ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»

Институт информатики, математики и робототехники

Кафедра высокопроизводительных вычислений и дифференциальных уравнений

**ОТЧЕТ О ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ**

**ТИП ПРАКТИКИ**

технологическая (проектно-технологическая) практика

**ОБУЧАЮЩЕГОСЯ**

3 курса группы МКН-318Б

Халитовой Айгуль Азатовны

(фамилия имя отчество в род. п.)

|  |  |
| --- | --- |
| Уровень образования: | высшее образование – бакалавриат |
| Направление подготовки (специальность) | 02.03.01 Математика и компьютерные науки |
| Направленность (профиль) программы | Анализ данных и компьютерное моделирование |
| Срок проведения практики: | с 12 мая 2025 по 7 июня 2025 |

**1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

1. База практики – профильная организация или структурное подразделение УУНиТ.
2. Обучающийся – физическое лицо, осваивающее образовательную программу среднего профессионального или высшего образования.
3. Вид практики – учебная, производственная.
4. Каждый обучающийся, находящийся на практике, обязан вести отчет по практике.
5. Отчет по практике служит основным и необходимым материалом для составления обучающимся отчета о своей работе на базе практики.
6. Заполнение отчета по практике производится регулярно, аккуратно и является средством самоконтроля. Отчет можно заполнять рукописным и (или) машинописным способами.
7. Иллюстративный материал (чертежи, схемы, тексты и т.п.), а также выписки из инструкций, правил и других материалов могут быть выполнены на отдельных листах и приложены к отчету.
8. Записи в отчете о практике должны производиться в соответствии с программой по конкретному виду практики.
9. После окончания практики обучающийся должен подписать отчет у руководителя практики, руководителя от базы практики и сдать свой отчет по практике вместе с приложениями (при наличии) на кафедру.
10. При отсутствии сведений в соответствующих строках ставится прочерк.

**2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

|  |  |
| --- | --- |
| Фамилия, инициалы, должность руководителя практики от факультета (института, колледжа, техникума) | Заместитель директора по развитию проектов и программ Белова А.С. |
| Фамилия, инициалы, должность руководителя практики от кафедры | Поречный С.С., доцент кафедры ВВиДУ |
| Полное наименование базы практики | ООО «РН-БашНИПИнефть» |
| Наименование структурного подразделения базы практики | Отдел разработки геологических проектов |
| Адрес базы практики (индекс, субъект РФ, район, населенный пункт, улица, дом, офис) | 450103, респ. Башкортостан, г. Уфа, ул. Бехтерева 3/1 |
| Фамилия, инициалы, должность руководителя практики от профильной организации | Феоктистов Б.А., главный специалист |
| Телефон руководителя практики от базы практики | 83472936010, доп. 3455 |

**3. РАБОЧИЙ ГРАФИК (ПЛАН) ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ**

Срок проведения практики: с 12 мая 2025 по 7 июня 2025

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Разделы (этапы) практики | Виды и содержание работ, в т.ч. самостоятельная работа обучающегося в соответствии с программой практики | График (план) проведения практики  (начало – окончание) |
| 1. | Подготовительный этап | – организационное собрание;  – установочная лекция;  – получение индивидуального задания на практику;  – проведение инструктажа обучающегося по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка. | 12.05.2025 –15.05.2025 |
| 2. | Основной этап | Работа обучающихся в профильной организации  – выполнение индивидуального задания | 16.05.2025 – 03.06.2025 |
| 3. | Заключительный этап | – подготовка и оформление отчёта по практике, содержащего итоги прохождения практики;  – подготовка к защите, в том числе оформление презентации, и защита отчета. | 04.06.2025 – 07.06.2025 |

|  |  |
| --- | --- |
| Руководитель практики от кафедры | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  подпись И.О. Фамилия |
| Руководитель практики от профильной организации [[1]](#footnote-1) | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  подпись И.О. Фамилия |

**4. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**

Содержание задания на практику (перечень подлежащих рассмотрению вопросов, выполняемых работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью):

1. Разработать алгоритм создания ступенчатого графика по непрерывным данным.
2. Реализовать форматированный ввод и вывод данных на языке Python.
3. Реализовать вычислительную часть на языке C++.
4. Реализовать интеграцию вычислительного ядра на C++ с языком Python.
5. Реализовать пользовательский интерфейс с помощью фреймворка Qt Designer и библиотеки PySide6.
6. Создать исполняемый файл (.exe) для реализованной программы.

|  |  |
| --- | --- |
| Руководитель практики от кафедры | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  подпись И.О. Фамилия |
| Руководитель практики от профильной организации | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  подпись И.О. Фамилия |
| ОЗНАКОМЛЕН:  Обучающийся | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  подпись И.О. Фамилия |

**5. ИНСТРУКТАЖ ПО ОХРАНЕ ТРУДА**

Наименование и реквизиты локального нормативного акта, регламентирующего систему управления охраной труда, техники безопасности, пожарной безопасности профильной организации:

Политика компании № ПЗ-05 П-11 "В области пожарной безопасности, охраны труда и окружающей среды. Реестр опасностей, рисков и мер управления в области промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды ООО "РН-БашНИПИнефть" стандарт компании "Интегрированная система управления ПБОТОС". Положение компании № ПЗ-05 Р-0809 "Система обеспечения пожарной безопасности компании".

Наименование и реквизиты локального нормативного акта, устанавливающего правила внутреннего трудового распорядка профильной организации:

Положение ООО «РН-БашНИПИнефть» «Правила внутреннего трудового распорядка».

Инструкция о мерах пожарной безопасности в Уфимском университете науки и технологий, утвержденная приказом УУНиТ.

Правила внутреннего трудового распорядка обучающихся в Уфимском университете науки и технологий, утвержденные приказом УУНиТ от 23.05.2023 №1285 " Об утверждении Правил внутреннего распорядка обучающихся".

Перед началом практики инструктаж по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка прошел:

обучающийся \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

подпись И.О. Фамилия

Перед началом практики инструктаж обучающегося по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка провел:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

должность подпись И.О. Фамилия

**6. ДНЕВНИК РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ**

|  |  |
| --- | --- |
| Дата | Информация о проделанной работе, использованные источники и литература (при наличии) |
| 12.05.2025 | Прохождение инструктажей по технике безопасности и охране труда |
| 13.05.2025 | Получение задания |
| 14.05.2025-16.05.2025 | Изучение профильной литературы и библиотек для разработки программы |
| 19.05.2025-20.05.2025 | Разработка структуры графического интерфейса пользователя |
| 21.05.2025-23.05.2025 | Подключение элементов управления интерфейса |
| 26.05.2025-28.05.2025 | Разработка алгоритма для построения ступенчатого графика |
| 29.05.2025 | Реализация трудоемких вычислительных операций на языке C++ для повышения производительности |
| 30.05.2025 | Связать вычислительное ядро C++ с языком Python |
| 02.06.2025-03.06.2025 | Тестирование разработанной программы на большой выборке данных |
| 04.06.2025 | Создание исполняемого файла программы |
| 05.06.2025 | Оформление отчета |
| 06.06.2025 | Защита практики на базе практики |
| 07.06.2025 | Защита практики на кафедре |

|  |  |
| --- | --- |
| Руководитель практики от кафедры | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  подпись И.О. Фамилия |
| Руководитель практики от профильной организации | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  подпись И.О. Фамилия |

**7. ОТЧЕТ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ О ПРАКТИКЕ**

Я, Халитова Айгуль Азатовна, прошла производственную практику с 12 мая 2025 по 7 июня 2025.

В соответствии с программой практики и индивидуальным заданием я выполняла следующую работу:

1) изучила основные принципы работы с Qt Designer для создания пользовательского интерфейса.

2) разработала алгоритм построения ступенчатого графика и реализовала его перенос на язык программирования C++. Проверила работоспособность разработанной программы на большой выборке данных.

3) создала исполняемый файл (.exe) из разработанной программы.

В результате прохождения практики поставленные задачи были решены в полном объеме, профессиональные компетенции (профессиональные умения, навыки и опыт профессиональной деятельности) приобретены.

|  |  |
| --- | --- |
| Обучающийся | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  подпись И.О. Фамилия |

**8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ РУКОВОДИТЕЛЯ ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ О ПРАКТИКЕ**

Обучающаяся Халитова Айгуль Азатовна прошла производственную практику с 12 мая 2025 по 7 июня 2025.

Перед обучающимся во время прохождения практики были поставлены следующие профессиональные задачи:

1. Разработать алгоритм создания ступенчатого графика по непрерывным данным.
2. Реализовать форматированный ввод и вывод данных на языке Python.
3. Реализовать вычислительную часть на языке C++.
4. Реализовать интеграцию вычислительного ядра на C++ с языком Python.
5. Реализовать пользовательский интерфейс с помощью фреймворка Qt Designer и библиотеки PySide6.
6. Создать исполняемый файл (.exe) для реализованной программы.

Краткая характеристика проделанной работы и полученных результатов: обучающаяся разработала необходимый алгоритм и реализовала его на языке программирования С++. Для удобства работы с данными студентом был реализован удобный пользовательский интерфейс при помощи PySide6. Айгуль оформила программу в виде исполняемого файла и провела тестирование на большом количестве реальных данных.

Во время прохождения практики обучающийся проявил себя как (достоинства, уровень теоретической подготовки, дисциплина, недостатки, замечания) студент с достаточным уровенем математической и программистской подготовки, выполнил работу в полном объеме и в срок. На будущее рекомендуется поработать над умением выступать перед публикой (защита диплома, выступление на конференциях и т.д.). В дальнейшем надеемся на продолжение работ по данной тематике в части написания дипломной бакалаврской работы. Рекомендуется оценка «отлично».

Рекомендации (пожелания) по организации практики: отсутствуют.

|  |  |
| --- | --- |
| Руководитель практики от профильной организации | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  М.П. подпись И.О. Фамилия  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ |

**9. РЕЗУЛЬТАТ ЗАЩИТЫ ОТЧЕТА**

В результате прохождения практики поставленные задачи были решены в полном объеме, профессиональные компетенции (профессиональные умения, навыки и опыт профессиональной деятельности) приобретены.

Результат прохождения практики обучающимся оценивается на:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |
| --- | --- |
| Руководитель практики от кафедры | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  подпись И.О. Фамилия |

**ПРИЛОЖЕНИЕ А  
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

**А1. Введение**

В работе использовались данные, полученные при геофизических исследованиях скважин, а именно — измерения удельного электрического сопротивления горных пород по глубине скважины. Такие данные представляют собой дискретный сигнал, где первый столбец содержал значения по оси Z — координаты в метрах (глубина скважины), а второй столбец — значения по оси V, соответствующие измерениям удельного электрического сопротивления в Ом·м. Такой формат данных представляет собой дискретную последовательность, являющуюся функцией, отражающей значения сигнала в определённые дискретные моменты времени.

Измерения удельного сопротивления выполняются с помощью каротажных приборов, которые регистрируют изменения электрического сопротивления жидкости и пород в скважине [1]. Эти данные отражают физико-химические свойства горных пород и жидкости, заполняющей скважину, и используются для определения различных характеристик пласта.

Данные имеют дискретный характер, так как измерения проводятся через определённые интервалы по глубине, при этом в данных могут встречаться бланковочные значения — отсутствующие измерения, которые исключаются из обработки.

**А2. Пользовательский интерфейс**

Для разработки программного обеспечения применялись следующие библиотеки и инструменты:

* PySide6 — библиотека для создания графического интерфейса на языке Python, предоставляющая современные средства для разработки приложений с использованием объектно-ориентированного подхода. Она использовалась для реализации визуальной части программы, обеспечивая удобное взаимодействие пользователя с алгоритмами обработки данных [2].
* Qt Designer — инструмент для проектирования графических интерфейсов, входящий в состав фреймворка Qt [3]. С его помощью был разработан макет интерфейса приложения, который затем интегрировался с программным кодом на языке Python. Использование Qt Designer [4] позволило ускорить процесс создания и настройки элементов управления интерфейса.

На рисунке 1 приведён пример пользовательского интерфейса разработанного приложения, отображающего основное окно программы с элементами управления.

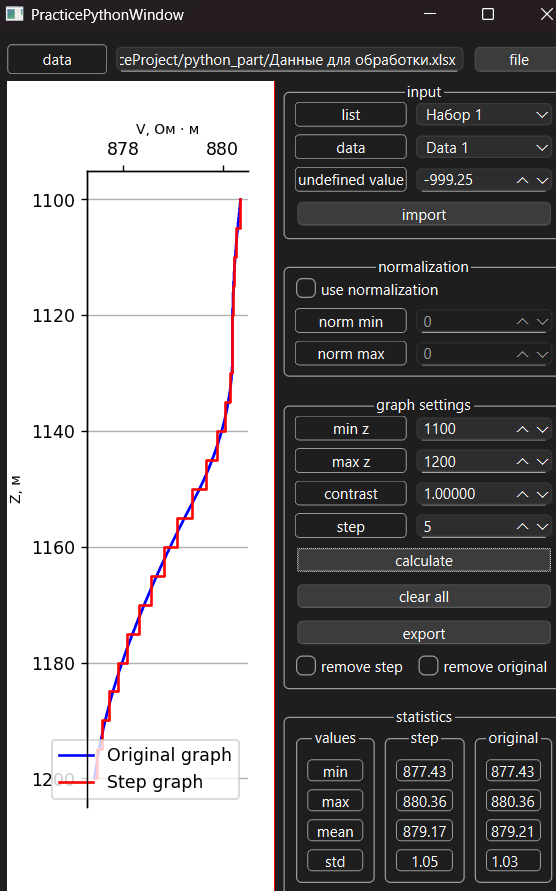


Рисунок 1 – пример работы программы

**А3. Обработка данных.**

Ступенчатый график представляет собой дискретную функцию, отображающую значения сигнала в виде кусочно-постоянных участков

Обработка данных включала фильтрацию по заданному диапазону значений, нормировку и построение ступенчатого графика. Также учитывались бланковочные значения, которые исключались.

Нормировка данных производилась по формуле, которая масштабирует исходные значения *v* из диапазона [] в новый диапазон [], сохраняя пропорции между значениями:

где *v –* исходное значение,  *–* максимальное и минимальное значение исходных данных,  *–* новыемаксимальное и минимальное значения, которое вводится пользователем в окне программы.

В алгоритме обработки данных коэффициент контрастности используется для сравнения усреднённых значений удельного сопротивления на соседних интервалах глубины.

Отношение этих значений вычисляется по формуле:

где  *–* усреднённых значений удельного сопротивления на соседних интервалах глубины.

Коэффициент контрастности *contrast*, определяющий порог значимых изменений сигнала, вводится пользователем в окне программы.

Если отношение этих значений выходит за пределы:

это означает, что изменения на графике значительные и формируется новая ступень. В противном случае интервал расширяется для сглаживания мелких колебаний, что позволяет выделить только существенные изменения сигнала.

Ступенчатый график формировался путём усреднения значений функции на динамически изменяемых интервалах по оси (рисунок 2). Такой подход позволил выявить значимые изменения сигнала с учётом установленного коэффициента контрастности, что соответствует построению дискретной ступенчатой последовательности, отражающей основные особенности исходного сигнала.

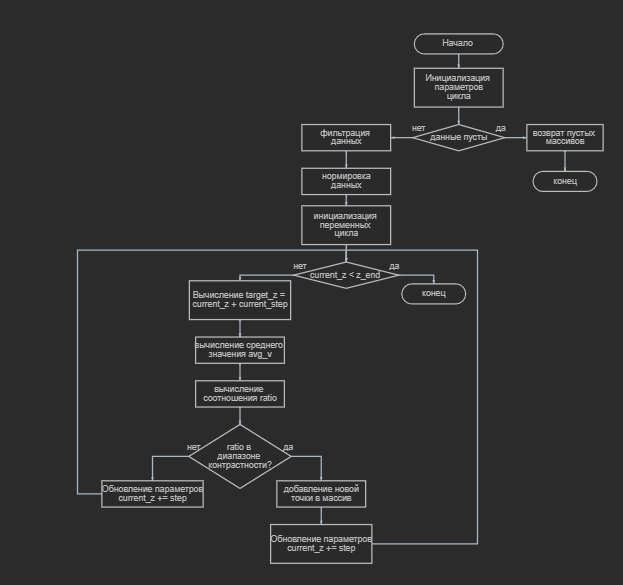


Рисунок 2 – блок схема алгоритма

По обработанным данным находятся параметры:

* минимальное значение
* максимальное значение
* среднее значение

где *vi –* исходные значение.

* стандартное отклонение.

где *vi –* исходные значение,  *–* среднее значение.

**ПРИЛОЖЕНИЕ B**

**ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ**

**B1. Описание пользовательского интерфейса**

Главное окно программы является основным средством взаимодействия пользователя с функционалом приложения. Оно содержит несколько логически выделенных областей, каждая из которых отвечает за определённый набор задач — ввод данных, настройку параметров обработки, управление выполнением алгоритмов и отображение результатов.

Элементы управления в окне программы реализуют взаимодействие с помощью сигналов и слотов. При изменении возникновении какого-либо события соответствующий сигнал испускается и передаётся в связанный с ним слот — функцию или метод, который обрабатывает это событие [5].

**Область ввода данных** (рисунок 3) предназначена для загрузки и выбора необходимых данных. В этой области пользователь может выбрать файл формата (.xlsx), после чего элементы управления типа «combobox» динамически заполняются в зависимости от выбранного файла и листа. Также предусмотрена возможность указания бланковочного значения. Для подтверждения выбора и загрузки данных предусмотрена отдельная кнопка import, запускающая процесс импорта и подготовки данных к дальнейшему анализу. Загружаются данные с помощью библиотеки Pandas.

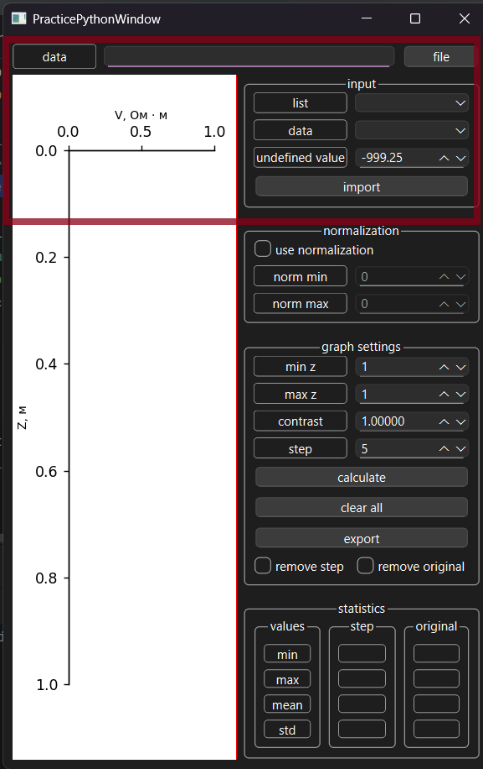


Рисунок 3 – область ввода данных

**Область нормировки данных** (рисунок 4) предназначена для масштабирования исходных данных в заданный пользователем диапазон. В области присутствует элемент управления типа checkbox, который позволяет включать или отключать функцию нормировки. Если флажок не установлен, поля для ввода новых минимального и максимального значений остаются неактивными, и данные обрабатываются без нормировки. При установке галочки поля ввода становятся активными, и данные будут нормированы согласно формуле (1), что позволяет привести значения к выбранному диапазону для улучшения визуализации и дальнейших вычислений.

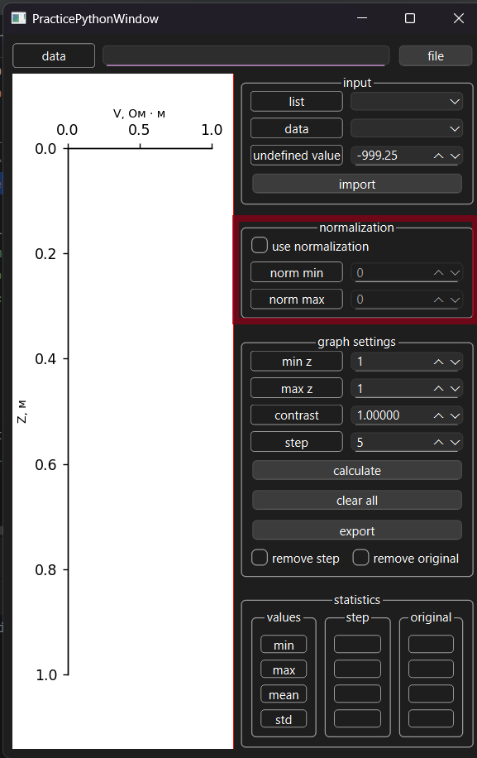


Рисунок 4 – область нормировки данных

**Область выбора параметров обработки** (рисунок 5) содержит элементы управления, позволяющие настраивать параметры алгоритма обработки данных, такие как диапазон значений, коэффициент контрастности, диапазон нормировки и минимальный шаг. Для запуска обработки предусмотрена кнопка calculate. Данные обрабатываются с использованием формул (2), (3). Также в этой области располагаются кнопки для управления визуализацией: кнопка очистки области визуализации, кнопка удаления обоих графиков, а также два элемента типа checkbox, позволяющие по отдельности скрывать или отображать каждый из графиков. При загрузке данных автоматически определяются минимальное и максимальное значения исходных данных, которые устанавливаются в качестве ограничений в соответствующие объекты типа spinbox, для обеспечения корректного ввода параметров. Для экспорта результатов предусмотрена кнопка export выгрузки данных ступенчатого графика в файл формата (.xlsx). Экспорт данных также происходит с помощью библиотеки Pandas.

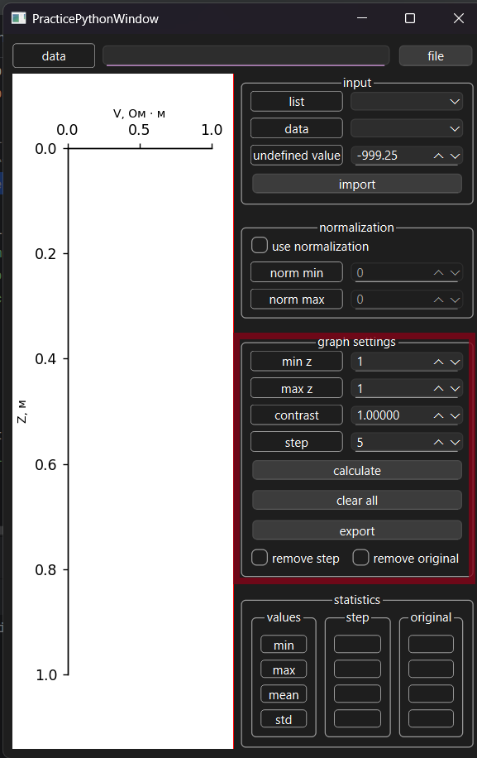


Рисунок 5 - Область выбора параметров обработки

**Область отображения статистических** данных (рисунок 6) предназначена для вывода рассчитанные по формулам (4) и (5) параметров, полученных на основе обработанных данных.

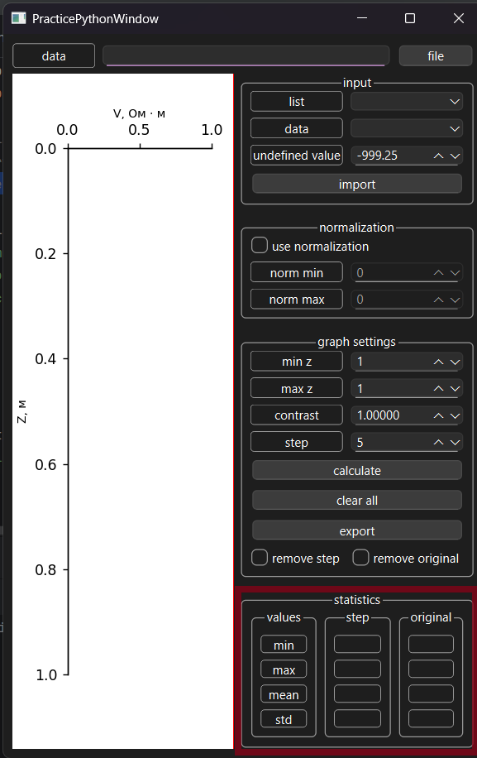


Рисунок 6 - Область отображения статистических данных

**Область визуализации** данных (рисунок 7) предназначена для отображения исходных и преобразованных данных в виде графиков с помощью библиотеки Matplotilb.

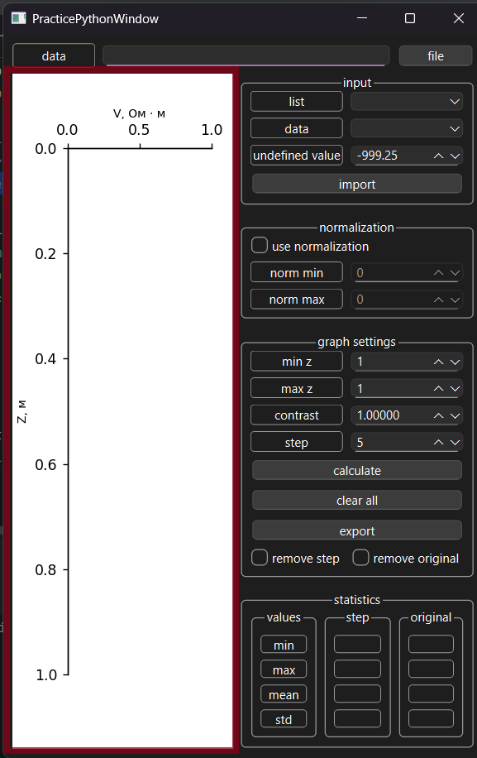


Рисунок 7 - Область визуализации данных

**B2. Использование библиотеки Pybind11**

Для повышения производительности вычислительной части алгоритма критичные по скорости операции были перенесены на язык C++ [7]. Связь между C++ и Python обеспечивалась с помощью библиотеки Pybind11, которая позволяет эффективно интегрировать модули на C++ в Python-приложение, сохраняя удобство разработки и гибкость Python при высокой скорости выполнения вычислений [6].

Для создания модуля в проекте необходимо создать файл setup.py с необходимыми настройками, далее прописать в терминал команду

python python\_part\setup.py build\_ext –inplace

Эта команда выполняет действия:

* build\_ext — команда для сборки C/C++ расширений.
* --inplace — указывает, что скомпилированные расширения должны быть размещены в той же директории, что и исходные файлы.

Такое сочетание технологий позволило объединить преимущества удобства и быстроты разработки на Python с высокой производительностью C++ в вычислительной части, а также создать функциональный и интуитивно понятный графический интерфейс с помощью Qt Designer и PySide6. Это обеспечило эффективную обработку и визуализацию дискретных данных, поступающих из измерений, и удобство взаимодействия пользователя с программой.

**B3. Создание исполняемого файла с помощью библиотеки PyInastller**

Для удобного распространения и запуска разработанного приложения на компьютерах пользователей без необходимости установки интерпретатора Python и всех зависимостей была использована утилита PyInstaller.

PyInstaller — это библиотека, которая позволяет упаковать Python-скрипт и все необходимые библиотеки в один автономный исполняемый файл.

Для удобного распространения и запуска разработанного приложения на компьютерах пользователей без необходимости установки интерпретатора Python и всех зависимостей была использована утилита PyInstaller.

Для создания исполняемого файла в терминале необходимо выполнить команду:

pyinstaller --onefile --windowed --add-data "example.cp313-win\_amd64.pyd;." --icon=favicon.ico --name GraphPlotter python\_part/main.py

Эта команда выполняет действия:

* Параметр --onefile упаковывает всё в один исполняемый файл.
* Параметр -- windowed отключает появление консольного окна при запуске графического приложения.
* Параметр --add-data "example.cp313-win\_amd64.pyd;." добавляет необходимый для корректной работы библиотеки Pybind11бинарный модуль в пакет.
* Параметр --icon=favicon.ico задаёт иконку для исполняемого файла.
* Параметр --name GraphPlotter устанавливает имя итогового файла.
* python\_part/main.py — путь к основному скрипту приложения.

После успешного выполнения команды исполняемый файл будет находиться в папке dist в корне проекта.

**B4. Вывод**

В ходе выполнения работы была разработана программа для обработки и визуализации данных удельного электрического сопротивления горных пород, полученных при исследованиях скважин.

* Разработан алгоритм построения ступенчатого графика на основе дискретных данных, учитывающий фильтрацию, нормировку и выделение значимых изменений сигнала с помощью коэффициента контрастности.
* Реализован форматированный ввод и вывод данных на языке Python, что обеспечило удобство загрузки, обработки и экспорта данных.
* Разработано вычислительное ядро на C++ для повышения производительности обработки, интегрированное с языком Python, что позволило сохранить гибкость разработки при высокой скорости вычислений.
* Создан пользовательский интерфейс на основе PySide6 и Qt Designer, обеспечивающий понятное взаимодействие пользователя с программой, настройку параметров и визуализацию результатов.
* Создана сборка автономного исполняемого файла (.exe), для обеспечения простоты распространения и запуска приложения на компьютерах других пользователей без необходимости установки дополнительных компонентов.

Таким образом, разработанная программа эффективно сочетает высокую производительность вычислительной части с удобством пользовательского интерфейса и обеспечивает обработку и визуализацию исходных и обработанных данных. Программа может быть применена для анализа и интерпретации данных геофизических исследований скважин, а также при проектировании и контроле качества разработки месторождений.

**ПРИЛОЖЕНИЕ C**

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Геофизические исследования скважин: учебник для вузов / Ю. И. Горбачев. — Москва: Недра, 1990. — 398 с. — ISBN 5-247-01972-5.
2. Python 3 и PyQt 5. Разработка приложений / Н. Прохоренок, В. Дронов. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2016. — 832 с. — ISBN 978-5-9775-3648-6.
3. Об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия / Купер А., Рейман Р., Кронин Д. — Санкт-Петербург: Символ-Плюс, 2009. — 688 с.
4. Qt 5.10. Профессиональное программирование на С++ / М. Шлее. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2018. — 1072 с. — ISBN 978-5-9775-3678-3.
5. Однострочники Python. Лаконичный и содержательный код / К. Майер. — Санкт-Петербург: Библиотека программиста 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-4461-2966-9.
6. Программирование. Принципы и практика использования C++ / Б. Страуструп. — 2-е изд.: Вильямс, 2018. — 1328 с. — ISBN 978-5-6040724-8-6.
7. Программирование на Python в примерах и задачах / Алексей Васильев. — Москва: Эксмо, 2021. — 616 с. ISBN 978-5-04-103199-2.

**ПРИЛОЖЕНИЕ D**

**ЛИСТИНГ ПРОГРАММЫ**

main.py

import sys  
  
from PySide6.QtWidgets import QApplication  
  
from main\_window import MainWindow  
  
if \_\_name\_\_ == '\_\_main\_\_':  
 app = QApplication(sys.argv)  
 window = MainWindow()  
 window.show()  
 sys.exit(app.exec())

perform\_calculation.py

import example  
import numpy as np  
import pandas as pd  
  
class Model:  
 def \_\_init\_\_(self) -> None:  
 self.file\_path = None  
 self.current\_excel = None # объект ExcelFile  
 self.sheet = None  
 self.column = None  
 self.data\_frame = None  
 self.min\_z = None  
 self.max\_z = None  
 self.undefined\_value = None  
 self.new\_min = None  
 self.new\_max = None  
 self.statistics\_min = None  
 self.statistics\_max = None  
 self.statistics\_mean = None  
 self.statistics\_std = None  
 self.result = None  
  
 def load\_excel(self, file\_path: str) -> list[str]: # загрузка данных  
 self.file\_path = file\_path  
 self.current\_excel = pd.ExcelFile(file\_path)  
 return self.current\_excel.sheet\_names  
  
 def select\_sheet(self, sheet: str) -> list[str]: # выбор страницы в файле экселя  
 self.sheet = sheet  
 df = pd.read\_excel(self.current\_excel, sheet\_name=sheet, nrows=0)  
 return df.columns.tolist()[2:]  
  
 def select\_column(self, column: str) -> None: # выбор колонки  
 self.column = column  
  
 def import\_data(self) -> None: # импорт данных  
 if not self.file\_path or not self.sheet or not self.column:  
 print('File, sheet or column not chosen')  
 return  
 df = pd.read\_excel(self.current\_excel, sheet\_name=self.sheet, usecols=[self.column, 'MD'])  
 self.data\_frame = df  
  
 self.min\_z = self.data\_frame.iloc[:, 0].min()  
 self.max\_z = self.data\_frame.iloc[:, 0].max()  
 print(self.min\_z, self.max\_z)  
  
 def \_norm\_data(self, data: np.array, mask: np.array) -> np.array: # нормировка данных  
 print('normalizing data')  
  
 if self.new\_min == self.new\_max:  
 return data.copy()  
  
 v\_norm\_data = data.copy()  
 if np.any(mask):  
 v\_min = data[mask].min()  
 v\_max = data[mask].max()  
  
 v\_norm\_data[mask] = (data[mask] - v\_min) / (v\_max - v\_min) \* (self.new\_max - self.new\_min) + self.new\_min  
 return v\_norm\_data  
  
 def perform\_calculation(self, min\_z: float, max\_z: float, contrast: float, step: float, undef\_val: float,  
 new\_min: int, new\_max: int) \  
 -> tuple[  
 np.ndarray, np.ndarray, np.ndarray, np.ndarray]: # вычисления без контрастности с нормировкой, питон  
 print('perform calculation python')  
 self.undefined\_value = undef\_val  
 self.new\_min = new\_min  
 self.new\_max = new\_max  
 if self.data\_frame is not None and not self.data\_frame.empty:  
  
 z\_data = self.data\_frame.iloc[:, 0].to\_numpy()  
 v\_data = self.data\_frame.iloc[:, 1].to\_numpy()  
  
 valid\_data = (v\_data != self.undefined\_value)  
  
 v\_data = self.\_norm\_data(v\_data, valid\_data) # нормировка данных  
  
 z\_data\_filtered = z\_data[valid\_data]  
 v\_data\_filtered = v\_data[valid\_data]  
  
 range\_data = (z\_data\_filtered >= min\_z) & (z\_data\_filtered <= max\_z)  
 v\_data\_filtered = v\_data\_filtered[range\_data]  
 z\_data\_filtered = z\_data\_filtered[range\_data]  
  
 z\_steps = np.arange(z\_data\_filtered[0], max\_z + step, step)  
  
 x\_steps = np.interp(z\_steps, z\_data\_filtered, v\_data\_filtered)  
  
 self.result = (x\_steps, z\_steps)  
  
 print(z\_data\_filtered, v\_data\_filtered)  
  
 return z\_data\_filtered, v\_data\_filtered, z\_steps, x\_steps  
 else:  
 print('No data to calculate')  
 return np.array([]), np.array([]), np.array([]), np.array([])  
  
 def perform\_calculation1(self, min\_z: float, max\_z: float, contrast: float, step: float, undef\_val: float,  
 new\_min: int, new\_max: int) \  
 -> tuple[  
 np.ndarray, np.ndarray, np.ndarray, np.ndarray]: # вычисления с контрастностью и с нормировкой, питон  
 print('perform calculation python')  
 self.undefined\_value = undef\_val  
 self.new\_min = new\_min  
 self.new\_max = new\_max  
 if self.data\_frame is not None and not self.data\_frame.empty:  
 z\_data = self.data\_frame.iloc[:, 0].to\_numpy()  
 v\_data = self.data\_frame.iloc[:, 1].to\_numpy()  
  
 valid\_mask = (v\_data != undef\_val) & (z\_data >= min\_z) & (z\_data <= max\_z)  
  
 v\_data = self.\_norm\_data(v\_data, valid\_mask) # нормировка данных  
  
 z\_filtered = z\_data[valid\_mask]  
 v\_filtered = v\_data[valid\_mask]  
  
 if len(z\_filtered) == 0:  
 return np.array([]), np.array([]), np.array([]), np.array([])  
  
 z\_start = z\_filtered[0]  
 z\_end = z\_filtered[-1]  
  
 z\_steps = []  
 v\_steps = []  
  
 current\_index = 0  
 current\_z = z\_start  
 last\_v = v\_filtered[0]  
 initial\_step = step  
 current\_step = initial\_step  
  
 while current\_z < z\_end and current\_index < len(z\_filtered):  
 target\_z = min(current\_z + current\_step, z\_end)  
  
 sum\_v = 0.0  
 count = 0  
 temp\_index = current\_index  
  
 while temp\_index < len(z\_filtered) and z\_filtered[temp\_index] < target\_z:  
 sum\_v += v\_filtered[temp\_index]  
 count += 1  
 temp\_index += 1  
  
 if count == 0 or current\_index == 0:  
 z\_steps.extend([current\_z, target\_z])  
 v\_steps.extend([last\_v, last\_v])  
 current\_z = target\_z  
 current\_index = temp\_index  
 current\_step = initial\_step  
 continue  
  
 avg\_v = sum\_v / count  
 ratio = avg\_v / last\_v if last\_v != 0 else float('inf')  
 print(ratio, current\_step)  
  
 if target\_z >= z\_end:  
 z\_steps.extend([current\_z, target\_z])  
 v\_steps.extend([avg\_v, avg\_v])  
 break  
  
 if ratio <= 1 / contrast or ratio >= contrast:  
 z\_steps.extend([current\_z, target\_z])  
 v\_steps.extend([avg\_v, avg\_v])  
 current\_z = target\_z  
 last\_v = avg\_v  
 current\_step = initial\_step  
 current\_index = temp\_index  
 else:  
 current\_step += 1.0  
  
 z\_steps.append(z\_filtered[-1])  
 v\_steps.append(v\_filtered[-1])  
  
 self.result = (z\_steps, v\_steps)  
  
 return np.array(z\_filtered), np.array(v\_filtered), np.array(z\_steps), np.array(v\_steps)  
 else:  
 print('No data to calculate')  
 return np.array([]), np.array([]), np.array([]), np.array([])  
  
 def perform\_calculation2(self, min\_z: float, max\_z: float, contrast: float, step: float, undef\_val: float,  
 new\_min: int, new\_max: int) \  
 -> tuple[np.ndarray, np.ndarray, np.ndarray, np.ndarray]: # вычисления с контрастностью и с нормировкой c++  
 print('perform calculation pybind2')  
  
 self.undefined\_value = undef\_val  
 self.new\_min = new\_min  
 self.new\_max = new\_max  
  
 if self.data\_frame is not None and not self.data\_frame.empty:  
 input\_data = self.data\_frame.iloc[:, :2].to\_numpy(dtype=np.float64)  
  
 z\_array = input\_data[:, 0]  
 v\_array = input\_data[:, 1]  
  
 z\_filtered, v\_filtered, z\_steps, v\_steps = example.perform\_calculation(  
 z\_array, v\_array, min\_z, max\_z, step, contrast, self.undefined\_value, self.new\_min, self.new\_max  
 )  
  
 self.result = (z\_steps, v\_steps)  
  
 print(z\_filtered)  
 print(v\_filtered)  
 print(z\_steps)  
 print(v\_steps)  
 return z\_filtered, v\_filtered, z\_steps, v\_steps  
 else:  
 print('No data to calculate')  
 return np.array([]), np.array([]), np.array([]), np.array([])  
  
 def compute\_statistics2(self, z\_steps: np.array) -> tuple[float, float, float, float]: # вычисления статистики c++  
 if self.result is None:  
 print('No results to calculate statistics2')  
 return 0.0, 0.0, 0.0, 0.0  
  
 # z\_steps = self.result[1]  
  
 self.statistics\_min, self.statistics\_max, self.statistics\_mean, self.statistics\_std = (  
 example.calculate\_statistics2(z\_steps))  
 return self.statistics\_min, self.statistics\_max, self.statistics\_mean, self.statistics\_std  
  
 def compute\_statistics(self, z\_steps: np.array) -> tuple[float, float, float, float]: # вычисления статистики питон  
 if self.result is None:  
 print('No results to calculate statistics')  
 return 0.0, 0.0, 0.0, 0.0  
  
 # z\_steps = self.result[0]  
  
 self.statistics\_min = np.min(z\_steps)  
 self.statistics\_max = np.max(z\_steps)  
 self.statistics\_mean = np.mean(z\_steps)  
 self.statistics\_std = np.std(z\_steps)  
  
 return self.statistics\_min, self.statistics\_max, self.statistics\_mean, self.statistics\_std  
  
 def save\_to\_file\_xlsx(self, filename: str) -> None: # выгрузка данных  
 if self.result is None:  
 print('No results to save')  
 return  
 x\_steps, z\_steps = self.result  
 df\_export = pd.DataFrame({  
 'X\_steps': x\_steps,  
 'Z\_steps': z\_steps  
 })  
 df\_export.to\_excel(filename, index=False)

widget\_drawer.py

from matplotlib.backends.backend\_qt5agg import FigureCanvasQTAgg  
from matplotlib.figure import Figure  
  
class MplCanvas(FigureCanvasQTAgg):  
 def \_\_init\_\_(self, parent: object = None, width: int = 10, height: int = 5, dpi: int = 100) -> None:  
 self.fig = Figure(figsize=(width, height), dpi=dpi)  
 self.ax = self.fig.add\_subplot(111)  
 super().\_\_init\_\_(self.fig)  
 self.setParent(parent)  
  
 self.ax.invert\_yaxis()  
  
 # скрываем нижнюю ось x и правую границу  
 self.ax.spines['bottom'].set\_visible(False)  
 self.ax.spines['right'].set\_visible(False)  
  
 # левые и верхние границы видимы  
 self.ax.spines['left'].set\_visible(True)  
 self.ax.spines['top'].set\_visible(True)  
  
 self.ax.yaxis.set\_ticks\_position('left') # Ось y слева  
  
 # дополнительная ось сверху  
 self.ax\_top = self.ax.twiny()  
  
 # Настраиваем верхнюю ось  
 self.ax\_top.spines['top'].set\_visible(True)  
 self.ax\_top.spines['bottom'].set\_visible(False)  
  
 # скрываем правую границу верхней оси дополнительной оси  
 self.ax\_top.spines['right'].set\_visible(False)  
 self.ax\_top.yaxis.set\_ticks\_position('left')  
  
 self.ax\_top.xaxis.set\_ticks\_position('top')  
 self.ax\_top.xaxis.set\_label\_position('top')  
 self.ax\_top.set\_xlabel('V, Ом · м', fontsize=8)  
  
 # Скрываем нижнюю ось x основной оси  
 self.ax.xaxis.set\_visible(False)  
  
 self.ax.set\_ylabel('Z, м', fontsize=8)  
  
 self.fig.subplots\_adjust(left=0.25, top=0.89)

main\_window.py

import numpy as np  
from PySide6.QtWidgets import QFileDialog, QMainWindow, QVBoxLayout  
  
from model import Model  
from ui\_window import Ui\_MainWindow  
from widget\_drawer import MplCanvas  
  
class MainWindow(QMainWindow):  
 def \_\_init\_\_(self) -> None:  
 super().\_\_init\_\_()  
  
 self.original\_line = None  
 self.step\_line = None  
  
 self.model = Model()  
 self.ui = Ui\_MainWindow()  
 self.ui.setupUi(self)  
  
 self.ui.PB\_Choose\_file.clicked.connect(self.choose\_file\_name)  
 self.ui.PB\_Import\_Data.clicked.connect(self.import\_data)  
 self.ui.PB\_Calculate.clicked.connect(self.calculate)  
 self.ui.PB\_Export.clicked.connect(self.export\_data)  
 self.ui.PB\_Clear\_All.clicked.connect(self.clear\_all\_graphs)  
  
 self.ui.SB\_Contrast.valueChanged.connect(self.contrast\_changed)  
 self.ui.SB\_Step.valueChanged.connect(self.step\_val\_changed)  
 self.ui.SB\_Max\_Z.valueChanged.connect(self.max\_z\_changed)  
 self.ui.SB\_Min\_Z.valueChanged.connect(self.min\_z\_changed)  
 self.ui.SB\_uv.valueChanged.connect(self.undef\_val\_changed)  
 self.ui.SB\_Max\_Norm.valueChanged.connect(self.norm\_max\_val\_changed)  
 self.ui.SB\_Min\_Norm.valueChanged.connect(self.norm\_min\_val\_changed)  
  
 self.ui.CB\_list\_choose.currentIndexChanged.connect(self.combobox\_list\_choose\_change)  
 self.ui.CB\_data\_choose.currentIndexChanged.connect(self.combobox\_data\_choose\_change)  
  
 self.ui.CheckBox\_Remove\_Original.toggled.connect(self.remove\_original\_graph)  
 self.ui.CheckBox\_Remove\_Step.toggled.connect(self.remove\_step\_graph)  
 self.ui.cb\_use\_normalization.toggled.connect(self.use\_normalization)  
  
 self.ui.SB\_Min\_Norm.setDisabled(True)  
 self.ui.SB\_Max\_Norm.setDisabled(True)  
  
 self.ui.lineEdit\_data.textChanged.connect(self.text\_changed)  
 self.ui.lineEdit\_data.textEdited.connect(self.text\_edited)  
 self.ui.lineEdit\_data.returnPressed.connect(self.return\_pressed)  
  
 self.canvas = MplCanvas(self.ui.widget)  
 layout = QVBoxLayout(self.ui.widget)  
 layout.setContentsMargins(0, 0, 0, 0)  
 layout.addWidget(self.canvas)  
  
