

**РЕУНОВ В. Н., КУДЕЛИН А. Г., ГРЕСЮК А. Н.
АВТОМАТИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СКВАЖИН**

УДК 658.512, ГРНТИ 50.47.02

Автоматизация мониторинга
показателей скважин

Automation of well performance
monitoring

**В. Н. Реунов¹, А. Г. Куделин²,
А. Н. Гресюк²**

**V. N. Reunov¹, A. G. Kudelin²,
A. N. Gresyuk²**

¹ООО «Консалт-Информ», г. Ухта

¹LLC "Consult-Inform", Ukhta

²Ухтинский государственный технический
университет, г. Ухта

²Ukhta State Technical University,
Ukhta

В статье рассматривается разработка и внедрение ИС для мониторинга производственных показателей нефтяных скважин, принадлежащих малым и средним предприятиям. Система предназначена для автоматического сбора, обработки и передачи данных в реальном времени. Цель проекта – создание доступного решения, способного обеспечить своевременное реагирование на изменения параметров работы скважин, снижение рисков аварий и простоев. Рассматриваются архитектура клиент-сервер, использование логгеров для сбора данных, а также интеграция с системой дистанционного контроля промышленной безопасности. Описаны технологии, применяемые для обеспечения надежной передачи данных и их дублирования в автоматизированные информационные системы надзорных органов. Внедрение системы позволит повысить промышленную и экологическую безопасность, снизить финансовые потери и повысить конкурентоспособность малых нефтяных компаний.

This paper explores the development and implementation of an information system designed for monitoring production parameters of oil wells owned by small and medium-sized enterprises. The system aims to automate real-time data collection, processing, and transmission. The primary goal is to create an affordable solution that ensures timely responses to well operation changes, reduces downtime and accident risks. The paper discusses client-server architecture, the use of loggers for data collection, and integration with industrial safety remote monitoring systems. Technologies for reliable data transmission and duplication in supervisory information systems are also described. Implementing this system will enhance industrial and environmental safety, reduce financial losses, and increase the competitiveness of small oil companies.

Ключевые слова: мониторинг скважин, информационная система, автоматизация, логгеры, клиент-серверная архитектура, малый бизнес, промышленная безопасность, нефтедобыча

Keywords: well monitoring, information system, automation, loggers, client-server architecture, small business, industrial safety, oil extraction

Введение

В современной России остро стоит вопрос в освоении и разработке мелких месторождений нефти и газа, месторождений с трудноизвлекаемыми запасами. Разработкой таких месторождений занимаются, как правило, предприятия малого и среднего бизнеса. При разработке любых месторождений нефти и газа всегда требуется контроль и достоверный учет производственных процессов на скважинах. Дистанционный контроль работы скважин позволяет рационально вести разработку, своевременно корректировать производственные процессы, реагировать на любые отклонения от нормального режима работы скважин и трубопроводов. На сегодняшний день отсутствуют технологии автоматизации производства доступные для малого и среднего бизнесов. Крупные компании, такие как Публичное акционерное общество (далее – ПАО) «ЛУКОЙЛ», ПАО «РОСНЕФТЬ», ПАО «ГАЗПРОМ» безусловно имеют цифровые технологии, позволяющие им оптимизировать производственные процессы, но, к сожалению, они не доступны малым нефтяным компаниям, как в силу закрытости, так и в силу дороговизны.

На сегодняшний день становится все более актуальной проблема обеспечения промышленной безопасности опасных производственных объектов (далее – ОПО), наиболее подверженным рискам аварий и чрезвычайных ситуаций. Скважины и трубопроводы, по которым транспортируется добываемая продукция, относятся к ОПО, на которых возникают аварийные ситуации, что приводит в некоторых случаях к травмам персонала и негативным экологическим последствиям. Постановлением Правительства РФ от 31.12.2020 № 2415[15,16] проводится эксперимент по внедрению системы дистанционного контроля промышленной безопасности (далее – СДК ПБ). Ростехнадзором РФ завершается работа над цифровой платформой «Автоматизированная информационная система (далее – АИС) Ростехнадзора», в которой был предусмотрен автоматизированный сервис, позволяющий на основе ИИ и Bigdata предсказывать вероятность возникновения аварийных ситуаций или выявлять сведения о существенных отклонениях типового производственного процесса. Однако у недропользователей, осуществляющих эксплуатацию ОПО остается много вопросов относительно механизмов обеспечения информационного обеспечения информационного взаимодействия между СДК ПБ предприятия и АИС Ростехнадзора.

Производственные процессы по добыче углеводородного сырья малого и среднего бизнеса автоматизированы слабо, зачастую отсутствует как таковая СДК ПБ, способная передавать показания в АИС Ростехнадзора. Технологии идут вперёд, активно развиваются и улучшаются. Происходит автоматизация практически всех процессов в бизнесе. Это упрощает работу любого предприятия, экономит время и деньги. В данной работе делался упор на обеспечение автоматизацией производства малых нефтяных компаний с несколькими добывающими скважинами. Для таких маленьких компаний существует необходимость в автоматизации съёма показателей датчиков со скважины и передаче в точку принятия решений.

Как правило, на таких предприятиях, операторы по добыче объезжают фонд скважин, чтобы проверить их состояние и снять показания датчиков. Зачастую скважины тяжело доступны и находятся на большом расстоянии от вахтового посёлка и уходит много времени чтобы добраться до них. Из этого вытекают проблемы. Например, после проверки скважины она может спустя небольшое время остановиться по той или иной причине. А об этом могут узнать только при следующем посещении оператором скважины, возможно только через сутки. Следствием этого является проблема отсутствия оперативного реагирования на неисправности, последствием которого является простой скважины и убытки.

Обозначенные позиции говорят об актуальности проблемы мониторинга показателей датчиков со скважины. Поэтому целью данной работы является разработка информационной системы (далее – ИС) «Мониторинг-показателей». Система разрабатывается для передачи показателей со скважин оператору, в центр принятия решений предприятия (центральная инженерно-технологическая служба) и дублируется в АИС Ростехнадзора посредством разработанной информационной системы с указанной периодичностью. На каждую скважину будет установлено специальное оборудование для передачи показателей в систему [15,16].

Благодаря ИС технические специалисты смогут в кратчайшие сроки реагировать на возникшие проблемы на скважинах, и дать соответствующие указания работникам на месте. Также благодаря внедрению этой недорогой и простой системы предприятие будет соблюдать требования промышленной и экологической безопасности, снизятся риски возникновения аварий на опасных производственных объектах.

Актуальность

Сейчас на каждом промысле и на каждой скважине стоит специальное оборудование, для считывания информации со скважины. Как правило это термометр, барометр, расходомер, эхолот и дебит. Съём данных с этих датчиков выглядит следующим образом. Оператор скважины ежедневно приезжает на скважины и снимает вручную показатели. Записывает в журнал полученные данные и передаёт оператору данные по рации в вахтовый посёлок, чтобы тот тоже записал в журнал. В дальнейшем эти данные передают начальству. Отсюда вытекают проблемы. Самая главная проблема, что оператор проверяет скважину всего раз в день. Если вдруг она прекратит свою работу, об этом узнают только на следующий день. Что уже существенно бьёт по прибыли компании.

Наше устройство будет считывать данные со всех датчиков и передавать их в разработанную нами систему, практически в режиме реального времени. Таким образом можно всегда отследить работу скважин. Данные, считанные с датчиков, при помощи специальных приборов для съёма показателей, будут пересылаться по спутниковой связи по IP в разработанную нами систему, установленную на ПК оператора. Благодаря этой системе, мы существенно снизим риски незаметной остановки скважины.

В ИС будет предусмотрена проверка нахождения оператора на рабочем месте, а именно в случае каких-то неполадок, сбоев или отклонения от заданных

норм показателей система будет оповещать об этом, по средствам визуальных эффектов. Предупреждение будет сохраняться в журнале сообщений. В случае критических ошибок и угрозе прототипу устройства, система экстренно завершит свою работу и оповестит об этом оператора и начальство. В системе также ведётся автоматическое создание и сохранения отчётов по средним показателям со скважины за заданный промежуток времени. Отчёты сохраняются в системе на заданный период времени и автоматически отправляются начальству.

Постановлением Правительства РФ от 31.12.2020 № 2415 [15] проводится эксперимент по внедрению СДК ПБ. Наша система попадает под все критерии эксперимента. В случае согласия компании на участие в эксперименте, компания будет сотрудничать с Ростехнадзором. Все данные с датчиков будут также дублироваться в Ростехнадзор.

Структура информационной системы

Для достижения поставленной цели необходимо разработать следующие компоненты системы:

1. Сервер: на котором будет размещена база данных;
2. Оператор: подключается к базе через сервер и берет данные;
3. Графический интерфейс: отображает все собранные данные клиентом на формах;
4. Оборудование, которое будет считывать данные с датчиков.

На Рисунке 1 представлена диаграмма потоков данных для эффективной организации мониторинга.

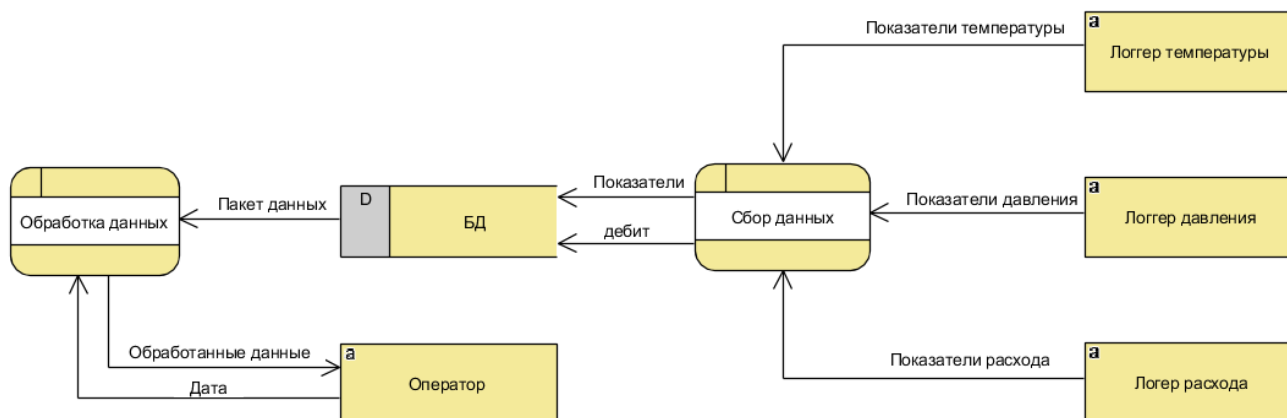


Рисунок 1. Структура ИС

Для ИС была выбрана архитектура клиент-сервер [2] (Рисунок 2). Клиент-серверная архитектура позволяет разделить код клиентского и серверного приложения, что позволит понизить требования к аппаратным средствам клиентов, так как большая часть вычислений будет производиться на сервере. Так же к преимуществам архитектуры клиент-сервер относится:

– Масштабируемость, система способна адаптироваться к росту количества пользователей и увеличению объема базы данных без замены программного обеспечения, а, в основном, за счет наращивания аппаратных средств.

– Большая защищенность информации от несанкционированного доступа, защитить информацию на сервере базы данных легче, так как права доступа администрируются достаточно гибко. При необходимости прямой доступ может быть ограничен до определенного поля таблицы или запрещен вообще. При запрещении прямого доступа обращение к таблицам осуществляется через промежуточные процедуры.

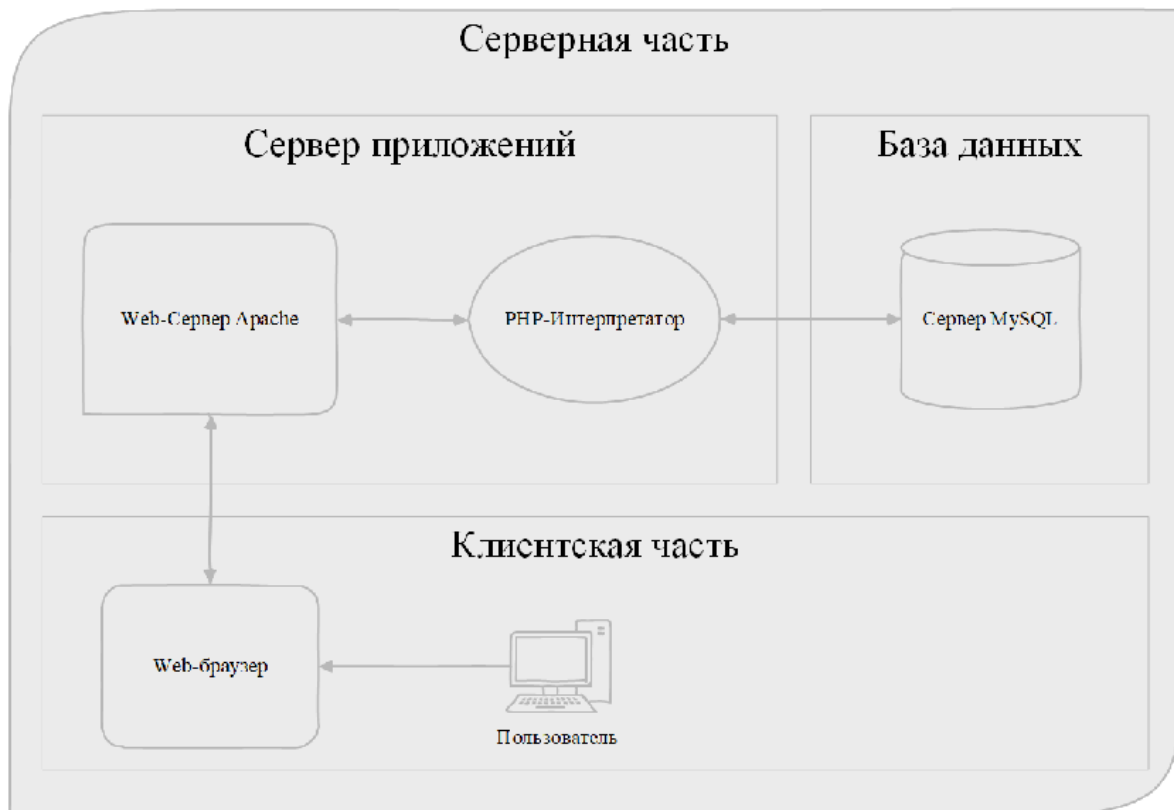


Рисунок 2. Архитектура

Технологическая часть

Во время подбора подходящих устройств были выбраны логгеры (Рисунок 3). Логгер – это автономное измеряющее устройство. Логгер предназначен для периодической или непрерывной записи. Все устройства требуют ручного съема показателей через USB. Для решения этой проблемы был выбран архивный логгер фирмы PROMODEM. Благодаря этому логгеру, получится снимать показания автоматически со всех логгеров в один пакет данных и отправлять их по IP-адресу на ПК оператора. Настроить Архивный логгер получится при помощи ПК через USB и встроенную ОС. При помощи нескольких команд можно настроить логгер, чтобы тот пересылал данные на нужные IP-адреса. Также при настройке можно выдавать имя Логгеру, чтобы было понятно с какой скважины идет пакет данных.



Рисунок 3. Логгер

Для того, чтобы передавать данные на промысле понадобится WiFi-модем (Рисунок 4), который способен подключиться к архивному Логгеру [3, 4]. При помощи этих модемов можно поднять промышленную локальную сеть и снизить затраты на оплату интернета.



Рисунок 4. WiFi-модем

Все логгеры устанавливаются на устье скважины и считывает данные с аналоговых или цифровых датчиков. [14] Все данные передаются в архивный логгер, который подключен к модему с интернетом. Затем Архивный логгер собирает все данные в один пакет и отправляет их в систему.

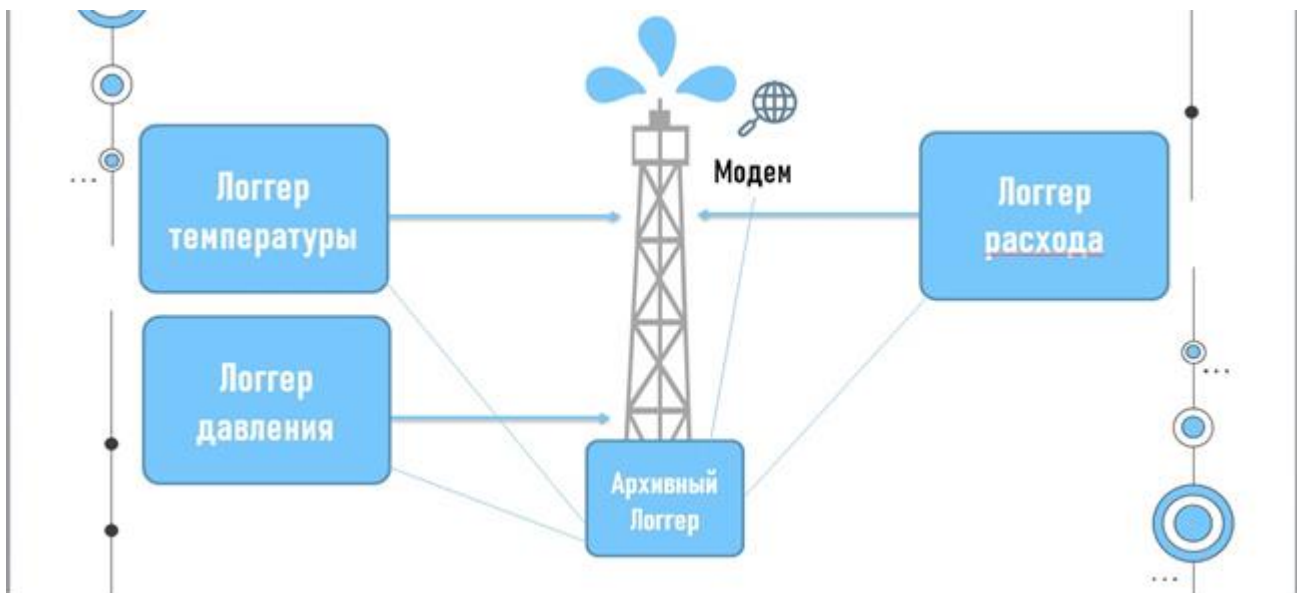


Рисунок 5. Установка на скважине

В вахтовом посёлке будет установлена мачта с антенной для обеспечения интернетом всех кустов скважин (Рисунок 5). На каждой скважине с оборудованием будет установлен Wi-Fi модем, который будет подключен к промышленной локальной сети (Рисунок 6).



Рисунок 6. Передача данных по локальной сети

Если отсутствует возможность подключения скважины к локальной сети, вместо Wi-fi модема будет установлен спутниковый терминал для передачи данных. Чтобы не пропадал сигнал со спутником выбрана фирма Thuraya, их спутники находятся на геостационарной орбите, соответственно прерывание сигнала не происходит.

Настройка оборудования

На Рисунке 7 показано, как будет интегрироваться модемы в LAN сеть предприятия.

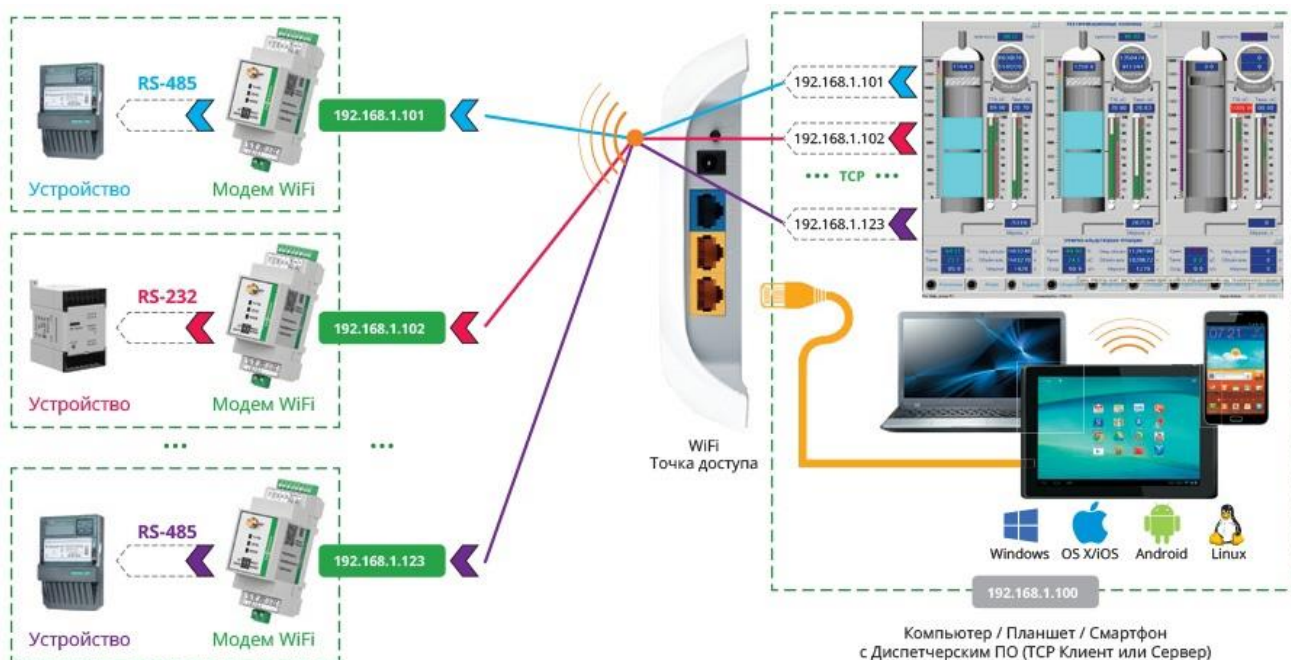


Рисунок 7. Интеграция в LAN-сеть

Благодаря этому мы сможем получить беспроводной доступ к Устройствам, находящимся в зоне покрытия Wi-Fi локальной сети предприятия

Со стороны Диспетчерского пункта понадобится следующие ПО: Windows, Linux, Android, OS X, iOS – по TCP Модем способен работать в режиме Station (STA) - автоматическое подключение к точке доступа при подаче питания.

Также устройство может осуществлять Автоматический прием подключений от TCP Клиента – режим «TCP Сервер» и Автоматическое подключение к TCP Серверу – режим «TCP Клиент» (Рисунок 8).

В Модеме предусмотрен конвертер Modbus RTU-TCP для опроса подключенного к нему Modbus RTU (Он же Архивный Логгер) устройства вашей Диспетчерской программой (SCADA) по протоколу Modbus TCP



Рисунок 8. Работа модема

В модеме предусмотрен Режим Access Point (AP) [14] – для построения Канала связи "радиоудлиннитель RS-порта" без внешней точки доступа. Также стоит сказать о надёжности данной модели.

Из плюсов стоит выделить:

- Контроль подключения к точке доступа с автоперезагрузкой Модема при превышении числа неудачных попыток
 - Контроль подключения TCP-клиента с автоперезагрузкой Модема по тайм-ауту на отсутствие подключений
 - Контроль подключения к TCP-серверу с автоперезагрузкой Модема при превышении числа неудачных попыток
 - Таймер безусловной периодической перезагрузки
 - Повышенная надежность изделия с гарантией 5 лет от производителя
- Настройки модема и логгера представлены на рисунках 9-11.

▼ Сеть WiFi STA, SSID = ASUS, pass = 123456QWERTY

Режим модема: STA | AP Выбирайте «AP» ТОЛЬКО для Канала связи «Точка-точка: радиодлинатель RS», при отсутствии внешней точки доступа и только для одного Модема в паре (второй настраивайте как STA)

Имя сети (SSID): Введите известное Имя сети (SSID) или просканируйте доступные Модему сети

Пароль: Не менее 8 символов, без пробелов

▼ TCP/IP Модем = TCP Сервер, 192.168.1.101 : 23

Режим работы: TCP Сервер | TCP Клиент

Получить автоматически по DHCP от вашей точки доступа

IP-адрес Модема: Рекомендуется назначение вручную, если Модем = TCP Сервер. IP-адреса: Модема и TCP Клиента – должны быть в одной локальной подсети

Порт Модема:

► RS интерфейс 9600 8 NONE 1 NO Настройки интерфейса: Модема и подключаемого к нему Устройства – должны совпадать

Рисунок 9. Настройка модема

ПО GSMConfig. ОКНО «НАСТРОЙКИ МОДЕМА». Заливка настроек в модем

Ввести с этикетки Модема кроме последних 3-х символов

Номер COM-порта напротив кнопки USB соответствует номеру COM-порта для устройства STMicroelectronics в Диспетчере устройств Windows

Рисунок 10. Настройка логгера

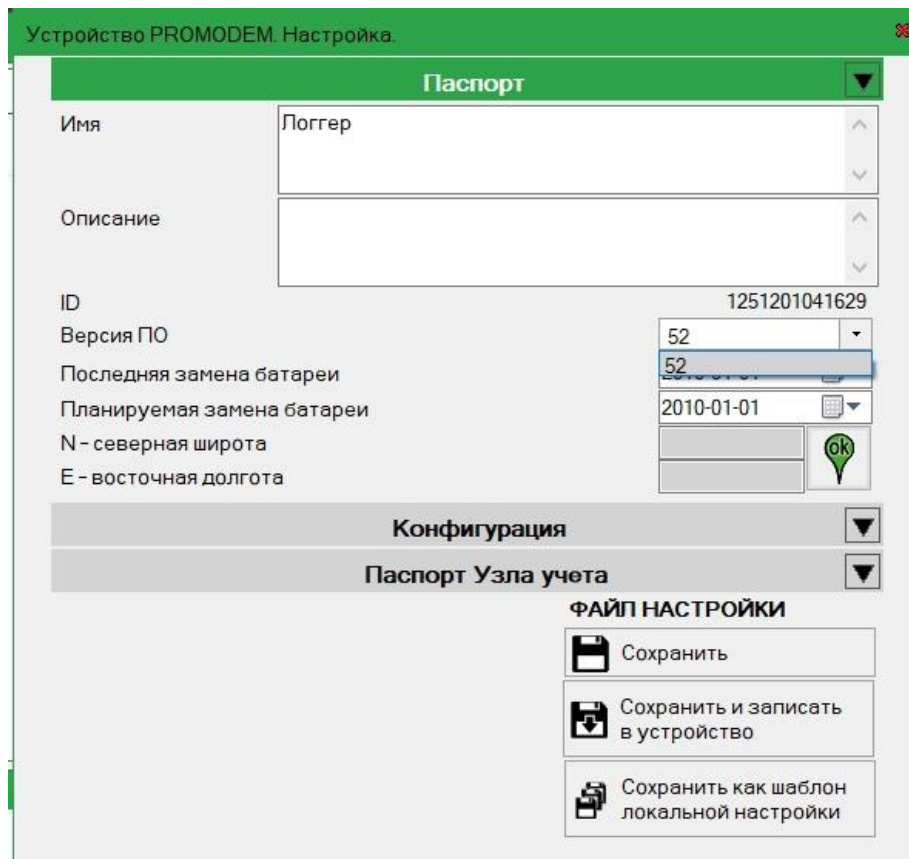


Рисунок 11. Подключенный логгер

Подключаем логгер по USB к ПК. Логгер подключается как СОМ-порт. Для того чтобы произвести подключение необходимо перевести логгер режим Interface Mode. Для этого жажмём кнопку К1 на плате на 5 секунд, после чего загорится светодиод, сигнализирующий об успешном подключении логгера. [14]

После этого нажимаем кнопку в программе подключиться к устройству. Далее проводим настройку, ставим новейшую прошивку и загружаем в логгер. Логгер перезагрузиться и настройки сохранятся.

Настраиваем периодичность передачи данных. Выбираем режим работы мониторинг, тип связи Архив, опрашиваем устройство N кол-во раз в день, период 5 минут. Каждые 5 минут логгер будет опрашивать подключенные к нему устройства и отсылать данные с них (Рисунок 12).

Устанавливаем аварийную связь в случае аварийных ситуаций и пропажи интернета. На заданные номера и email будут отсылаться сообщения об аварии. Текст сообщения задаёт пользователь (Рисунок 13).

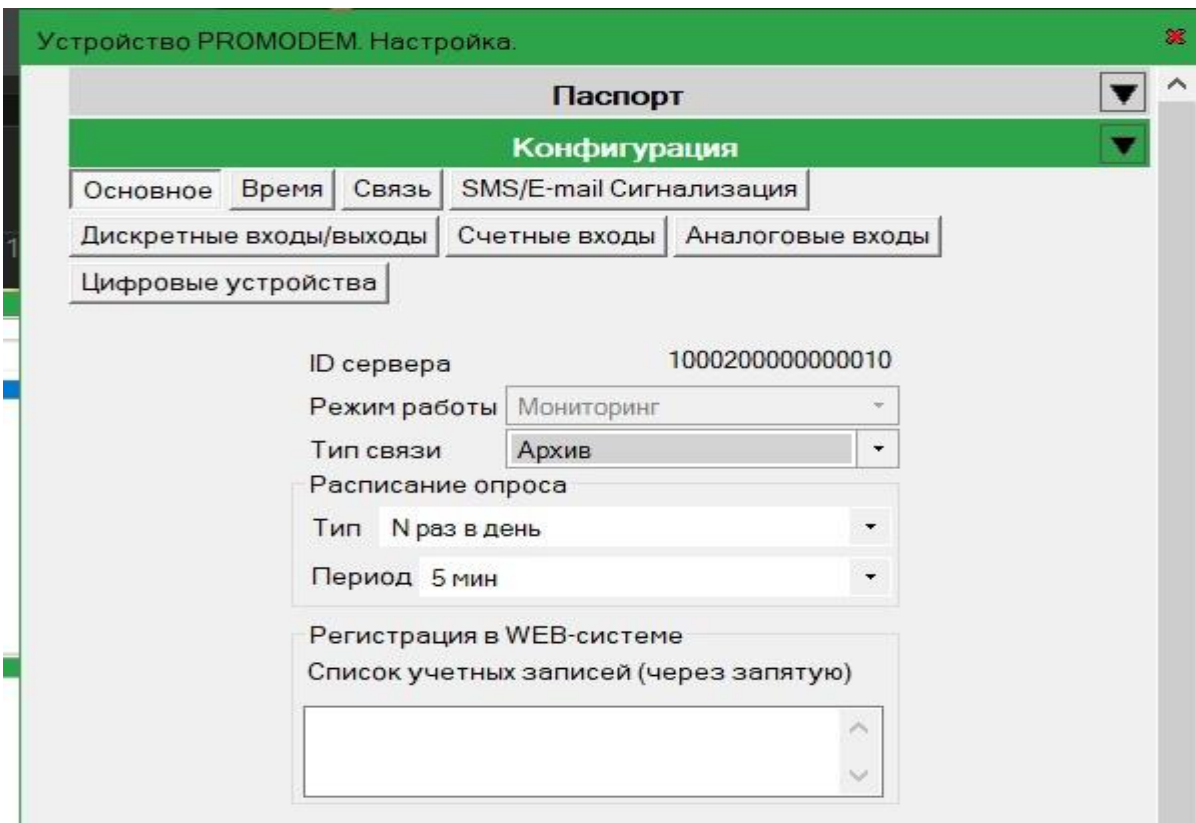


Рисунок 12. Настройка периодичности передачи данных

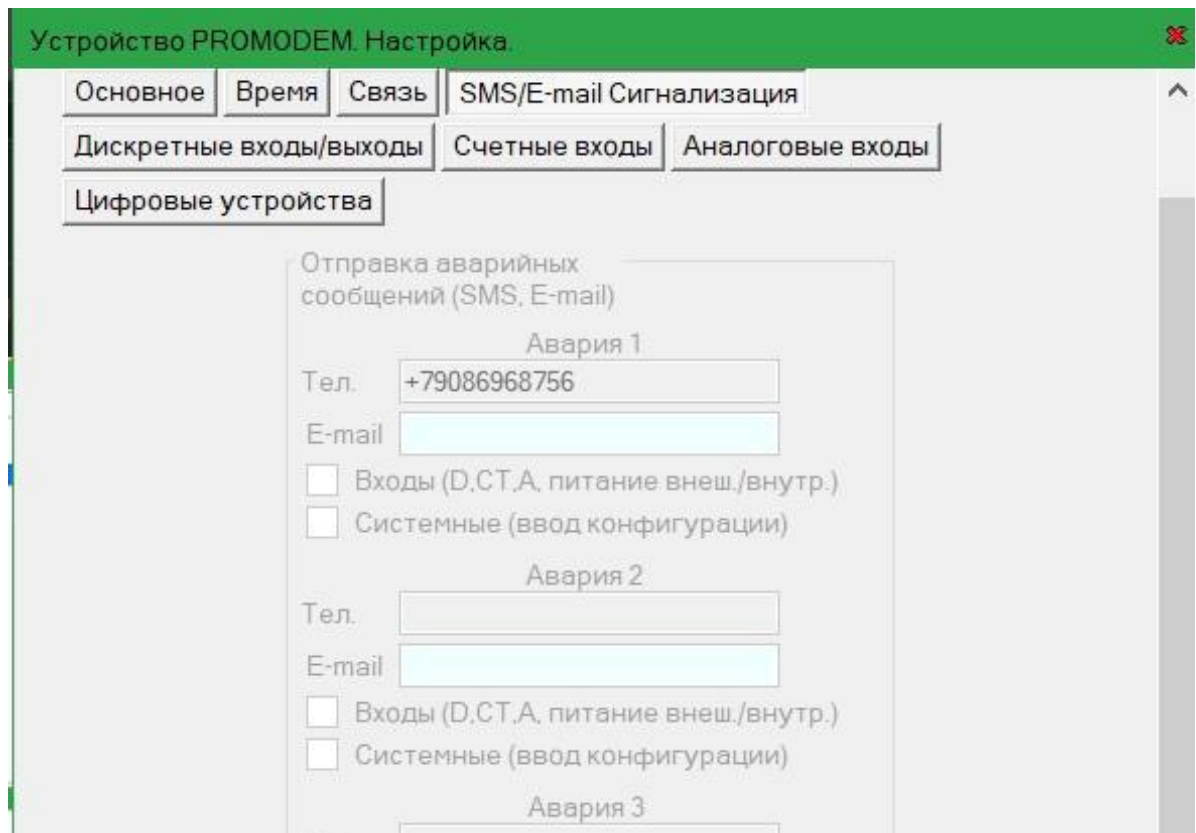


Рисунок 13. Устанавливаем аварийную связь

Устройство PROMODEM. Настройка.

Паспорт

Конфигурация

Основное | Время | Связь | SMS/E-mail | Сигнализация

Дискретные входы/выходы | Счетные входы | Аналоговые входы

Цифровые устройства

Разветвитель интерфейса (для логов типа R1, R2)
R2 «совместный опрос» RS-232

Протокол ModBus RTU

UART
Стандарт RS-485 1200 8 N 1

Частота опроса 1 мин

Ожидание ответа 200 мс

Задержка измерения 50 мс

Доступные устройства:
1 2 3 4 5 6 7 8

Устройство 1
Устройство 1

Адрес устройства 1

Доступные параметры:
1 2 3 4 5 6 7 8

Параметр 1.1
Параметр 1.1

Параметр T (температура) °C Int16

Адрес параметра 1 04 Read Input Registers

Big endian (←[b15...b8][b7...b0])

Рисунок 14. Настройка подключённых цифровых устройств

Производим настройку подключенных цифровых устройств по каналу RS-485 (Рисунок 14). Выбираем устройство по номеру (номер соответствует порту на плате), задаем какие параметры будет передавать и тип данных. [14]

Устройство PROMODEM. Настройка. ✕

Паспорт ▼ ▲

Конфигурация ▼

Основное | **Время** | Связь | SMS/E-mail | Сигнализация

Дискретные входы/выходы | Счетные входы | Аналоговые входы

Цифровые устройства

A1 | A2 | A6 | A7 | T°C | Бат%

вкл | откл | откл | откл | откл | откл

Период измерения входов: 5 мин ▼

Задержка измерения: 50 мс ▼

A1

A1 ▲ ▼

Ведение Архива: **Вкл**

Выходной сигнал: 4...20 мА

Параметр: T (температура) ▼ °C ▼

Измеритель: Датчик ▼

Диапазон измерения, °C

4 - 60

Контроль уставок **Авария**

min: 0 max: 60

проблема ▲ ▼ | проблема ▲ ▼

Контроль уставок MAX изменения **Событие**

Уменьшение: 0 Увеличение: 0

Текст аварийного сообщения ▲ | Текст аварийного сообщения ▲

Рисунок 15. Настройка подключенных аналоговых устройств

К логгеру так же возможно подключить аналоговые датчики с выходным сигналом 4-20мА. Выставляем передаваемые параметры и тип данных (Рисунок 15).

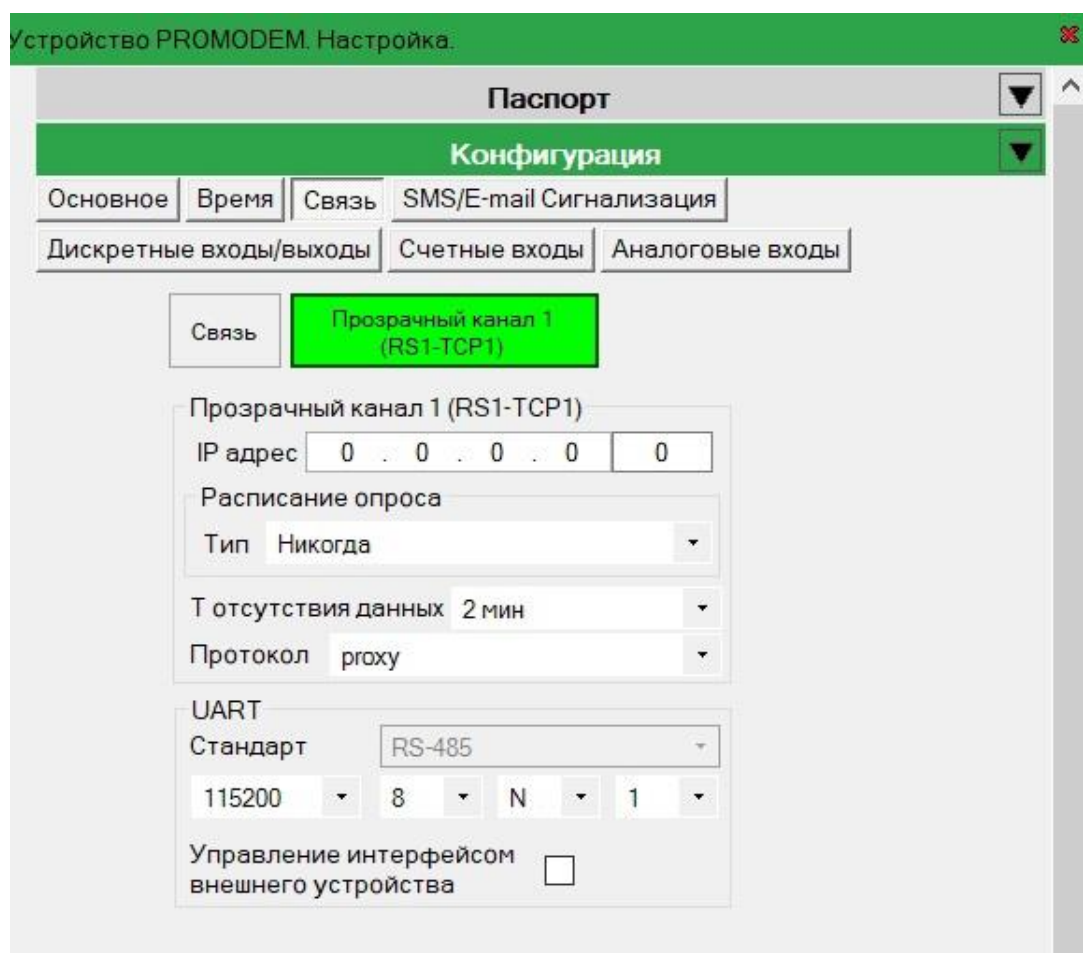


Рисунок 16. Настройка передачи данных по TCP

Настраиваем логгер на передачу данных по TCP порту. Задаем IP-адрес и порт. Расписание опроса и протокол передачи (Рисунок 16-18).

Беспроводной опрос устройства, подключенного по RS-485/RS-232 интерфейсу к логгеру, производится диспетчерской программой по TCP-порту. Для образования временного канала опроса, Логгер (всегда «TCP-клиент») по расписанию автоматически подключается к заданному IP-адресу диспетчерского центра («TCPсервер»). Если программа опроса может работать в режиме «TCP-сервер», т.е. слушать заданный TCP-порт и принимать подключения от «TCP-клиентов», то Логгер можно настроить на работу в прозрачном беспротокольном режиме. Если программа опроса работает в режиме «TCP-клиент» (в настройках подключения к устройству требуется указать его IP-адрес и TCP-порт), то Логгер рекомендуется настроить на подключение к диспетчерской программе опроса через Службу Данных PROMODEM GSMService, с использованием протокола PROMODEM. Служба Данных PROMODEM GSMService является службой Windows и работает как программный TCP-мост (двухсторонний «TCP-сервер»), стыкующий между собой подключения «TCP-клиентов»: Логгеров PROMODEM со стороны объектов и программы опроса со стороны диспетчерской. [14]

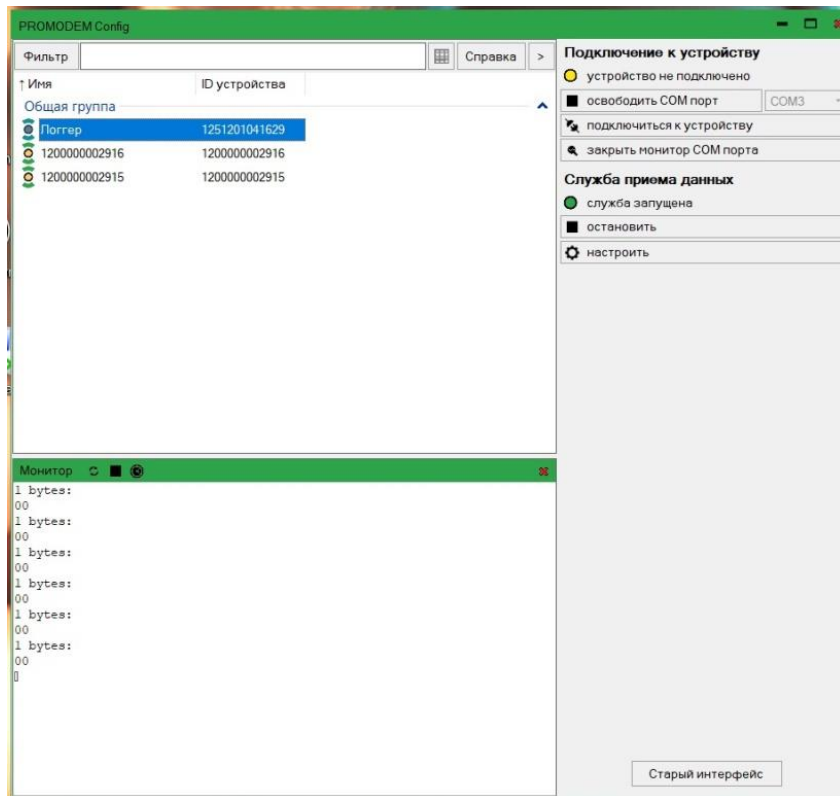


Рисунок 17. Пример передачи данных



Рисунок 18. Подключение и настройка Логгера

Заключение

Разработка и внедрение информационной системы для мониторинга показателей скважины является фундаментальной задачей, направленной на обеспечение надежного и безопасного функционирования критически важных объектов. Эта система играет ключевую роль в повышении уровня автоматизации управления процессами, уменьшении времени реагирования на возникающие проблемы и снижении риска возникновения аварийных ситуаций. Таким образом, успешное внедрение такой системы позволяет не только улучшить оперативность работы, но и значительно повысить безопасность нефтедобывающей отрасли.

Список использованных источников и литературы

1. ГОСТ 19.201-78. Техническое задание. Требование к содержанию и оформлению [Текст].
2. ГОСТ 34.602-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы, введ. 01.01.90. Москва: Стандартинформ, 2009. 11с.
3. ГОСТ 34.201 – 89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем.
4. Документация JavaScript [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://learn.javascript.ru/> (дата обращения: 28.02.2024)
5. Документация HTML [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://htmlbook.ru/html/> (дата обращения 01.03.2024)
6. Документация CSS [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://htmlbook.ru/css/> (дата обращения 02.03.2024)
7. Официальный сайт CASE-средства Visual Paradigm [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.visualparadigm.com/>. (дата обращения: 25.02.2024).
8. Архитектура информационных систем. К. В. Рочев. Ухта, 2024. 100 с.
9. Документация Open Server [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://ospanel.io/docs/> (дата обращения: 15.03.2024).
10. MySQL [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mysql.com/> (дата обращения: 15.03.2024).
11. Илюшечкин, В. М. Основы использования и проектирования баз данных / В. М. Илюшечкин. - М.: Юрайт, Юрайт, 2013. 224 с.
12. Берг, Д. Б. Модели жизненного цикла: учеб. пособие / Д. Б. Берг, Е. А. Ульянова, П. В. Добряк. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. 74с.
13. Документация PHP [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.php.net/manual/ru/index.php/> (дата обращения 02.03.2024)
14. Руководство о эксплуатации логгеров PROMODEM. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://promodem.ru/produkty/loggery-avtonomnye/logger-promodem-125-12m.html> (дата обращения 29.03.2024)

15. Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 № 2415 [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://base.garant.ru/400169524/>(дата обращения 29.03.2024).

16. ФЗ 116 о промышленной безопасности. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/ (дата обращения 31.03.2024)

List of references

1. GOST 19.201-78. Technical problem. Requirements for content and design [Text].

2. GOST 34.602-89. Information technology. A set of standards for automated systems. Technical specifications for creating an automated system, introduction. 01/01/90. Moscow: Standartinform, 2009. 11 p.

3. GOST 34.201 – 89. Information technology. A set of standards for automated systems. Types, completeness and designation of documents when creating automated systems.

4. Documentation JavaScript, <https://learn.javascript.ru/> (date of access: 02/28/2024).

5. Documentation HTML, <https://htmlbook.ru/html/> (date of access: 03/01/2024).

6. Documentation CSS, <https://htmlbook.ru/css/> (date of access: 03/02/2024)

7. Official website of the Visual Paradigm CASE tool, <https://www.visualparadigm.com/> (date of access: 02/25/2024)

8. Architecture of information systems. K. V. Rochev. Ukhta, 2024. 100 p.

9. Open Server Documentation [Electronic resource] Access mode: <https://ospanel.io/docs/> (access date: 03.15.2024).

10. MySQL [Electronic resource]. Access mode: <https://www.mysql.com/> (access date: 03/15/2024).

11. Ilyushechkin, V. M. Fundamentals of using and designing databases / V. M. Ilyushechkin. - M.: Yurayt, Yurayt, 2013. 224 p.

12. Berg, D. B. Life cycle models: textbook. allowance / D. B. Berg, E. A. Ulyanova, P. V. Dobryak. Ekaterinburg: Ural Publishing House. Univ., 2014. 74 p.

13. PHP Documentation [Electronic resource] Access mode: <https://www.php.net/manual/ru/index.php/> (access date 03/02/2024)

14. Operating instructions for PROMODEM loggers. [Electronic resource] Access mode: <https://promodem.ru/produkty/loggery-avtonomnye/logger-promodem-125-12m.html> (access date 03/29/2024)

15. Decree of the Government of the Russian Federation of December 31, 2020 No. 2415 [Electronic resource] Access mode: <https://base.garant.ru/400169524/> (access date 03/29/2024).

16. Federal Law 116 on industrial safety. [Electronic resource] Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/ (access date 03/31/2024)