

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СТЕНДА СЕПАРАЦИИ НЕФТИ

Цавнин А.В.¹, Паркин И.Д.²

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, доцент, e-mail avc14@tpu.ru

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, 8Т02, e-mail idp6@tpu.ru

Аннотация

В работе рассматривается разработка операторского программного обеспечения для установки физического подобия «Сепаратор», включающий сбор и передачу информации посредством Modbus TCP и HTTP, отображение активных элементов управления и логирования результатов эксперимента.

Ключевые слова: сепаратор, графический интерфейс, база данных, фильтрация данных.

Введение

На сегодняшний момент в области добычи нефти одним из важнейших компонентов начальной обработки сырой нефтепродукции является специальное устройство, используемое для разделения нефти от сопутствующего газа, воды и других примесей – сепаратор [1].

Для проведения автоматизированного эксперимента на стенде сепарации нефти необходима соответствующая управляющая программа, с помощью которой оператор сможет осуществлять съем данных для последующей обработки и их визуализацию, осуществлять управление системой и изменять режимы работы установки.

Целью данной работы является формирование диспетчерского уровня системы автоматизации стенда физического подобия "Трехфазный сепаратор" за счет создания операторского программного обеспечения. Данное решение предназначено в основном для использования в рамках лабораторных стендов, потенциальные пользователи которых – студенты и научные сотрудники.

Данное программное обеспечение разработано на языке программирования Python, с использованием фреймворка Qt6. В качестве передачи данных используется протокол Modbus TCP и HTTP.

Разработка базы данных

Была разработана реляционная база данных с использованием системы управления базами данных MySQL, для хранения результатов эксперимента.

Разработанная база данных предназначена для ввода, накопления и долговременного хранения информации о времени эксперимента, количестве вещества, а именно: нефти, эмульсии, воды, а также времени работы насосов и клапанов и фотографий с камеры: оригинальных и сегментированных. База данных содержит следующие сущности: «Тип эксперимента», «Начальное количество жидкостей в баках», «Изображения», «Насосы», «Клапаны», «Результаты».

Основываясь на данных сущностях, была спроектирована логическая модель базы данных, которая показана на рисунке 1.

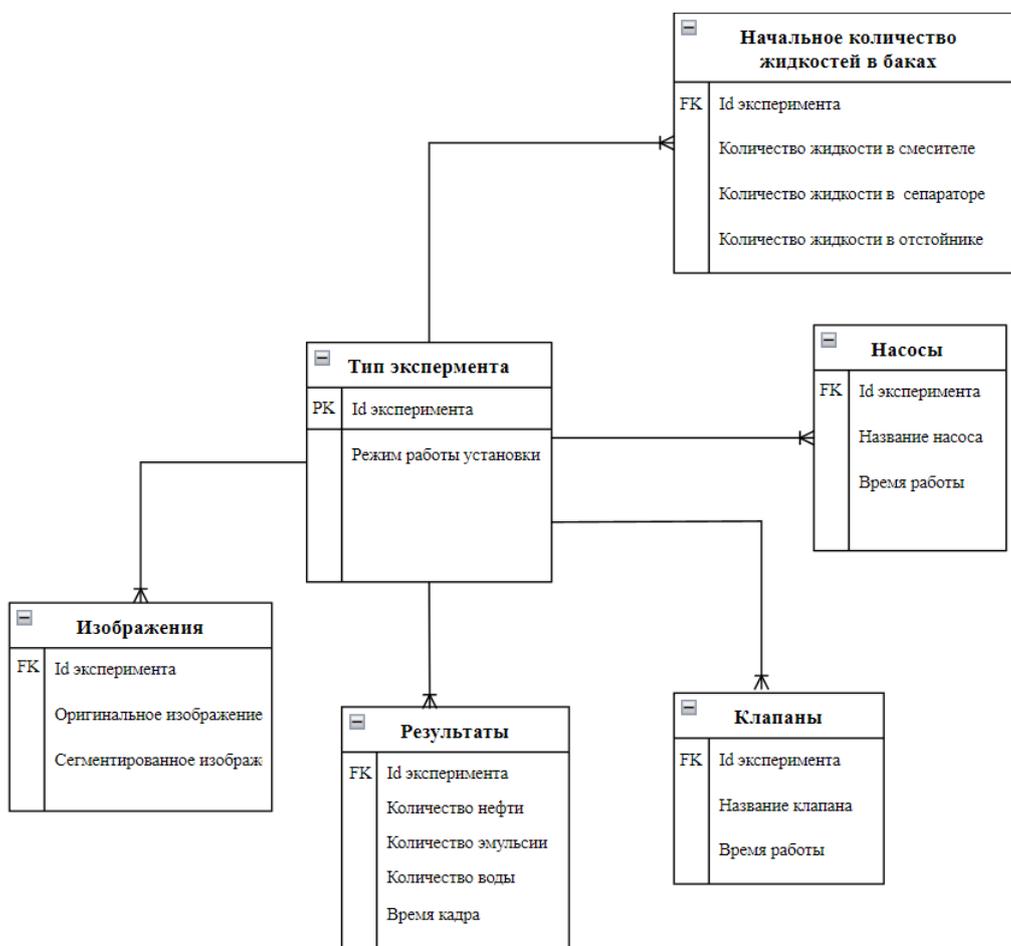


Рис. 1. ER-диаграмма

Разработка графического интерфейса

В качестве основного языка программирования используется Python [2] и фреймворк Qt6 [3]. Для разработки использовалась среда PyCharm.

Qt6 – программная платформа, которая упрощает разработку программного продукта. Среди его достоинств стоит отметить кроссплатформенность спроектированных приложений, детальную документацию с примерами и наличие удобных инструментов для проектирования графических интерфейсов.

Разработанное приложение служит для визуализации экспериментальных данных и управлением работы стенда, и содержит в себе 4 основных окна: «Статический режим», «Динамический режим», «Технический прогон», «Мнемосхема». Первые два окна предназначены для вывода данных эксперимента на график в режиме реального времени. Окно «Динамический режим» также содержит опции для определения времени эксперимента. Данные эксперимента передаются по протоколу HTTP в формате JSON. Окно «Технический прогон» служит для определения неисправностей элементов системы, а также для вывода информации о количестве жидкостей в емкостях. Окно «Мнемосхема» содержит экранную форму, предназначенную для визуализации и понимания работы стенда трехфазного подобию сепаратора. Для управления выходами, к которым подключены насосы и задвижки стенда, используется протокол Modbus TCP. Помимо этого, в интерфейсе присутствует индикация, обозначающая подключение к ПЛК, серверу и базе данных.

Для изменения настроек эксперимента присутствует панель управления, которая находится в верхней части интерфейса. Она позволяет перейти к следующим окнам: для подключения к серверу, к изменению параметров сегментации, к выводу на график уже проведенных экспериментов по id. Помимо этого, панель управления содержит элементы, позволяющие пользователю сохранить график в формате PNG, JPEG, SVG, также, при сохранении можно редактировать цветовую палитру графика. Вывод данных, для последующей обработки, доступен в формате xls, txt и csv.

Внешний вид основных окон приложения представлен на рисунках 2 – 5.

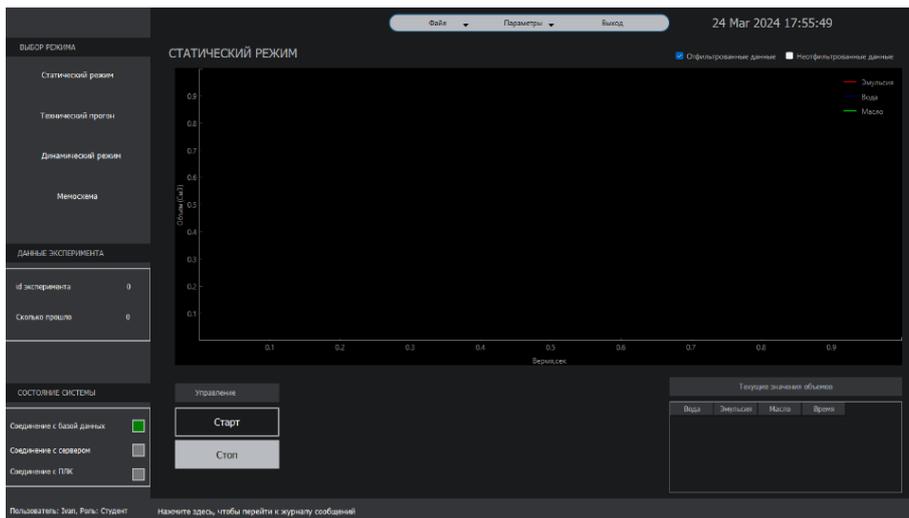


Рис. 2. Окно «Статический режим»



Рис. 3. Окно «Динамический режим»

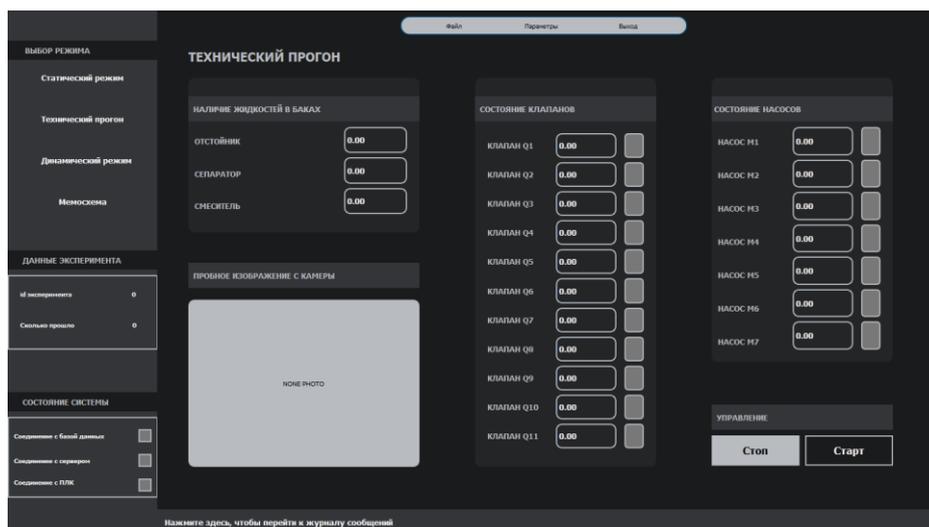


Рис. 4. Окно «Технический прогон»

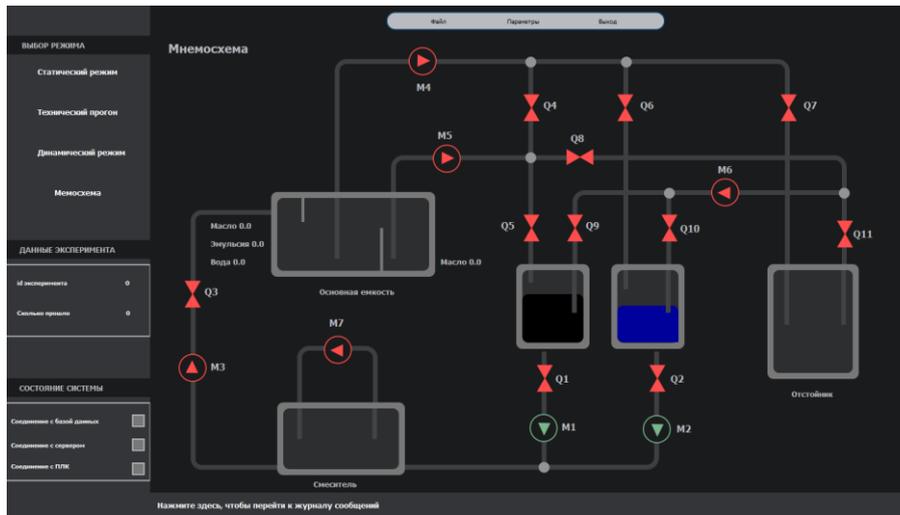


Рис. 5. Окно «Мнемосхема»

На рисунке 6 показан результат работы приложения на примере визуализации экспериментальных данных.



Рис. 6. Результат работы приложения на примере вывода экспериментальных данных

Во время проведения эксперимента, все действия оператора фиксируются в журнале сообщений с указанием временной метки. Также, в журнале фиксируются аварийные ситуации, например, потеря соединения с сервером. Сообщения можно вывести в формате txt и csv, либо сразу распечатать.

Фильтрация данных

Для фильтрации данных используется фильтр Савицкого – Голея, так как данный фильтр стремится сохранить основные характеристики исходного распределения в виде относительных максимальных и минимальных значений. Ширина пиков тоже сохраняется [4].

Фильтр Савицкого-Голея – это метод сглаживания данных, который используется для уменьшения шума во временных рядах или сигналах. Он основан на аппроксимации данных полиномом заданной степени и выполняет сглаживание путем вычисления взвешенной суммы окрестных точек вокруг каждой точки данных.

Значения можно выводить как оригинальные, так и отфильтрованные. На рисунках 7 и 8 показаны данные без использования фильтра и с ним.

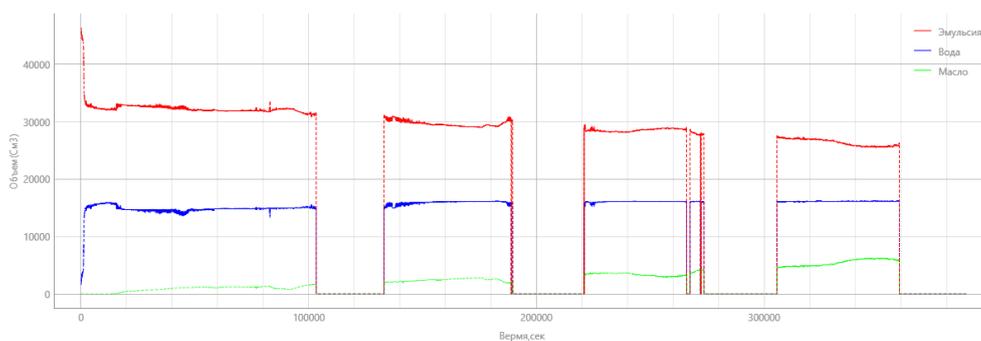


Рис. 7. Оригинальные данные

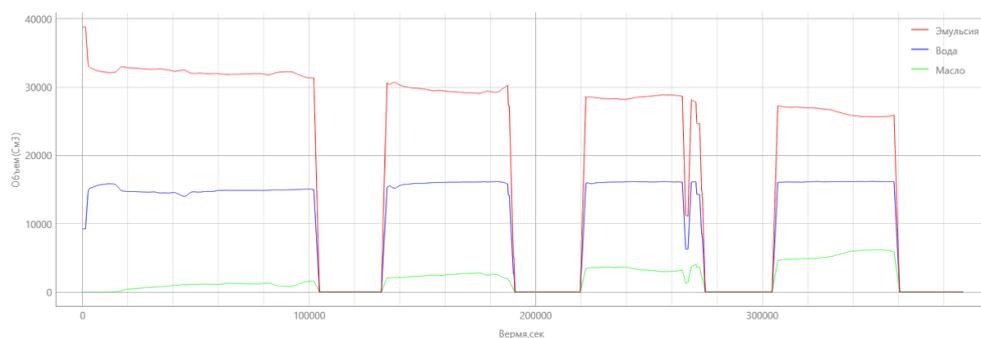


Рис. 8. Отфильтрованные данные

Заключение

Результатом проделанной работы является созданная база данных с помощью системы управления базами данных MySQL, которая хранит в себе экспериментальные данные. Далее, было разработано приложение, которое служит для управления стендом физического подобию "Трехфазный сепаратор" и визуализации данных с эксперимента, созданное с помощью языка программирования Python и фреймворка Qt6. Полученное приложение является кроссплатформенным настольным приложением.

Список использованных источников

1. А.В. Цавнин, А.А. Филипас, А.С. Беляев, Н.В. Рожнев Адаптивная информационно-измерительная система для мониторинга протекания физико-химического процесса // Известия Томского Политехнического Университета. Инжиниринг Георесурсов. – Томск: Изд-во ТПУ. – 2020. – С. 122-129.
2. Документация Python // Python. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.python.org/?hl=RU> (дата обращения: 10.03.2023).
3. Документация Qt6 // Qt. [Электронный ресурс]. – URL: <https://doc.qt.io/qt-5.15/> (дата обращения: 10.03.2023).
4. Ю.А. Каламбет, Ю.П. Козьмин, А.С. Самохин Фильтрация шумов. Сравнительный анализ методов // Аналитика. – Москва: Изд-во Техносфера. – 2017. – С. 89-99.