 def choose\_file\_name(self) -> None: # выбор файла для считывания данных и динамическое заполнение именами листов  
 file, \_ = QFileDialog.getOpenFileName(self, '', '', 'Excel Files (\*.xlsx)')  
 if not file:  
 return  
 self.ui.lineEdit\_data.setText(file)  
 sheet\_names = self.model.load\_excel(file)  
 self.ui.CB\_list\_choose.blockSignals(True)  
 self.ui.CB\_list\_choose.clear()  
 self.ui.CB\_list\_choose.addItems(sheet\_names)  
 self.ui.CB\_list\_choose.setCurrentIndex(0)  
 self.ui.CB\_list\_choose.blockSignals(False)  
 self.combobox\_list\_choose\_change()  
  
 def combobox\_list\_choose\_change(self) -> None: # динамическое заполнение именами колонок и выбор листа  
 sheet = self.ui.CB\_list\_choose.currentText()  
 print(f'Chosen sheet {sheet}')  
  
 columns = self.model.select\_sheet(sheet)  
  
 self.ui.CB\_data\_choose.blockSignals(True)  
 self.ui.CB\_data\_choose.clear()  
 self.ui.CB\_data\_choose.addItems(columns)  
 self.ui.CB\_data\_choose.setCurrentIndex(0)  
 self.ui.CB\_data\_choose.blockSignals(False)  
 self.combobox\_data\_choose\_change()  
  
 def combobox\_data\_choose\_change(self) -> None: # выбор колонки  
 column = self.ui.CB\_data\_choose.currentText()  
 print(f'Chosen column {column}')  
 self.model.select\_column(column)  
  
 def import\_data(self) -> None: # загрузка данных  
 print('Importing data')  
 self.model.import\_data()  
 if self.model.data\_frame is not None:  
 print(self.model.data\_frame.head())  
  
 self.set\_min\_z()  
 self.set\_max\_z()  
  
 def calculate(self) -> None: # вычисления  
 self.ui.CheckBox\_Remove\_Original.setChecked(False)  
 self.ui.CheckBox\_Remove\_Step.setChecked(False)  
 v\_data, z\_data, x\_steps, z\_steps = self.model.perform\_calculation2(  
 self.ui.SB\_Min\_Z.value(),  
 self.ui.SB\_Max\_Z.value(),  
 self.ui.SB\_Contrast.value(),  
 self.ui.SB\_Step.value(),  
 self.ui.SB\_uv.value(),  
 self.ui.SB\_Min\_Norm.value(),  
 self.ui.SB\_Max\_Norm.value(),  
 )  
  
 self.plot\_results(v\_data, z\_data, x\_steps, z\_steps)  
  
 v\_step\_min, v\_step\_max, v\_step\_mean, v\_step\_std = self.model.compute\_statistics2(z\_steps) # подсчет статистики  
 self.perform\_step\_statistics(v\_step\_min, v\_step\_max, v\_step\_mean, v\_step\_std)  
  
 v\_orig\_min, v\_orig\_max, v\_orig\_mean, v\_orig\_std = self.model.compute\_statistics2(z\_data) # подсчет статистики  
 self.perform\_orig\_statistics(v\_orig\_min, v\_orig\_max, v\_orig\_mean, v\_orig\_std)  
  
 def perform\_step\_statistics(self, v\_min: float, v\_max: float, v\_mean: float, v\_std: float) -> None: # результаты ступенчатого графика  
 self.ui.lb\_step\_min\_val.setText(str(format(v\_min, '.2f')))  
 self.ui.lb\_step\_max\_val.setText(str(format(v\_max, '.2f')))  
 self.ui.lb\_step\_mean\_val.setText(str(format(v\_mean, '.2f')))  
 self.ui.lb\_step\_std\_val.setText(str(format(v\_std, '.2f')))  
  
 def perform\_orig\_statistics(self, v\_min: float, v\_max: float, v\_mean: float, v\_std: float) -> None: # результаты ступенчатого графика  
 self.ui.lb\_orig\_min\_val.setText(str(format(v\_min, '.2f')))  
 self.ui.lb\_orig\_max\_val.setText(str(format(v\_max, '.2f')))  
 self.ui.lb\_orig\_mean\_val.setText(str(format(v\_mean, '.2f')))  
 self.ui.lb\_orig\_std\_val.setText(str(format(v\_std, '.2f')))  
  
 def export\_data(self) -> None: # выгрузка данных  
 self.model.save\_to\_file\_xlsx('Обработанные данные.xlsx')  
 print('Data export')  
  
 def plot\_results(self, v\_data: np.ndarray, z\_data: np.ndarray, x\_steps: np.ndarray, z\_steps: np.ndarray) -> None: # построение графика  
 ax = self.canvas.ax  
 ax\_top = self.canvas.ax\_top  
  
 # Очищаем содержимое обеих осей  
 ax.cla()  
 ax\_top.cla()  
  
 # Инвертируем ось y заново после очистки  
 ax.invert\_yaxis()  
  
 # Скрываем нижнюю ось x и правую границу основной оси  
 ax.spines['bottom'].set\_visible(False)  
 ax.spines['right'].set\_visible(False)  
 ax.spines['left'].set\_visible(True)  
 ax.spines['top'].set\_visible(True)  
  
 # Восстанавливаем подписи и положение осей  
 ax.set\_ylabel('Z, м', fontsize=8)  
 ax.xaxis.set\_visible(False)  
 ax.yaxis.set\_ticks\_position('left')  
  
 # Строим графики на основной оси  
 self.original\_line = ax.plot(z\_data, v\_data, 'b-', label='Original graph')[0]  
 self.step\_line = ax.plot(z\_steps, x\_steps, 'r-', label='Step graph')[0]  
  
 # Настраиваем верхнюю ось  
 ax\_top.spines['top'].set\_visible(True)  
 ax\_top.spines['bottom'].set\_visible(False)  
 ax\_top.xaxis.set\_ticks\_position('top')  
 ax\_top.xaxis.set\_label\_position('top')  
 ax\_top.set\_xlabel('V, Ом · м', fontsize=8)  
  
 # Устанавливаем одинаковые пределы по X для обеих осей  
 ax\_top.set\_xlim(ax.get\_xlim())  
  
 # Легенда и сетка на основной оси  
 ax.legend(loc='lower right')  
 ax.grid(True)  
  
 # Отступы  
 self.canvas.fig.subplots\_adjust(left=0.3, top=0.89)  
  
 # Обновляем холст  
 self.canvas.fig.canvas.draw\_idle()  
  
 def clear\_all\_graphs(self) -> None: # удаляет все графики  
 ax = self.canvas.ax  
 ax.clear()  
 ax.figure.canvas.draw()  
 self.original\_line = None  
 self.step\_line = None  
  
 def use\_normalization(self, checked: bool) -> None:  
 if checked:  
 self.ui.SB\_Min\_Norm.setEnabled(True)  
 self.ui.SB\_Max\_Norm.setEnabled(True)  
 else:  
 self.ui.SB\_Min\_Norm.setValue(0)  
 self.ui.SB\_Max\_Norm.setValue(0)  
  
 def remove\_original\_graph(self, checked: bool) -> None: # скрывает исходный график  
 if self.original\_line is not None:  
 self.original\_line.set\_visible(not checked)  
 self.canvas.draw()  
  
 def remove\_step\_graph(self, checked: bool) -> None: # скрывает ступенчатый график  
 if self.step\_line is not None:  
 self.step\_line.set\_visible(not checked)  
 self.canvas.draw()  
  
 def set\_min\_z(self):  
 self.ui.SB\_Min\_Z.setMinimum(int(self.model.min\_z))  
 self.ui.SB\_Min\_Z.setValue(int(self.model.min\_z))  
 print(f'Min z {self.model.min\_z}')  
  
 def set\_max\_z(self):  
 self.ui.SB\_Max\_Z.setMaximum(int(self.model.max\_z))  
 self.ui.SB\_Max\_Z.setValue(int(self.model.max\_z))  
 print(f'Max z {self.model.max\_z}')  
  
 def norm\_max\_val\_changed(self, value: int) -> None:  
 print(f'Value of max norm {value}')  
  
 def norm\_min\_val\_changed(self, value: int) -> None:  
 print(f'Value of min norm {value}')  
  
 def contrast\_changed(self, value: int) -> None:  
 print(f'Value of contrast {value}')  
  
 def step\_val\_changed(self, value: int) -> None:  
 print(f'Value of step {value}')  
  
 def max\_z\_changed(self, value: int) -> None:  
 print(f'Max z = {value}')  
  
 def min\_z\_changed(self, value: int) -> None:  
 print(f'Min z = {value}')  
  
 def text\_changed(self, text: str) -> None:  
 print(f'Text changed {text}')  
  
 def text\_edited(self, text: str) -> None:  
 print(f'Text edited {text}')  
  
 def return\_pressed(self) -> None:  
 print('Enter was pressed')  
  
 def undef\_val\_changed(self, value: int) -> None:  
 print(f'Undefined value changed {value}')

setup.py

from pybind11.setup\_helpers import Pybind11Extension, build\_ext

from setuptools import setup

# pyside6-uic ui\_window.ui -o ui\_window.py

# python python\_part\setup.py build\_ext --inplace

# pyinstaller --onefile --windowed --add-data "example.cp313-win\_amd64.pyd;." --icon=favicon.ico --name GraphPlotter python\_part/main.py

ext\_modules = [

Pybind11Extension(

'example', [r'C:\Python\_projects\PracticeProject\cpp\_part\pybind\source.cpp'], # Путь к исходному файлу

language='c++',

),

]

setup(

name='example',

ext\_modules=ext\_modules,

cmdclass={'build\_ext': build\_ext},

)

pybind.cpp

#include <vector>

#include <pybind11/pybind11.h>

#include <pybind11/numpy.h>

#include <algorithm>

namespace py = pybind11;

std::vector<double> norm\_data(std::vector<double>& data, int min\_v, int max\_v) {

if (min\_v == max\_v) {

return data;

}

else {

double min\_v\_val = \*std::min\_element(begin(data), end(data));

double max\_v\_val = \*std::max\_element(begin(data), end(data));

for (size\_t i = 0; i < data.size(); i++) {

data[i] = (data[i] - min\_v\_val) / (max\_v\_val - min\_v\_val) \* (max\_v - min\_v) + min\_v;

}

return data;

}

}

py::tuple perform\_calculation(

py::array\_t<double> z\_array,

py::array\_t<double> v\_array,

double min\_z,

double max\_z,

double step,

double contrast,

double undef\_val,

int new\_min,

int new\_max)

{

auto v\_buf = v\_array.request();

auto z\_buf = z\_array.request();

double\* v\_ptr = static\_cast<double\*>(v\_buf.ptr);

double\* z\_ptr = static\_cast<double\*>(z\_buf.ptr);

size\_t n = v\_buf.size;

std::vector<double> v\_filtered, z\_filtered;

for (size\_t i = 0; i < n; i++) {

double z = z\_ptr[i];

double v = v\_ptr[i];

if (v != undef\_val && z >= min\_z && z <= max\_z) {

v\_filtered.push\_back(v);

z\_filtered.push\_back(z);

}

}

if (z\_filtered.empty() || v\_filtered.empty()) {

py::array\_t<double> empty\_array(0);

return py::make\_tuple(empty\_array, empty\_array, empty\_array, empty\_array);

}

v\_filtered = norm\_data(v\_filtered, new\_min, new\_max);

const double z\_start = z\_filtered.front();

const double z\_end = z\_filtered.back();

std::vector<double> z\_steps;

std::vector<double> v\_steps;

size\_t current\_index = 0;

double current\_z = z\_start;

double last\_v = v\_filtered.front();

double initial\_step = step;

double current\_step = initial\_step;

while (current\_z < z\_end && current\_index < z\_filtered.size()) {

double target\_z = std::min(current\_z + current\_step, z\_end);

double sum\_v = 0.0;

size\_t count = 0;

size\_t temp\_index = current\_index;

while (temp\_index < z\_filtered.size() && z\_filtered[temp\_index] < target\_z) {

sum\_v += v\_filtered[temp\_index];

count++;

temp\_index++;

}

if (count == 0 || current\_index == 0) {

z\_steps.push\_back(current\_z);

z\_steps.push\_back(target\_z);

v\_steps.push\_back(last\_v);

v\_steps.push\_back(last\_v);

current\_z = target\_z;

current\_index = temp\_index;

current\_step = initial\_step;

continue;

}

double avg\_v = sum\_v / count;

double contrast\_val;

if (last\_v != 0) {

contrast\_val = avg\_v / last\_v;

}

else {

contrast\_val = std::numeric\_limits<double>::infinity();

}

if (target\_z >= z\_end) {

z\_steps.push\_back(current\_z);

z\_steps.push\_back(target\_z);

v\_steps.push\_back(avg\_v);

v\_steps.push\_back(avg\_v);

break;

}

if (contrast\_val <= (1.0 / contrast) || contrast\_val >= contrast) {

z\_steps.push\_back(current\_z);

z\_steps.push\_back(target\_z);

v\_steps.push\_back(avg\_v);

v\_steps.push\_back(avg\_v);

current\_z = target\_z;

last\_v = avg\_v;

current\_step = initial\_step;

current\_index = temp\_index;

}

else {

current\_step += 1.0;

}

}

z\_steps.push\_back(z\_end);

v\_steps.push\_back(v\_filtered.back());

py::array\_t<double> v\_result(v\_filtered.size());

py::array\_t<double> z\_result(z\_filtered.size());

py::array\_t<double> v\_steps\_result(v\_steps.size());

py::array\_t<double> z\_steps\_result(z\_steps.size());

std::copy(v\_filtered.begin(), v\_filtered.end(), v\_result.mutable\_data());

std::copy(z\_filtered.begin(), z\_filtered.end(), z\_result.mutable\_data());

std::copy(v\_steps.begin(), v\_steps.end(), v\_steps\_result.mutable\_data());

std::copy(z\_steps.begin(), z\_steps.end(), z\_steps\_result.mutable\_data());

return py::make\_tuple(

z\_result,

v\_result,

z\_steps\_result,

v\_steps\_result

);

}

py::tuple calculate\_statistics(py::array\_t<double> arr) {

auto buf = arr.request();

double\* ptr = static\_cast<double\*>(buf.ptr);

size\_t n = buf.size;

if (n == 0) {

return py::make\_tuple(0.0, 0.0, 0.0, 0.0);

}

double min\_val = std::numeric\_limits<double>::max();

double max\_val = std::numeric\_limits<double>::lowest();

double sum = 0.0;

for (size\_t i = 0; i < n; i++) {

double val = ptr[i];

if (val < min\_val) {

min\_val = val;

}

if (val > max\_val) {

max\_val = val;

}

sum += val;

}

double mean = sum / n;

double diff\_sum = 0.0;

for (size\_t i = 0; i < n; i++) {

double diff = ptr[i] - mean;

diff\_sum += diff \* diff;

}

double stddev = std::sqrt(diff\_sum / n);

return py::make\_tuple(min\_val, max\_val, mean, stddev);

}

PYBIND11\_MODULE(example, m) {

m.def("perform\_calculation", &perform\_calculation,

py::arg("z\_array"),

py::arg("v\_array"),

py::arg("min\_z"),

py::arg("max\_z"),

py::arg("step"),

py::arg("contrast"),

py::arg("undef\_val"),

py::arg("new\_min"),

py::arg("new\_max"));

m.def("calculate\_statistics2", &calculate\_statistics);

}

1. При проведении практики в профильной организации руководителем практики от кафедры и руководителем практики от профильной организации составляется совместный рабочий график (план) проведения практики. [↑](#footnote-ref-1)