

Студенческий научный электронный журнал

StudArctic Forum

2022. Т. 7, № 2

Главный редактор
И. М. Суворова

Заместитель главного редактора
А. А. Малышко

Ответственный секретарь
П. С. Воронина

Редакционный совет

С. В. Волкова
М. И. Зайцева
Г. Н. Колесников
В. С. Сютёв
В. А. Шлямин

Редакционная коллегия

А. Ю. Борисов
Р. В. Воронов
Т. А. Гаврилов
Е. О. Графова
Л. А. Девятникова
А. А. Ившин
А. А. Кузьменков
Е. Н. Лузгина
Ю. В. Никонова
М. И. Раковская
А. А. Скоропадская
Е. И. Соколова
И. М. Соломещ
А. А. Шлямина

Службы поддержки

Е. В. Голубев
А. А. Малышко

Издатель

ФГБОУ «Петрозаводский государственный университет»
185910, Россия, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Ленина, 33.

Адрес редакции журнала
185910, Республика Карелия,
г. Петрозаводск, ул. Ленина, 33.
E-mail: saf@petrsu.ru

<https://saf.petrso.ru>

Scientific journal
StudArctic Forum

2022. Vol. 7, No. 2

Editor-in-Chief
Irina M. Suvorova

Deputy Editor-in-Chief
Anton A. Malyshko

Executive secretary
Polina S. Voronina

Editorial Council
Svetlana V. Volkova
Maria I. Zaitseva
Gennadiy N. Kolesnikov
Vladimir S. Syuneyev
Valery A. Shlyamin

Editorial Team
Alexey Yu. Borisov
Roman V. Voronov
Timmo A. Gavrilov
Elena O. Grafova
Lyudmila A. Devyatnikova
Alexander A. Ivshin
Alexander A. Kuzmenkov
Elena N. Luzgina
Yulia V. Nikonova
Marina I. Rakovskaya
Anna A. Skoropadskaya
Evgeniya I. Sokolova
Ilya M. Solomeshch
Anastasia A. Shlyamina

Support Services
Evgeniy V. Golubev
Anton A. Malyshko

Publisher
© Petrozavodsk State University, 2022

Editorial office address
Petrozavodsk State University
33, Lenin Ave., Petrozavodsk,
185910, Russian Federation
E-mail: saf@petsu.ru

<http://saf.petsu.ru>

Информационные технологии и телекоммуникации

Т. 7, № 2. С. 7—11

Научная статья

УДК 004.021

ТУКУСЕР
Данила Игоревич

бакалавриат, Петрозаводский государственный университет
(Петрозаводск, Российская Федерация),
tukuserdanila@gmail.com

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ ДЛЯ ИХ ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ

Научный руководитель:

Городничина Мария Юрьевна

Статья поступила: 25.04.2022;

Принята к публикации: 27.04.2022;

Размещена в сети: 22.06.2022.

Аннотация. В данной статье рассматривается концепция разработки алгоритмов решения задач по начертательной геометрии. Рассмотрены некоторые примеры формальной записи алгоритмов, а также результаты работы реализованных в программе алгоритмов. Определены проблемы предложенной концепции

Ключевые слова: начертательная геометрия, эпюр, решение задач, алгоритмы, машинная графика

Для цитирования: Тукусер Д. И. Разработка алгоритмов решения задач по начертательной геометрии для их программной реализации // StudArctic Forum. 2022. Т. 7, № 2. С. 7—11.

Начертательная геометрия широко использовалась во всех сферах инженерной деятельности человека, однако с развитием вычислительной техники в целом потеряла свое практическое применение. Большую часть её двумерного геометрического аппарата можно заменить вычислениями, что активно используется в современных системах черчения и проектирования. Однако, являясь незаменимой частью инженерного образования, она остается одной из важных дисциплин.

В данной статье предложена концепция для разработки алгоритмов решения задач по начертательной геометрии, их реализация в программе *Epure Solution*, описаны проблемы выбранного подхода и перспективы дальнейшего развития.

