



# Отчет о проверке

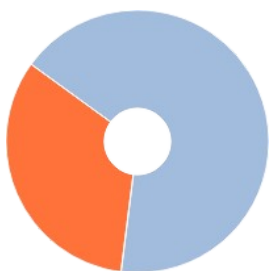
**Автор:** Чубий Савва Андреевич

**Название документа:** Система построение геометрических чертежей со встроенным языком программирования и возможностью удаленного программного управления. Пояснительная записка

**Проверяющий:** ApiCorp

**Организация:** Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

## РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ



Совпадения:  
32,8%



Оригинальность:  
67,2%



Цитирования:  
0%



Самоцитирования:  
0%



«Совпадения», «Цитирования», «Самоцитирования», «Оригинальность» являются отдельными показателями, отображаются в процентах и в сумме дают 100%, что соответствует проверенному тексту документа.

- Совпадения** — фрагменты проверяемого текста, полностью или частично сходные с найденными источниками, за исключением фрагментов, которые система отнесла к цитированию или самоцитированию. Показатель «Совпадения» — это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к совпадениям, в общем объеме текста.
- Самоцитирования** — фрагменты проверяемого текста, совпадающие или почти совпадающие с фрагментом текста источника, автором или соавтором которого является автор проверяемого документа. Показатель «Самоцитирования» — это доля фрагментов текста, отнесенных к самоцитированию, в общем объеме текста.
- Цитирования** — фрагменты проверяемого текста, которые не являются авторскими, но которые система отнесла к корректно оформленным. К цитированиям относятся также шаблонные фразы; библиография; фрагменты текста, найденные модулем поиска «СПС Гарант: нормативно-правовая документация». Показатель «Цитирования» — это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к цитированию, в общем объеме текста.
- Текстовое пересечение** — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.
- Источник** — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.
- Оригинальный текст** — фрагменты проверяемого текста, не обнаруженные ни в одном источнике и не отмеченные ни одним из модулей поиска. Показатель «Оригинальность» — это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к оригинальному тексту, в общем объеме текста.

Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые совпадения проверяемого документа с проиндексированными в системе источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности совпадений или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

## ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

**Номер документа:** 1015598

**Тип документа:** Прочее

**Дата проверки:** 08.04.2025 17:32:43

**Дата корректировки:** Нет

**Количество страниц:** 13

**Символов в тексте:** 19415

**Слов в тексте:** 2280

**Число предложений:** 1304

**Комментарий:** не указано

## ПАРАМЕТРЫ ПРОВЕРКИ

Выполнена проверка с учетом редактирования: Да

Исключение элементов документа из проверки: Нет

Выполнено распознавание текста (OCR): Нет

Выполнена проверка с учетом структуры: Да

**Модули поиска:** Перефразирования по коллекции IEEE, СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация, Коллекция НБУ, Переводные заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте, Шаблонные фразы, IEEE, Публикации eLIBRARY, Патенты СССР, РФ, СНГ, Публикации РГБ, Переводные заимствования, Интернет Плюс, Переводные заимствования по коллекции Гарант: аналитика, Диссертации НББ, Кольцо вузов, Цитирование, Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте, ИПС Адилет, Кольцо вузов (переводы и перефразирования), СМИ России и СНГ, Публикации РГБ (переводы и перефразирования), Переводные заимствования IEEE, Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования), Переводные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте, Сводная коллекция ЭБС, Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте, Медицина, Перефразирования по СПС ГАРАНТ: аналитика, СПС ГАРАНТ: аналитика, Собственная коллекция компании, Собственная коллекция (переводы и перефразирования)

