементами мостового сооружения и отвечают за надёжную и правильную работу моста, связанную с различ-

ными видами нагрузок, которые, воздействуя на сооружение, создают линейные, угловые, вертикальные перемещения пролётных строений. Алгоритм «Линия сечения ЦММ» будет использован для исследования сечений цифровых моделей опорных частей, деформационных швов, конструкции которых представлены в работе [9] (рис. 15, 16).

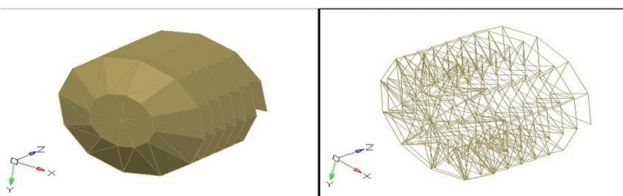
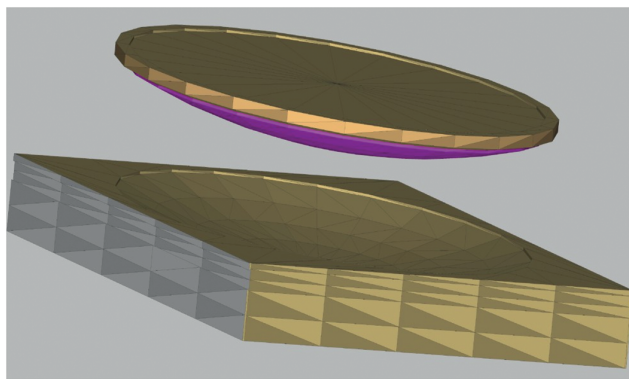


Рис. 15. Нижний, верхний балансиры фторопластовый вкладыш (визуализация ЦМ сборки элементов ШСОЧ выполнена в программе проектирования NanoCAD 5.1). Цифровая модель фрагмента метрической резьбы состоит из поверхности вращения и винтовой поверхности. (Визуализация фрагмента выполнена в программе проектирования NanoCAD 5.1)

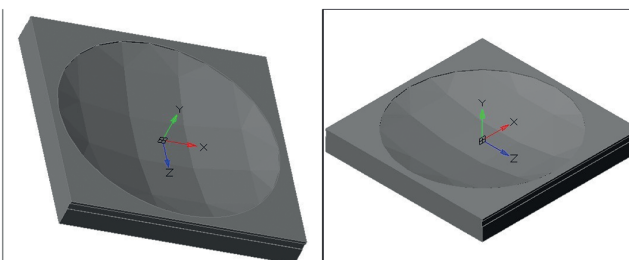


Рис. 16. Нижний балансир с углублением под фторопластовый вкладыш (ЦМ элемента ШСОЧ выполнена в программе проектирования «Компас»).

3. Математическая модель представленного алгоритма будет использована в исследовании и анализе физико-механических и физико-химических свойств материалов опорных частей моста [30] (рис. 15).
4. С использованием алгоритмов «Линия сечения ЦММ» и представленного в работе [31] можно получить графическое отображение разреза цифровых моделей.

5. Программы «Топография» и «Линия сечения ЦММ» можно использовать для получения продольных профилей транспортных сооружений.
6. Представленные алгоритмы могут быть полезны в военном деле:
 - для топогеодезического обеспечения (ТГО) [1];
 - для использования в автоматизированной системе управления при выборе оптимального варианта применения вида образца вооружения из множества существующих в зависимости от топогеодезической информации [13];
 - при составлении схем и рабочих карт [29];
 - для обслуживающей подсистемы [26];
 - для использования в структуре процесса уяснения задачи [12].
7. Сравнив представленные алгоритмы настоящей и [31] работ с программным продуктом *Wolfram Mathematica*, представленным в статье [4], можно сказать, что вышеупомянутые алгоритмы демонстрируют возможность не только создания геометро-графических трёхмерных объектов (моделей), но также имеют возможность на уровне разработчика приобрести профессиональные качества, представленные в работах [7; 18; 27] инженерно-техническим работникам. На основании сравнения и изложенного материала в статье представленные алгоритмы могут быть применены в учебно-образовательном процессе.
8. Математическая модель настоящей и [31] работ могут быть полезны при изучении моделирования наноматериалов [15].