Начертательная геометрия использует двумерный геометрический аппарат и алгоритмы для исследования геометрических свойств, а также методы проецирования. В качестве основы для разработки алгоритмов решения задач будем представлять действия на эпюре в виде списка некоторых операций. В соответствие каждой такой операции будем ставить нахождение какой-либо величины: длины, расстояния, координат и т.п. или, например, положения какого-либо объекта. Тогда мы сможем описать в виде некоторого списка таких записей любую задачу.

Перед дальнейшей разработкой алгоритмов условимся, что изначально будут известны координаты всех данных объектов, прямая будет задаваться принадлежащим ей отрезком, который будет задан по двум точкам. Тогда определим список базовых операций над эпюром для их будущей программной реализации. Будут необходимы функции для построения: точки, прямой, плоскости, перпендикуляра, параллельной линии. Также понадобятся функции для определения: длины, расстояния, проекции, пересечения и многие другие.

В качестве примера разберем наиболее важную функцию построения перпендикуляра. Для построения перпендикуляра от прямой необходимо знать координаты двух принадлежащих ей точек, расстояние, на которое провести перпендикуляр, а также выбрать точку, от которой будет проведен перпендикуляр и некоторое направление. Будем считать, что положительное направление будет принимать тот объект, точка которого находится выше исходной. Определение направления перпендикуляра и параметров других объектов происходит в специальном блоке алгоритмов, отвечающем за анализ данных.

Тогда, основываясь на сказанном выше, получаем следующую концепцию разработки

алгоритмов: записываем шаги решения задачи в формальном виде с помощью принятых геометрических или каких-либо дополнительных обозначений; переводим эти алгоритмы в программный код; затем, основываясь на вычисленных и данных значениях, строим эпюр. Получается, что в отличие от реальных построений и решений привычными методами, большая часть эпюра находится с помощью вычислений, с последующей передачей полученных данных в программу, которая визуализирует их.

Была написана программа Epure Solution, предназначенная для работы с эпюрами и для решения задач по начертательной геометрии. Программную реализацию получили 15 алгоритмов, которые суммарно решают 21 задачу. Разберём некоторые из этих алгоритмов:

Возьмем самую простую и базовую задачу начертательной геометрии – нахождение натуральной величины (далее НВ) отрезка. Алгоритм решения задачи, для нахождения НВ отрезка в проекции П1, в формальном виде будет иметь следующие шаги (Рисунок 1):

$$1) \Delta Z = Z_B - Z_A$$

$$2) K_1B_1 \perp A_1B_1; K_1B_1 = \Delta Z$$

$$3) A_1K_1 = \text{НВ } AB$$

Рис. 1. Алгоритм нахождения натуральной величины

Пример результата работы реализованного в программе алгоритма на рисунке 2.

