

# Система мониторинга состояния резервуаров и насосной хранилища аварийного дизельного топлива на объектах ПАО «ГМК „Норильский никель“»

Дмитрий Ефанов, Герман Осадчий

В статье описана система геотехнического мониторинга, позволяющая получать диагностические данные о состоянии резервуаров и насосной хранилища аварийного дизельного топлива в Норильско-Таймырской энергетической компании в Красноярском крае. Система разработана, спроектирована, смонтирована и содержится силами ООО Научно-технический центр «Комплексные системы мониторинга». Система функционирует в условиях сурового климата с ходом температур до  $85^{\circ}\text{C}$  и устойчиво работает даже при  $-60^{\circ}\text{C}$ . Планируется дальнейшее развитие системы и дооснащение ею иных объектов на предприятии, а также развитие технологий геотехнического мониторинга в регионе в целом.

## ВВЕДЕНИЕ

ПАО «ГМК «Норильский никель»» – российская горно-металлургическая компания, являющаяся крупнейшим в мире производителем никеля и палладия. Данные химические элементы широко применяют при изготовлении транспортных средств, электротехнического оборудования, в различных сплавах с антикоррозийными свойствами и т.д. Ценность работы данного предприятия для экономики страны неоспорима!

29 мая 2020 года произошла одна из крупнейших экологических катастроф в г. Норильске, связанная с разгерметизацией бака с дизельным топливом в хранилище в г. Кайеркане (район Норильска). Произошла крупнейшая в истории утечка нефтепродуктов в Арктической зоне, что создало угрозу экосистеме Северного Ледовитого океана. Данное событие в Красноярском крае возникло по причине наличия микротрещин в одном из заполненных резервуаров, что стало возможным вследствие сильного износа основных фондов эксплуатирующего предприятия [1]. Согласно расследованию, произошло оседание основания

резервуара, построенного ещё в советский период развития государства, что и привело к разрыву корпуса. Часть свай, на которых стоял резервуар, были короче проектной длины и, как следствие, не были заглублены в скальную породу, но опирались на вечную мерзлоту. Таяние мерзлоты привело к подвижности свай и оседанию конструкции.

Данное событие не могло пройти незамеченным, а одним из основных заключений стала необходимость реализации на особо опасных объектах предприятия с учётом риск-ориентированного подхода стационарной системы мониторинга состояния зданий и сооружений – системы геотехнического мониторинга [2]. Такую систему мониторинга разработали и внедрили на объекте специалисты компании ООО Научно-технический центр «Комплексные системы мониторинга» (НТЦ КСМ). В горизонте обозримого будущего система геотехнического мониторинга охватит все основные промышленные объекты предприятия, и станет возможным управление функциональной и экологической безопасностью в регионе!

## ОБЪЕКТЫ МОНИТОРИНГА

Первыми объектами мониторинга стали здания и сооружения Норильско-Таймырской энергетической компании (НТЭК), обеспечивающей водой, тепловой и электрической энергией жизнедеятельность населения трёх городов (Норильск, Дудинка, Игарка), двух посёлков (Светлогорск и Снежногорск), а также всех предприятий Норильского промышленного района. В состав вошли группы резервуаров РВС № 2 и № 3, а также здание насосной хранилища аварийного дизельного топлива.

Резервуары, каждый объёмом  $20\,000\text{ м}^3$ , имеют свайные сборно-моноклитные фундаменты, реализованные с применением 120 буропускных свай-стоек с опиранием их на скальные грунты. Свайные основания каждого из резервуаров объединены моноклитным железобетонным плитным ростверком. Данные объекты выполнены в виде круглых моноклитных железобетонных плит, разделённых деформационными швами на 4 равных сектора. В местах сопряжения плиты ростверка с оголовками свай для каждого резервуара обустроены железобетонные капители. Средняя высота от

уровня дна резервуара до обреза фундамента составляет 1,2 м. Расстояние от низа плиты ростверка до дна каре заполнено скальным грунтом, находящемся в мёрзлом состоянии. По периметру окружности фундаментов по насыпи из скального щебня устроены монолитные железобетонные отмостки. Оба объекта были введены в эксплуатацию более полувека назад – в августе 1971 г.