Литература

1. Астахов А.Д. Роль топогеодезического обеспечения при ведении военных действий и перспективы его развития [Текст] / А.Д. Астахов // Военная мысль. — 2010. — № 5. — С. 45–46.
2. Бордовская Н.В. Педагогика // Большая российская энциклопедия [Электронный ресурс]. — 2017. — URL: <https://old.bigenc.ru/education/text/2708611> (дата обращения: 05.08.2024).
3. Бояшова Е.П. Особенности дистанционного обучения геометро-графическим дисциплинам с использованием методов конструктивного геометрического моделирования [Текст] / Е.П. Бояшова // Геометрия и графика. — 2021. — Т. 9. — № 3. — С. 46–56. — DOI: 10.12737/2308-4898-2021-9-3-46-56
4. Букушева А.В. Системы компьютерной математики в учебных проектах по геометрии [Текст] / А.В. Букушева // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия «Информационные компьютерные технологии в образовании». — 2016. — № 12. — С. 20–28.
5. Верхотурова Е.В. Решение учебных и прикладных инженерно-строительных задач методами компьютерной графики [Текст] / Е.В. Верхотурова // Геометрия и графика. — 2022. — Т. 10. — № 4. — С. 46–58. — DOI: 10.12737/2308-4898-2022-10-4-46-58
6. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике [Текст] / М.Я. Выгодский. — М.: Астрель, АСТ, 2002. — 993 с.
7. Голубир Л.С. Методология научного познания [Текст] / Л.С. Голубир // Молодая наука: Сборник научных трудов научно-практической конференции для студентов и молодых учёных. — Ялта: Ариал, 2017. — С. 272–274.
8. Гусак А.А. Справочник по высшей математике [Текст] / А.А. Гусак, Г.М. Гусак, Е.А. Бричикова. — Минск: ТетраСистемс, 2009. — 640 с.
9. Ерёмин В.Г. Расчёт температурных перемещений неразрезных пролётных строений [Текст] / В.Г. Ерёмин, Д.В. Фомин. // Инженерные системы и сооружения. — 2011. — Т. 4. — С. 127–132
10. Захаров А.А. Содержание курса «Геометрическое моделирование» для направления подготовки «Математика и компьютерные науки» [Текст] / А.А. Захаров, Ю.В. Захарова // Геометрия и графика. — 2022. — Т. 10. — № 4. — С. 35–45. — DOI: 10.12737/2308-4898-2022-9-4-35-45
11. Захаров О.В. Модель поверхности, полученной аддитивной технологией [Текст] / О.В. Захаров, А.С. Яковишин, Ф.Д. Сулейманова // Актуальные проблемы в машиностроении. — 2023. — Т. 10. — № 3–4. — С. 7–13.
12. Калистратов А.И. О методах оценки обстановки в процессе принятия решения на операцию (бой) [Текст] / А.И. Калистратов // Военная мысль. — 2011. — № 8. — С. 50–56.
13. Камышан А.Ю. Система поддержки принятия решения в автоматизированной системе управления военного назначения [Текст] / А.Ю. Камышан // Военная мысль. — 2011. — № 7. — С. 11–17.
14. Козлова И.А. Графические дисциплины и информатизация инженерного образования линии [Текст] / И.А. Козлова, Р.Б. Славин, Б.М. Славин // Геометрия и графика. — 2022. — Т. 10. — № 4. — С. 35–45. — DOI: 10.12737/2308-4898-2022-10-4-35-45
15. Кононов П.В. Геометрические образы нанокластеров по октаэдрической линии [Текст] / П.В. Кононов, И.Е. Кононова // Геометрия и графика. — 2023. — Т. 11. — № 2. — С. 18–26. — DOI: 10.12737/2308-4898-2023-11-2-18-26
16. Кучкарова Д.Ф. Определение структурных линий рельефа методом кластерного анализа / Д.Ф. Кучкарова // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъёмка. — 1990. — № 6. — С. 33–39.