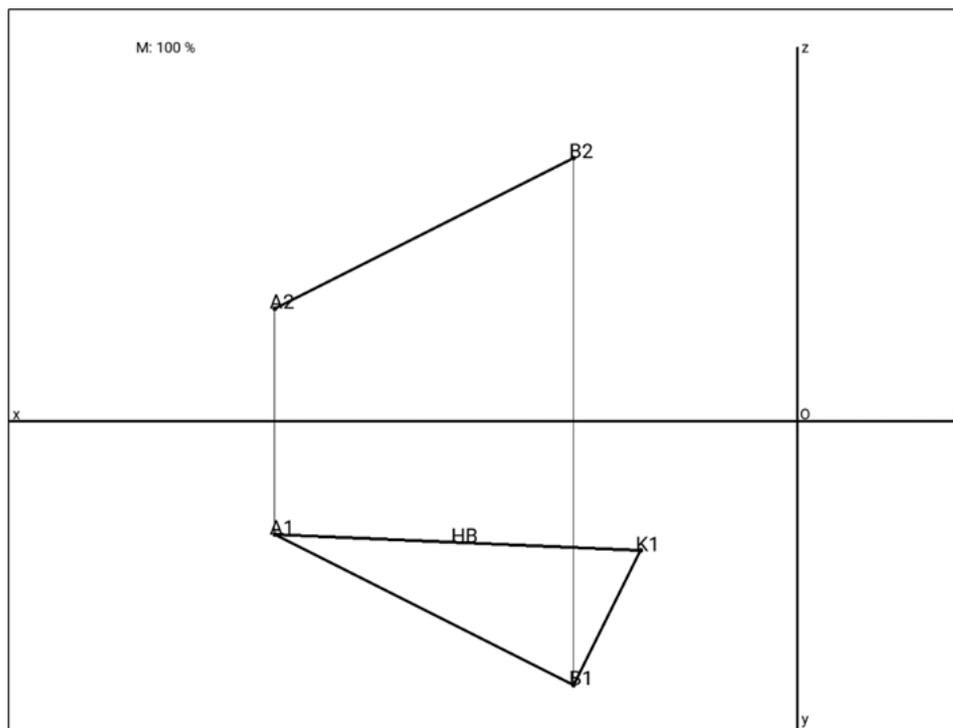


Рис. 2. Нахождение натуральной величины с помощью алгоритма

Разберем более сложную и комплексную задачу: нахождение расстояния от точки до прямой. В качестве вводных данных будем использовать прямую и точку. Алгоритм решения задачи в формальном виде состоит из следующих шагов (Рисунок 3):

- 1) $x_{13} \parallel A_1B_1$
- 2) $|A_3x_{13}| = A_z; A_3A_1 \perp x_{13}$
- 3) $|B_3x_{13}| = B_z; B_3B_1 \perp x_{13}$
- 4) $|C_3x_{13}| = C_z; C_3C_1 \perp x_{13}$
- 5) $H_3 \in (A_3B_3); C_3H_3 \perp A_3B_3$
- 6) $H_1 \in (A_1B_1); H_3H_1 \perp (A_1B_1)$
- 7) $x_{34} \perp A_3B_3$
- 8) $H_4 \equiv B_4 \equiv A_4; A_4 \in (A_3B_3); |A_4x_{34}| = |A_1x_{13}|$
- 9) $C_4C_3 \perp C_3H_3; |C_4x_{34}| = |C_1x_{13}|$
- 10) C_4H_4 – НВ расстояния от точки до прямой

Рис. 3. Алгоритм нахождения расстояния от точки до прямой

Алгоритм решения данной задачи, включая анализ, решение и вывод, занимает 111 строк кода. Пример результата работы представлен на рисунке 4.