Насосная представляет собой отдельно стоящее одноэтажное здание прямоугольной формы. Пространственная жёсткость и геометрическая неизменяемость здания обеспечивается жёстким защемлением колонн в фундаментах и диском покрытия. Внутри помещения к железобетонным рамам каркаса закреплены стальные рамы, к ригелям которых подвешены монорельсы электротельферов.

Условия эксплуатации объектов мониторинга являются крайне жёсткими: среднегодовая относительная влажность воздуха около 76%, минимальная температура воздуха составляет –53,1°С, среднегодовая находится на уровне –10,2°С, а ход абсолютных температур составляет 85°С. Предприятие расположено за Полярным кругом.

### СИСТЕМА ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Суровые условия эксплуатации объектов мониторинга обусловили крайне серьёзные требования к датчикам системы геотехнического мониторинга. Все объекты периферийного уровня должны устойчиво функционировать при изменениях в окружающей среде при допустимых температурах и влажности воздуха. Специалистами компании были проведены исследования в части выбора подходящих измерительных приборов для данного объекта мониторинга и сформирован рабочий проект, успешно смонтированный и реализованный также с привлечением НТЦ КСМ.

Оборудование системы геотехнического мониторинга установлено в критически важных точках и обеспечивает:

- измерение температуры грунта в термометрических скважинах;
- измерение температуры и влажности воздуха в подполье;
- контроль уровня грунтовых вод в пьезометрических скважинах;
- контроль деформационного состояния строительных конструкций фундаментов зданий и сооружений при помощи инклинометров.

