

Система мониторинга устьевых параметров скважин

В. Смыслов, В. Якунин, И. Белоцерковский, А. Якунин.
Institute of Electronic Engineering and Nanotechnologies "D. Ghiţu"
E-mail: Directia@iieti.asm.md, Smyslov@lises.asm.md

Abstract — the plotting of water level fluctuations in wells is one of the most effective methods for registering hydrogeological information. According to long-term observations, it is possible to estimate the aquifer discharge and the aquifer recharge. A system for the continuous long-term monitoring of water level and temperature in reservoirs, water storage basins, lakes, rivers, and shallow boreholes has been developed. The system consists of a highly sensitive hydrostatic sensor, a coil with a special cable, and a module of data collection on an MicroSD card, which makes it possible to archive up to 10 million records.

Index Terms — data acquisition module, hydrostatic sensor, MicroSD, Modbus RTU, RS-485.

I. ВВЕДЕНИЕ

Мониторинг водных объектов — система регулярных наблюдений за гидрологическими или гидрогеологическими и гидрогеохимическими показателями их состояния, обеспечивающая сбор, передачу и обработку полученной информации в целях своевременного выявления негативных процессов, прогнозирования их развития, предотвращения вредных последствий и определения степени эффективности осуществляемых водоохранных мероприятий.

Ведущие фирмы активно работают над технической реализацией в области разработки, усовершенствования аппаратуры и методики исследования при проведении длительного мониторинга уровня воды и температуры водных объектов.

Наблюдения за вариациями уровней воды в скважинах позволяют отслеживать сейсмотектонические процессы, связанные с возникновением и подготовкой землетрясений.

Известны три механизма воздействия землетрясений на подземные воды:

- Распространение сейсмических волн вызывает импульсы сжатия-расширения водонасыщенных пород и соответствующие вариации уровней воды в скважинах;
 - Изменение напряженного состояния резервуаров подземных вод при образовании разрывов в очагах местных землетрясений может проявляться в скачках уровней воды;
 - Процессы подготовки землетрясений, сопровождающиеся деформациями водовмещающих пород, изменением структуры порового пространства и фильтрационных связей, также могут проявляться в изменениях уровней воды.
- Условиями эффективного гидрогеодинамического

мониторинга являются также:

- Применение технических средств синхронной регистрации вариаций уровня воды и атмосферного давления с частотой не менее 10-15 минут;
- Оценка и компенсация влияния на вариации уровней воды естественных факторов-помех, к которым относятся изменения атмосферного давления, земные и морские приливы, осадки и процессы водного питания вскрытых резервуаров подземных вод;

График колебаний уровня воды в скважине — один из наиболее эффективных способов регистрации гидрогеологической информации. По данным многолетних наблюдений можно судить о производительности водоносного горизонта и размерах его питания. Графики колебания уровня воды в скважинах строят по данным измерений уровня воды с помощью уровнемеров.

Данные об уровне, полученные автоматическими системами сбора данных, обрабатываются на ЭВМ, где производится анализ полученных данных. Система сбора данных — комплекс средств, осуществляющий автоматизированный сбор информации о значениях физических параметрах в заданных точках объекта исследования, а также первичную обработку, накопление и передачу данных.

II. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Актуальность регистрации изменения уровня жидкости и ее температуры в скважинах, привело к необходимости разработки высокоточного датчика, предназначенного для длительного мониторинга уровня воды и температуры водохранилищах, водяных накопительных резервуарах, озерах, реках, инженерно-геологических скважинах, а также системы сбора информации.

Была разработана и изготовлена опытная система непрерывного контроля и сбора информации изменения уровня воды и ее температуры в скважинах

и колодцах. Система состоит из:

- Датчика ТРН-485-0,06;
- Специального кабеля с пневматическим каналом;
- Катушки;
- Источника питания SPD12051;
- Модуля сбора данных.

Для измерения давления, изменения уровня и температуры в скважинах нами был разработан и изготовлен высокочувствительный гидростатический датчик с цифровым выходом RS-485.

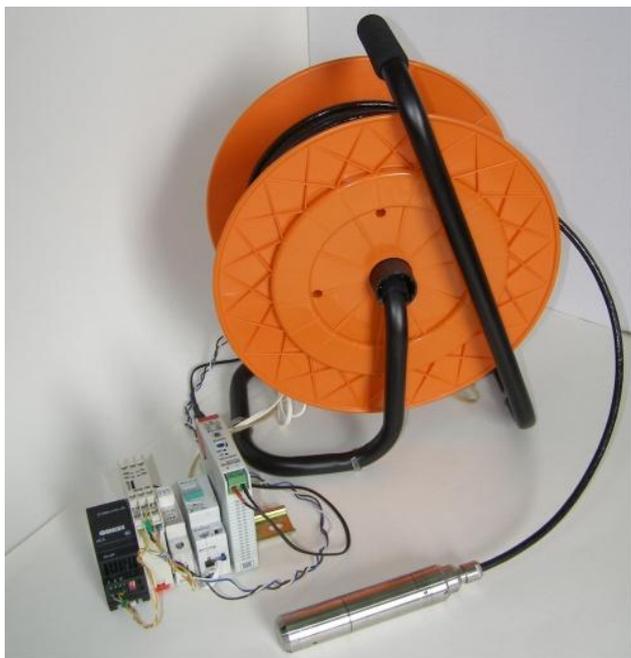


Рисунок 1. Внешний вид системы измерения и сбора данных

Датчик позволяет измерять изменение уровня воды в скважине с точностью до 1-2 мм H₂O на глубине до 10 метров H₂O и температуру воды с точностью до 0,5 °С. Обмен данными уровня воды и температуры датчика с информационной системой осуществляется по интерфейсу RS-485 (протокол Modbus RTU) по специальному кабелю. Кабель имеет провода для подключения по интерфейсу RS-485, провода для подачи питания, экран, жилы для подвески, пневмоканал для выравнивая давления нерабочей стороны сенсора давления с атмосферным.

Для питания датчика используется SPD12051 - высокостабильный источник питания.

Измеренные данные с датчика передаются на модуль сбора данных. Модуль сбора данных имеет следующие особенности:

- Позволяет архивировать до 64 параметров;
- Съёмная карта памяти MicroSD объемом до 2GB позволяет сохранять до 10 миллионов записей;
- Возможность удаленного считывания как по интерфейсу RS-485, так и с помощью кардридера (с извлечением карты памяти);
- Поддерживает коммуникационные протоколы Modbus RTU, Modbus ASCII и OBCN;

- При использовании датчиков со стандартным аналоговым выходом имеет 2 дополнительных входа для архивации сигналов постоянного тока (0..5, 0..20 или 4..20 мА);

- При формировании архива используются встроенные часы реального времени с автономным питанием. Время между запросами - от 1 секунды до 24 часов;

- Запись значений в статическом, динамическом и аварийном режимах;

- 2 порта RS-485;

- Питание от 22 до 250В переменного или постоянного тока.

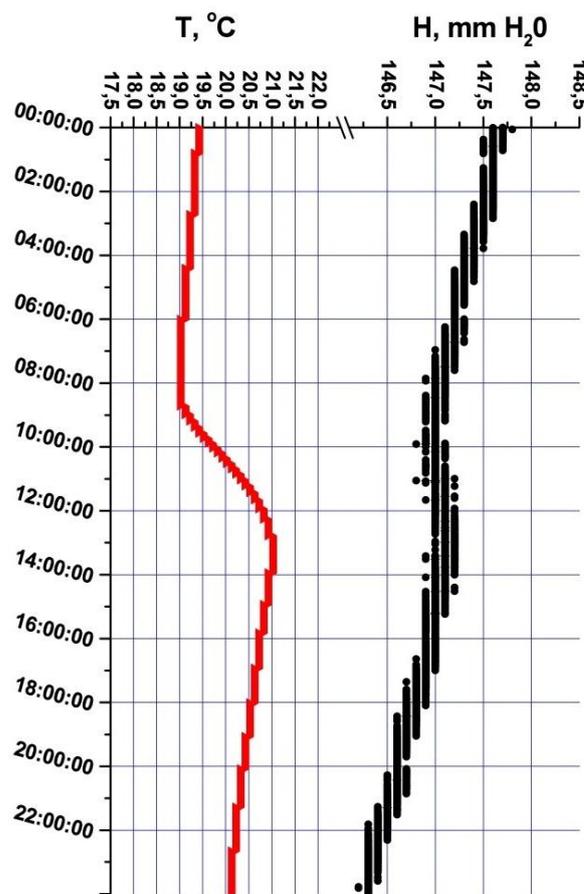


Рисунок 2. Данные об уровне и температуре воды в скважине за сутки.

Система может быть дополнена GSM модулем для передачи данных по GSM или GPRS.

Для автоматизации сбора и анализа данных на ЭВМ была разработана информационная система, которая имеет следующие возможности:

- По разработанной программе производится обработка и анализ данных по изменению уровня и температуры воды за определенный период времени и вывод графиков;

- Программирование скриптов обработки данных;

- Сохранение данных в распространенных форматах: изображения в PNG, JPG и BMP; таблицы в CSV и XML; текст в RTF;

- Сохранение информации в базах данных распространённых СУБД.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гидрологи считают, что для восстановления устойчивого развития экономики и сельского хозяйства, решения большей части всех хозяйственных проблем необходимо сначала дать оценку располагаемым водным ресурсам Молдовы в качественном и количественном отношении. Для этого необходимо наладить сбор и обработку гидрологических характеристик, а также провести анализ факторов которые их обуславливают. Разработанная система позволит производить длительный мониторинг уровня воды и температуры в водохранилищах, водяных накопительных резервуарах, озерах, реках, инженерно-геологических скважинах и, следовательно, реализовать вышеуказанные задачи.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Данные об уровне подземных вод на картах и графиках. Гидрогеология. Курс лекций Стэнфордского университета.
- [2] Копылова Г.Н. Гидрогеодинамический мониторинг сейсмоструктурных процессов на Камчатке. Камчатский филиал Геофизической службы РАН.
- [3] Копылова Г.Н., Таранова Л.Н., Сдельникова И.А. Оценка гидрогеологических последствий сильных землетрясений. Камчатский филиал Геофизической службы РАН.
- [4] V. Smyslov, V. Yakunin, I. Belotserkovskii and A. Yakunin, Electronic hydrostatic transducer with digital output, Proceedings International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering, July 7-8th 2011, p. 218-220, Chisinau, Moldova.
- [5] Смыслов В., Якунин В. Прибор контроля параметров и автоматизированного управления технологическими процессами (ACD-1). In: Proceedings of the conference "Information and Communication Technologies-2009". Chisinau, Republic of Moldova, 2009, pp. 94-97.
- [6] Solinst Groundwater and Surface Water Monitoring Instrumentation, Water Level Meters, Dataloggers. www.solinst.com.
- [7] Innovations in Water Monitoring. Level TROLL 300 Instrument. <http://www.in-situ.com/products/Water-Level/Level-TROLL-Family/Level-TROLL-300-Instrument>.