

УДК 387

DOI: 10.12737/2308-4898-2023-11-1-61-69

В.И. Вышнепольский

Канд. пед. наук, доцент, зав. кафедрой,
МИРЭА — Российский технологический университет,
Россия, 119454, Москва, пр. Вернадского, д. 78

А.В. Ефремов

Старший преподаватель,
МИРЭА — Российский технологический университет,
Россия, 119571, Москва, пр-т Вернадского, д. 78

Н.С. Кадыкова

Канд. техн. наук, доцент,
МИРЭА — Российский технологический университет,
Россия, 119571, Москва, пр-т Вернадского, д. 78

Всероссийский студенческий конкурс «Инновационные разработки»

Аннотация. Кафедра инженерной графики РТУ МИРЭА, в рамках Всероссийской студенческой олимпиады по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики с 2008 г. проводит Всероссийский студенческий конкурс «Инновационные разработки». Данный конкурс является этапом в концепции методической системы развития интеллектуальных способностей студента.

В статье рассмотрена система оценки работ конкурса, принцип формирования жюри, принципы отбора работ на конкурс. Заявлены цели конкурса, а именно: апробация и представление новых идей в том числе в области графических дисциплин; освоение студентами современных информационных технологий; развитие сотрудничества между коллективами кафедр вузов и производственными коллективами. Описаны критерии для сравнения прошедших конкурсов между собой, методика оценки успешности конкурса, успешность конкурсов проанализирована по годам.

С 2008 по 2022 г. включительно представителями 24 вузов на конкурс были представлены 96 работ. В статье приведены названия, указаны авторы и руководители лучших проектов — победителей и призеров конкурсов, набравших 200 и более баллов, ранжированы по набранным баллам за занятое место студенты — участники конкурсов. Проанализирована география вузов-участников, вузы ранжированы по суммарным достижениям. Отмечается положительная динамика количества работ, представленных на конкурс.

Отмечено, что некоторые работы стали первым шагом серьезных научных исследований, так, «Пространственные фракталы» Л.А. Жихарева впоследствии стали темой его диссертационной работы, «Отражения от криволинейных зеркал в пространстве и на плоскости» О.С. Сунцова и в данный момент являются одним из зарегистрированных направлений НИР на кафедре.

Ключевые слова: конкурс, проект, инновационные разработки, геометрия, фрактал, пространственные фракталы, САПР, 3D-модель, двигатели, болид, геометрические места.

V.I. Vyshnepolsky

Ph.D. in Pedagogy, Associate Professor, Head of Chair,
MIREA — Russian Technological University,
78, Vernadsky Av., Moscow, 119571, Russia

A.V. Efremov

Senior Lecturer,
MIREA — Russian Technological University,
78, Vernadsky Av., Moscow, 119571, Russia

N.S. Kadykova

Ph. D. of Engineering, Associate Professor,
MIREA — Russian Technological University,
78, Vernadsky Av., Moscow, 119571, Russia

All-Russian Student Competition "Innovative Developments"

Abstract. The Department of Engineering Graphics of the RTU MIREA, has been holding the All-Russian Student Competition "Innovative Developments" as part of the All-Russian Student Olympiad in Descriptive Geometry, Engineering and Computer Graphics since 2008. This competition is a stage in the concept of a methodological system for the development of the student's intellectual abilities.

The article describes the original system for evaluating works at the competition, the principle of forming the jury, the principles for selecting works for the competition. The goals of the competition were announced, namely: approbation and presentation of new ideas, including in the field of graphic disciplines; development of modern information technologies by students; development of cooperation between teams of university departments and production teams. The criteria for comparing past competitions with each other are described, the methodology for assessing the success of the competition, the success of competitions is analyzed by year.

From 2008 to 2022 inclusive representatives of 24 universities presented 96 works for the competition. The article gives the titles, authors and scientific supervisors of the best projects — winners and prize-winners of competitions who scored 200 or more points, ranked by the points scored for the places taken by the students — participants in the competitions. The geography of participating universities is analyzed, universities are ranked by total achievements. There is a positive trend in the number of works submitted to the competition.

It is noted that some works became the first step in serious scientific research, for example, "Spatial fractals" by L.A. Zhikharev, later became the topic of his dissertation, "Reflections from curvilinear mirrors in space and on a plane" by O.S. Suntsov are currently one of the registered areas of research at the department.

Keywords: competition, project, innovative developments, geometry, fractal, spatial fractals, CAD, 3D model, engines, fireball, geometric places.

Всероссийский студенческий конкурс «Инновационные разработки»

С 2008 г. в рамках открытой Всероссийской студенческой олимпиады по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике РТУ МИРЭА (до 2015 г. — МИТХТ им. М.В. Ломоносова) орга-

низует и проводит ежегодный Всероссийский студенческий конкурс «Инновационные разработки».

Участие в конкурсе «Инновационные разработки» — один из этапов подготовки в рамках методической системы развития интеллектуальных способностей студентов. Следующий этап после выступления на Всероссийском конкурсе — это участие, а затем и выступление на Всероссийском семинаре «Геометрия и графика» и конференции «Проблемы инженерной геометрии», публикация научной статьи в журналах, входящих в РИНЦ.

Участники представляют на конкурс самые разные работы: болид класса «*FORMULA SAE*» (рис. 1, *a*), «Равноудаленные геометрические места» [6–10] (рис. 1, *b*), «Пространственные фракталы» [12–15], «Отражения от криволинейных зеркал в пространстве и на плоскости» [16] и др. [1–4; 11].

Всего с 2008 по 2022 г. на конкурс было представлено 96 работ из 24 университетов.

Целями конкурса являются:

- апробация и представление новых идей, в том числе в области графических дисциплин;
- освоение студентами современных информационных технологий;
- развитие сотрудничества между коллективами кафедр вузов и производственными коллективами.

В соответствии с положением для участия в конкурсе необходимы в основном два момента.

1. Новизна проекта независимо от области применения. В «Положении о конкурсе» отмечено: «Предметом конкурса является привлечение инновационных проектов в самых широких областях науки и техники, их экспертиза, отбор и продвижение лучших».
2. В состав авторского коллектива обязательно должны входить студенты. «Участниками конкурса могут быть как отдельные студенты, так и творческие коллективы из студентов, возглавляемые преподавателями или научными сотрудниками. Количество руководителей работы не должно быть более двух, а соотношение “студенты/руководители” должно быть больше или равно единице (исключение: один студент/2 руководителя)».

Членами жюри конкурса становятся квалифицированные руководители проектов, представленных на конкурс, а также специально приглашенные лица, обычно профессора. Последние — «незаинтересованные» члены жюри, не представляющие интересы вузов, принимающих участие в конкурсе. Например, регулярно приглашались в качестве членов жюри профессор МГАХИ Н.А. Сальков и профессор МИИГАиК Ю.Б. Парвулюсов

Исключительно важными являются ограничения, которые накладываются на членов жюри:

- 1) члены жюри не оценивают работы представителей своего вуза. У этого правила не было исключений, членами жюри всегда оценивались только работы чужих вузов;
- 2) крайние оценки, выставленные членами жюри за данную работу, не учитываются;
- 3) остальные оценки определяют среднее, что и становится итоговым баллом за данную работу.

Исходя из этих критериев, становится ясен необходимый подход к формированию состава жюри:

- в жюри желательно широкое представительство вузов-участников — оптимально по одному члену жюри от каждого участника;
- желательно расширить состав жюри представителями вузов или иных организаций, не участвующих в конкурсе.

Использование этих правил в совокупности позволяет получить взвешенную (крайние результаты отбрасываются) и объективную оценку проектов, представленных на конкурс.

Критерии для оценки проектов следующие (всего 300 баллов):

- научная новизна — 100 баллов;
- техническая новизна — 60 баллов;
- актуальность проблемы — 20 баллов;
- глубина проработки — 50 баллов;
- степень использования САПР — 50 баллов;
- качество представления материала — 10 баллов;
- качество доклада — 10 баллов.

Все годы проведения конкурса «Инновационные разработки» члены жюри оценивали работы по одинаковым критериям.

Сравним прошедшие конкурсы между собой. В качестве критериев приняты следующие параметры: количество проектов (n), представленных на конкурс, и число вузов (k), представители которых участвовали в конкурсе. Интегральный показатель — Σ , равный

$$\Sigma = n + k,$$

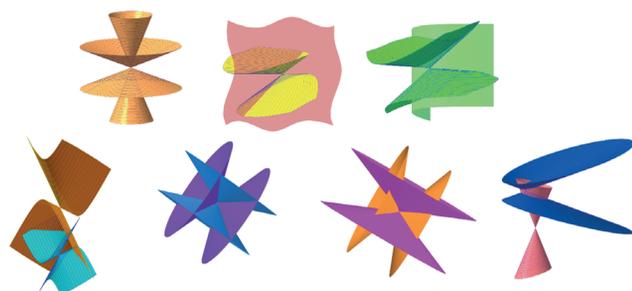
необходим для сравнения успешности организации и проведения ежегодных конкурсов. С 2008 по 2022 г. включительно представителями 24 вузов были представлены 96 работ.