17. Маркова Т.В. Курсовая работа по инженерной графике как инструмент формирования конструкторского мышления [Текст] / Т.В. Маркова, А.Л. Бочков, М.С. Кокорин, Т.А. Никитина // Геометрия и графика. — 2023. — Т. 11. — № 3. — С. 26–38. — DOI: 10.12737/2308-4898-2023-11-3-26-38
18. Мусаева Т.В. Дополненная реальность в проведении занятий по инженерным техническим дисциплинам проектирования [Текст] / Т.В. Мусаева, А.А. Ураго // Геометрия и графика. — 2021. — Т. 9. — № 2. — С. 46–55. — DOI: 10.12737/2308-4898-2021-9-2-46-55
19. Патент № 2547531 Российская Федерация, МПК E01D 19/04 (2006.01). Опорная часть моста / В.Г. Ерёмин, Д.В.Фомин, С.Г. Гусев; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет» RU 2013135627/03; заявл. 29.07.2013; опубл. 10.04.2015 бюл. № 10 Российская Федерация, 29 июля 2013 г. Изобретение.
20. Патент на полезную модель №168616U1 Российская Федерация, МПК E01D 19/04. опорная часть составного балансира моста: № 2016140142: заявл. 12.10.2016: опубл. 13.02.2017 / В.Н. Коротин, Г.Л. Джикия, Е.Н. Ельцов [и др.]; заявитель Публичное акционерное общество «МОСТОТРЕСТ».
21. Подольский В.П. Русско-Английский толковый словарь дорожника [Текст] / В.П. Подольский, И.С. Суровцев, Т.В. Мордовцева. — Воронеж: Научная книга, 2012. — 640 с.
22. Сальков Н.А. Монография «Моделирование автомобильных дорог» [Текст] / Н.А. Сальков // Журнал технических исследований. — 2017. — Т. 3. — № 1. — С. 10–20. — URL: <https://naukau.ru/ru/nauka/article/15684/view>
23. Сальков Н.А. Начертательная геометрия — базис технического образования [Текст] / Н.А. Сальков // Геометрия и графика. — 2023. — Т. 11. — № 3. — С. 47–72. — DOI: 10.12737/2308-4898-2023-11-3-47-72
24. Сальков Н.А. Об изображениях [Текст] / Н.А. Сальков // Геометрия и графика. — 2022. — Т. 10. — № 2. — С. 3–10. — DOI: 10.12737/2308-4898-2022-10-2-3-10
25. Славин Р.Б. Разработка системы полуавтоматического моделирования трёхмерных изображений [Текст] / Р.Б. Славин, Н.С. Каргин, Б.М. Славин // Геометрия и графика. — 2023. — Т. 11. — № 2. — С. 47–55. — DOI: 10.12737/2308-4898-2023-11-2-47-55
26. Степанов В.В. Подготовка и ведение противовоздушного боя надводными кораблями на основе рефлексивного подхода [Текст] / В.В. Степанов, С.А. Нестеров // Военная мысль. — 2011. — № 8. — С. 28–36.
27. Тютюнников Н.Н. Военная мысль в терминах и определениях [Текст] / Н.Н. Тютюнников. — Т. 1. — М.: Перо, 2018. — С. 394.
27. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 — 2005/2015 [Текст] / Роскартография. М: ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД», 2005/2015.
28. Фисич Б.А. О применении электронных графических документов в системе управления войсками [Текст] / Б.А. Фисич // Военная мысль. — 2018. — № 1. — С. 39–46.
29. Фомин Д.В. Опорная часть моста и её материал [Текст] / Д.В. Фомин // Инженерные системы и сооружения. — 2014. — Т. 15. — С. 80–90.
30. Фомин Д.В. Расчёт триангуляционной сетки в табличном процессоре Excel с помощью выраженных угловых коэффициентов с графическим отображением в программе проектирования «Nanocad» [Текст] / Д.В. Фомин // Инженерные системы и сооружения — 2019. — Т. 34. — С. 37–47.
31. Фомин Д.В. Цифровая модель местности [Текст] / Д.В. Фомин // Армейский сборник — 2021. — Март. — С. 117–124.
32. Философский словарь [Текст] / под ред. М.М. Розенталя, П.Ф. Юдин. М.: Изд-во политической литературы, 1968. — С. 432.

