

УДК 65.011.56:.004.5

В.Н. Зуй, А.Ю. Панфилов, С.А. Пуневский

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ УСТОЙЧИВОСТИ ДАМБ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ЛГОК И СГОК

Рассмотрена система удаленного автоматизированного контроля порового давления по измерительному профилю в пределах 2-го отсека хвостохранилища ЛГОКа. Определен с ее помощью коэффициент запаса устойчивости головной дамбы.

Ключевые слова: автоматизированный контроль, поровое давление, коэффициент запаса устойчивости.

Семинар № 1

В связи с развитием сотовой связи и удешевлением оборудования в настоящее время получили большое распространение устройства контроля и управления удаленных объектов через сотовую связь стандарта GSM. В 2008 году кафедрой геологии МГГУ была внедрена система удаленного автоматизированного контроля порового давления по измерительному профилю в пределах 2-го отсека хвостохранилища ЛГОКа и оперативного определения коэффициента запаса устойчивости головной дамбы на любой заданный момент времени. Система является эксклюзивной совместной разработкой ОАО «ВНИМИ» (лабораторией гидрогеологии и экологии) и ООО «Карбон» (г. Санкт-Петербург) и предназначена для работы со струнными датчиками давления воды системы ДИГЭС (ранее «Гидропроект», Москва) и усовершенствована сотрудниками МГГУ и Лебединского ГОКа.

Устройство удовлетворяет следующим требованиям:

- располагается в устье скважины на небольшой глубине;
- работает в необслуживаемом режиме длительное время (более полугода);

- работает в полевых условиях в любое время года;
- предусмотрены меры защиты от вандалов (скрытая антенна);
- обслуживает до 3-х датчиков в скважине;
- информация передается с заданной периодичностью, а также оперативно – в случае превышения измеренных значений предварительно заданных величин (аварийный сигнал);
- существует возможность получения информации по команде GSM (в этом режиме модем GSM должен быть постоянно включен, что требует мощного источника питания).

Скважинный автоматический периодометр САП-1М/GSM (в дальнейшем, устройство) предназначен для измерения в автоматическом режиме периодов колебаний струнных датчиков давления типа ПДС, накопления результатов измерения в энергонезависимой памяти и передаче данных по сотовой GSM сети в компьютер.

Устройство состоит из следующих составных частей:

Скважинный комплект (рис. 1).

1. Блок электронный САП-1М / GSM и блок соединительный.

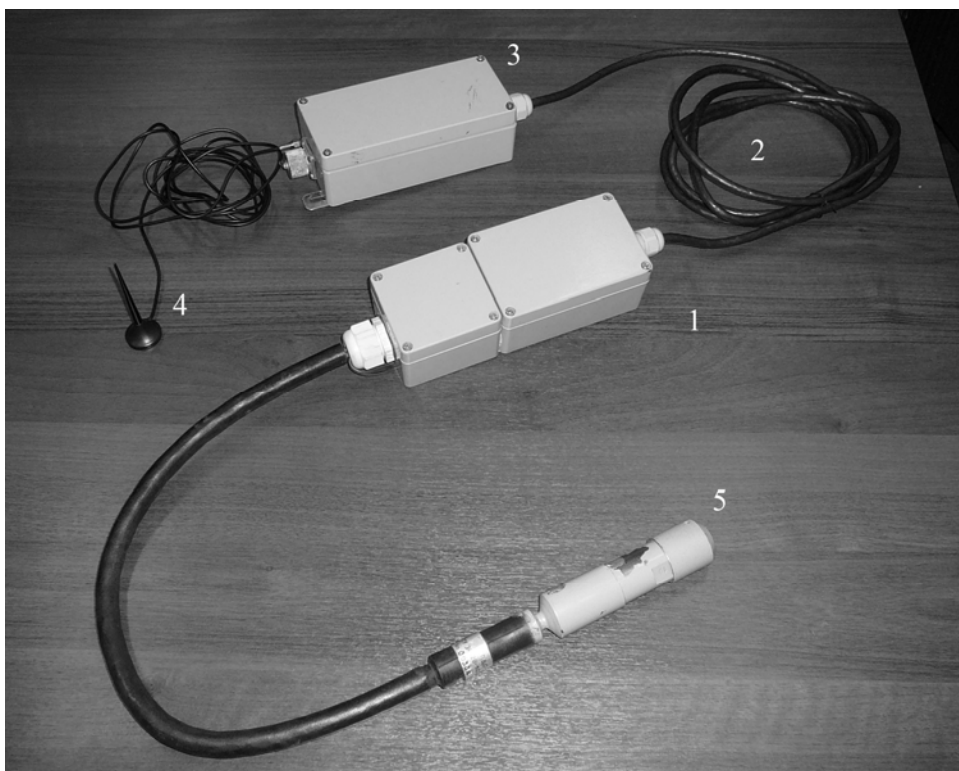


Рис. 1. Скважинный комплект устройства

- 2. Кабель соединительный.
- 3. Блок питания с модемом Enfora Enabler II-G GSM0116-00.
- 4. Антенна выносная штыревая на магнитном основании.
- 5. Датчик ПДС.

Базовая станция (рис. 2).

- 1. Модем Enfora GSM1218 SA-GL.
- 2. Блок питания сетевой 7,5 В/2А.
- 3. Антенна штыревая угловая ADA-0086-L.
- 4. Кабель модемный.
- 5. Компьютер.

На рис. 3 изображена блок-схема устройства.

Программа SAPGSM служит для обеспечения работы устройства.

Устройство предназначено для измерения давления в газовой или жидкой средах совместно со струнными преобразователями давления (в даль-

нейшем, датчики) типа ПДС-ЗП, ПДС-10П, ПДС-30П и подобными. К устройству могут быть подключены до 10 датчиков указанных типов.

Принцип измерения заключается в подаче короткого высоковольтного импульса на обмотку возбуждения датчика и измерении периода свободных затухающих колебаний, наводимых струной датчика в обмотке, после снятия импульса возбуждения.

Период колебаний зависит от внешнего давления на мембрану датчика.

Устройство запоминает результаты измерения во внутренней энергонезависимой памяти емкостью до 64500 отсчетов, что позволяет записывать данные по 10 каналам с периодом измерения, например, 1 час, в течение 132 суток.



Рис. 2. Базовая станция устройства

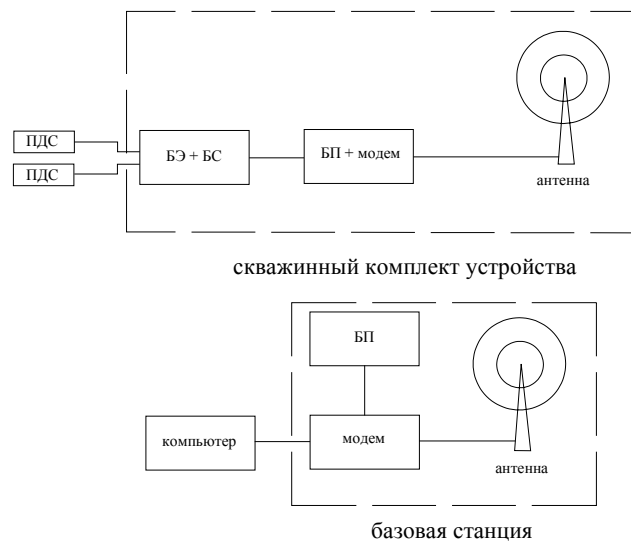


Рис. 3. Блок-схема устройства удаленного контроля давления воды в откосных сооружениях

Данные могут быть в любой момент считаны в компьютер по стандартному последовательному интерфейсу RS-232 или переданы по радиоканалу согласно расписанию.

Устройство имеет три режима работы: «Регистрация», «Связь» и «Компьютер». В режим «Компьютер» устройство автоматически переходит при подключении кабеля связи к разъему на блоке питания. В этом режиме управляющая программа в компьютере позволяет программировать, тестировать устройство и считывать накопленные данные. Режим используется при первичном программировании устройства. В режиме «Регистрация» устройство производит опрос датчиков с заданным периодом от 6 сек до 24 часов. Список опрашиваемых датчиков (каналов) и время начала регистрации записывается при программировании режима работы. В остальное время устройство находится в «спящем» режиме, потребляя минимальную энергию. В режиме «Связь» устройство передает данные в компьютер базовой станции по GSM сети. Сессии связи происходят с заданным интервалом времени. Предусмотрена возможность сигнализации, т.е. немедленной передачи данных при превышении давления выше установленного порога. Превышения фиксируются только в моменты опроса датчиков.

Устройство состоит из 3-х блоков: электронного (БЭ), соединительного (БС) и блока питания (БП), каждый из которых выполнен в герметичном корпусе из алюминиевого сплава. БЭ и БС соединены жестко между собой. БП соединяется с БЭ кабелем длиной 3 м. На корпусе БП расположен разъем для подключения кабеля связи с компьютером и коаксиальный разъем для подключения антенны. Разъем связи закрывается герметичной крышкой. В БП устанавливаются 3 стан-

дартных элемента питания типа «D» (R20), GSM модем Enfora GSM0116-00 с держателем SIM-карты, тумблер включения и светодиод. Доступ в блок необходим только для замены батарей, установки SIM карты в модем или отключения устройства при подключении датчиков.

В БЭ расположена вся электронная схема устройства. В БС находятся соединительные клеммы для подключения кабелей датчиков. Ввод кабелей осуществляется через герметичный кабельный ввод.

Габаритные размеры устройства позволяют устанавливать его в скважине диаметром от 100 мм.

Для работы устройства необходимы две SIM карты (одна для скважинного комплекта и другая для базовой станции) оператора сотовой связи GSM. В список услуг, предоставляемых оператором, должна быть включена услуга передачи данных и отключены все услуги, вызывающие звонки и SMS сообщения информационного и рекламного характера на используемые в системе номера модемов. Так как базовая станция будет иметь только входящий (неоплачиваемый) трафик и номер может быть заблокирован из-за длительной неактивности, то следует следить за поддержкой активности номера.

К электронному блоку необходимо подключить кабели от датчиков.

После включения питания устройство начнет вызов базовой станции для получения текущего времени и, при необходимости, параметров конфигурации. В это время на компьютере базовой станции должна быть запущена программа приема. На время связи светодиод в блоке питания устройства включен. После этого, устройство, в зависимости от режима, или начнет регистрацию или будет ожидать время начала регистрации.

Используются следующие принципы организации обмена данными:

1. Обмен данными между выносным устройством и базовой станцией всегда инициирует устройство. Обмен возникает в следующих случаях:

а. При включении питания устройства.

б. При достижении запланированного времени звонка.

с. При превышении давления выше установленного порога, если разрешен режим сигнализации.

2. Базовая станция находится в режиме ожидания. Программа «SAPGSM» должна быть запущена. Ее работа практически не отражается на работе других приложений.

3. Сеанс связи состоит из следующих этапов:

а. Звонок на номер базовой станции.

б. Установление связи.

с. Передача данных.

д. Прием текущего времени и даты.

е. Прием параметров (если установлен флажок записи параметров).

4. Если базовая станция не отвечает или вследствие низкого качества связи не удается установить соединение, то модем устройства может делать несколько попыток дозвона, число которых устанавливается в блоке параметров.

5. Так как устройство не имеет энергонезависимого таймера, то при каждом сеансе связи происходит синхронизация: загружается текущее время и дата, установленная в компьютере базовой станции.