Количество ежегодных докладов последние 2 года было максимальным: 13 докладов в 2021 г. и 10 докладов в 2022 г. Ранее же, в 2009, 2011, 2014 и 2019 гг., было по восемь докладов на конкурсе, в остальные годы — по 4–5 выступлений (табл. 1). В среднем — шесть проектов в год.

Количество вузов также почти всегда 4–5. Выделяются только конкурсы 2009 и 2021 г. с участием представителей 8 вузов.



а



б

Рис. 1. Примеры проектов участников конкурса:
а — болид класса FORMULA SAE; б — геометрические места точек, равноудаленных от конической поверхности и плоскости

Как видно из табл. 2, в которой конкурсы расположены в порядке убывания интегрального показателя Σ , Всероссийский студенческий конкурс «Инновационные разработки» 2021 г. — самый успешный ($\Sigma_{2021} = 21$). На втором и третьем местах — конкурсы 2022 и 2009 гг. ($\Sigma_{2022} = 16$).

Таблица 1

Показатели конкурсов

№ n/n	Год	Всего докладов	Кол-во вузов	Интегральный показатель
		<i>n</i>	<i>k</i>	Σ
1	2008	4	3	7
2	2009	8	8	16
3	2010	4	4	8
4	2011	8	4	12
5	2012	5	4	9
6	2013	5	4	9
7	2014	8	5	13
8	2015	5	5	10
9	2016	2	2	4
10	2017	4	3	7
11	2018	6	4	10

Окончание табл. 1

№ n/n	Год	Всего докладов	Кол-во вузов	Интегральный показатель
		<i>n</i>	<i>k</i>	Σ
12	2019	8	7	15
13	2020	6	4	10
14	2021	13	8	21
15	2022	10	6	16
Всего		96	64	150

Самая интересная и важная составляющая конкурса — это проекты, представленные в нем. За годы проведения было представлено 96 самых разнообразных проектов: есть проекты, разработанные большими коллективами одной или нескольких кафедр в течение ряда лет, а есть созданные одним студентом вместе с руководителем за короткий, иногда один-два месяца, срок; одни работы созданы специально для конкурса, другие создавались совсем с иными целями. Среди последних — несколько заявок на изобретения, «Пространственные фракталы» Л.А. Жихарева, ставшие впоследствии темой его диссертационной работы, «Отражения от криволинейных зеркал в пространстве и на плоскости» О.С. Сунцова, «Геометрические места точек, равноотстоящих от сферической и цилиндрической поверхностей равных диаметров» Д.С. Пеха, «Исследование геометрических мест точек, равноотстоящих от двух заданных геометрических фигур» К.Т. Егиазаряна, являющиеся зарегистрированными направлениями НИР на кафедре, и др.

Участники конкурса, добившиеся наилучших результатов

Отметим наиболее успешных студентов — авторов разработок (табл. 3). Всего в 15 конкурсах участвовали 118 студентов. Примем, что за первое место начисляется 4 балла, за второе — 3 балла, за третье — 2 балла, за участие — 1 балл.

Таблица 2

Успешность конкурсов

№ n/n	Год	Интегральный показатель, Σ
1	2021	21
2	2022	16
3	2009	16
4	2019	15
5	2014	13
6	2011	12
7	2018	10
8	2020	10
9	2015	10

Окончание табл. 2

№ п/п	Год	Интегральный показатель, Σ
10	2012	9
11	2013	9
12	2010	8
13	2008	7
14	2017	7
15	2016	4

Если в разработке участвовало несколько студентов, то указанные баллы делятся между ними поровну. Например, в 2009 г. представители Астраханского государственного технического университета (АГТУ) заняли первое место — 4 балла студентам, но студен-

тов было двое, и, следовательно, каждому из них — по 2 балла. Выделим среди студентов тех, кто набрал за участие в конкурсе «Инновационные разработки» больше одного балла.

Среди 118 участников конкурса около трети (42) набрали больше одного балла. Они заняли призовое место либо лично, либо в соавторстве с другими студентами (табл. 4). Укажем лидеров, все они выступали на конкурсе минимум два раза и при этом побеждали или занимали призовое место: Л.А. Жихарев (РТУ МИРЭА), А.И. Андреев (АГТУ), О.С. Сунцов. (РТУ МИРЭА) — у них по 8 баллов, все трое заняли первое место единолично по два раза, а также А.М. Кюютин (МПУ), набравший 6 баллов, выиграв один конкурс и заняв 3-е место в другом (табл. 4).

Таблица 3

Лучшие работы конкурса «Инновационные разработки»

№ п/п	Год	Название работы	Студенты	Руководители	Балл	Вуз
1	2008	Применение современных сред трехмерного твердотельного моделирования для целей проектирования технологической оснастки	Мосалов А.А.	Ст. преп. Киселева С.В., к.т.н., доц. Тупикин Д.А.	280	Ливенский филиал ОрёлГТУ
2	2014	Разработка системы принудительного наклона кузова вагона в кривых участках пути	Митраков А.С.	К.т.н., доц. Антипин Д.Я., к.т.н., доц. Афонина Е.В.	225,7	БГТУ
3	2019	Противоизносные наноприсадки	Андреев А.И.	Проф. Перекрестов А.П.	219,5	АГТУ
4	2014	Физическая модель бескрейшшипно-шатунного механизма с реечно-зубчатым зацеплением	Новиков М.А.	Ст. преп. Киселев С.А.	217	БГТУ
5	2022	Аналитические модели отражений от криволинейных зеркал в пространстве	Сунцов О.С.	Асс. Жихарев Л.А.	214	РТУ МИРЭА
6	2015	Пространственные фракталы	Жихарев Л.А.	К.п.н., доц. Вышнепольский В.И.	212,5	РТУ МИРЭА
7	2019	Тренажер зрительно-моторной координации	Осипов Г.А.	ст. преп. Бойков А.А.	209	РТУ МИРЭА
8	2021	Исследование отражения от криволинейных зеркал на плоскости в программе <i>Wolfram Mathematica</i>	Сунцов О.С.	Асс. Жихарев Л.А.	208	РТУ МИРЭА
9	2022	Геометрические места точек, равноотстоящих от сферической и цилиндрической поверхностей равных диаметров	Пех Д.С.	К.п.н., доц. Вышнепольский В.И.	208	РТУ МИРЭА
10	2022	Универсальная портативная сигнализация	Бойко Ф.С.	К.т.н., доц. Кадыкова Н.С.	206,7	РТУ МИРЭА
11	2021	Алгоритм и программная реализация преобразования качения	Глазунов Н.М.	Ст. преп. Ефремов А.В.	206,5	РТУ МИРЭА
12	2011	Разработка 3-мерной динамической модели вагона-платформы для перевозки широкоформатного листового проката	Мотянко Т.А.	К.т.н., доц. Антипин Д.Я., к.п.н., доц. Басс Н.В.	204	БГТУ
13	2012	Разработка корчевателя пней КП-2	Ефимов М.О., Пустохин В.А.	К.т.н., доц. Ланцев В.Ю., асп. Егоров Д.А.	203	МичГАУ
14	2015	Расчёт гелиостатических систем для солнечных электростанций	Окотин А.А., Курганов К.И., Сухов В.В.	К.т.н., доц. Милосердов Е.П.	202,5	ИГЭУ

Таблица 4

Студенты, набравшие больше одного балла за участие в конкурсе «Инновационные разработки»

ФИО	Вуз	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2018	2019	2020	2021	2022	Σ	Место
Жихарев Л.А.	РТУ МИРЭА								4	4						8	1-3
Андреев А.И.	АГТУ										4	4				8	1-3
Сунцов О.С.	РТУ МИРЭА													4	4	8	1-3
Ксютин А.М.	МПУ												4	2		6	4
Мосалов А.А.	Лив. филиал	4														4	5-8
Мотянко Т.А.	БГТУ				4											4	5-8
Митраков А.С.	БГТУ							4								4	5-8
Глазунов Н.М.	РТУ МИРЭА													4		4	5-8
Карфидов А.И.	МИСиС		1	2												3	9-19
Кудинов А.В.	БГТУ			3												3	9-19
Канева Ю.А.	ОмГТУ				3											3	9-19
Козлов М.Г.	БГТУ					3										3	9-19
Куракина С.Н.	БГТУ						3									3	9-19
Новиков М.А.	БГТУ							3								3	9-19
Попова Д.Д.	ПНИПУ										3					3	9-19
Осипов Г.А.	РТУ МИРЭА											3				3	9-19
Игонина А.А.	РТУ МИРЭА												3			3	9-19
Пех Д.С.	РТУ МИРЭА														3	3	9-19
Бойко Ф.С.	РТУ МИРЭА														3	3	9-19
Гребенщиков В.Е.	АГТУ		2													2	20-37
Паничкин А.В.	АГТУ		2													2	20-37
Бушуев В.В.	Станкин		2													2	20-37
Васильев В.В.	МИСиС			2												2	20-37
Валькман Д.Ю.	Лив. филиал			2												2	20-37
Ефимов М.О.	МичГАУ					2										2	20-37
Пустохин В.А.	МичГАУ					2										2	20-37
Надточей Д.Т.	БГТУ					2										2	20-37
Марков В.А.	УрГУПС						2									2	20-37
Домашов Н.М.	УрГУПС						2									2	20-37
Белов В.О.	МИТХТ							2								2	20-37
Морозов В.А.	РГАТУ								2							2	20-37
Марков В.А.	УрГУПС									2						2	20-37
Домашов Н.М.	УрГУПС									2						2	20-37
Киршанов К.А.	РТУ МИРЭА										2					2	20-37
Егиазарян К.Т.	РТУ МИРЭА										2					2	20-37
Кучумов И.В.	ЯГТУ											2				2	20-37
Карпова Ю.С.	РТУ МИРЭА												2			2	20-37
Артемьев В.Н.	ИГЭУ		2													1.5	38-39
Гончаров И.А.	ИГЭУ		2													1.5	38-39
Баранов Д.Е.	ОмГТУ				1.3											1.3	40-42
Давыденко В.А.	ОмГТУ				1.3											1.3	40-42
Цупранков А.В.	ОмГТУ				1.3											1.3	40-42