References

1. Astakhov A.D. Rol' topogeodezicheskogo obespecheniya pri vedenii voyennykh deystviy i perspektivy yego razvitiya [The role of topographic and geodetic support in the conduct of military operations and the prospects for its development]. *Voyennaya mysl'* [Military thought]. 2010, I. 5, pp. 45–46. (in Russian)
2. Bordovskaya N.V. Pedagogika [Pedagogy]. *Bol'shaya russiyskaya entsiklopediya* [Great Russian Encyclopedia]. 2017. Available at: <https://old.bigenc.ru/education/text/2708611> (accessed 5 August 2024). (in Russian)
3. Boyashova E.P. Osobennosti distantsionnogo obucheniya geometro-graficheskim disciplinam s ispolzovaniem metodov konstruktivnogo geometricheskogo modelirovaniya [Features of distance learning in geometric and graphic disciplines using methods of constructive geometric modeling]. *Geometriya i grafika* [Geometry and graphics]. 2021, V. 9, I. 3, pp. 46–56. DOI: 10.12737/2308-4898-2021-9-3-46-56. (in Russian)
4. Bukusheva A.V. Sistemy komp'yuternoy matematiki v uchebnykh proyektakh po geometrii [Computer mathematics systems in educational projects in geometry]. *Vestnik Permskogo gosudarstvennogo humanitarno-pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Informatsionnyye komp'yuternyye tekhnologii v obrazovanii* [Bulletin of the Perm State Humanitarian and Pedagogical University. Series: Information computer technologies in education]. 2016, I. 12, pp. 20–28. (in Russian)
5. Verkhoturova Ye.V. Resheniye uchebnykh i prikladnykh inzhenerno-stroitel'nykh zadach metodami komp'yuternoy grafika [Solving educational and applied engineering and construction problems by computer graphics methods]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics]. 2022, V. 10, I. 4, pp. 46–58. DOI: 10.12737/2308-4898-2022-10-4-46-58. (in Russian)