## ИСТОЧНИКИ

№	Доля в тексте	Доля в отчете	Источник	Актуален на	Модуль поиска	Комментарий
[01]	26,58%	19,2%	ПЗ Игра на Unity Полтанов.pdf	02 Apr 2024	Собственная коллекция компании	
[02]	26,56%	3,52%	mkrtumyan_r_m_klient-servernoe-...	11 Мая 2021	Собственная коллекция компании	
[03]	25,2%	0,1%	_Демьяненко.docx	11 Мая 2023	Собственная коллекция компании	
[04]	24,2%	2,11%	matveev_e_m_veb-servis-dlya-avto...	18 Apr 2021	Собственная коллекция компании	
[05]	23,89%	0%	ПЗ_Кликхаус_Лохматиков_Сергей...	11 Apr 2023	Собственная коллекция компании	
[06]	21,57%	1,59%	Самилык_ПЗ.docx	02 Apr 2024	Собственная коллекция компании	
[07]	20,72%	0%	lysenko_m_k_umnyy-dom-pod-upr...	21 Apr 2019	Собственная коллекция компании	
[08]	18,07%	0%	ПЗ_безтитulyльника.pdf	25 Mar 2024	Собственная коллекция компании	
[09]	13,18%	0%	lyutikov_a_s_programma-dlya-pro...	20 Мая 2019	Собственная коллекция компании	
[10]	9,79%	1,37%	Сертификация программного и ...	12 Окт 2022	Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования)	
[11]	9,2%	0%	Стандартизация и сертификаци... <a href="http://ibooks.ru">http://ibooks.ru</a>	21 Янв 2020	Сводная коллекция ЭБС	
[12]	9,2%	0%	Стандартизация и сертификаци... <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>	21 Янв 2020	Сводная коллекция ЭБС	
[13]	5,77%	0%	Леонов.docx	13 Июн 2017	Кольцо вузов	
[14]	5,2%	0%	ЗемлянухинДЮ_ПЗ.docx	01 Apr 2025	Собственная коллекция (переводы и перефразирования)	
[15]	4,45%	0%	Electric Drives Power-Hardware-in-... <a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a>	01 Ноя 2018	IEEE	
[16]	4,45%	0%	Владыкин Е.Н. Разработка схемы...	02 Июл 2018	Кольцо вузов	
[17]	4,45%	0%	Отчет НИОКТР 1 этап	05 Июн 2017	Кольцо вузов	
[18]	4,15%	0%	Курсовой проект Дербунов А.Ю. ...	15 Июн 2024	Кольцо вузов	
[19]	3,84%	0%	ПЗ_Асланян_ДГ_БПИ238.pdf	08 Apr 2025	Собственная коллекция (переводы и перефразирования)	
[20]	3,52%	2,15%	Пояснительная записка.docx	02 Apr 2025	Собственная коллекция (переводы и перефразирования)	
[21]	3,26%	0%	Пояснительная записка Зобнин ...	01 Apr 2025	Собственная коллекция (переводы и перефразирования)	
[22]	3,2%	0%	Файл: Составление программно... <a href="https://files.student-it.ru">https://files.student-it.ru</a>	14 Mar 2025	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте Перефразированные	