Итоги выступления вузов на Всероссийском конкурсе «Инновационные разработки»

Чтобы оценить достижения вуза, на конкурсе будем присваивать вузу так же, как и членам научных коллективов, 4 балла за первое место, 3 балла за второе, 2 балла за третье и 1 балл за участие в конкурсе. За 15 лет во Всероссийском конкурсе «Инновационные разработки» приняли участие 24 вуза из 19 городов Российской Федерации.

РТУ МИРЭА по количеству баллов (48) почти в два раза опередил ближайшего конкурента — Брянский государственный технический университет (БГТУ), набравший 25 баллов. РТУ МИРЭА представил 17 проектов (6 первых мест, 4 вторых, 1 третье (табл. 5)

и принял участие во всех конкурсах, за исключением 2009 г., 2011 г. и 2012 г.

БГТУ представил 10 проектов (два первых места, четыре вторых, одно третье (табл. 5) и принял участие в 8 конкурсах (ежегодно с 2010 по 2015 г., а также в 2019 г. и в 2022 г.).

Сам факт участия во Всероссийском конкурсе «Инновационные разработки» говорит о достаточно высоком уровне научно-практической работы со студентами, так же как факт участия во Всероссийской студенческой олимпиаде говорит о высоком уровне учебно-методической работы на кафедре. Только 29% вузов — участников Всероссийской студенческой олимпиады по графическим дисциплинам смогли

Таблица 5

Итоги выступлений вузов на Всероссийском конкурсе

№	Вуз	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2018	2019	2020	2021	2022	Σ	Кол-во проектов	Кол-во конкурсов	Место
1	МИТХТ/ РТУ МИРЭА	3		1			3	2	4	4	4	4	5	8	10	48	17	11	1
2	БГТУ			3	4	5	3	7	1			1			1	25	10	8	2
3	АГТУ		4					1			4	4	1	1		15	6	6	3
4	ИГЭУ		3		3			2	4		1					13	7	5	4
5	Лив. фил. ОГТУ	5	1	3	1											10	5	4	5
6	МПУ											2	4	2	2	10	5	4	5
7	ПНИПУ	3	1			1					3					8	4	4	7
8	УрГУПС						4			4						8	2	2	7
9	ОмГТУ				7											7	4	1	9
10	ЯГТУ											2		2	2	6	5	3	10
11	МИСиС		1	4												5	2	2	11
12	МичГАУ					4										4	1	1	12
13	РГАТУ		1						2							3	2	2	13
14	СТАНКИН		2				1									3	2	2	13
15	МГТУ им. Баумана							2	1							3	3	2	13
16	ТУ УГМК											1		1	1	3	3	3	13
17	ДГТУ													3		3	3	1	13
18	ТИУ												2			2	2	1	18
19	НГАСУ													2		2	2	1	18
20	ЮЗГУ					1										1	1	1	20
21	ЮрГУ		1													1	1	1	20
22	ЮГУ											1				1	1	1	20
23	СПбГАСУ													1		1	1	1	20
24	КАИ-КНИТУ													1		1	1	1	20
Баллы за конкурс		11	14	11	15	11	11	14	12	8	12	15	12	21	16				
Кол-во проектов		4	8	4	8	5	5	8	5	2	6	8	6	13	10	96			
Кол-во вузов		3	8	4	4	4	4	5	5	2	4	7	4	8	6				

принять участие в конкурсе (24 вуза из 84). Значит, участвовать в конкурсе «Инновационные разработки» сложнее, чем на олимпиаде.

В вузах, занимающих первые строчки в рейтинге (табл. 5), научная работа со студентами находится на должной высоте, по крайней мере, на кафедрах, принимающих участие в конкурсе.