6. Vygodskiy M.YA. *Spravochnik po vysshey matematike* [Handbook of Higher Mathematics]. Moscow, AST: Astrel Publ., 2002. 993 p. (in Russian)
7. Golubir L.S. Metodologiya nauchnogo poznaniya [Methodology of scientific knowledge]. *Molodaya nauka: Sbornik nauchnykh trudov nauchno-prakticheskoy konferentsii dlya studentov i molodykh uchonykh* [Young science: Collection of scientific papers of the scientific-practical conference for students and young scientists]. Yalta, Publishing House Printing House «Arial» LLC Publ., 2017. pp. 227–274 (in Russian)
8. Gusak A.A. *Spravochnik po vysshey matematike* [Handbook of Higher Mathematics]. Minsk, TetraSystems Publ., 2009. 640 p. (in Russian)
9. Yeromin V.G., Fomin D.V. Raschot temperaturnykh peremeshcheniy nerazreznnykh prolotnykh stroyeniy [Calculation of temperature movements of continuous span structures]. *Inzhenernyye sistemy i sooruzheniya* [Engineering systems and structures]. 2011, V. 4, pp. 127–132. (in Russian)
10. Zakharov A.A., Zakharova L.V. Soderzhaniye kursa «Geometricheskoye modelirovaniye» dlya napravleniya podgotovki «Matematika i komp'yuternyye nauki». [Contents of the course «Geometric Modeling» for the direction of preparation «Mathematics and Computer Science»]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics]. 2022, V. 10, I. 4, pp. 35–45. DOI: 10.12737/2308-4898-2022-10-4-35-45. (in Russian)
11. Zaharov O.V., Yakovishin A.S., Sulejmanova F.D. Model' poverkhnosti, poluchennoy additivnoy tekhnologiyey [Model of a surface produced by additive technology]. *Aktual'nyye problemy v mashinostroyenii* [Current problems in mechanical engineering]. 2023, V. 10, I. 3–4, pp. 7–13. (in Russian)
12. Kalistratov A.I. O metodakh otsenki obstanovki v protsesse prinyatiya resheniya na operatsiyu (boy) [On methods for assessing the situation in the process of making a decision on an operation (battle)]. *Voyennaya mysl'* [Military thought]. 2011, I. 8, pp. 50–56. (in Russian)
13. Kamyshan A.YU. Sistema podderzhki prinyatiya resheniya v avtomatizirovannoy sisteme upravleniya voyennogo naznacheniya [Decision support system in an automated military control system]. *Voyennaya mysl'* [Military thought]. 2011, I. 7, pp. 11–17. (in Russian)
14. Kozlova I.A., Slavin R.B., Slavin B.M. Graficheskie dissipliny i informatizatsiya inzhenernogo obrazovaniya [Graphic disciplines and informatization of engineering education]. *Geometriya i grafika* [Geometry and graphics]. 2022, V. 10, I. 4, pp. 35–45. DOI: 10.12737/2308-4898-2022-10-4-35-45. (in Russian)
15. Kononov P.V., Kononova I.Ye. Geometricheskiye obrazy nanoklasterov po oktaedricheskoy linii [Geometric images of nanoclusters along the octahedral line]. *Geometriya i grafika* [Geometry and graphics]. 2023, V. 11, I. 2, pp. 18–26. DOI: 10.12737/2308-4898-2023-11-2-18-26. (in Russian)
16. Kuchkarova D.F. Opredeleniye strukturnykh liniy rel'yefa metodom klaster'nogo analiza [Determination of relief structural lines using cluster analysis]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotos'yomka* [News of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography]. 1990, I. 6, pp. 33–39. (in Russian)
17. Markova T.V., Bochkov A.L., Kokorin M.S., Nikitina T.A. Kursovaya rabota po inzhenernoy grafike kak instrument formirovaniya konstruktorskogo myshleniya [Coursework on engineering graphics as a tool for developing design thinking]. *Geometriya i grafika* [Geometry and graphics]. 2023, V. 11, I. 3, pp. 26–38. DOI: 10.12737/2308-4898-2023-11-3-26-38. (in Russian)
18. Musaeva T.V., Urago A.A. Dopolnennaya real'nost' v provedenii zanyatiy po inzhenernym tekhnicheskim disciplinam proektirovaniya [Augmented reality in conducting classes in engineering and technical disciplines of design]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics]. 2021, V. 9, I. 2, pp. 29–45. DOI: 10.12737/2308-4898-2021-9-2-46-55. (in Russian)
19. Eryomin V.G., Fomin D.V., Gusev S.G. *Opornaya chast' mosta* [Bridge support]. Patent RF, no. 2547531, 2015. (in Russian)
20. Korotin V.N., Dzhikiya G.L., Yel'tsov Ye.N. *Opornaya chast' sostavnogo balansira mosta* [Supporting part of the composite bridge balancer]. Patent RF, no. 168616U1, 2017. (in Russian)
21. Podol'skiy V.P., Surovtsev I.S., Mordovtseva T.V. Russko-Angliyskiy tolkovyy slovar' dorozhnika [Russian-English explanatory dictionary for road workers]. Voronezh: Publishing and Printing Center «Scientific Book» Publ., 2012. 640 p. (in Russian)
22. Sal'kov N.A. Monografiya «Modelirovaniye avtomobil'nykh dorog» [Monograph «Road Modeling»]. *Zhurnal tekhnicheskikh issledovaniy* [Journal of Technical Research]. 2017, V. 3, I. 1, pp. 10–20. URL: <https://naukau.ru/ru/nauka/article/15684/view>. (in Russian)
23. Sal'kov N.A. Nachertatel'naya geometriya — bazis tekhnicheskogo obrazovaniya [The origins of formation of descriptive geometry]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics]. 2023, V. 11, I. 3, pp. 47–72. DOI: 10.12737/2308-4898-2023-11-3-47-72. (in Russian)
24. Sal'kov N.A. Ob izobrazheniyah [About Images]. *Geometriya i grafika* [Geometry and graphics]. 2022, V. 10, I. 2, pp. 3–10. DOI: 10.12737/2308-4898-2022-10-2-3-10. (in Russian)
25. Slavin R.B., Kargin N.S., Slavin B.M. Razrabotka sistemy poluavtomaticheskogo modelirovaniya tryohmernykh izobrazheniy [Development of systems for semi-automatic modeling of three-dimensional images]. *Geometriya i grafika* [Geometry and graphics]. 2023, V. 11, I. 2, pp. 47–55. DOI: 10.12737/2308-4898-2023-11-2-47-55. (in Russian)
26. Stepanov V.V., Nesterov S.A. Podgotovka i vedeniye protivovozdushnogo boya nadvodnymi korablyami na osnove reflektivnogo podkhoda [Preparation and conduct of anti-aircraft combat by surface ships based on a reflexive approach]. *Voyennaya mysl'* [Military thought]. 2011, I. 8, pp. 28–36. (in Russian)
27. Tyutyunnikov N.N. *Voyennaya mysl' v terminakh i opredeleniyakh* [Military thought in terms and definitions]. T. 1. Moscow, Feather Publ., 2018. 394 p. (in Russian)

-
28. Uslovnyye znaki dlya topograficheskikh planov masshtabov 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 [Symbols for topographic plans at scales 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500]. Moscow, FGBU "Tsentr geodezii, kartografii i IPD" Publ., 2005/2015. (in Russian)
 29. Fisich B.A. O primenении elektronnykh graficheskikh dokumentov v sisteme upravleniya voyskami [On the use of electronic graphic documents in the troop command and control system]. *Voyennaya mysl'* [Military thought]. 2018, I. 1, pp. 39–46. (in Russian)
 30. Fomin D.V. Opornaya chast' mosta i yeyo material [Bridge support part and its material]. *Inzhenernyye sistemy i sooruzheniya* [Engineering systems and structures]. 2014, I. 15, pp. 80–90. (in Russian)
 31. Fomin D.V. Raschot triangulyatsionnoy setki v tablennom protsessore Excel s pomoshch'yu vyrazhennykh uglovykh koeffitsiyentov s graficheskim otobrazheniyem v programme proyektirovaniya "Nanocad" [Calculation of a triangulation mesh in an Excel spreadsheet using expressed angular coefficients with graphical display in the Nanocad design program]. *Inzhenernyye sistemy i sooruzheniya* [Engineering systems and structures]. 2019, I. 34, pp. 37–47. (in Russian)
 32. Fomin D.V. Tsifrovaya model' mestnosti [Digital terrain model]. *Armeyskiy sbornik* [Army collection]. 2021, I. 3, pp. 117–124. (in Russian)
 33. Rozental' M.M., Yudin P.F. *Filosofskiy slovar'* [Philosophical Dictionary]. Moscow, Ed. Political literature Publ., 1968. 432 p. (in Russian)