[23]	2,75%	2,75%	%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%B... <a href="https://hse.ru">https://hse.ru</a>	21 Фев 2025	заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте	
[24]	2,75%	0%	ПЗ_Новиков_235.docx	07 Апр 2025	Собственная коллекция (переводы и перефразирования)	
[25]	2,75%	0%	Пояснительная записка.docx	06 Апр 2025	Собственная коллекция (переводы и перефразирования)	
[26]	2,1%	0%	Технология программирования <a href="https://book.ru">https://book.ru</a>	01 Янв 2016	Сводная коллекция ЭБС	
[27]	1,72%	0%	<a href="https://www.hse.ru/data/2022/10/...">https://www.hse.ru/data/2022/10/...</a> <a href="https://hse.ru">https://hse.ru</a>	20 Авг 2024	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте	
[28]	1,54%	0%	Русидзе_Пояснительная_записка...	01 Апр 2025	Собственная коллекция (переводы и перефразирования)	
[29]	1,36%	0%	ПРОГРАММА ПОСТРОЕНИЯ ДЕРЕ... <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	04 Авг 2016	Публикации eLIBRARY	
[30]	1,25%	0%	Постсоветское пространство как ... <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>	21 Янв 2020	Сводная коллекция ЭБС	
[31]	1,1%	0%	Файл: Составление программно... <a href="https://files.student-it.ru">https://files.student-it.ru</a>	14 Мар 2025	Переводные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте	
[32]	1,04%	0%	Колесников_СА_БИСТ-19-2	16 Июн 2023	Кольцо вузов	
[33]	1,02%	0%	Передача государственных полн... <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>	21 Янв 2020	Сводная коллекция ЭБС	
[34]	1,02%	0%	ТРУДОВОЙ ДОГОВОР. Учебно-пр...	06 Мар 2017	Сводная коллекция ЭБС	
[35]	0,96%	0%	Новиков, Дмитрий Павлович Рол... <a href="http://dlib.rsl.ru">http://dlib.rsl.ru</a>	01 Янв 2017	Публикации РГБ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[36]	0,96%	0%	Гатина, Зарина Салидаровна Вр... <a href="http://dlib.rsl.ru">http://dlib.rsl.ru</a>	01 Янв 2017	Публикации РГБ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[37]	0,96%	0%	Рябиченко, Татьяна Анатольевн... <a href="http://dlib.rsl.ru">http://dlib.rsl.ru</a>	01 Янв 2017	Публикации РГБ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[38]	0,96%	0%	Качество государственных и мун...	19 Дек 2016	Медицина	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[39]	0,96%	0%	Изменения в законодательстве, ... <a href="http://ivo.garant.ru">http://ivo.garant.ru</a>	10 Фев 2024	СПС ГАРАНТ: аналитика	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[40]	0,96%	0%	Правовой анализ к документу: П... <a href="http://ivo.garant.ru">http://ivo.garant.ru</a>	30 Дек 2017	СПС ГАРАНТ: аналитика	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[41]	0,95%	0%	не указано	13 Янв 2022	Шаблонные фразы	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[42]	0,93%	0%	danilov_s_d_sozdanie-slovary-dly...	29 Мая 2019	Собственная коллекция компании	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[43]	0,89%	0%	Тринченко, Ксения Олеговна Тр... <a href="http://dlib.rsl.ru">http://dlib.rsl.ru</a>	01 Янв 2021	Публикации РГБ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[44]	0,89%	0%	Присвоить и лишить <a href="https://rg.ru">https://rg.ru</a>	28 Авг 2017	СМИ России и СНГ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[45]	0,89%	0%	Выросло число вузов, в которых ... <a href="http://barnaul-altai.ru">http://barnaul-altai.ru</a>	28 Авг 2017	СМИ России и СНГ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[46]	0,89%	0%	НПР. Присвоить и лишить <a href="http://invur.ru">http://invur.ru</a>	29 Авг 2017	СМИ России и СНГ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[47]	0,89%	0%	Присвоить и лишить <a href="https://rg.ru">https://rg.ru</a>	27 Авг 2017	СМИ России и СНГ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[48]	0,88%	0%	<a href="https://cs.hse.ru/mirror/pubs/sha...">https://cs.hse.ru/mirror/pubs/sha...</a> <a href="https://cs.hse.ru">https://cs.hse.ru</a>	02 Сен 2024	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[49]	0,84%	0%	Шевердяев С.Н., Салихов Д.Р., Бо... <a href="http://ivo.garant.ru">http://ivo.garant.ru</a>	25 Мар 2017	СПС ГАРАНТ: аналитика	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[50]	0,78%	0%	Сборник материалов межвузовск... <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	01 Янв 2023	Публикации eLIBRARY	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[51]	0,78%	0%	Технологическое развитие Росси... <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	01 Янв 2023	Публикации eLIBRARY	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[52]	0,78%	0%	Двусторонняя печатная плата   ... <a href="http://bankpatentov.ru">http://bankpatentov.ru</a>	25 Июн 2015	Патенты СССР, РФ, СНГ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[53]	0,78%	0%	Способ прокатки металлической... <a href="http://bankpatentov.ru">http://bankpatentov.ru</a>	25 Июн 2015	Патенты СССР, РФ, СНГ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[54]	0,78%	0%	Об утверждении состава рабоче... <a href="http://adilet.zan.kz">http://adilet.zan.kz</a>	04 Окт 2017	ИПС Адилет	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[55]	0,78%	0%	Механизм инновационного лифт...	19 Дек 2016	Медицина	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.

[56]	0,78%	0%	Система подготовки кадров для ...	19 Дек 2016	Медицина	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[57]	0,78%	0%	Комментарий к Федеральному з... <a href="http://ivo.garant.ru">http://ivo.garant.ru</a>	04 Ноя 2023	СПС ГАРАНТ: аналитика	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[58]	0,78%	0%	Комментарий к Федеральному з... <a href="http://ivo.garant.ru">http://ivo.garant.ru</a>	01 Апр 2023	СПС ГАРАНТ: аналитика	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[59]	0,77%	0%	Пути фармакологической коррек... <a href="http://emil.ru">http://emil.ru</a>	21 Дек 2016	Медицина	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[60]	0,71%	0%	Водоотведение и водная экология	19 Дек 2016	Медицина	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[61]	0,66%	0%	Real-time optimization of GSM co... <a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a>	04 Ноя 2013	IEEE	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[62]	0,66%	0%	Сведения об авторах. <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	01 Янв 2022	Публикации eLIBRARY	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[63]	0,66%	0%	Кинокритика в белорусской жур... <a href="http://dep.nlb.by">http://dep.nlb.by</a>	01 Янв 2022	Диссертации НББ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[64]	0,66%	0%	Теплогидравлика активной зоны...	06 Дек 2018	Диссертации НББ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[65]	0,66%	0%	Добровольчество и волонтерств... <a href="https://book.ru">https://book.ru</a>	01 Янв 2018	Сводная коллекция ЭБС	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[66]	0,62%	0%	Батт Маргхуб Салим Роль Орган... <a href="http://dlib.rsl.ru">http://dlib.rsl.ru</a>	01 Янв 2023	Публикации РГБ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[67]	0,62%	0%	Мишустин объявил благодарнос... <a href="https://na.ria.ru">https://na.ria.ru</a>	15 Сен 2020	СМИ России и СНГ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»  
Факультет компьютерных наук  
Образовательная программа «Программная инженерия»

СОГЛАСОВАНО

Научный руководитель, старший  
преподаватель департамента больших  
данных и информационного поиска

23

В. В. Куренков

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

УТВЕРЖДЕНО

Академический руководитель  
образовательной программы  
«Программная инженерия», старший  
преподаватель департамента  
программной инженерии

Н. А. Павлочев

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

СИСТЕМА ПОСТРОЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЧЕРТЕЖЕЙ СО  
ВСТРОЕННЫМ ЯЗЫКОМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ВОЗМОЖНОСТЬЮ  
УДАЛЕННОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Пояснительная записка

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

RU.17701729.12.17-01 81 01-1-ЛУ

Исполнитель:

Студент группы БПИ233

/ С. А. Чубий /

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

Москва 2025

Подп. и дата	2
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

УТВЕРЖДЕН

RU.17701729.12.17-01 81 01-1-ЛУ

2

**СИСТЕМА ПОСТРОЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЧЕРТЕЖЕЙ СО  
ВСТРОЕННЫМ ЯЗЫКОМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ВОЗМОЖНОСТЬЮ  
УДАЛЕННОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Инд.№ подп	Подп. и дата	Инд.№ дубл.	Подп. и дата	1
Взам. инв.№				
Инд.№ инв.				
Подп. и дата				
Инд.№ подп				

Пояснительная записка

4

RU.17701729.12.17-01 81 01-1

Листов 11

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. ВВЕДЕНИЕ .....	3
1.1. Наименование программы .....	3
1.2. Краткая характеристика области применения программы .....	3
1.3. Документ(ы), на основании которых ведется разработка .....	3
1.4. Наименование темы разработки .....	3
2. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ .....	4
2.1. Функциональное назначение .....	4
2.2. Эксплуатационное назначение .....	4
3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....	5
3.1. Постановка задачи на разработку программы .....	5
3.2. Описание алгоритма и функционирования программы .....	5
3.3. Описание организации входных данных .....	9
3.4. Описание состава технических и программных средств .....	10
4. ОЖИДАЕМЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ .....	11
4.1. Предполагаемая потребность .....	11
4.2. Сравнение с аналогичными решениями .....	11

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.12.17-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 1. ВВЕДЕНИЕ

### 1.1. Наименование программы

Наименование программы — «Система построение геометрических чертежей со встроенным языком программирования и возможностью удаленного программного управления»

Наименование программы на английском языке — «Geometric Drawing System with a Built-in Programming Language and a Remote Program Control Capability»

Краткое наименование программы — «Geometrica»

### 1.2. Краткая характеристика области применения программы

«Geometrica» — это десктоп-приложение, которое позволяет пользователю строить и изменять геометрические чертежи, используя графический интерфейс (GUI), интерфейс командной строки (CLI) или библиотеку для языка программирования Rust.

### 1.3. Документ(ы), на основании которых ведется разработка

Разработка ведётся на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 09.03.04 «Программная инженерия» и утвержденной академическим руководителем программы темы курсового проекта.

### 1.4. Наименование темы разработки

Наименование темы разработки: «Система построение геометрических чертежей со встроенным языком программирования и возможностью удаленного программного управления».

Условное обозначение темы разработки – «Geometrica».

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.12.17-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



## 2. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

### 2.1. Функциональное назначение

Программный продукт позволяет пользователю строить и автоматически перестраивать геометрические чертежи. Производить расчеты на основе построенного чертежа.

### 2.2. Эксплуатационное назначение

Продукт состоит из трех исполняемых файлов для ОС Linux и одной библиотеки для языка программирования Rust:

- Сервера;
- Графического (GUI) клиента;
- Клиента командной строки (CLI);
- Клиента-библиотеки (lib).

Целевой аудиторией являются:

- Школьники, изучающие геометрию (5–11 классы);
- Школьные учителя, преподающие геометрию (5–11 класс);
- Студенты ВУЗов, изучающие вычислительную геометрию;
- Преподаватели ВУЗов, преподающие вычислительную геометрию.

Программный продукт может быть использован на обычных занятиях (например, для демонстрации тех или иных теорем, совместного решения задач), для проведения проверочных работ, выполнения домашних заданий, отладки геометрических программ, самостоятельного решения геометрических задач.

CLI- и lib-клиенты в первую очередь нацелены на студентов и преподавателей ВУЗов. GUI клиент будет интересен всем представителям целевой аудитории.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.12.17-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

### 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1

#### 3.1. Постановка задачи на разработку программы

Цель работы — реализовать все компоненты описанной выше системы, а именно:

- Сервер;
- Графический (GUI) клиент;
- Клиент командной строки (CLI);
- Клиент-библиотеку (lib).

10

#### 3.2. Описание алгоритма и функционирования программы

##### 3.2.1. Краткое описание крейтов<sup>1</sup> и взаимодействия между ними

Программный продукт разделен на несколько крейтов:

- Клиентская сторона:
  - **GUI** — графический клиент. Поставляется пользователю, как часть программного продукта.
  - **CLI** — клиент командной строки. Поставляется пользователю, как часть программного продукта.
  - **Client** — клиент-библиотека. Поставляется пользователю, как часть программного продукта, а также используется в реализации крейтов **CLI** и **GUI**.
  - **Parser** отвечает за парсинг встроенного языка программирования. Является частью внутренней реализации, пользователю **не** поставляется.
- Серверная сторона:
  - **Server** — сервер. Поставляется пользователю, как часть программного продукта.
  - **Executor** выполняет основную часть вычислений. Является частью внутренней реализации, пользователю **не** поставляется.
- Общее:
  - **Types** содержит объявления структур, используемых как на серверной, так и на клиентской стороне. Является частью внутренней реализации, пользователю **не** поставляется.

Более подробное описание некоторых из крейтов содержится в последующих пунктах.

Отношения между крейтами можно увидеть на Рис. 1.

##### 3.2.2. Крейт Types

<sup>1</sup>Крейт (**crate**) единица компиляции в Rust. Ближайший аналог в других языках программирования — пакет.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.12.17-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

4

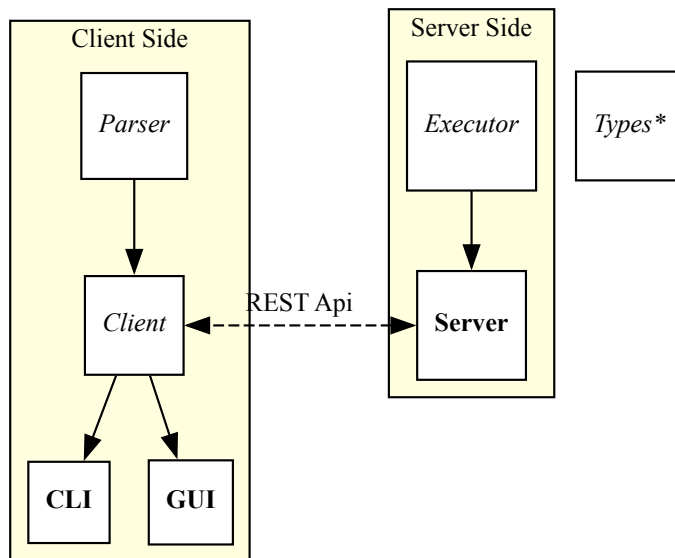


Рис. 1. Взаимодействие между крейтами.

Все крейты также зависят от крейта Types. Эти связи не изображены в целях упрощения рисунка.

Бинарные крейты (binary crates) выделены **жирным**, крейты-библиотеки (library crates) выделены *курсивом*.

Обычными стрелками показаны библиотечные зависимости, пунктирными — зависимости других типов.

Крейт Types содержит в себе объявления некоторых структур (и связанных с ними функций и методов), используемых как серверной, так и клиентской сторонами. Среди них:

- структуры, описывающие типы встроенного языка программирования: Value, ValueType, Pt, Line и д.р.;
- структуры, описывающие синтаксис встроенного языка программирования: Statement, Definition, Expr и д.р.;
- структуры, описывающие REST API: items::get\_all::Request, items::get\_all::Response, set::Request, set::Response и д.р.

Предполагается, что этот крейт должен быть настолько компактным, насколько это возможно. С этой целью в нем применяется техника условной компиляции (conditional compilation), благодаря которой часть функционала крейта можно не компилировать, если в ней нет необходимости, что

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.12.17-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

позволяет уменьшить размер результирующей программы, путем отключения ненужного кода и ненужных зависимостей.

### 3.2.3. Крейт Parser

Крейт Parser реализует логику, связанную с парсингом встроенного языка программирования. Он предоставляет пользователю несколько методов для парсинга тех или иных языковых конструкций: `script`, `expr`, `statement` и д.р., а также трейт<sup>2</sup> `ParseInto<T>` с аналогичным назначением.

Для парсинга используется библиотека `peg`.

### 3.2.4. Крейт Client

Крейт Client реализует логику клиентской стороны приложения.

Основной структурой данного крейта является `Client`. Он предоставляется набор методов (`command`, `eval`, `get_all_items` и д.р.) для выполнения действий над чертежом. Некоторые из этих методов являются легкими обертками над соответствующими методами REST API, описанными в крейте `Types`. Некоторые имеют более сложную логику; в частности, интересно рассмотреть, как происходит исполнение кода на встроенном языке программирования (методы `exec` и `exec_one`; смотри также Рис. 2):

- Из строкового представления код парсится в `Vec<Statement>` в случае `exec` и в `Statement` в случае `exec_one`. Дальнейшие шаги описаны для каждого `Statement` отдельно.
- Если очередное выражение (`Statement`) является объявлением (`Definition`), то запрос на обработку сразу отправляется на сервер (смотри Раздел 3.2.7.2).
- Иначе, если очередное выражение (`Statement`) является командой (`Command`), то оно обрабатывается особым образом. Например, команда `set!` изменяет значение вершины, `eval!` вычисляет значение выражения и т.д.

### 3.2.5. Крейт GUI

Крейт GUI содержит реализацию графического клиента.

Он использует библиотеку `iced` для отрисовки интерфейса и крейт `Client` для взаимодействия с сервером.

### 3.2.6. Крейт CLI

Крейт CLI содержит реализацию клиента командной строки.

Он может работать в нескольких режимах:

<sup>2</sup>Ближайшим аналогом **трейта (trait)** из Rust в других языках программирования является интерфейс.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.12.17-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

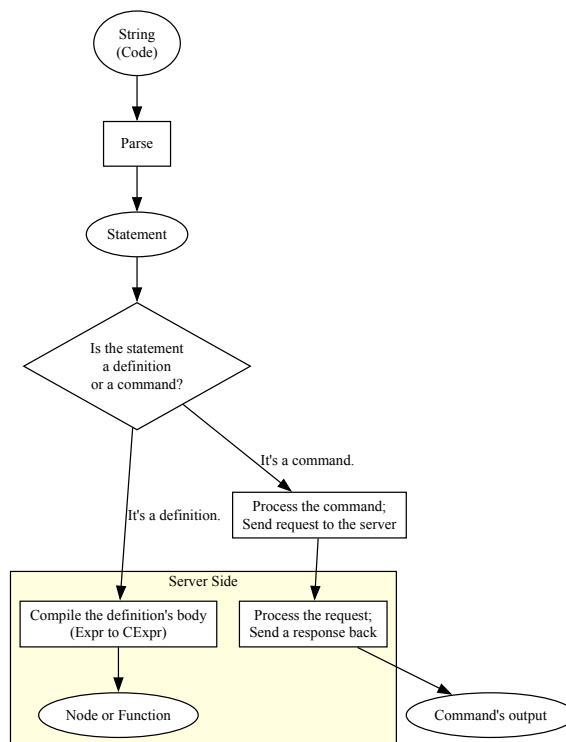


Рис. 2. Процесс исполнения кода.

В кругах обозначены состояния, в прямоугольниках — действия, в ромбах — условия.

Действия в желтом прямоугольнике происходят на стороне сервера, остальные — на стороне клиента.

- **Скриптовый режим** будет запущен, если передать имя файла, в качестве аргумента командной строки. Тогда этот файл будет обработан, как скрипт на встроенном языке программирования. Результат выполнения скрипта будет напечатан на стандартный вывод.
- **Режим стандартного ввода** будет запущен, если передавать данные на стандартный ввод через pipe. Тогда входные данные будут обработаны, как код на встроенном языке программирования. Результат выполнения скрипта будет напечатан на стандартный вывод.
- **Интерактивный режим** будет запущен в остальных случаях (то есть, если не передавать аргументов командной строки и не использовать pipe). В этом режиме пользователь может интерактивно вводить код на встроенном языке программирования и сразу получать результат его выполнения.

### 3.2.7. Крейт Executor

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.12.17-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Крейт Executor выполняет основную часть вычислений, а именно, работает с выражениями на встроенном языке программирования и поддерживает нынешнее состояние чертежа.

### 3.2.7.1. Поддержка состояния

Для хранения состояния чертежа служит структура Node (вершина). Вершина может содержать либо некоторое фиксированное значение; либо функцию и набор её аргументов (список других вершин), на основе которых это значение можно вычислить. Вершина также хранит список вершин, которые зависят от неё.

Если при выполнении команды значение некоторой вершины было изменено, то значения всех вершин из её списка зависимых, также пересчитываются; процесс пересчета продолжается рекурсивно.

### 3.2.7.2. Работа с выражениями

Если команды (Command) во многом обрабатываются клиентом, то объявления полностью обрабатываются сервером. Так, если некоторое выражение (Statement) является объявлением функции (FunctionDefinition) или значения (ValueDefinition), то в списке функций или вершин соответственно, создается новый элемент. Тело функции или значение выражения, представленное в виде Expr, обрабатывается описанным ниже образом.

Expr компилируется в CExpr (от Compiled Expr). На этом этапе происходит разрешение имен переменных и функций, происходят упрощение структуры выражения. Так, если структура Expr очень похожа на синтаксис встроенного языка программирования и удобна для ввода/ вывода (превращения Expr в строку и обратно), то структура CExpr оптимизирована для простоты вычисления.

Вычисление значения выражений происходит при пересчете дерева вершин, а также при явном вызове команды eval!.

### 3.2.8. Крейт Server

Крейт Server является фасадом для крейта Executor.

Он реализует API, описанное в крейте Types. Server принимает запросы от крейта Client, использует Executor для их обработки, после чего отправляет результат обратно крейту Client.

Server может быть запущен либо вручную, либо одним из клиентов.

Для реализации HTTP сервера используется библиотека axiom, для [де]сериализации запросов и ответов (в формате JSON) используется библиотека serde.

## 3.3. Описание организации входных данных

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.12.17-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

- Взаимодействие с GUI клиентом происходит с использованием клавиатуры, мыши (ввод) и монитора (вывод).
- Взаимодействие с CLI клиентом происходит с использованием клавиатуры (ввод) и монитора (вывод).
- Взаимодействие с сервером происходит через один из клиентов по REST API. API использует протокол HTTP для передачи данных в формате JSON.
- Взаимодействие с lib-клиентом происходит посредством подключения его в качестве библиотеки к программе на ЯП Rust, что можно сделать с помощью пакетного менеджера Cargo.

### 3.4. Описание состава технических и программных средств

Для максимально качественной работы системы установлены следующие требования:

- Операционная система Linux<sup>3</sup>
- 4Гб оперативной памяти
- 128Гб памяти на HDD или SSD
- Мышь, клавиатура, монитор

<sup>3</sup>Разработка и тестирование проводились на NixOS Unstable (rev: 42a1c96).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.12.17-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## 4. ОЖИДАЕМЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

2

### 4.1. Предполагаемая потребность

Система будет полезна школьникам (5–11 классы), студентам и преподавателям на уроках геометрии и вычислительной геометрии. Программный продукт может быть использован на обычных занятиях (например, для демонстрации тех или иных теорем, совместного решения задач), для проведения проверочных работ, выполнения домашних заданий, отладки геометрических программ, самостоятельного решения геометрических задач.

### 4.2. Сравнение с аналогичными решениями

	Geometrica <sup>4</sup>	GeoGebra <sup>5</sup>	Desmos Geometry <sup>6</sup>	Живая Математика <sup>7</sup>	MathKit <sup>8</sup>
Программа бесплатна	+	+	+	-	+
Есть оффлайн версия	+	+	-	+	+
Возможно создание макросов	?	-	-	+	+
Есть встроенный ЯП	+	?	?	-	-
Есть библиотека для существующего ЯП	+	+	+	-	-
Есть REST API	+	-	-	-	-
Возможная работа из командной строки	+	-	-	-	-
Возможны косметические преобразования <sup>9</sup>	-	+	+	+	+

Таблица 1. Сравнение функциональных характеристик с аналогами

«+» — функция имеется, «-» — функция отсутствует, «?» — функция частично присутствует/ имеются значительные ограничения.

Таблица 1 показывает сравнение разрабатываемого продукта (**Geometrica**) с некоторыми аналогами. Разъяснения некоторых пунктов таблицы приведено ниже.

<sup>4</sup>Данная система.

<sup>5</sup><https://www.geogebra.org/geometry>

<sup>6</sup><https://www.desmos.com/geometry>

<sup>7</sup><https://www.int-edu.ru/content/rusticus-0>

<sup>8</sup><https://obr.lc.ru/mathkit/>

<sup>9</sup>То есть можно менять цвета различных объектов, ширину прямых и т.д.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.12.17-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



Создание макросов в данной системе не предусмотрено, однако большую часть их функционала можно заменить, используя скрипты через CLI-клиент.

И GeoGebra, и Desmos имеют собственные встроенные языки программирования, однако в они достаточно ограничены. Во-первых, ограничен синтаксис: так в обоих языках нельзя комментировать код, создавать локальные переменные (отсутствует конструкция `let`), а в GeoGebra нельзя объявлять новые функции. Во-вторых, ограничены возможности по вводу скриптов, а именно: весь скрипт отображается в одну строку в небольшой ячейке, что усложняет работу с большими скриптами; один скрипт может создать только один объект или семейство объектов (то есть, например, объявить десять разных точек в одном скрипте нельзя). Наконец, в языках отсутствуют команды, позволяющие менять структуру чертежа, такие как: `delete!`, `set!` и д.р.

#### 4.2.1. Результат сравнения

Из таблицы видно, что проект имеет преимущества перед существующими аналогами, особенно в области программирования (встроенный ЯП, REST API, работа из командной строки), что будет особенно важно при отладке геометрических программ. Это показывает, что в разрабатываемом программном продукте есть смысл.

При этом, недостатки также присутствуют. Это означает, что в будущем проект можно дорабатывать, в тех направлениях, в которых он сейчас проигрывает конкурентам.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.12.17-01 81 01-1				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата