

17. *Бойков А. А., Федотов А. М.* Автоматическая проверка решений задач инженерной геометрии // Графикон'2016 Труды 26-й Международной научной конференции. 2016. С. 352-356.

18. *Бойков А. А.* О трехмерном моделировании и начертательной геометрии в свете возможностей современных компьютерных систем // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации. 2015. Т. 1. С. 361-376.

УДК 514.115, 514.18, 004.92

*А. А. Бойков, П. А. Чернова*

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина»

### **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ СКЛАДЫВАНИЕМ ЛИСТА БУМАГИ (ОРИГАМИ-ГЕОМЕТРИЯ)**

В статье предлагается метод решения задач начертательной геометрии на основе оригами-построений вместо традиционных циркуля и линейки - описывается созданный комплекс геометрических подпрограмм.

**Ключевые слова:** Начертательная геометрия, решение задач, оригами, геометрические построения.

*A. A. Boykov, P. A. Chernova*

### **SOLVING OF THE DESCRIPTIVE GEOMETRY PROBLEMS WITH USE THE FOLDED-PAPER CONSTRUCTIONS (ORIGAMI)**

The article describes the method of solving of descriptive geometry problems based on using folded-paper (origami) constructions instead of traditional compass-and-straightedge. The developed graphical subroutines are shown.

**Keywords:** descriptive geometry, solving of the problems, origami, geometrical constructions.

Один из разделов геометрии – теория геометрических построений – занимается теоретическими исследованиями в области возможности решения тех или иных задач тем или иным набором геометрических инструментов [1, 2]. Исследования в области геометрических построений имеют несомненную теоретическую значимость в области оснований геометрии. Их практическая ценность состоит в создании алгоритмов решения прикладных задач с использованием того или иного набора инструментов. В классической геометрии для решения задач на построение используют циркуль и линейку [1, 2, 3], хотя известны различные специальные инструменты, позволяющие на практике выполнять более сложные построения и решать задачи, не разрешимые при помощи циркуля и линейки (эллипсограф, циклограф, невсис, мезолябия и др.). В настоящее время ценность алгоритмов, которые могут быть реализованы при помо-

щи простых геометрических инструментов, состоит в возможности выражения решения в этом случае рациональными числами, и при помощи систем символьной математики получать предельно точные решения (округление выполняется лишь на финальном этапе) [4].

Другой подход к решению геометрических задач связан с техникой складывания бумаги (оригами) [5], основу которого составляют семь правил складывания (правила Фудзиты). В публикациях, посвященных применению оригами в контексте начертательной геометрии (НГ), складывание бумаги используется для иллюстрации образования комплексного чертежа ([6] и др.). В настоящей работе оригами-построения использованы для решения задач НГ.

Задачи НГ решаются при помощи циркуля и линейки (ЦЛ), поэтому для их решения достаточно правил 1-5 (табл. 1).

Как известно, правило 6 позволяет графически решать алгебраические уравнения третьей степени [5], что невозможно для ЦЛ. Два постулата и пять правил Фудзиты были реализованы в виде составных построений (табл. 1) для интерпретатора графических команд, разработанного в ИГЭУ [7]. Это позволило рассмотреть решение задач НГ с помощью оригами-построений (рис. 1) [8].

Таблица 1. Реализация постулатов и правил Фудзиты

Наименование	Описание	Реализация	Рисунок
Постулат 1	Построение точки P на пересечении складок a и b	sub post1 (a, b) P = pab(a, b) ret (P) end sub	
Постулат 2	Построение точки P, симметричной точке A относительно складки l	sub post2 (l, A) t = soa (l, A) T = pab (l, t) t = sab (A, T) P = psp (t, 2) ret (P) end sub	
Правило 1	Построение складки s через две точки A и B	sub fudz1 (A, B) s = sab(A, B) ret(s) end sub	
Правило 2	Построение прямой s, перпендикулярной отрезку AB и проходящей через его середину	sub fudz2 (A,B) c1 = ccx(A,B) c2= ccx(B,A) [Q,R] = p2c (c1,c2) s = sab(Q,R:true) ret(s) end sub	

Наименование	Описание	Реализация	Рисунок
Правило 3	Построение складки $s$ , которая является биссектрисой угла между складками $a$ и $b$	$\text{sub fudz3 (a, b)}$ $F = \text{pab}(a, b)$ $c = \text{ccx}(F, R)$ $[Q, R] = \text{pac}(a, c)$ $[S, \_] = \text{pac}(b, c)$ $s1 = \text{fudz2}(Q, S)$ $s2 = \text{fudz2}(R, S)$ $\text{ret}(s1, s2)$ $\text{end sub}$	
Правило 4	Построение складки $s$ , перпендикулярной складке $a$ через точку $A$	$\text{sub fudz4 (A, a)}$ $c = \text{ccx}(A, R)$ $[R, S] = \text{pac}(a, c)$ $s = \text{fudz2}(R, S)$ $\text{ret}(s)$ $\text{end sub}$	
Правило 5	Построение складки $s$ , которая позволяет найти точки пересечения окружности с центром в точке $A$ , проходящей через точку $B$ , со складкой $a$	$\text{sub fudz5 (A, B, a)}$ $c = \text{ccx}(B, A)$ $[Q, T] = \text{pac}(a, c)$ $s1 = \text{fudz2}(Q, A)$ $s2 = \text{fudz2}(T, A)$ $\text{ret}(s1, s2)$ $\text{end sub}$	

