

Краткое руководство пользователя программного комплекса в форме Web-приложения для подбора буровых растворов по результатам моделирования и оптимизации

1. Общая информация

Для запуска программного комплекса требуется:

- 1) При наличии установленных элементов программного пакета:
 - а) перейти в директорию с приложением;
 - б) открыть терминал (или командную строку);
 - в) запустить главный python-скрипт командой «*python3 main.py*».
- 2) При отсутствии установленных элементов программного пакета требуется провести установку согласно руководству системного администратора и выполнить шаги п. 1.

Главное окно программного комплекса представлено на рисунке 1.

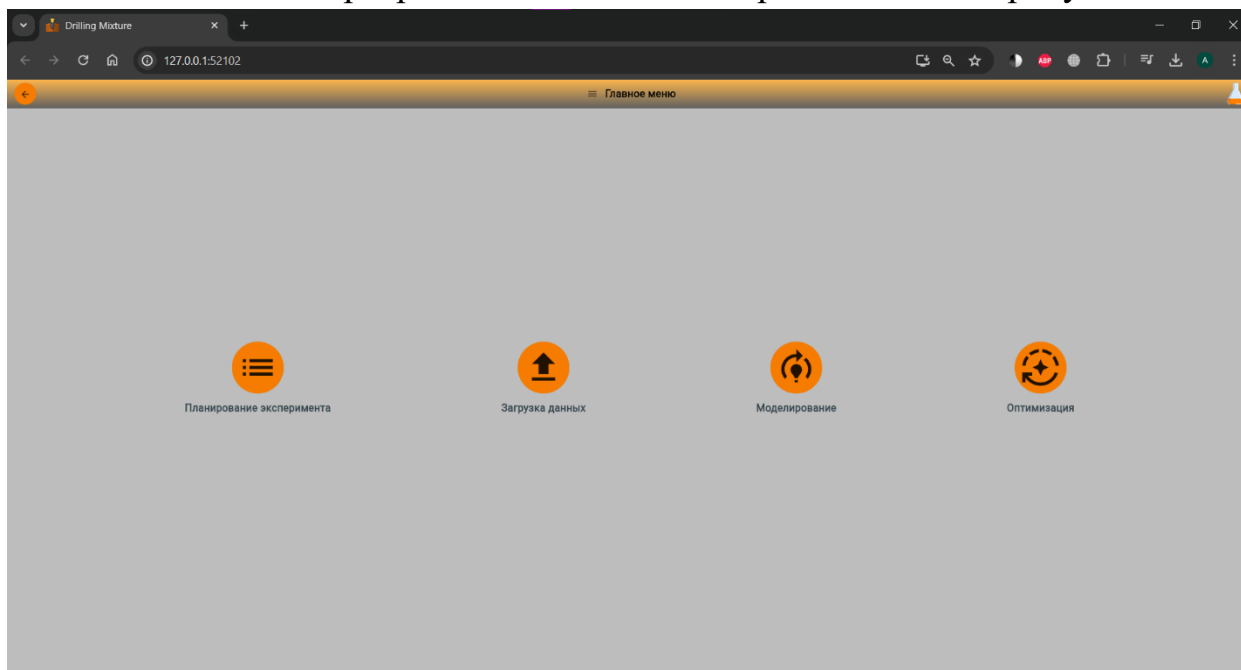


Рисунок 1 – Главное окно программного комплекса

Здесь доступен следующий функционал:

- 1) По кнопке «Планирование эксперимента» имеется возможность:
 - а) задания параметров эксперимента;
 - б) выбора методов планирования;
 - в) отображения плана;
 - г) сохранения результатов;
- 2) По кнопке «Загрузка данных» имеется возможность:
 - а) загрузки данных из файла формата «.xlsx» и их визуализации в виде таблицы;


- б) добавления новых данных;
- в) расчета стоимости бурового раствора (БР);
- г) расчета и визуализации матрицы корреляций;
- д) сохранения файлов.

3) По кнопке «Моделирование» имеется возможность:

- а) создания моделей машинного обучения (линейная регрессия, гребневая регрессия, ARD-регрессия, непараметрическая ядерная регрессия, искусственная нейронная сеть, дерево решений для регрессии);
- б) построения гистограммы распределения;
- в) настройки параметров обучения моделей;
- г) сохранения моделей;
- д) инференса моделей (предсказания по построенным моделям);
- е) анализ моделей в части визуализации результатов и анализа чувствительности по входным факторам.


4) По кнопке «Оптимизация» имеется возможность:

- а) настройки критериев оптимизации и ограничений задачи;
- б) формирования взвешенного критерия оптимизации для перевода задачи в однокритериальную постановку;
- в) выбора алгоритма оптимизации (эволюционный алгоритм NSGA-II, алгоритм TPE);
- г) настройки параметров алгоритма оптимизации;
- д) отображения и сохранения результатов;
- е) визуализации Парето-оптимального фронта решений.

5) По кнопке «Назад» ( в левом верхнем углу экрана) имеется возможность перехода на главное окно из модулей программного комплекса.

ВНИМАНИЕ! При указании значений в программном комплексе в качестве разделителей требуется использование точки «.».

2. Планирование эксперимента

Для перехода в модуль «Планирование эксперимента» (рисунок 2) требуется нажать на кнопку .



Index	x1	x2	x3	x4	x5
0.0	1.5	2.8898	26.5443	13.1163	-33.2082
1.0	1.1345	2.8059	3.7438	13.3045	-43.3078
2.0	1.5048	2.6828	19.0153	14.137	-26.4125
3.0	1.5856	2.2145	35.074	13.1023	6.1479
4.0	1.0749	2.1137	44.6794	14.009	-4.8817

Рисунок 2 – Окно модуля «Планирование эксперимента»

Здесь доступен следующий функционал:

- 1) Выбор количества уровней факторов;
- 2) Выбор количества факторов;
- 3) Ввод наименований факторов;
- 4) Ввод минимальных и максимальных значений для каждого фактора – при 2 уровнях;
- 5) Ввод уровней факторов (при более чем 2 уровнях).

ВНИМАНИЕ! Уровни вводятся через запятую без пробелов.

- 6) Выбор метода планирования эксперимента (**ВНИМАНИЕ!** Доступно после нажатия кнопки «Submit») и его параметров (при наличии).
- 7) Формирование и отображение построенного плана эксперимента (таблица в нижней части окна).
- 8) Сохранение плана эксперимента в файле «.xlsx» в отдельный каталог файловой системы (design_of_experiment).

3. Загрузка данных



Для перехода в модуль «Загрузка данных» (рисунок 3) требуется нажать на кнопку .



Рисунок 3 – Окно модуля «Загрузка данных»

Здесь доступен следующий функционал:

- 1) Выбор файла для загрузки (формат «.xlsx») по кнопке «Загрузить файл» из любого каталога файловой системы;
- 2) Выбор файла с данными из предзагруженных данных по кнопке «Выбрать файл» из отдельного каталога файловой системы (uploads);
- 3) Удаление файла с данными из предзагруженных данных по кнопке «Удалить файл» из отдельного каталога файловой системы (uploads);
- 4) Расчет стоимостей буровых растворов по кнопке «Расчитать стоимость БР»;
- 5) Добавление новых данных по кнопке .
- 6) Сохранение файла с данными в область предзагруженных данных по кнопке «Сохранить файл» в отдельный каталог файловой системы (uploads);
- 7) Скачивание файла в выбранный пользователем каталог файловой системы – только при классической клиент-серверной реализации;
- 8) Формирование и отображение матрицы корреляций (во всплывающем окне) – рисунок 4.

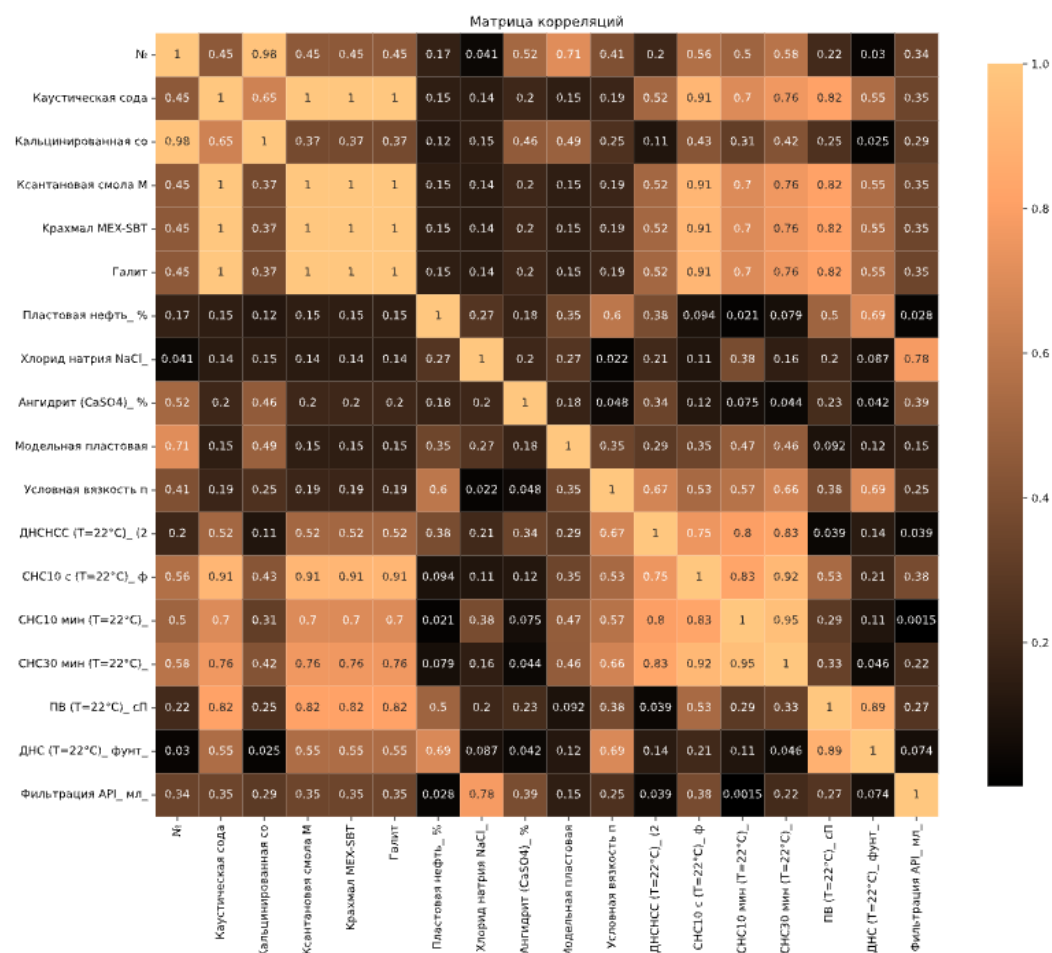



Рисунок 4 – Пример построенной матрицы корреляций

4. Моделирование

Для перехода в модуль «Моделирование» (рисунок 5) требуется нажать на кнопку .

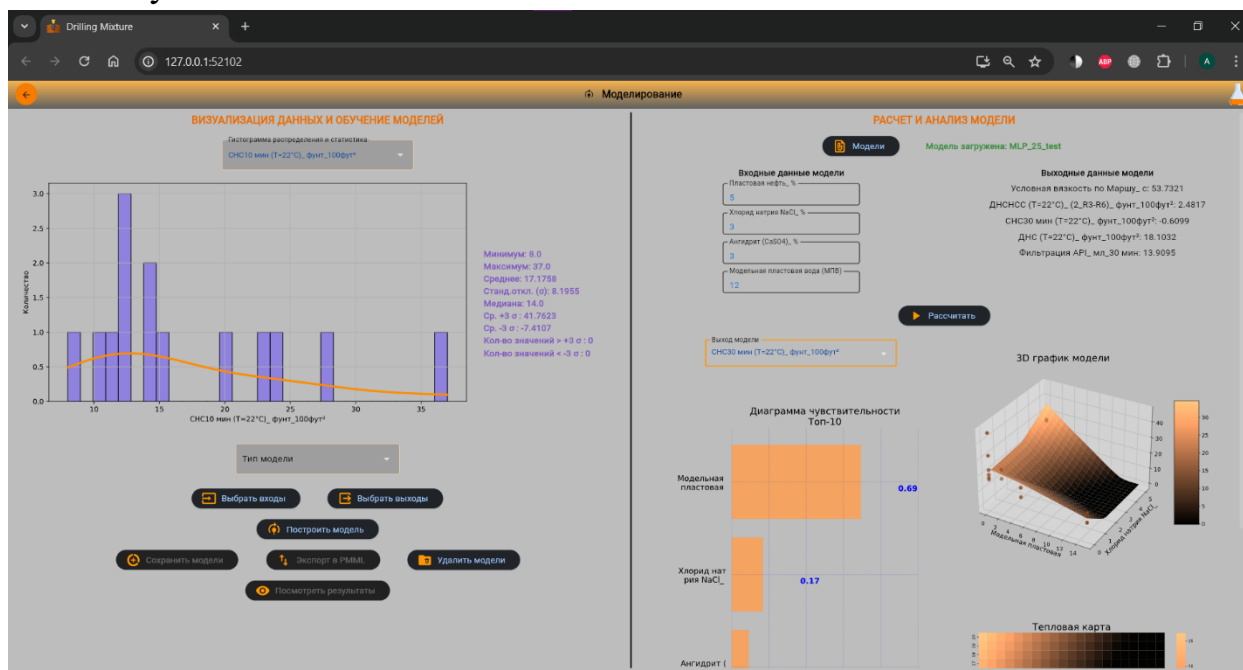


Рисунок 5 – Окно модуля «Моделирование»

В левой части окна доступен функционал по визуализации данных и обучению моделей:

- 1) Диаграмма распределения данных и статистика по любому выбранному параметру (как входному, так и выходному);
- 2) Выбор типа модели из выпадающего списка;
- 3) Выбор входов (по кнопке «Выбрать входы») и выходов (по кнопке «Выбрать выходы») модели.
- 4) Удаление ранее построенных моделей из отдельного каталога файловой системы (models).

После успешного моделирования имеется функционал:

- 1) Сохранения модели в формате Pickle (по кнопке «Сохранить модели») в отдельный каталог файловой системы (models).

ВНИМАНИЕ! Сохранение производится для группы моделей, построенных для всех указанных выходов.

- 2) Экспорт моделей в формате PMML 4.4 в отдельный каталог файловой системы (pmml_models).

ВНИМАНИЕ! Требуется установленный пакет JRE (Java Runtime Environment).

ВНИМАНИЕ! В названиях входов и выходов должны отсутствовать специальные знаки (градусы, степени и т.п.).

3) Просмотр результатов моделирования (рисунок 6) по всем выходам с указанием коэффициента детерминации (R).

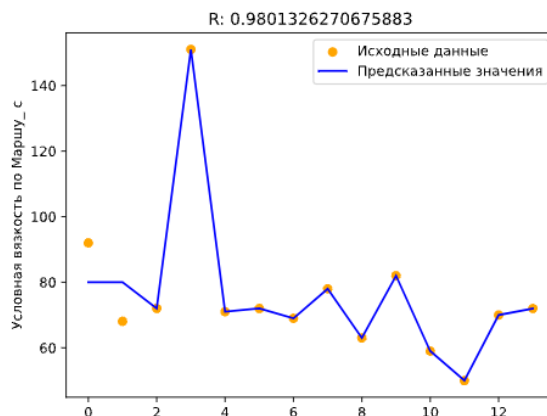


Рисунок 6 – Результаты моделирования

В правой части окна доступен функционал по расчету и анализу моделей:

- 1) Выбор моделей из списка построенных ранее;
- 2) Инференс моделей – предсказание значений выходных параметров по заданным значениям входных – по нажатию кнопки «Рассчитать»;
- 3) Визуализация диаграммы чувствительности для ТОП-10 входных факторов, 3D-графика модели и тепловой карты при выборе выхода в выпадающем списке (рисунок 7).

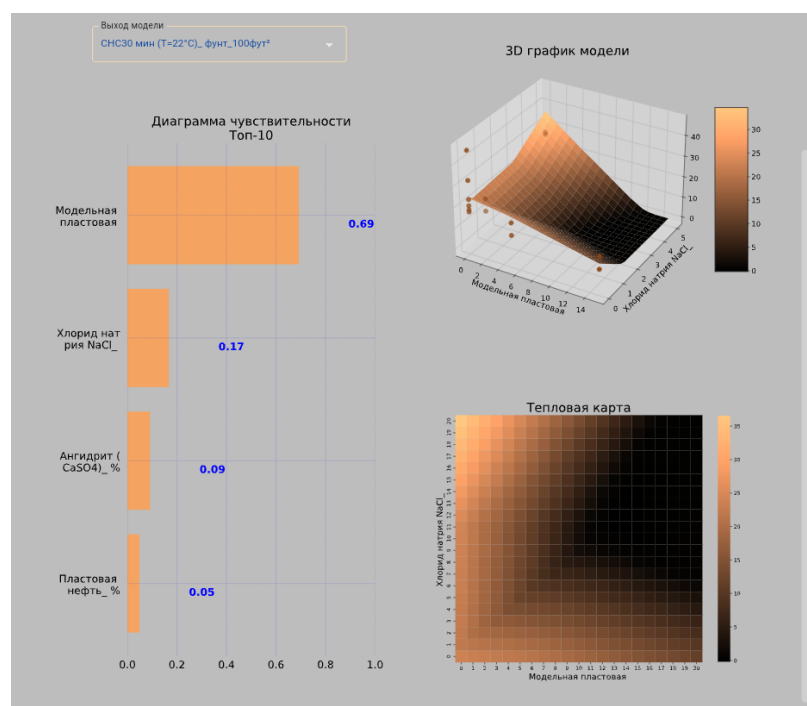


Рисунок 7 – Визуализации по результатам моделирования

4. Оптимизация


Для перехода в модуль «Оптимизация» (рисунок 8) требуется нажать на кнопку .

Рисунок 8 – Окно модуля «Оптимизация»

Здесь доступен следующий функционал:

- 1) Выбор моделей, оптимизация которых должна быть проведена;
- 2) Ввод компонентного состава БР для тех компонентов, которые не принимали участие в моделировании в качестве входов.

ВНИМАНИЕ! Ввод значений необходим для корректного расчета стоимости БР в процессе оптимизации. Введенные значения влияют только на критерий стоимости.

- 3) Работа с параметрами оптимизации – по раскрытию списка параметров при нажатии на кнопку «Показать параметры оптимизации»:

- а) Указание границ варьирования и шага изменения входных параметров.

ВНИМАНИЕ! Для фиксации параметров на константном значении требуется указать одинаковое значение в поле «минимум» и «максимум». Шаг изменять не следует.

- б) Выбор критериев оптимизации – рядом с каждым выходным параметром необходимо проставить соответствующую отметку. Имеется возможно сброса выбора повторным кликом. Выбор ограничений – рядом с каждым выходным параметром необходимо проставить минимальную «>=» и/или максимальную «<=» границу варьирования.

ВНИМАНИЕ! Если какой-либо выход не участвует ни в группе критериев, ни в группе ограничений, то он не учитывается при оптимизации.

ВНИМАНИЕ! Возможно указание одного и того же выхода как в качестве ограничения, так и в качестве критерия оптимизации.

- в) Формирование свертки оптимизационных критериев для решения задачи однокритериальной оптимизации при наличии 2 и более критериев с указанием для каждого из них весовых коэффициентов.

ВНИМАНИЕ! Для корректной работы свертки критериев соответствующие выходы обязательно должны быть отмечены «мин» или «макс».

ВНИМАНИЕ! Свертка критериев будет работать в случае указания хотя бы 1 значения веса.

- 4) Выбор и настройка параметров алгоритма оптимизации;
5) Просмотр результатов оптимизации – значения входных факторов (параметров БР), критериев и ограничений для найденных оптимальных значений (рисунок 9).

```
Лучшие решения:
-----
Параметры:
Пластовая нефть_ %: 0.01
Хлорид натрия NaCl_ %: 4.91
Ангидрит (CaSO4)_ %: 2.96
Модельная пластовая вода (МПВ): 14.99
-----
Критерии:
Условная вязкость по Маршу_ с: 42.46
Фильтрация API_ мл_30 мин: 15.19
-----
Ограничения:
Стоимость БР: 0.0
-----

Параметры:
Пластовая нефть_ %: 0.15
Хлорид натрия NaCl_ %: 4.91
Ангидрит (CaSO4)_ %: 1.94
Модельная пластовая вода (МПВ): 14.99
-----
Критерии:
Условная вязкость по Маршу_ с: 38.09
Фильтрация API_ мл_30 мин: 13.64
-----
Ограничения:
Стоимость БР: 0.0
-----
```

Рисунок 9 – Результаты оптимизации

ВНИМАНИЕ! Для многокритериальной постановки задачи оптимизации будет сформировано более 1 решения – аппроксимация Парето-оптимального фронта.

- 6) Сохранение результатов оптимизации (по кнопке «Сохранить результаты оптимизации») в отдельный каталог файловой системы (opt_results).
- 7) Вывод аппроксимации Парето-оптимального фронта – требуется выбрать различные критерии для осей x и y (рисунок 10).

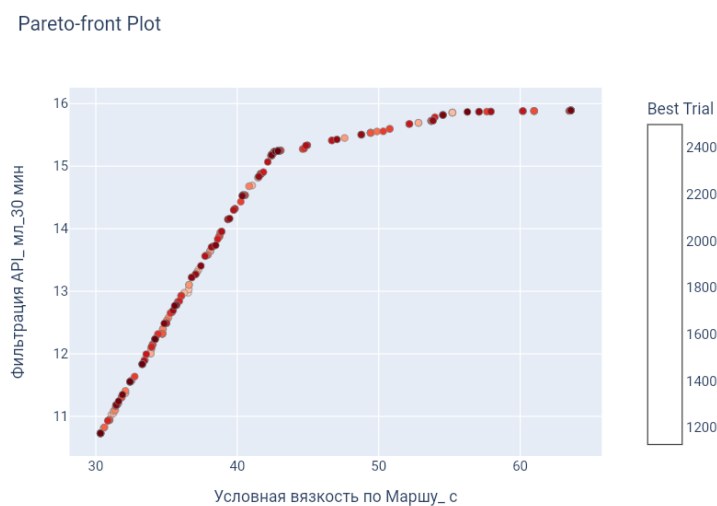


Рисунок 10 – Фронт Парето