

**СУРАЙ А. А., КУДЕЛИН А. Г.**  
**АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПОКАЗАТЕЛЕЙ**  
**СКВАЖИНЫ**

УДК 658.512, ГРНТИ 50.47.02

Автономная система мониторинга  
показателей скважины

Autonomous well performance  
monitoring system

**А. А. Сурай, А. Г. Куделин**

**A. A. Surai, A. G. Kudelin**

Ухтинский государственный технический  
университет, г. Ухта

Ukhta State Technical University,  
Ukhta

*В данной статье рассматривается проблема автоматизации мониторинга производственных процессов на скважинах для малого и среднего бизнеса в нефтяной отрасли России. Основное внимание уделяется разработке и внедрению автономной системы мониторинга показателей скважины, включающей серверную часть, операторский модуль и графический интерфейс. Применение клиент-серверной архитектуры позволяет эффективно управлять данными и повышать уровень безопасности информации. Разработанная система способствует повышению промышленной безопасности и оперативности управления производственными процессами, что в конечном итоге снижает риск аварий и экологических катастроф.*

*This article addresses the issue of automating the monitoring of production processes at wells for small and medium-sized businesses in Russia's oil industry. The focus is on developing and implementing an autonomous well monitoring system that includes a server, operator module, and graphical interface. The client-server architecture enables efficient data management and enhances information security. The developed system improves industrial safety and operational management of production processes, ultimately reducing the risk of accidents and environmental disasters.*

**Ключевые слова:** автоматизация, мониторинг скважин, клиент-серверная архитектура, нефтяная промышленность, промышленная безопасность, информационная система, малый и средний бизнес

**Keywords:** Automation, well monitoring, client-server architecture, oil industry, industrial safety, information system, small and medium-sized businesses

## **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 на самом деле отсутствует технологии автоматизации производства доступные для малого и среднего бизнеса. Большие компании такие как 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. Данную проблему освещали в статье И. З. Нуруллин [1].

### **Необходимость разработки**

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 проводится эксперимент по внедрению системы дистанционного контроля промышленной безопасности (далее – СДК ПБ). Ростехнадзором РФ завершается работа над цифровой платформой «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. [2]

Изучив подробнее эту проблему, мы пришли к выводу, что производственные процессы по добыче углеводородного сырья малого и среднего бизнеса очень слабо автоматизированы, тем более отсутствует как таковая СДК ПБ, способная передавать показания в АИС Ростехнадзора.

Происходит автоматизация практических всех процессов в бизнесе. Это упрощает работу любого предприятия, экономит время и деньги. Для таких маленьких компаний существует необходимость в автоматизации съёма показателей датчиков со скважины и передаче в точку принятия решений. [3]

### **Цель и задачи проекта**

Целью проекта является разработка информационной системы, которая позволит мониторить показатели датчиков со скважины.

## Компоненты 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.

## Структура информационной системы

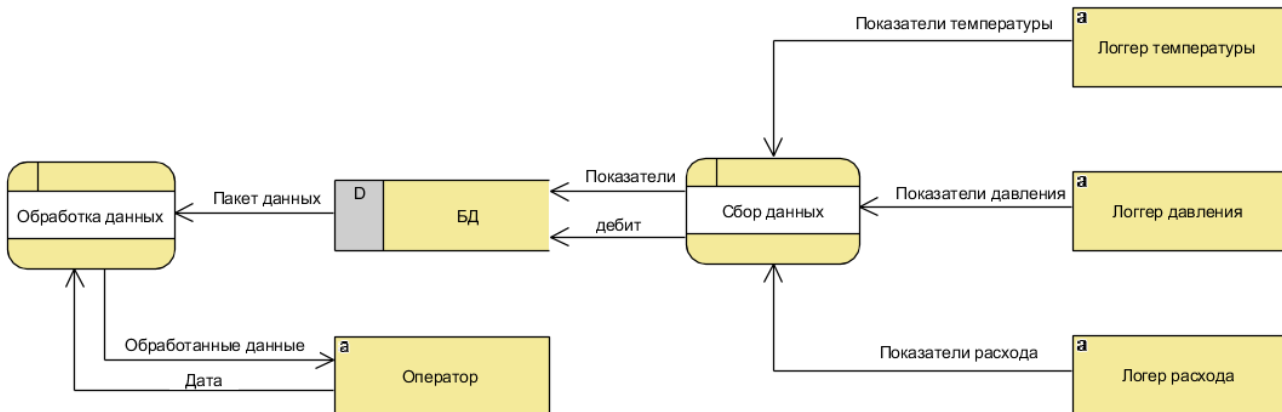


Рисунок 1. Структура ИС

Диаграмма потоков данных (Рисунок 1) показывает структуру системы, которая позволяет эффективно организовать мониторинг.

## Модель поддержки жизненного цикла

Работа является исследовательской, и в ходе разработки будут уточняться требования к системе. В силу этого ограничения в качестве модели поддержки жизненного цикла (далее – ЖЦ) ИС была выбрана итеративная модель (см. Рисунок 2).

Итеративная модель разработки программного обеспечения представляет собой подход, при котором процесс разработки разбивается на множество маленьких итераций или циклов. Каждый такой цикл включает в себя все основные этапы разработки: планирование, анализ требований, проектирование, реализацию и тестирование. После завершения каждого цикла получается работающая версия части системы, которая затем интегрируется с другими частями. Этот процесс повторяется до тех пор, пока вся система не будет полностью реализована.



Рисунок 2. Итеративная модель ЖЦ

По результатам каждой итерации принимается решение – будут ли использованы ее результаты для дополнения существующей функциональности в качестве входной точки для начала следующей итерации (т.н. инкрементальное прототипирование). В конечном итоге, достигается точка, в которой все требования были воплощены в продукте – происходит релиз.

Итеративная модель ЖЦ позволит разрабатывать систему постепенно, позволяя развивать систему с точки зрения функциональных и нефункциональных требований, позволяя адаптироваться под идеи и решения предложенными пользователями системы.

### Архитектура Системы

Для ИС была выбрана архитектура клиент-сервер. 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. [4]



Рисунок 3. Архитектура

### Архитектура серверного приложения

Сервер приложения, работающий на Apache, отвечает за обработку запросов, поступающих от клиентских устройств через Интернет. Он выполняет роль посредника между клиентом и сервером базы данных. Он отвечает за:

- Прием и маршрутизацию запросов: Apache обрабатывает входящие запросы от клиентов и перенаправляет их на соответствующие серверные скрипты для дальнейшей обработки.
- Создание динамического контента: Использование PHP для генерации веб-страниц в реальном времени на основе данных, полученных из базы данных.
- Исполнение бизнес-логики: Реализация и управление бизнес-процессами и правилами, которые определяют поведение приложения.

Сервер базы данных MySQL отвечает за хранение, управление и предоставление доступа к данным. Его ключевые функции:

- Хранение данных: Организация и управление данными в реляционной структуре.
- Обработка запросов на чтение и запись: Выполнение операций CRUD (создание, чтение, обновление, удаление).
- Обеспечение целостности и безопасности данных: Поддержка транзакций, индексов и механизмов безопасности для защиты данных.

Open Server — это локальный веб-сервер, который предоставляет среду выполнения для веб-приложений на компьютере разработчика. Возможности:

- Запуск веб-приложений: Open Server позволяет запускать веб-приложения на локальном компьютере, что облегчает процесс разработки и тестирования перед развертыванием на удаленном сервере.
- Поддержка различных технологий: Open Server поддерживает различные технологии веб-разработки, такие как PHP, MySQL, Apache и другие,

что делает его удобным инструментом для работы с различными типами веб-приложений.

- **Настройка и конфигурация:** Open Server предоставляет инструменты для настройки и конфигурации локального веб-сервера в соответствии с требованиями проекта, что обеспечивает гибкость и контроль в процессе разработки.

Таким образом, Open Server является удобным и мощным инструментом для локальной разработки веб-приложений. Его возможности позволяют разработчикам быстро настраивать и запускать веб-приложения на локальной машине, что способствует более эффективной и удобной разработке (Рисунок 4).



Рисунок 4. Архитектура подсистемы

В качестве системы управления базами данных (далее – СУБД) для ИС была выбрана свободная реляционная система управления базами данных MySQL.

Преимущества MySQL:

- **Быстродействие:** MySQL обеспечивает высокую скорость работы, что особенно важно для веб-приложений и сервисов, требующих быстрого доступа к данным.
- **Надежность:** MySQL обладает высокой степенью надежности, что делает ее подходящим решением для критически важных интернет-проектов.
- **Легкость использования:** MySQL имеет простой и понятный синтаксис SQL, что упрощает работу с базами данных даже для начинающих разработчиков.
- **Поддержка облачных технологий:** MySQL адаптировалась к переходу вычислений и хранения данных в облако, предлагая глубокую поддержку

распределенных приложений и интеграцию с большинством платформ облачных данных.

В качестве языков программирования веб-приложения ИС используются JavaScript, CSS, HTML. Использование этих языков является фундаментальным в веб-разработке. Они работают вместе, чтобы создавать интерактивные, красивые и функциональные веб-страницы и веб-приложения. HTML служит основой, определяя структуру и содержание веб-страниц. CSS используется для стилизации этих элементов, задавая их внешний вид, цвет, шрифты, отступы и многое другое. JavaScript добавляет интерактивность, позволяя веб-страницам реагировать на действия пользователя, например, на клики мыши или нажатия клавиш.

Для реализации серверной архитектуры используется PHP. PHP — это серверный язык скриптов, используемый для разработки веб-приложений. Он позволяет создавать динамические веб-страницы, которые могут генерировать контент на лету, в зависимости от действий пользователя или других переменных.

### **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. [5]

**Список использованных источников и литературы:**

1. Архитектура информационных систем. К. В. Рочев. Ухта, 2024. 100 с.
2. Нуруллин И. З. Роботизированный контроль и управление скважинами сверхвязких нефтей. 2024. № 4. С. 359-366. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47531696>
3. Кемиллеры Л. Система, способ и считываемый компьютером носитель для вычисления расходов скважин, создаваемых электропогружными насосами. 2014. С. 226-229. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37797318>
4. Коротченко А. Н. Система управления параметрами закачиваемых в скважину жидкостей. 2021. № 3. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47258969>
5. Опарин В. Н. Разработка методов, измерительных и геоинформационных средств для построения комплексных мониторинговых систем и геомеханико-геодинамической безопасности ведения горных работ на горнодобывающих предприятиях Норильска, Кузбасса и Якутии. 2019. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=53910401>
6. Илюшечкин, В. М. Основы использования и проектирования баз данных / В. М. Илюшечкин. М.: Юрайт, Юрайт, 2013. 224 с.

**List of references**

1. Architecture of information systems. K. V. Rochev. Ukhta, 2024. 100 p.
2. Nurullin I.Z. Robotic control and management of super-viscous oil wells. 2024. No. 4. pp. 359-366. Access mode: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47531696>
3. Kemilleri L. System, method and computer-readable medium for calculating well flow rates generated by electric submersible pumps. 2014. pp. 226-229. Access mode: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37797318>
4. Korotchenko A. N. Control system for the parameters of liquids pumped into the well. 2021. No. 3. Access mode: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47258969>
5. Oparin V. N. Development of methods, measuring and geoinformation tools for the construction of complex monitoring systems and geomechanical-geodynamic safety of mining operations at mining enterprises in Norilsk, Kuzbass and Yakutia. 2019. Access mode: <https://elibrary.ru/item.asp?id=53910401>
6. Ilyushechkin, V. M. Fundamentals of using and designing databases / V. M. Ilyushechkin. M.: Yurayt, Yurayt, 2013. 224 p.