Выводы

Ежегодно проводится Всероссийский студенческий конкурс «Инновационные разработки». Участие в конкурсе — один из этапов подготовки студентов в

рамках методической системы развития интеллектуальных способностей.

В конкурсе «Инновационные разработки» за годы проведения приняли участие представители 24 университетов. Были представлены на конкурс 96 работ.

Среди 14 лучших работ, победивших на конкурсе «Инновационные разработки», половина выполнена студентами РТУ МИРЭА.

Предложена методика, позволяющая оценить достижения вуза на конкурсе, в соответствии с которой результат РТУ МИРЭА вдвое выше, чем у ближайшего преследователя и втрое выше, чем у последующего.

Литература

1. *Бойков А.А.* О построении фазовых диаграмм двухкомпонентных систем в САПР «Компас-3d» геометрическим способом / А.А. Бойков, С.С. Белим, А.В. Коровина // Журнал технических исследований. — 2020. — Т. 6. — № 2. — С. 9–14.
2. *Бойков А.А.* О создании фрактальных образов для дизайна и полиграфии и некоторых геометрических обобщениях, связанных с ними / А.А. Бойков, Е.В. Орлова, А.В. Чернова, А.А. Шкилевич // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации. — 2019. — Т. 1. — С. 325–339.
3. *Бойков А.А.* Об одном подходе к использованию параметризованных моделей и параметрических САД-систем / А.А. Бойков, С.С. Белим, А.В. Коровина // В сборнике: Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы. Сборник трудов Международной научно-практической конференции. — 2020. — С. 37–41.
4. *Бойков А.А.* Об одном способе создания бесшовных фрактальных паттернов для дизайна на основе многомерного подхода / А.А. Бойков, И.И. Гудаев // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сборник трудов Международной научно-практической конференции, 23 апреля 2021 года, Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация. — Новосибирск: Изд-во НГАСУ (Сибстрин), 2021. — 281 с.
5. *Вышнепольский В.И.* Всероссийский студенческий конкурс «Инновационные разработки» / В.И. Вышнепольский, Н.С. Кадыкова, Н.И. Прокопов // Геометрия и графика. — 2016. — Т. 4. — № 4. — С. 69–86. — DOI: 10.12737/22845.
6. *Вышнепольский В.И.* Геометрические места точек, равноотстоящих от двух заданных геометрических фигур. Часть 2: геометрические места точек, равноудаленных от точки и конической поверхности / В.И. Вышнепольский, Е.В. Заварихина, О.Л. Даллакян // Геометрия и графика. — 2017. — Т. 5. — № 4. — С. 15–23. — DOI: 10.12737/article_5a17f9503d6f40.18070994.
7. *Вышнепольский В.И.* Геометрические места точек, равноотстоящих от двух заданных геометрических фигур. Часть 3 / В.И. Вышнепольский, К.А. Киришанов, К.Т. Егиазарян // Геометрия и графика. — 2018. — Т. 6. — № 4. — С. 3–19. — DOI: 10.12737/article_5c21f207bfd6e4.78537377.
8. *Вышнепольский В.И.* Геометрические места точек, равноотстоящих от двух заданных геометрических фигур. Часть 4: геометрические места точек, равноудаленных от двух сфер / В.И. Вышнепольский, Е.В. Заварихина, Д.С. Пех // Геометрия и графика. — 2021. — Т. 9. — № 3. — С. 12–29. — DOI: 10.12737/2308-4898-2021-9-3-12-29.
9. *Вышнепольский В.И.* Геометрические места точек, равноотстоящих от двух заданных геометрических фигур. Часть 5: геометрические места точек, равноудаленных от сферы и плоскости / В.И. Вышнепольский, Е.В. Заварихина, К.Т. Егиазарян // Геометрия и графика. — 2021. — Т. 9. — № 4. — С. 22–34. — DOI: 10.12737/2308-4898-2022-9-4-22-34.
10. *Егиазарян К.Т.* Исследование геометрических мест точек, равноотстоящих от двух заданных геометрических фигур [Текст] / К.Т. Егиазарян, В.И. Вышнепольский // Сборник материалов 31-й Всероссийской научно-практической конференции по графическим информационным технологиям и системам. — Нижний Новгород, 2021. — С. 118–123. — DOI: 10.46960/43791586_2021_118.
11. *Ефремов А.В.* Анализ траектории движения точек аналогов треугольника Рело, вращаемых в рамках квадратной и ромбовидной форм / А.В. Ефремов, Т.А. Верещагина, А.А. Игонина, Н.С. Кадыкова, В.В. Рустамьян // Журнал естественно-научных исследований. — 2021. — Т. 6. — № 2. — С. 31–37.
12. *Жихарев Л.А.* Обзор геометрических способов повышения удельной прочности конструкций: топологическая оптимизация и фрактальные структуры [Текст] / Л.А. Жихарев // Геометрия и графика. — 2021. — Т. 9. —