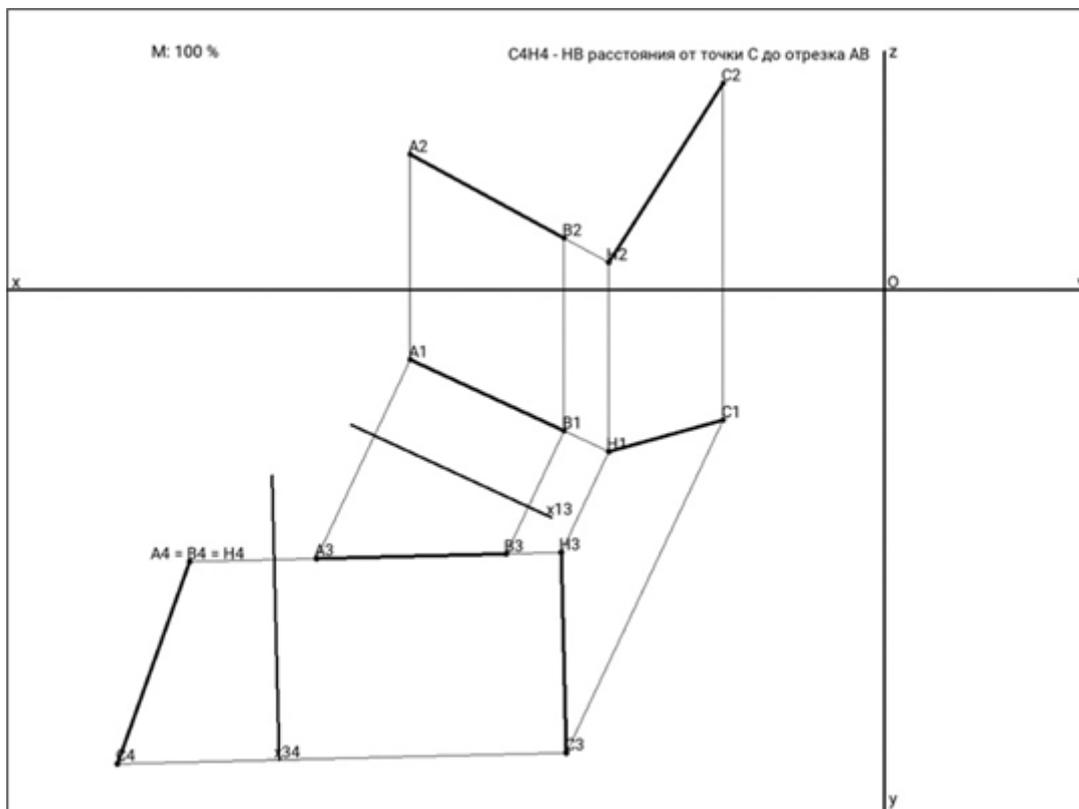


Рис. 4. Пример решения задачи с помощью алгоритма

Рассмотрим задачу на построение деления отрезка в заданном отношении $n : m$. В качестве вводных данных будем использовать прямую и величины n и m . Алгоритм решения задачи в формальном виде состоит из следующих шагов (Рисунок 5).

1. $P(x_P; y_P; z_P)$:

$$x_P = \frac{(n \cdot x_A + m \cdot x_B)}{m + n}$$

$$y_P = \frac{(n \cdot y_A + m \cdot y_B)}{m + n}$$

$$z_P = \frac{(n \cdot z_A + m \cdot z_B)}{m + n}$$
2. $|A_1K_1| = (n + m) \cdot r$; $A_1K_1 \perp A_1B_1$; r – расстояние между делениями
3. $K^*(x_k; y_k)$:

$$x_k = \frac{(n \cdot x_A + m \cdot x_{K1})}{m + n}$$

$$y_k = \frac{(n \cdot y_A + m \cdot y_{K1})}{m + n}$$
4. $[PK^*]$
5. $i \in \mathbb{Z}; i \in (0; m + n + 1]$:

$$n_p = i; m_p = n + m - i$$

$$x_{1i} = \frac{(n_p \cdot x_A + m_p \cdot x_B)}{m_p + n_p}; y_{1i} = \frac{(n_p \cdot y_A + m_p \cdot y_B)}{m_p + n_p}$$

$$x_{2i} = \frac{(n_p \cdot x_A + m_p \cdot x_K)}{m_p + n_p}; y_{2i} = \frac{(n_p \cdot y_A + m_p \cdot y_K)}{m_p + n_p}$$

$$P_{n_p m_p}(x_{1i}; y_{1i}); K_{n_p m_p}(x_{2i}; y_{2i}); [P_{n_p m_p} K_{n_p m_p}]$$
6. $AP:PB$ как $n:m$

Рис. 5. Алгоритм решения задачи по делению отрезка

Алгоритм решения данной задачи, включая анализ, решение и вывод, занимает 56 строчек кода. Пример результата работы алгоритма представлен на рисунке 6.