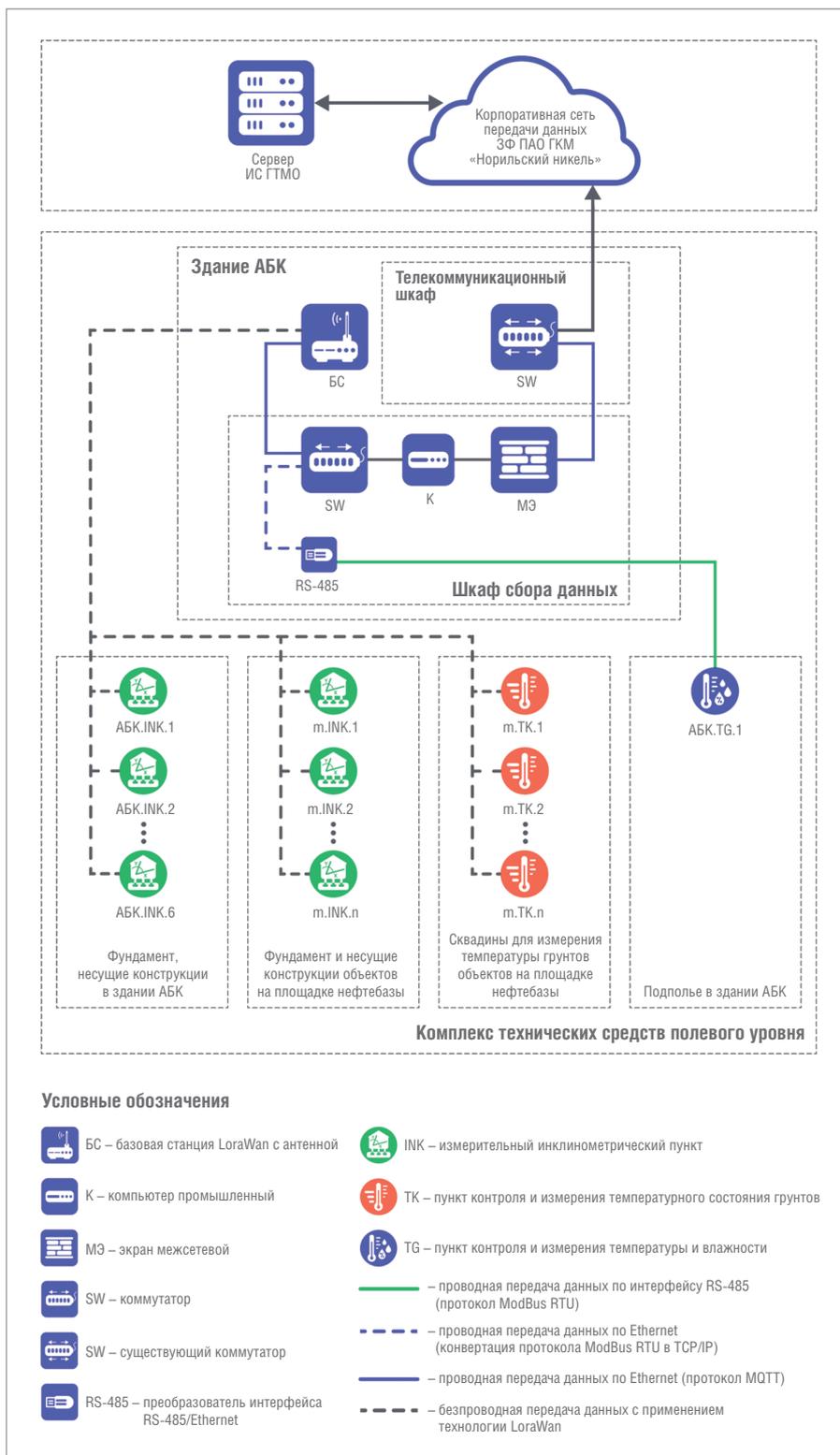


Рис. 1. Архитектура системы геотехнического мониторинга

Архитектура системы представлена на рис. 1. В ней условно можно выделить комплекс технических средств полевого уровня, а также технические средства уровня централизации данных. На полевом уровне установлены измерительные инклинометрические пункты, пункты контроля и измерения температурного состояния грунтов, пункт контроля и измерения температуры и влажности. Данные от измери-

тельных устройств передаются по стандартным протоколам в шкаф сбора данных, расположенный в здании административно-бытового комплекса (АБК). От инклинометрических пунктов и пунктов контроля и измерения температурного состояния грунтов данные передаются по беспроводному каналу с применением технологии LoraWAN. Данные от пункта контроля и измерения температуры и влажности – по про-



Рис. 2. Аппаратный зал

водной линии с применением протокола ModBus RTU. Подобная организация системы геотехнического мониторинга позволила получить измерительный комплекс географически распределённых объектов на территории предприятия с выдачей данных конечным пользователям на верхнем уровне централизации информации (рис. 2).

В настоящее время система геотехнического мониторинга позволяет получать большой объём данных, накопление которых и дальнейший интеллектуальный анализ позволят осуществлять процедуры достоверного диагностиро-

вания, прогнозирования и оценки остаточного ресурса технических объектов. При этом важно учесть все нюансы эксплуатации объектов диагностирования, так как затруднена реализация их точных цифровых моделей в условиях уже более чем полувекового использования по назначению.

Внедрение системы геотехнического мониторинга позволяет обеспечивать управление надёжностью технических сооружений на предприятии и функциональной и экологической безопасностью в суровых климатических условиях Арктической зоны РФ.

Специалисты НТЦ КСМ не только запроектировали, но и успешно смонтировали и настроили оборудование на объекте мониторинга. Дальнейшая деятельность связана с техническим содержанием системы, её наращиванием с дооснащением иных объектов диагностическими устройствами, а также развитием и совершенствованием технологий обработки информации.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение систем мониторинга объектов промышленности, в том числе

расположенных в Арктической зоне РФ, способствует совершенствованию технологий их эксплуатации.

Создаются не только возможности предупреждения развития аварий и катастроф на ранних стадиях, но и изменения принципов их содержания с учётом текущего и прогнозного состояний. Всё это напрямую связано с цифровой трансформацией каждой конкретной отрасли, в которой внедряются технические средства мониторинга, что способствует развитию экономики регионов и страны в целом. ●

### ЛИТЕРАТУРА

1. Разлив дизельного топлива в Норильске // URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Разлив\\_дизельного\\_топлива\\_в\\_Норильске](https://ru.wikipedia.org/wiki/Разлив_дизельного_топлива_в_Норильске) (дата обращения: 29.03.2022).
2. «Норникель» создаёт автоматизированную систему геотехнического мониторинга в Норильске // URL: <https://www.nornickel.ru/news-and-media/press-releases-and-news/nornikel-sozdaet-avtomatizirovannuyu-sistemu-geotekhnicheskogo-monitoringa-v-norilске/type=news> (дата обращения: 29.03.2022).

Мы обновились и расширяем  
ваши компетенции **ОНЛАЙН**

УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР  
ПРОСОФТ-МОСКВА

Дистанционные курсы:

SCADA-СИСТЕМЫ

- Основы работы с программным пакетом ICONICS GENESIS64 и российской платформой MasterSCADA

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПЛК

- Работа с контроллерами FASTWEL I/O, WAGO I/O в среде CODESYS

УЛ. ПРОФСОЮЗНАЯ, Д. 108  
ТЕЛЕФОН: +7 (495) 234-06-36  
E-MAIL: EDUCENTER@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU

## Новая версия MasterSCADA

Компания ООО «МПС софт» – разработчик программного обеспечения для промышленной автоматизации – выпустила новую версию своего продукта MasterSCADA 4D. Основные задачи, которые решает MasterSCADA, – сбор данных с оборудования, обработка и архивация полученных данных, визуализация и аналитика в виде графических панелей, трендов и отчётов. Изменения и новый функционал позволяют сократить время разработки проектов, улучшают быстродействие, открывают новые способы использования стандартного функционала, а также позволяют реализовывать ещё более сложные и интересные задачи промышленной автоматизации на различных объектах и производствах. В первую очередь, следует отметить следующие возможности: повышение уровня информационной безопасности работы системы, интеграцию сторонних библиотек через NuGet для программ C#, увеличение скорости выборки сообщений из архивов и обновление системы визуализации. Демовersion программы можно скачать с сайта <https://masterscada.ru>. ●



## Новости ISA

Объявлены итоги XVIII Европейского конкурса на лучшую студенческую научную работу ISA (ESPC-2022).

Большого успеха добились студенты и аспиранты ГУАП. Золотыми медалями награждены: Сердюк Ксения, Гончарова Виктория, Фоминых Анна, Гордеев Михаил, Тюринова Виолетта, Казидио Даниэле. Серебряными медалями награждены: Акопян Белла, Григорьев Евгений, Давидович Борис, Кузьменко Владимир, Белова Мария, Рассыхаева Мария, Степанов Никита. Бронзовыми медалями награждены: Афанасьева Виктория, Гордеев Иван, Мирошниченко Никита, Ненашев Сергей, Раскопина Анастасия, Русанов Максим, Рыжов Константин, Синкин Михаил, Соколова Ксения, Бобрышов Алексей, Климошкина Лидия, Савенко Ростислав, Тур Альбина.

Команда университета стала победителем в общем медальном зачёте. ●

## Низкопрофильные источники питания серии PMT2 от Delta Electronics для различных применений

Компания Delta Electronics представила новую серию общепромышленных AC/DC источников питания – PMT2. Данная серия является продолжением развития уже хорошо зарекомендовавшей себя серии PMT.



