

Мониторинг уровня, температуры и электропроводности подземных и поверхностных вод с помощью оборудования PROMODEM



В статье рассмотрено современное гидрологическое оборудование российского производства для мониторинга уровня, температуры и электропроводности подземных и поверхностных вод при проведении гидрогеологических исследований, опытно-фильтрационных работ, инженерно-геологических изысканий, а также контроля изменения запасов водных ресурсов. Представлена линейка оборудования PROMODEM, включающая автономные логгеры уровня, атмосферного давления и электропроводности, кабели прямого считывания данных и GSM-логгеры с передачей информации через облачный сервис PROMODEM CLOUD.

ООО «Аналитик-ТС», г. Москва

Импортозамещение зарубежных дата-логгеров российскими аналогами

Компания «Аналитик-ТС» разработала и серийно выпускает линейку оборудования PROMODEM для гидрологических исследований, предназначенную для мониторинга уровня, температуры и электропроводности поверхностных и подземных вод. Первым изделием линейки стал автономный логгер уровня и температуры PROMODEM, позволивший заместить целый класс специализированных зарубежных дата-логгеров (Solinst® Levellogger, In-Situ® Level Troll и др.), широко применявшихся российскими гидрогеологами, но ставших недоступными вследствие санкционных ограничений и нарушения логистических цепочек.

ООО «Аналитик-ТС» занимается разработкой и производством средств измерений с 1992 года и выпускает широкий спектр промышленных логгеров, датчиков, модемов и телеметрического оборудования под торговой маркой PROMODEM. За последние годы линейка оборудования значительно расширилась. Сегодня она включает:

- ▶ автономные логгеры уровня и температуры;
- ▶ логгеры атмосферного давления;
- ▶ логгеры электропроводности;
- ▶ кабели прямого считывания данных;
- ▶ GSM-логгеры для удаленного мониторинга объектов;
- ▶ облачный сервис PROMODEM CLOUD для дистанционного контроля измерений.

Таким образом, пользователи получают возможность построения как полностью автономных систем регистрации данных, так и современных систем удаленного мониторинга гидрологических объектов.

Области применения

Логгеры PROMODEM применяются при:

- ▶ гидрогеологических исследованиях;
- ▶ опытно-фильтрационных работах;
- ▶ испытаниях скважин;
- ▶ мониторинге водоносных горизонтов;
- ▶ наблюдении за уровнем рек, озер и водохранилищ;

- ▶ мониторинге водно-болотных угодий;
- ▶ наблюдении за уровнем воды в резервуарах;
- ▶ мониторинге колебаний уровня грунтовых вод;
- ▶ контроле гидротехнических сооружений.

Автоматический режим регистрации исключает влияние человеческого фактора и позволяет получать достоверную картину изменения параметров объекта в течение длительного времени.

Логгеры уровня и температуры PROMODEM

Логгеры уровня и температуры PROMODEM предназначены для непрерывного измерения уровня воды и температуры в наблюдательных скважинах, колодцах, резервуарах, водоемах и других гидротехнических сооружениях. Все измерения автоматически записываются во внутреннюю энергонезависимую память прибора, что позволяет выполнять долговременный мониторинг без присутствия обслуживающего персонала.



Рис. 1. Логгер уровня и температуры PROMODEM

Логгер представляет собой полностью герметичный цилиндрический прибор из нержавеющей стали (рис. 1), внутри которого размещены: высокоточный датчик давления, датчик температуры, электронный модуль регистрации, энергонезависимая память и сменный батарейный источник питания. Специальное конструктивное исполнение позволяет эксплуатировать приборы на глубинах до 1600 метров в полностью автономном режиме. При периодичности измерений один раз в час срок автономной работы достигает более 5 лет.

Барометрическая компенсация

При использовании датчиков абсолютного давления измеряемая величина включает атмосферное давление и давление столба воды. Для получения фактического уровня воды выполняется барометрическая компенсация.

Наибольшая точность достигается при использовании логгера атмосферного давления PROMODEM. Он устанавливается выше уровня воды и непрерывно регистрирует изменения атмосферного давления, которые автоматически используются при обработке результатов измерений. Одного барометрического логгера достаточно для обслуживания нескольких логгеров уровня, расположенных в радиусе до 30 км, при условии отсутствия значительных перепадов высот.

Логгер электропроводности PROMODEM

Во многих гидрогеологических исследованиях наряду с уровнем и температурой воды возникает необходимость контролировать ее удельную электропроводность. Датчики уровня PROMODEM измеряют гидростатическое давление столба жидкости, которое определяется не только высотой

столба, но и плотностью воды. В пресных водах плотность близка к стандартной, однако при повышенной минерализации она заметно возрастает. В результате при одинаковом уровне воды датчик давления зафиксирует различное гидростатическое давление и рассчитанный уровень окажется завышенным, если не учесть фактическую плотность среды.

Удельная электропроводность воды напрямую связана с концентрацией растворенных солей и, соответственно, с ее плотностью. Одновременная регистрация электропроводности позволяет определить фактическую плотность воды и внести соответствующую поправку в результаты измерения уровня. Таким образом, совместное применение логгера уровня и логгера электропроводности обеспечивает более высокую точность определения уровня по сравнению с расчетом по давлению без учета минерализации.

Кроме того, данные об электропроводности востребованы при оценке степени минерализации воды, отслеживании процессов смешивания вод различных горизонтов, контроле загрязнения и изменении гидрохимического состава.

Для решения перечисленных задач компания «Аналитик-ТС» разработала погружные логгеры электропроводности PROMODEM. Приборы выпускаются в двух исполнениях с диапазонами измерений 0...100 и 0...200 мСм/см. Логгер электропроводности рассчитан на длительную автономную работу в полевых условиях. Все результаты измерений автоматически сохраняются во внутренней памяти прибора и могут быть считаны пользователем после завершения наблюдений.

Использование единой аппаратной платформы позволяет одновременно применять логгеры уровня, температуры и электропроводности в рамках одного объекта наблюдения, обеспечивая комплексный контроль гидрологических параметров.

Кабель прямого считывания

Для выполнения оперативных измерений разработан кабель прямого считывания (рис. 2), совместимый с логгерами уровня и логгерами электропроводности PROMODEM. Кабель позволяет получать текущие показания непосредственно во время нахождения логгера в скважине



Рис. 2. Кабель прямого считывания с катушкой

без необходимости его извлечения на поверхность. Такое решение особенно удобно при проведении опытно-фильтрационных работ, наладке обогривания и оперативном контроле состояния объекта.

По всей длине кабеля нанесена метровая разметка, позволяющая быстро определять глубину установки прибора. Для удобства эксплуатации кабель может комплектоваться прочной металлической катушкой, обес-



Рис. 3. GSM-логгер PROMODEM с подключенными датчиками уровня и электропроводности

печивающей удобную транспортировку, хранение и быстрое развертывание оборудования непосредственно на месте проведения работ.

GSM-логгер PROMODEM для удаленного мониторинга

Развитие цифровых технологий требует перехода от автономного накопления информации к непрерывному удаленному контролю объектов. Для решения этой задачи разработан GSM-логгер PROMODEM.

Устройство выполнено в герметичном цилиндрическом корпусе диаметром 63 мм и длиной 300 мм, предназначенном для установки непосредственно в устье наблюдательной скважины. Конструкция корпуса предусматривает 4 быстросъемных герморазъема для подключения внешней антенны и двух измерительных

датчиков. GSM-логгер поддерживает подключение датчиков с наиболее распространенными промышленными интерфейсами в гидропользовании: RS-485, 4–20 мА, SDI-12, термосопротивления Pt. Наиболее востребованной конфигурацией является совместная работа с датчиком уровня воды и датчиком электропроводности (рис. 3).

Все измеренные параметры автоматически передаются через сеть GSM в облачный сервис PROMODEM CLOUD. Пользователь получает возможность удаленно контролировать текущие показания, архивы измерений, состояние оборудования и параметры работы системы через обычный веб-браузер без выезда на объект.

Использование датчиков уровня с вентилируемым капилляром позволяет полностью отказаться от барометрической компенсации атмос-

ферного давления, что упрощает эксплуатацию оборудования. Автономное питание обеспечивается тремя сменными батареями емкостью по 13 А·ч каждая, что позволяет эксплуатировать GSM-логгер более трех лет без замены элементов питания.

Программное обеспечение PROMODEM

Современные гидрогеологические исследования требуют не только точных измерительных приборов, но и удобных средств обработки полученных данных. Для решения этой задачи компания ООО «Аналитик-ТС» разработала специализированное программное обеспечение PROMODEM Config.

Программа предназначена для полной настройки логгеров, считывания архивов измерений, обработки полученных результатов и их визу-

Таблица 1. Характеристики логгера уровня и температуры PROMODEM

Параметр	Реализация в приборе			
	Логгер уровня и температуры	Логгер атмосферного давления	Логгер электропроводности	GSM-логгер (удаленный мониторинг)
Назначение	Непрерывное измерение уровня воды и температуры в скважинах, колодцах, резервуарах, водоемах	Регистрация изменений атмосферного давления для барометрической компенсации показаний логгеров уровня	Измерение удельной электропроводности и температуры воды для оценки минерализации и гидрохимического состава	Удаленный мониторинг показателей подключенных датчиков (уровня, электропроводности, химического состава воды и др.) с передачей данных через GSM в облако PROMODEM CLOUD
Диапазон измерений	От 0...0,11 до 0...1,7 МПа	0,09...0,11 МПа (соответствует 675...825 мм рт. ст)	0...100 или 0...200 мСм/см	Определяется подключенным датчиком (интерфейсы RS-485, 4–20 мА, SDI-12, термосопротивления Pt)
Точность, % от ВПИ	0,5 или 0,05		1	В соответствии с подключенным датчиком
Барометрическая компенсация	Требуется. С помощью логгера атмосферного давления или ручного ввода компенсации	Не требуется		Барометрическая компенсация не требуется при использовании датчиков с вентилируемым капиллярным каналом
Температурная компенсация	Выполняется автоматически			
Частота измерений	От 1 с до 24 ч			Независимо настраиваемые частоты измерений и передачи архивов
Глубина архива	До 1 млн записей			Хранение в PROMODEM CLOUD (не ограничено объемом прибора)
Срок автономной работы, лет, не менее	5 (при 1 изм./ч)			5 (3 × 13 А·ч)
Температура эксплуатации, °C	-40...+70			
Максимальная глубина погружения, м	До 1600	Не погружается (устанавливается выше уровня воды)	До 300	Логгер не погружается (устанавливается выше уровня воды)
Канал связи/считывания	USB Type-C или кабель прямого считывания			GSM → облачный сервис PROMODEM CLOUD → веб-браузер
Габаритные размеры, мм	Длина – 260, Ø – 28	Длина – 260, Ø – 28	Длина – 460, Ø – 28	Длина – 300, Ø – 63
Материал корпуса	Нержавеющая сталь			
Источник питания	Сменная батарея ER18505-LD/EHR-02 (3,5 А·ч)		2 сменные батареи ER18505-LD/EHR-02 (3,5 А·ч)	3 сменные батареи ER34615M по 13 А·ч

ального анализа. Пользователь может задать периодичность измерений, настроить параметры работы прибора, считать архив из внутренней памяти логгера и сразу приступить к анализу данных без использования стороннего программного обеспечения.

Для логгеров уровня в PROMODEM Config реализована автоматическая барометрическая компенсация с использованием данных логгера атмосферного давления PROMODEM либо с помощью введения ручных контентных значений на основе данных метеослужб. Это существенно сокращает время обработки результатов и исключает вероятность ошибок при ручных расчетах.

Дополнительно программное обеспечение позволяет вводить необходимые поправки к измерениям, что особенно востребовано при проведении опытно-фильтрационных работ и инженерно-гидрогеологических исследований.

Полученные результаты отображаются непосредственно в программе в виде таблиц и графиков, позволяющих анализировать изменение уровня воды, температуры, атмосферного давления и электропроводности за выбранный период времени. Пользователь может масштабировать графики, сравнивать различные интервалы наблюдений, быстро оценивать динамику изменения параметров и выпол-

нять предварительную обработку данных сразу после их считывания. При необходимости результаты измерений экспортируются в формат CSV для последующей обработки в Microsoft Excel, LibreOffice Calc и других специализированных программных комплексах.

Для объектов, оснащенных GSM-логгерами, используется облачная система диспетчеризации PROMODEM CLOUD. Все измеренные параметры автоматически передаются через сеть GSM на сервер, где пользователь получает удаленный доступ к текущим показаниям, архивам измерений, графикам, журналам событий и состоянию оборудования через обычный веб-браузер без необходимости выезда на объект.

Таким образом, с помощью программного обеспечения PROMODEM реализуется полный цикл работы с результатами измерений – от настройки оборудования и автоматического получения архивов до их обработки, барометрической компенсации, визуализации и анализа.

Основные характеристики логгеров PROMODEM перечислены в сводной таблице.

Заключение

За последние годы линейка оборудования PROMODEM значительно расширилась и сегодня представляет

собой комплексную платформу для решения широкого круга задач гидрологического мониторинга. Наряду с автономными логгерами уровня, температуры и атмосферного давления пользователям доступны логгеры электропроводности, кабели прямого считывания показаний и GSM-логгеры с передачей данных в облачный сервис PROMODEM CLOUD. Использование единой аппаратной и программной платформы позволяет создавать как автономные системы регистрации параметров, так и современные распределенные системы дистанционного мониторинга подземных и поверхностных вод.

Благодаря собственным разработкам и серийному производству компания ООО «Аналитик-ТС» продолжает развивать отечественное оборудование для гидрологических исследований, предлагая российским специалистам современные технические решения, не уступающие зарубежным аналогам.

К. К. Чуприков, руководитель группы проектов,
ООО «Аналитик-ТС»:
PROMODEM®, AnCom®, г. Москва,
тел.: +7 (495) 775-6008,
эл. почта: support@promodem.ru,
сайт: www.promodem.ru

Иллюстрации предоставлены
ООО «Аналитик-ТС»



Международная выставка
IDEUM EXPO
Industrial Digital Evolution & AI

Санкт-Петербург
КВЦ Экспофорум
Павильон Н.

23-25
СЕНТЯБРЯ
2026

18+

Организатор: FarEXPO FE