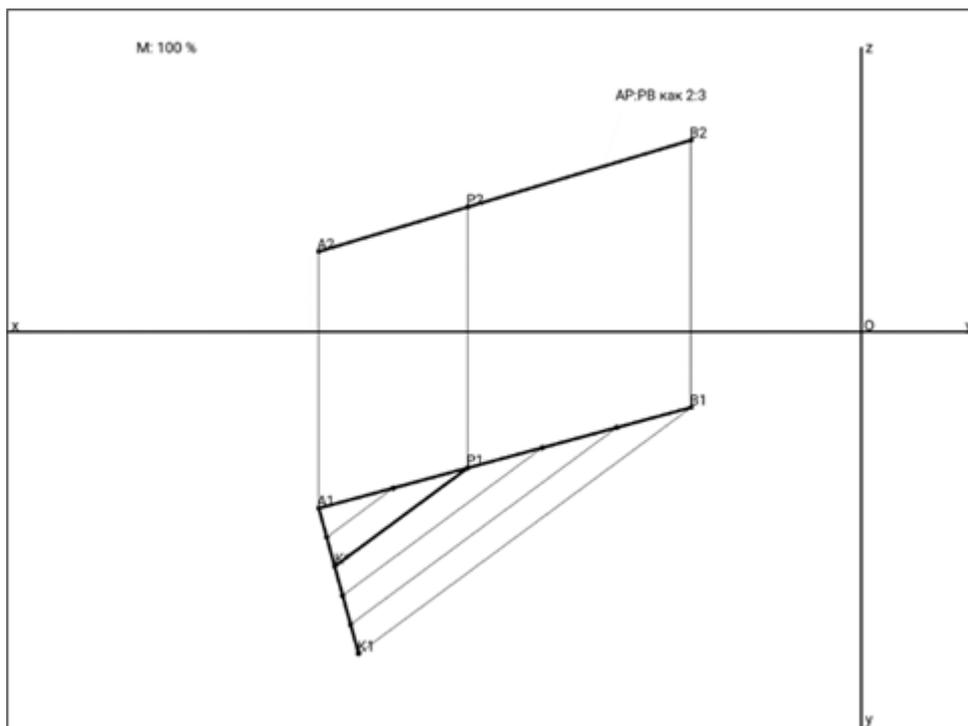


Рис. 6. Пример деления отрезка в заданном отношении с помощью алгоритма

Основная проблема при переводе формальной записи алгоритма решения в программный код заключается в необходимости определения параметров операции или объектов, например, направления перпендикуляра, положения прямой и т.п. Для этого приходится писать отдельные блоки кода, отвечающие за анализ положения объектов. Если описать частные случаи расположения прямой достаточно просто, то описать плоскость, состоящую из трех прямых или задачу с большим количеством данных, сложнее.

Проблемы описанной концепции в перспективе могут быть решены созданием новой системы, напрямую обрабатывающей формальные записи алгоритмов, с автоматическим переводом их в программный код. На данный момент этот процесс реализован ручным (или ограниченно автоматическим) переводом алгоритмов, определением частных и граничных случаев и написанием программного кода со всеми вычислениями.

В перспективе нужно создать систему автоматического перевода формальных записей алгоритмов в программный код. Такая система сможет значительно ускорить программную реализацию алгоритмов и может найти применение в других смежных областях. Разработанную программу можно преобразовать для работы с многомерным пространством, что может помочь в работе с визуализацией многомерного пространства и решения задач в нем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Глоговский В. В. Начертательная геометрия на алгоритмической основе. Львов : «Вища школа», издательство при Львовском университете, 1978. 148 с.

Желоние Е. И. Алгоритмы решения метрических задач: учебное пособие. Йошкар-Ола: МарПИ, 1989. 88 с.

Information Technology and Telecommunications

Original article

Danila I. TUKUSER

bachelor's degree, Petrozavodsk State University
(Petrozavodsk, Russian Federation),
tukuserdanila@gmail.com

DEVELOPMENT OF ALGORITHMS FOR SOLVING DESCRIPTIVE GEOMETRY TASKS FOR THEIR SOFT-WARE IMPLEMENTATION

Scientific adviser:

Maria Y. Gorodnichyna

Paper submitted on: 04/25/2022;

Accepted on: 04/27/2022;

Published online on: 06/22/2022.

Abstract. This article discusses the concept of developing algorithms for solving tasks in descriptive geometry. Some examples of the formal writing of algorithms are considered, as well as the results of the work of the algorithms implemented in the pro-gram. The problems of the proposed concept are identified.

Keywords: descriptive geometry, diagrams, problem solving, algorithms, computer graphics

For citation: Tukuser D. I. Development of algorithms for solving descriptive geometry tasks for their soft-ware implementation. *StudArctic Forum*. 2022; 7(2): 7—11.

REFERENCES

Glogovsky V. V. Descriptive geometry on an algorithmic basis. Lviv : "Vishcha shkola", Lviv University Publishing House, 1978. 148 p.

Zhelonie E. I. Algorithms for solving metric problems: a textbook. Yoshkar-Ola: MarPI, 1989. 88 p.