Основная особенность источников питания серии PMT2 – это их низкопрофильная конструкция. Высота блока питания составляет всего 30 мм. При этом доступны модели с широким выбором выходных мощностей: от 35 до 350 Вт. Входной диапазон напряжений составляет 90...264 В перем. тока – для некоторых моделей выбор необходимого входного диапазона осуществляется с помощью переключателя, но в большинстве моделей реализована функция широкого автодиапазона по входному напряжению. Набор выходных напряжений составляет: 12, 15, 24, 30, 36 и 48 В пост. тока с возможностью регулировки  $\pm 10\%$ . Причём некоторые модели доступны с вспомогательным каналом на 5 В для подключения, например, вентиляторов или контроллеров управления. Все модели серии PMT2 имеют широкий диапазон рабочих температур от  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $+70^{\circ}\text{C}$  (запуск возможен при  $-40^{\circ}\text{C}$ ). В режиме ожидания источники питания потребляют менее 0,5 Вт.

Расчётный срок службы электролитов в источнике питания составляет 10 лет (при входном напряжении 230 В перем. тока, 50% нагрузке и при температуре окружающей среды  $+40^{\circ}\text{C}$ ). ●



## «Авантикс» получил сертификаты совместимости оборудования с операционной системой «Астра Линукс»

Компания «Авантикс» – российский производитель промышленных компьютеров и встраиваемых систем – провела тестирование ряда своих популярных изделий на совместимость с операционной системой Astra Linux производства ООО «РусБИТех-Астра». По результатам тестирования были получены сертификаты совместимости, что гарантирует полноценную работу изделий. В ближайшем будущем планируется продолжение тестирования и получение соответствующих сертификатов.

На данный момент получены сертификаты на следующие компьютеры:

- **IPC-SYS8FN2** – уникальный безвентиляторный компьютер высотой 1U с возможностью резервированного питания. Компьютер IPC-SYS8FN2 работает на базе процессора Intel Core i7-9700TE (1.8/3.8 GHz, 12 MB, 8 ядер) или на любом другом CPU Intel Core 8 или 9 поколения LGA1151 с TDP до 35 Вт. При использовании DC-источников питания диапазон рабочих температур составляет от  $-40$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ , позволяя использовать компьютер в неотапливаемых помещениях. Питание компьютера осуществляется через 220 В переменного тока или 9...36 В постоянного тока (2 варианта), а также возможна опциональная установка: резервированный блок питания и два ввода питания.

- **ER-3100** – экономичный компактный встраиваемый компьютер начального уровня для базовых задач автоматизации. Компьютер поставляется с процессором Intel Celeron N3350 или Intel Pentium N4200, поддерживает до 8 ГБ оперативной памяти. На борту 4 порта USB 3.0 и 4 COM-порта: 1 × COM (RS-232/422/485, 5 В или 12 В, разъём RJ50) и 3 × RS-232 с разъёмами DB9. Питание организуется на базе источника постоянного тока на 9...36 В.

- **ER-3101** и **ER-4101** – безвентиляторные встраиваемые решения с большим числом последовательных портов: по умолчанию в устройства установлены 9 комбинированных COM-портов RS-232/422/485 с возможностью их расширения до 12 портов, что оптимально подходит для сбора технологических данных. ER-4101 предназначен для работы при экстремальных температурах: от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+70^{\circ}\text{C}$ .

- **ER-6100** – компактное необслуживаемое встраиваемое решение, которое поддерживается в наличии на складе. На базе ER-6100 можно эффективно организовать сбор технологических данных с оборудования, установленного в необслуживаемых помещениях и в условиях повышенной температуры воздуха. Благодаря отсутствию движущихся частей в системе охлаждения нет необходимости в периодическом мониторинге состояния устройства.

Также протестированы и в скором времени получат сертификаты совместимости рабочие станции на базе ATX материнских плат SYS1-2-A10, SYS1-3-A10, IPC-7220-A10. ●

