

## Автономный логгер температуры вечномерзлых грунтов

Говорится об эффективности геотехнического мониторинга для обеспечения надежности и безопасности строительства в северных районах страны, о логгере цифровых датчиков температуры, предназначенном для геотехнического мониторинга температуры труднодоступных, удаленных объектов, например вечномерзлых грунтов

**В**

**А.Ю. Неделько**

ведущий инженер  
ОАО НПП «Эталон»,  
г. Омск, fgup@omsketalon.ru,  
канд. техн наук

связи с глобальным потеплением климата планеты и связанным с ним отступлением южной границы вечномерзлых пород, задача мониторинга температуры грунтов приобретает повышенную актуальность.

Опасное изменение температуры грунтов происходит как в связи с глобальными климатическими процессами, так и в результате воздействия технических объектов. Таким образом, надежность и безопасность строительства и функционирования объектов нефтегазового комплекса, зданий и сооружений, объектов транспортной инфраструктуры, расположенных в северных районах России, во многом определяются эффективностью систем мониторинга температуры грунтов.

При геотехническом мониторинге проводятся измерения температуры грунтов в термометрических скважинах, определяются глубины сезонного оттаивания, определяются физические и механические свойства образцов мерзлых грунтов. Для проведения измерений температуры грунтов в термометрических скважинах используются многозонные датчики температуры, например термокосы серии МЦДТ 0922.

Для оперативного проведения замеров температуры существуют портативные контроллеры, например ПКЦД-1/100, при использовании которых производится периодический обход термометрических скважин и сбор данных. Для непрерывного мониторинга используются стационарные контроллеры, например СКЦД-6/200.

При проведении мониторинга температуры труднодоступных, удаленных объектов возникает необходимость в другом классе приборов — автономных логгерах температуры. Функционирование таких приборов осуществляется от встроенного элемента

питания с расширенным диапазоном допустимых температур эксплуатации. В качестве примера рассмотрим логгер цифровых датчиков температуры ЛЦД-1/100 (далее — логгер), выпускаемый нашим предприятием.

Логгер предназначен для автономного считывания результатов измерения температуры с многозонных цифровых датчиков температуры (МЦДТ) с заданной периодичностью и может применяться для проведения измерений с целью определения распределения температуры грунтов, трубопроводов, а также других протяженных объектов.

Компактные размеры (диаметр 25 мм, длина 195 мм) позволяют устанавливать логгер непосредственно в термометрическую скважину. Диапазон температур окружающего воздуха при долговременной эксплуатации логгера от  $-40$  до  $+40$  °С. При эксплуатации в более жестких климатических условиях логгер размещается в термометрической скважине ниже уровня грунта на 0,5–1 м, где температурные условия значительно мягче. Крепление логгера осуществляется за хвостовик на кожухе, в отверстие которого можно вставить тросик диаметром 2–3 мм и фиксировать при помощи гаек М8 либо любым другим удобным способом за корпус логгера. Термокосы массой до 3 кг могут удерживаться в разьеме логгера только за счет встроенного фиксатора, для термокос большей массы следует предусмотреть дополнительное крепление.

Логгер работает от встроенного литиевого элемента питания типоразмера АА, расчетное время работы логгера без замены элемента питания, при условии соблюдения допустимых температур эксплуатации, приведено на рисунке. Логгер сохраняет данные на карту па-

### ключевые слова

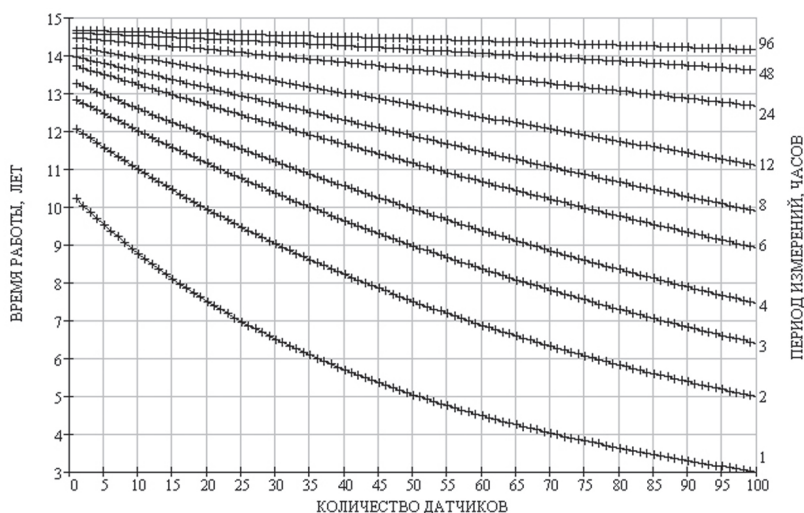
логгер, цифровой преобразователь температуры, геотехнический мониторинг, термометрическая скважина

мяти формата microSD, предварительно отформатированную в файловой системе FAT16; перенос данных на ПК осуществляется с помощью стандартного карт-ридера. Максимальный размер файла 2 Гбайта позволяет записывать данные в течение 10 и более лет.

Каждый логгер работает с файлом данных, размещенным в корневом каталоге карты памяти, и имеет уникальное имя формата. Первые пять цифр (00001) обозначают серийный номер логгера, буквенный символ Р — символ периода измерений, две последние цифры (08) — период измерений в часах.

При обращении к карте памяти логгер ищет в корневом каталоге файл с соответствующим его серийному номеру именем. Если файл существует, логгер проверяет имя файла на наличие флага обновления текущего времени и изменения периода измерений. Если файл не найден, логгер создает в корневом каталоге новый файл с уникальным именем, содержащим серийный номер логгера и текущий период измерений. Данные в файле защищаются электронной подписью, рассчитываемой логгером по определенному алгоритму, при внесении изменений в данные выдается соответствующее предупреждение. Так как файл логгера имеет обычный текстовый формат, для просмотра и обработки данных могут использоваться не только специализированные программы, но и другие, поддерживающие данные в текстовом формате, например Notepad, Word, Excel.

Логгер имеет встроенную систему диагностики неисправностей электроники, термокосы, карты памяти и элемента питания, которая позволяет убедиться в нормальном функционировании прибора перед установкой на объекте. Замена термокосы, карты



памяти или элемента питания может осуществляться на месте установки логгера без использования каких-либо инструментов.

Расчетное время работы логгера без замены элемента питания

Система хранения данных в виде файлов с именами, содержащими уникальный серийный номер логгера, позволяет организовывать архивы большого размера и с определенностью знать, с какого прибора, с какой термокосы и в какой период времени собраны данные. Для большего удобства идентификации данных допускается внесение в текст файла логгера текстовых комментариев. Для предотвращения утери информации возможна организация физического архива данных путем хранения непосредственно карт памяти, стоимость которых незначительна.

В настоящее время логгеры проходят опытную эксплуатацию в реальных условиях на объектах нефтегазового комплекса и российских железных дорог.

## Список литературы

1. Попов А.П., Милованов В.И., Жмулин В.В., Рябов В.А., Бережной М.А. К вопросу о типовых технических решениях по основаниям и фундаментам для криолитозоны // Инженерная геология. — 2008. — № 3.
2. Корниенко С.Г. Изучение и мониторинг мерзлых грунтов с использованием данных космической съемки // Материалы 11-й Всероссийской научно-практической конференции «Геоинформатика в нефтегазовой отрасли», 3–5 марта 2010.
3. Минкин Марк. Строительство нефтегазовых объектов на Севере // Материалы семинара «Вопросы проектирования фундаментов на особых грунтах. Новые геотехнические конструкции и методы их расчетов», 2010.