- № 4. — С. 46–62. — DOI: 10.12737/2308-4898-2022-9-4-46-62.
13. Жихарев Л.А. Обобщение на трехмерное пространство фракталов Пифагора и Коха. Часть 1 [Текст] / Л.А. Жихарев // Геометрия и графика. — 2015. — Т. 3. — № 3. — С. 24–37. — DOI: 10.12237/14417.
 14. Жихарев Л.А. Фрактальные графики эффективности оптимизации топологии в решении проблемы зависимости прочности от сетки [Текст] / Л.А. Жихарев // Геометрия и графика. — 2020. — Т. 8. — № 3. — С. 25–35. — DOI: 10.12737/2308-4898-2020-25-35.
 15. Жихарев Л.А. Фрактальные размерности [Текст] / Л.А. Жихарев // Геометрия и графика. — 2018. — Т. 6. — № 3. — С. 33–48. — DOI: 10.12737/article_5bc45918192362.77856682.
 16. Сунцов О.С. Исследование отражения от криволинейных зеркал на плоскости в программе Wolfram Mathematica [Текст] / О.С. Сунцов, Л.А. Жихарев // Геометрия и графика. — 2021. — Т. 9. — № 2. — С. 29–45. — DOI: 10.12737/2308-4898-2021-9-2-29-45.
- ## References
1. Bojkov A.A., Belim S.S., Korovina A.V. O postroyenii fazovykh diagramm dvukhkomponentnykh sistem v SAPR «Kompas-3D» [On the construction of phase diagrams of two-component systems in CAD «Compass-3D»]. *Zhurnal tekhnicheskikh issledovaniy* [Journal of Technical Research]. 2020. V. 6. I. 2, pp. 9–14. (in Russian)
 2. Bojkov A.A., Orlova E.V., Chernova A.V., Shkilevich A.A. O sozdaniy fraktal'nykh obrazov dlya dizayna i poligrafii i nekotorykh geometricheskikh obobshcheniyakh, svyazannykh s nimi [On the creation of fractal images for design and printing and some geometric generalizations associated with them]. *Problemy kachestva graficheskoy podgotovki studentov v tekhnicheskoy vuzе: traditsii i innovatsii* [Problems of quality graphic preparation of students in a technical college: tradition and innovation]. PGTU Publ., 2019. V. 1, pp. 325–339. (in Russian)
 3. Bojkov A.A., Belim S.S., Korovina A.V. Ob odnom podkhode k ispol'zovaniyu parametrizovannykh modeley i parametricheskikh CAD-sistem [On one approach to the use of parametric models and parametric CAD systems]. *Sbornik trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Innovatsionnyye tekhnologii v inzhenernoy grafike: problemy i perspektivy»* [Proceedings of the International Scientific and Practical Conference «Innovative Technologies in Engineering Graphics: Problems and Prospects»]. 2020, pp. 37–41. (in Russian)
 4. Bojkov A.A., Gudaev I.I. Ob odnom sposobe sozdaniya besshovnykh fraktal'nykh patternov dlya dizayna na osnove mnogomernogo podkhoda [About one way to create seamless fractal patterns for design based on a multidimensional approach]. *Innovatsionnyye tekhnologii v inzhenernoy grafike: problemy i perspektivy. Sb. tr. Mezhdunarodnoy nauch.-prakt. konf. 20 aprelya 2018 goda Brest, Respublika Belarus' Novosibirsk, Rossiyskaya Federatsiya. Brest: BrGTU* [Innovative technologies in engineering graphics: problems and prospects: Sat. tr. International scientific and practical. conf. April 26, 2022 Brest, Republic of Belarus Novosibirsk, Russian Federation]. Brest, BrGTU, 2021. 281 p. (in Russian)
 5. Vyshnepol'skiy V.I., Kadykova N.S., Prokopov N.I. Vserossiyskiy studencheskiy konkurs «Innovatsionnye razrabotki» [Panrussian student competition «Innovative developments»]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics]. 2016. V. 4. I. 4, pp. 69–86. DOI: 10.12737/22845. (in Russian)
 6. Vyshnepol'skiy V.I., Dallakjan O.L., Zavarihina E.V. Geometricheskie mesta tochek, ravnootstoyashchih ot dvuh zadannykh geometricheskikh figur. CHast' 2 [Geometric locations of the points equally spaced from two given geometric figures. Part 2]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics]. 2017. V. 5. I. 4, pp. 15–23. DOI: 10.12737/22842. (in Russian)
 7. Vyshnepol'skiy V.I., Kirshanov K.A., Egiazaryan K.T. Geometricheskie mesta tochek, ravnootstoyashchih ot dvuh zadannykh geometricheskikh figur. CHast' 3 [Geometric locations of the points equally spaced from two given geometric figures. Part 3]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics]. 2018. V. 6. I. 4, pp. 3–19. DOI: 10.12737/article_5c21f207bfd6e4.78537377. (in Russian)
 8. Vyshnepol'skiy V.I., Zavarihina E.V., Pekh D.S. Geometricheskie mesta tochek, ravnootstoyashchih ot dvuh zadannykh geometricheskikh figur. chast' 4: geometricheskie mesta tochek, ravnoudalennykh ot dvuh sfer [Geometric points of points equidistant from two given geometric shapes. Part 4: geometric points of points equidistant from two spheres]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics]. 2021. V. 9. I. 3, pp. 12–29. DOI: 10.12737/2308-4898-2021-9-3-12-29 (in Russian)
 9. Vyshnepol'skiy V.I., Zavarihina E.V., Egiazaryan K.T. Geometricheskie mesta tochek, ravnootstoyashchih ot dvuh zadannykh geometricheskikh figur. chast' 5: geometricheskie mesta tochek, ravnoudalennykh ot sfery i ploskosti [Geometric locus of points equidistant from two given geometric figures. part 5: locus of points equidistant from sphere and plane]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics]. 2021. V. 9. I. 4, pp. 22–34. DOI: 10.12737/2308-4898-2022-9-4-22-34. (in Russian)
 10. Egiazaryan K.T., Vyshnepol'skiy V.I. Issledovanie geometricheskikh mest tochek, ravnootstoyashchih ot dvuh zadannykh geometricheskikh figur [Study of geometric locations of points equidistant from two specified geometric shapes]. *Sbornik materialov 31-j Vserossiyskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii po graficheskim informacionnym tekhnologiyam i sistemam* [Collection of materials of the 31st All-Russian scientific-practical conference on graphic information technologies and systems]. Nizhniy Novgorod, 2021, pp. 118–123. DOI: 10.46960/43791586_2021_118. (in Russian)
 11. Yefremov A.V., Vereshchagina T.A., Igonina A.A., Kadykova N.S., Rustamyan V.V. Analiz trayektorii dvizheniya tochek analogov treugol'nika Relo, vrashchayemykh v ramkakh

- kvadratnoy i rombovidnoy form [Analysis of the trajectory of the points of analogues of the Reuleaux triangle, rotated within the framework of square and rhomboid shapes]. *Zhurnal yestestvennonauchnykh issledovaniy* [Journal of Natural Science Research]. 2021. V. 6. I. 2, pp. 31–37. (in Russian)
12. Zhiharev L.A. Obzor geometricheskikh sposobov povysheniya udel noy prochnosti konstruksiy: topologicheskaya optimizatsiya i fraktal nye struktury [Overview of Geometric Methods for Increasing the Specific Strength of Structures: Topological Optimization and Fractal Structures]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics]. 2021. V. 9. I. 4, pp. 46–62. DOI: 10.12737/2308-4898-2022-9-4-46-62. (in Russian)
 13. Zhiharev L.A. Obobshchenie na tryohmernoe rostranstvo fraktalov Pifagora i Koha. Chast' 1 [A generalization to three-dimensional space of fractal Pythagoras and Koch. Part 1]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics]. 2015. V. 3. I. 3, pp. 24–37. DOI: 10.12737/14417. (in Russian)
 14. Zhiharev L.A. Fraktal'nye grafiki effektivnosti optimizatsii topologii v reshenii problemy zavisimosti prochnosti ot setki [Fractal graphs of topology optimization efficiency in solving the problem of strength dependence on the grid]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics]. 2020. V. 8. I. 3, pp. 25–35. DOI: 10.12737/2308-4898-2020-25-35. (in Russian)
 15. Zhiharev L.A. Fraktal'nye razmernosti [Fractal dimensions]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics]. 2018. V. 6. I. 3, pp. 33–48. DOI: 10.12737/article_5bc45918192362.77856682 (in Russian)
 16. Suncov O.S., Zhiharev L.A. Issledovanie otrazheniya ot krivolinejnyh zerkal na ploskosti v programme Wolfram Mathematica [Investigation of reflection from curved mirrors on a plane in the Wolfram Mathematica program]. *Geometriya i grafika* [Geometry and graphics]. 2021. V. 2, pp. 29–45. DOI: 10.12737/2308-4898-2021-9-2-29-45. (in Russian)