6. Для увеличения надежности передачи данных и уменьшения расхода батареи рекомендуется устанавливать оптимальные режимы измерения и период звонков. Например, период измерения – 1 час, период звонков – 24 часа.

Программа Sargsm предназначена для приема накопленных данных с устройства САП-1М/GSM, а также, его программирования и тестирования.

Программа работает под управлением операционной системы Windows 98/ME/2000/XP/2003.

Комплект программы состоит из следующих файлов:

Sargsm.exe – исполняемая программа,

gsmmain.ini – файл с установочными параметрами программы,

gsmparN.ini – файл с параметрами устройства (с номером N),

Sargsm.log – файл протокола,

Sargsm.csv – файл с данными.

Два последних файла создаются программой автоматически при запуске.

Программа работает в двух режимах. Первый – это основной режим, при котором происходит обмен информацией с удаленным объектом через GSM связь. Второй дополнительный режим для программирования скважинного устройства и обмена информацией через кабель.

После запуска программы на экране появится ее главное окно (рис. 4).

На форме программы расположены:

- основная таблица с данными, принятыми из устройства;

- таблица превышений, в которую попадают данные, превысившие порог;

- окно протокола с сообщениями о сеансах связи;

- панель состояния САП1М/ GSM. На панели отображается номер;

- устройства, напряжение батареи и уровень радиосигнала на антенне модема;

- индикатор уровня радиосигнала на входе антенны базовой станции.

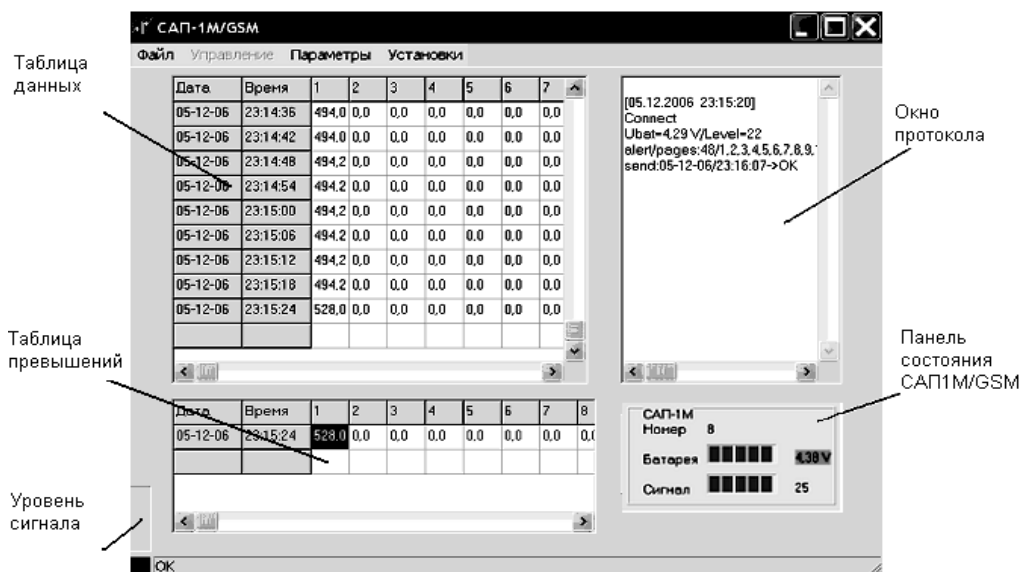


Рис. 4. Вид окна программы в основном режиме работы

Скважинное устройство перед установкой в скважину необходимо запрограммировать. При программировании задается номер телефона базовой станции, период измерения, период звонка на базовую станцию, каналы измерений, порог в мкс, превышение которого приводит к внеочередному сеансу связи и другие параметры.

Кнопки «Читать» и «Передать» используются только при кабельном подключении, соответственно, для чтения или загрузки параметров.

После запуска программа инициализирует модем и находится в режиме ожидания звонка. В строке сообщений программа выводит имя оператора сети и индикатор уровня сигнала на входе приемной антенны базовой станции. При поступлении звонка модем устанавливает связь с устройством и принимает данные. Краткий протокол сеанса связи выводится в окно программы и в файл Sapgsn.log, что позволяет контролировать и анализировать работу системы.

Принятые данные выводятся в таблицу и, одновременно, в файл Sapgsn.csv. Данные имеют привязку к дате и времени измерения, а также, к номеру устройства. Данные записываются в файл формата «csv», что позволяет обрабатывать их в программе Excel. Пример файла приведен ниже:

```
19-11-06; 19:49:00; 493,7; 560,5; 615,1; 470,0; 512,2
19-11-06; 20:49:00; 493,8; 561,5; 615,0; 471,0; 512,5
19-11-06; 21:49:00; 493,7; 562,5; 615,0; 472,0; 512,3.
```

В файле записаны значения по тем каналам, которые указаны в параметрах. Номера каналов в файле не указываются.

Поэтому, при изменении списка каналов, значения в одном и том же столбце файла могут соответствовать разным каналам. Это следует иметь в виду при обработке данных, для правильной «привязки» данных к номерам каналов.

В таблицу превышений выводятся пороговые данные, превысившие установленные

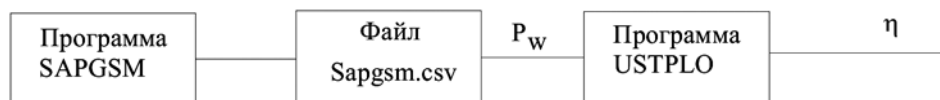


Рис. 5. Схема работы программного комплекса удаленного контроля коэффициента запаса устойчивости откосных сооружений

Данные отмечаются красным цветом. Одновременно с данными устройство передает свой номер, информацию о напряжении батареи питания и уровне принимаемого радиосигнала в виде графического индикатора и в цифровом виде.

Данные из файла используются в программе *ustrplo* для расчета коэффициента запаса устойчивости откосов для измеренных на данный момент значений давления воды. На рис. 5 представлена схема взаимодействия программ удаленного контроля коэффициента запаса устойчивости откосных сооружений. Программно-аппаратный комплекс определяет текущие коэффициенты запаса устойчивости откосных сооружений с учетом измеренного давления воды P_w и регистрирует критические значения $P_w^{кр}$ при которых $\eta < \eta_{норм.}$

В июле 2008 года был произведен монтаж измерительной системы на головной дамбе хвостохранилища ЛГОКа. Основной объем работ заключался в прокладке кабельной сети по профилю дамбы. После коммутации кабелей к скважинному комплекту устройства было произведено тестирования работоспособности, которое проходило в течении нескольких дней. Позднее, в октябре 2008 года были внесены изме-

нения в систему удаленного контроля (замены антенны), так как мощность сигнала до этого была не удовлетворительной. Также в плановом порядке была произведена замена элементов питания. В течение всего периода эксплуатации система зарекомендовала себя как весьма стабильная, практически не требующая обслуживания (кроме замены элементов питания), а также позволяющая экономить средства за счет сокращения командировочных выездов с целью замеров показаний датчиков ПДС.

Рекомендуется в дальнейшем произвести интеграцию системы на других контрольных створах на объектах ЛГОК и СГОК.

Заключение

Использование устройства дистанционного контроля позволяет вести непрерывное наблюдение за исследуемыми объектами в режиме реального времени. Данное устройство позволяет производить замеры по заложенным датчикам без выезда на объекты. Реагирование устройства на превышение установленных допустимых значений и своевременное информирование об этом позволит принять меры для устранения причин превышения нормативных показателей и предупреждения аварийной ситуации. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Зуй В.Н. – старший научный сотрудник,
Панфилов А.Ю. – кандидат технических наук,
Пуневский С.А. – кандидат технических наук,
Московский государственный горный университет,
Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru