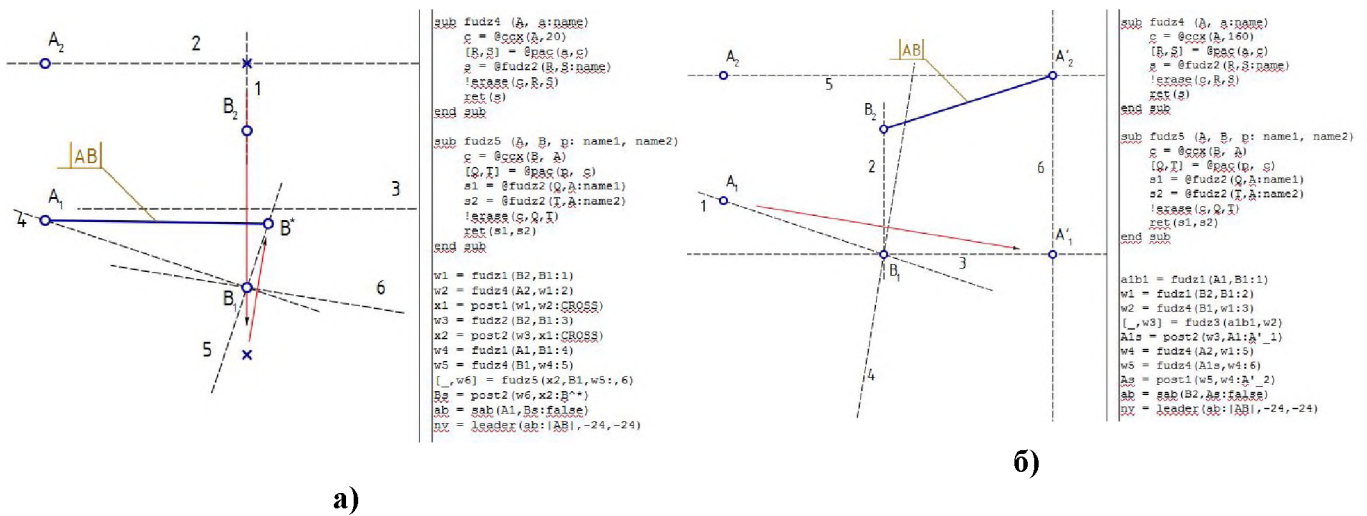


Рис. 1. Решение задачи о нахождении натуральной величины отрезка:

- а — по аналогии с правилом прямоугольного треугольника;
- б — по аналогии с вращением вокруг проецирующей прямой

Данный подход существенно расширяет понимание геометрических основ НГ, показывая, как задачи моделирования объектов трехмерного пространства решаются «плоским» складыванием листа бумаги.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Четверухин Н. Ф. Методы геометрических построений. – 1952. – 148 с.
2. Адлер А. Теория геометрических построений. Л., Учпедгиз, 1940. – 232 с.
3. Баландин М. Введение в построения циркулем и линейкой. Новосибирск. – 49 с.
4. Селиверстов А. В. Начертательная геометрия для преподавания математики [Электронный ресурс]. URL: <http://dgng.pstu.ru/conf2017/papers/22/>
5. Баландин М. Аксиоматика Фудзиты и геометрические построения. Новосибирск, 2015. – 82 с.
6. Иванова Е. А. Возможности использования оригами-моделей в процессе преподавания дисциплины «Начертательная геометрия» // Вопросы современной науки и практики. №11(25). 2009. – С. 40-44.
7. Бойков А. А. Средства автоматизации геометрических построений // XII международная науч.-техн. конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Энергия-2017». Иваново, ИГЭУ. 2017. Т. 5. – С. 188-189.
8. Чернова П. А. Решение задач курса начертательной геометрии с помощью оригами-построений // XII международная науч.-техн. конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Энергия-2017». Иваново, ИГЭУ. 2017. Т. 5. – С. 223.

УДК 621.396.2

*П. А. Будко, Ю. Н. Островский, А. М. Винограденко*  
ФГК ВОУ ВО «Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного»

## **КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В ОСВОЕНИИ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Проведен анализ проблем обучения современным образцам специальной техники. Предложено использование комплекса учебно-тренировочных средств, предназначенного для отработки операций управления сложными техническими системами.

**Ключевые слова:** Информатизация, компетентность, комплекс учебно-тренировочных средств.

*P. A. Budko, Y. N. Ostrovsky, A. M. Vinogradenko*

## **AN INTEGRATED APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF SPECIAL TECHNIQUES WITH THE USE OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES**

The analysis of the problems of teaching modern models of special equipment. Proposed the use of complex training tools for practice management operations for complex technical systems.

**Keywords:** computerization, competence, complex of training facilities.

**Введение.** Информатизация общества оказывает значительное влияние на образование, которое перестает быть средством усвоения готовых общепризнанных знаний и превращается в способ информационного обмена личности с окружающими людьми,