



# О ВНЕДРЕНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕРМОМЕТРИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА НА ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЕ



**АО НПП**  
**ЭТАЛОН**

644009, г.Омск, ул.Лермонтова, 175  
Тел.: (3812) 36-84-00, 36-94-53, 36-79-18, 32-80-51  
Факс: (3812) 36-78-82  
e-mail: fgup@omsketalon.ru; www.omsketalon.ru



## Номенклатура:

### ➤ Датчики:

- температуры: 153 типа (8000 модификаций),
- теплового потока: 4 типа (25 модификаций).

### ➤ Метрологическое оборудование:

#### - для теплофизических измерений

16 типов (69 модификаций),

#### - эталонные меры СВЧ – диапазона:

163 типа (368 модификаций)

### ➤ Приборы: 42 типа (68 модификаций)

### ➤ Микроэлектроника: 60 типа (379 модификаций)

### ➤ Прочее: более 400 типов.

АО НПП "Эталон" специализируется на разработке и производстве технических средств измерения температуры и метрологического оборудования для их поверки.

Предприятие имеет тесные постоянные связи с ведущими метрологическими институтами страны, НИИ различных отраслей и проектными организациями.

На предприятии имеется собственное специальное конструкторское бюро, что позволяет самостоятельно проводить разработку изделий на современном техническом уровне. Все изделия, разрабатываемые на предприятии, проходят сертификацию и заносятся в Государственный Реестр средств измерений

Система качества с 1998г. сертифицирована на соответствие международным стандартам ISO 9001:2008, ГОСТ ISO 9001-2011.

Есть лицензия Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору на осуществление деятельности по конструированию и изготовлению оборудования для атомных станций.



Безопасность функционирования объектов транспортной инфраструктуры и нефтегазового комплекса на территориях многолетнемерзлых грунтов определяется эффективностью систем мониторинга опасных геокриологических процессов, развитие которых связано как с природными факторами, так и с влиянием самих технических объектов.



К числу опасных трансформаций криогенных грунтов относится образование термоэрозии, растепление, заболачивание.

Наиболее уязвимыми в этом отношении являются транспортные магистрали и трубопроводы, поскольку подобные процессы приводят к изменению их положения, деформации и высокой вероятности возникновения аварийной ситуации.

Также существуют проблемы строительства и эксплуатации зданий, сооружений на вечномёрзлых грунтах. Проблемы фундаментостроения в районах распространения вечномёрзлых грунтов определяются особенностями инженерногеокриологических условий площадок размещения сооружений.

Деградация мерзлых пород приводит к резким изменениям в условиях функционирования оснований и фундаментов, поскольку прочностные и деформационные свойства грунтов напрямую зависят от температуры.

Для этого проводят геотехнический мониторинг, в состав которого входят наблюдения за температурным и гидрогеологическим состоянием грунтов оснований.





# Компоненты системы мониторинга температуры

Система мониторинга температур протяженных объектов предназначена для измерения температуры грунтов по ГОСТ 25358-82, там где требуется получить данные о состоянии мерзлых, промерзающих и протаивающих грунтов.

В зависимости от комплектации системы, это могут быть различные объекты строительства:

- резервуары с неагрессивными жидкостями;
- термометрические скважины;
- грунт под зданиями и сооружениями.

Система состоит из термокос МЦДТ 0922, МЦДТ 1201 и контроллеров ПКЦД-1/100, СКЦД-1/100, СКЦД-6/200, Логгеров ЛЦД1/100.



МЦДТ 1201



ПКЦД-1/100



СКЦД-6/200



МЦДТ 0922



СКЦД-1/100



Логгер

## Технические характеристики контроллеров

	ПКЦД-1/100	СКЦД-1/100	СКЦД-6/200
Габаритные размеры, мм	131x73x27	135x65x35	165x85x57
Масса контроллера, кг	0.2	0.5	1
Напряжение питания, В	9	24	24
Ток потребления, мА	10	100	100
Степень защиты от пыли и воды	IP52	IP65	IP65
Время считывания результатов, с:			
- первого	10	10	60
- последующих (настраивается)	10 ... 3600	20 ... 60	20 ... 60
Количество каналов	1	1	1 ... 6
Количество подключаемых датчиков	1 ... 100	1 ... 100	1 ... 200
Длина линии связи, м, не более	100	100	100
Электр. емкость линии, пФ, не более	15000	15000	15000
Тип выхода:			
- ЖК-индикатор с подсветкой			
- связь с компьютером	+ USB	- RS-485	- RS-485



+  
USB



-  
RS-485



-  
RS-485

## Технические характеристики

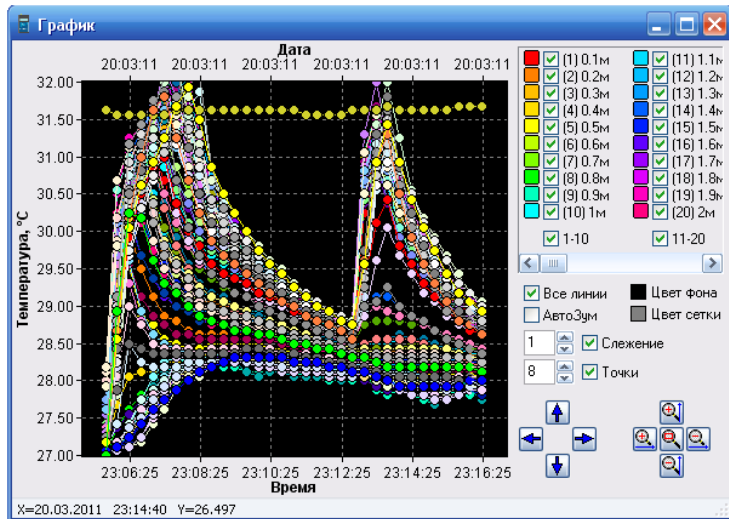
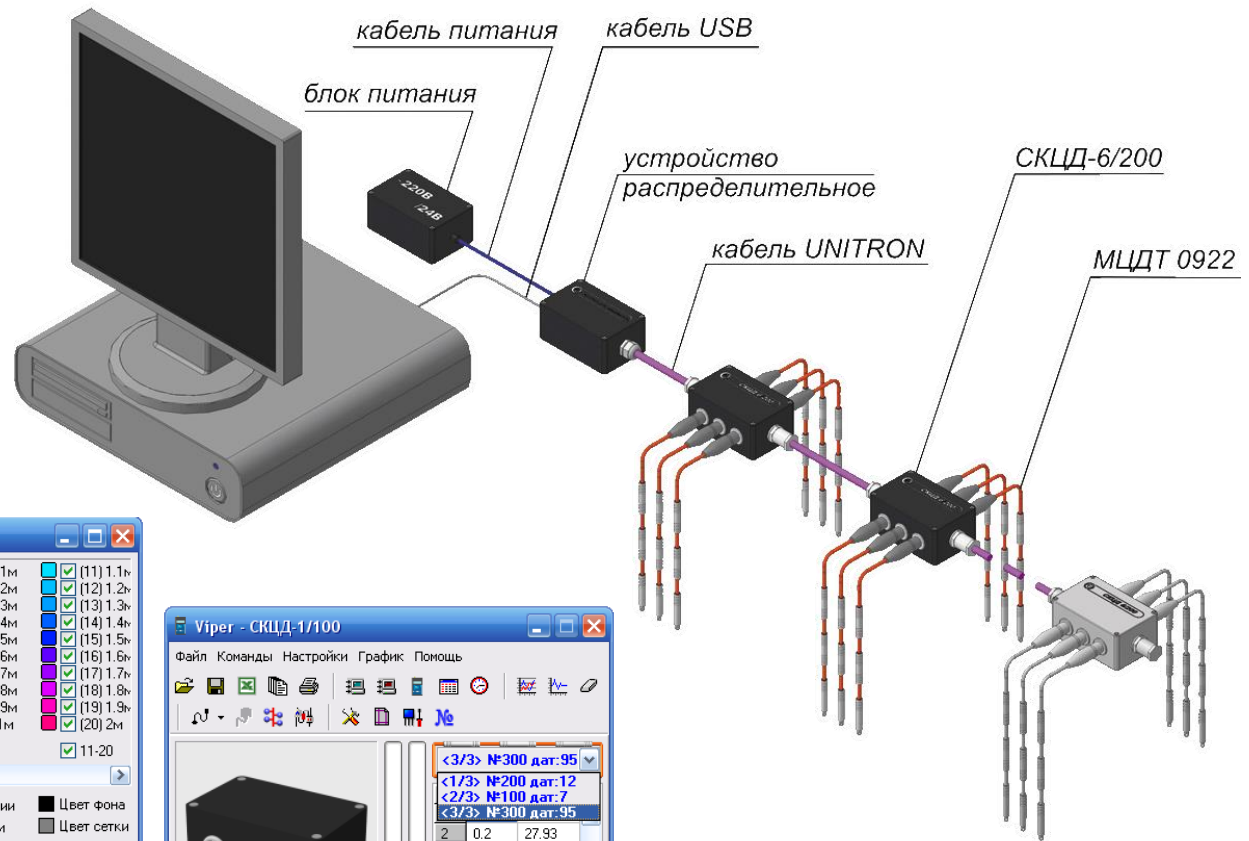
**МЦДТ 0922 /МЦДТ 1201**

Рабочий диапазон измеряемых температур, °С	-50 ...+100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности: от -50 ...-30 включ., °С, не более	$\pm(0,1+0,014( t -30))$
св. -30 ...+30 включ., °С, не более	$\pm 0,1$
св. +30 ...+100 включ., °С, не более	$\pm(0,1+0,014( t -30))$
Показатель тепловой инерции, с, не более	25
Материал защитной арматуры измерительных преобразователей	сталь 12Х18Н10Т
Вид климатического исполнения по ГОСТ 15150-69	У1, У3, Т1, Т3
Степень защиты от воздействия пыли и воды по ГОСТ 14254-96	IP56 / IP68
Вид взрывозащиты	PO Ex ia I Ma X 0Ex ia IIC T6 Ga X
Устойчивость к вибрации по ГОСТ Р 52931-2008	N1 / L1
Количество измерительных преобразователей, не более, шт.	250 / 197
Общая длина, м	до 120 / до 100



# Конфигурация стационарной системы мониторинга температуры грунта под зданиями и сооружениями

Сервисное программное обеспечение Viper



Viper - SKCD-1/100

Файл Команды Настройки График Помощь

Тип прибора: СКЦД-6/200  
Диапазон температур: -60 ... +60  
Подключено датчиков: 96  
Макс. кол-во датчиков: 200  
Заводской номер: 0002  
Версия прошивки: 2.0  
Интерфейс: Modbus rtu (247)

2	0.2	27.93
3	0.3	27.75
4	0.4	28.12
5	0.5	27.93
6	0.6	27.93
7	0.7	27.87
8	0.8	27.93
9	0.9	27.87
10	1	27.93
11	1.1	27.93
12	1.2	27.93
13	1.3	27.81
14	1.4	28.06
15	1.5	28.06

Соединение установлено Com5 Пакетов/точек: 1/96

# Диспетчер приборов

N	Адрес	Тип прибора	S/N	Soft	Тем.	№тк	Ndat	Комментарии
1	246	СКЦД-6/200	1	1.1	29°C	0	1	ОАО НПП <Эталон>
2.1	247	СКЦД-6/200	2	2.0	32°C	200	12	ОАО НПП <Эталон>
2.2	>					100	7	
2.3	>					300	95	
3.1	250	СКЦД-6/200	3	2.0	35°C	400	12	Склад №1, колонны 1,2,3,4,5,6
3.2	>					401	12	
3.3	>					402	12	
3.4	>					403	12	
3.5	>					404	12	
3.6	>					405	12	

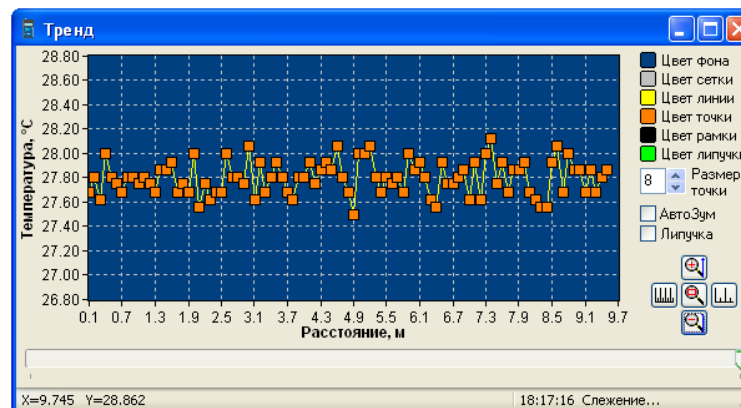
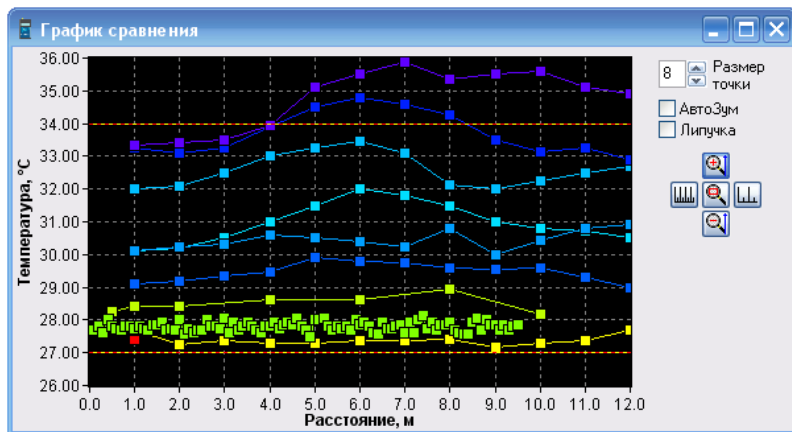
19:34:28 > Запуск сканирования  
 19:34:30 > Сканирование завершено. Найдено контроллеров: 3. Термокос: 10. Датчиков: 187  
 19:34:47 > Подключение к 247 выполнено  
 19:34:47 > Загрузка данных завершена  
 19:34:53 > Автоматический сбор данных активирован

# Контроль выхода за заданные пределы

**Внимание!**

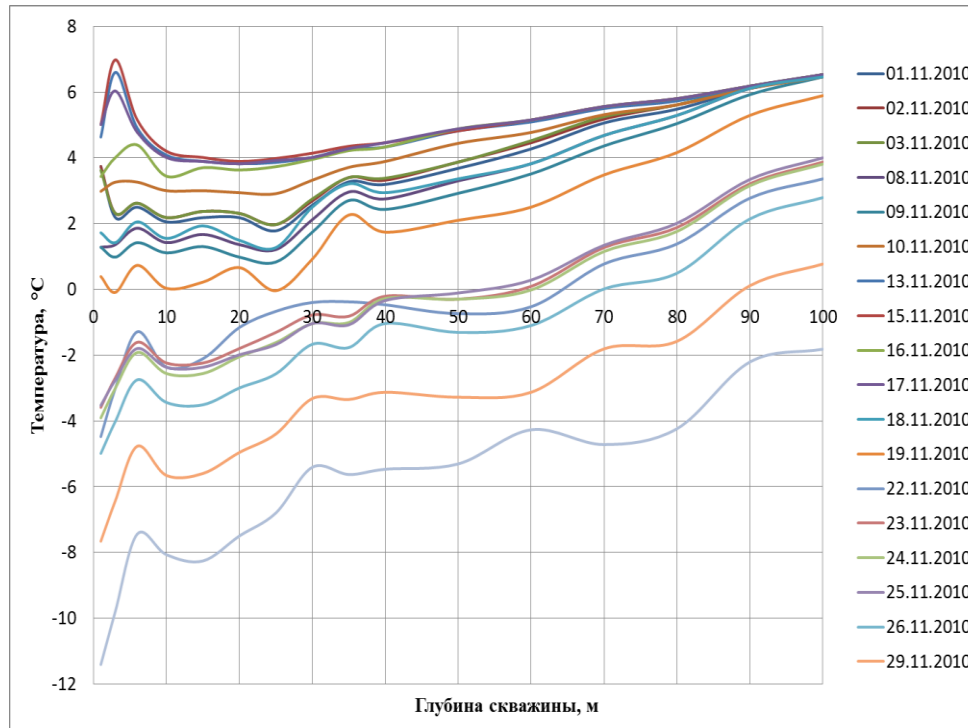
19:45:12 > Адрес: 247 Термокоса: 2 Макс. температура : 28.81  
 19:45:22 > Адрес: 247 Термокоса: 2 Макс. температура : 28.81  
 19:45:32 > Адрес: 247 Термокоса: 2 Макс. температура : 28.81  
 19:45:42 > Адрес: 247 Термокоса: 2 Макс. температура : 28.81  
 19:45:52 > Адрес: 247 Термокоса: 2 Макс. температура : 28.81  
 19:46:02 > Адрес: 247 Термокоса: 2 Макс. температура : 28.81  
 19:46:12 > Адрес: 247 Термокоса: 2 Макс. температура : 28.81  
 19:46:22 > Адрес: 247 Термокоса: 2 Макс. температура : 28.81  
 19:46:32 > Адрес: 247 Термокоса: 2 Макс. температура : 28.81  
 19:46:42 > Адрес: 247 Термокоса: 2 Макс. температура : 28.75  
 19:46:52 > Адрес: 247 Термокоса: 2 Макс. температура : 28.75  
 19:47:02 > Адрес: 247 Термокоса: 2 Макс. температура : 28.81

# Сервисное программное обеспечение Viper

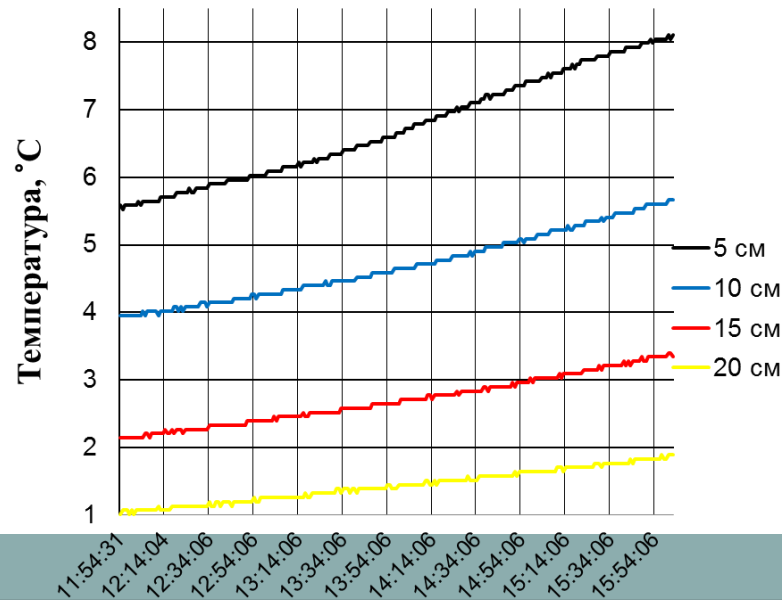




Результаты измерений температуры 100 м грунта, охлаждаемого термостабилизатором за ноябрь месяц 2010г.



Результаты измерений температуры почвы, апрель 2011 г.



## Установка термокос и логгеров со специалистами Тындинской мерзлотной станции центра ИССО АО «РЖД» на БАМе

### Выводы по результатам полевых испытаний :

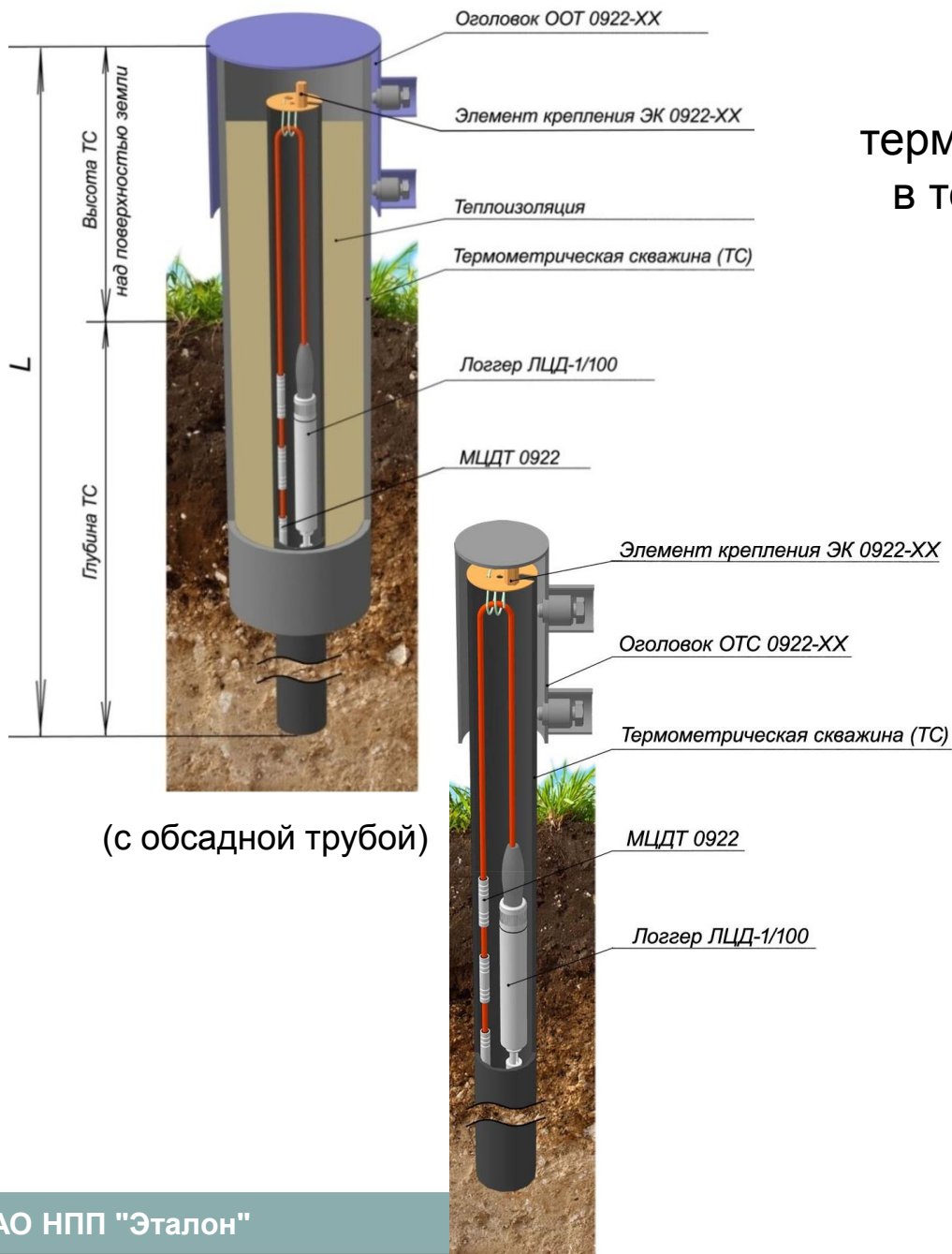
- логгеры ЛЦД-1/100 и термокосы МЦДТ 0922 отработали в полевых условиях более полутора лет без сбоев и технических неисправностей;
- приборы надежные и удобные в полевых условиях, не требуют дополнительных затрат на подготовку и проведение измерений, позволяют уменьшить периодичность измерений;

### Анализ работы оборудования спустя 7 месяцев



- получена качественно новая информация, при получении которой сведены к нулю возмущения теплового поля от погружения термокос в скважины и «недовыстойки»;

## Варианты размещения термокосы МЦДТ 0922 и логгера в термометрической скважине



### Выводы по результатам полевых испытаний :

- визуальный осмотр логгеров ЛЦД-1/100 и термокосы МЦДТ-0922 после автономной работы показал что, несмотря на обледенение логгеров и увлажнение термокосы, нарушения герметичности не выявлено, следы коррозии отсутствуют, нарушения электрических цепей не произошло.

- передача результатов измерений на компьютер показала отсутствие ошибок измерений и исправность всех датчиков термокосы.



# Автономные логгеры для термокос с радиомодемом ЛЦД1/100-РМ



Радиомодем



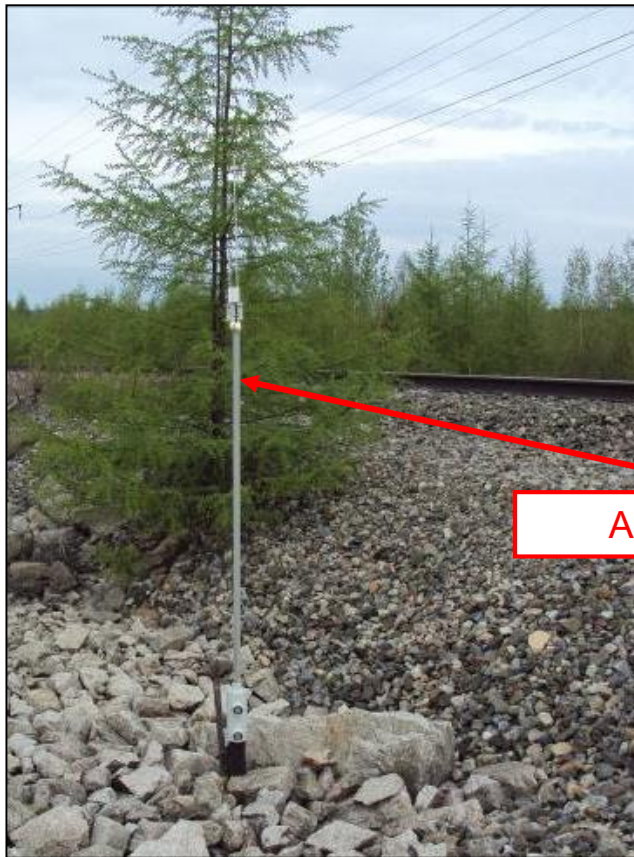
## Вариант обустройства термометрической скважины с логгером ЛЦД-1/100-РМ (радиоканал)





Логгер с радиоканалом выполнен в том же корпусе, что и предыдущая модель и оборудован аналогичным разъемом для подключения термокосы. Единственное отличие – наличие дополнительного антенного провода, выведенного из корпуса логгера.

Замена логгеров ЛЦД-1/100 на ЛЦД-1/100PM не представляет трудности. Логгер без радиоканала отсоединяется от термокосы и на его место подключается логгер с радиоканалом. Заглушка скважины меняется на усиленную крышку с антенной.



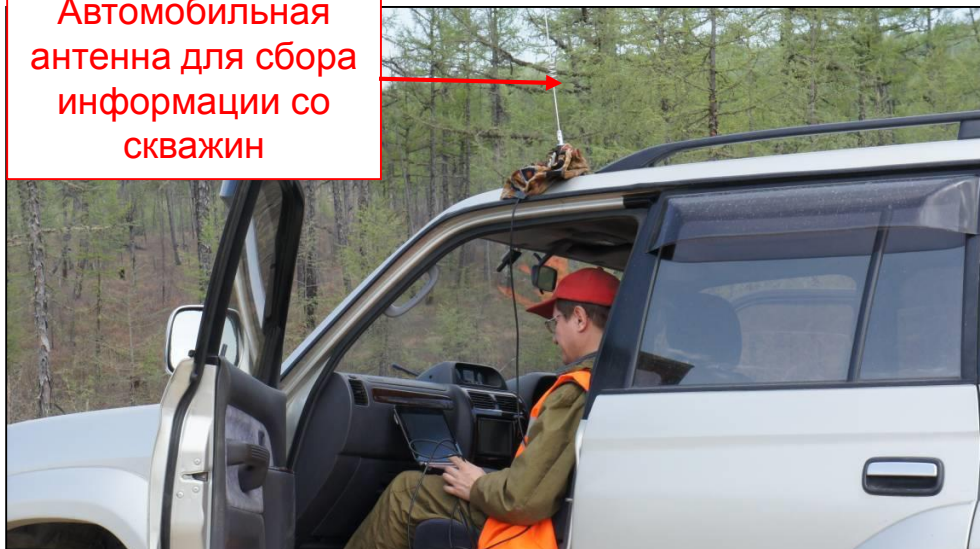
Антенна логгера

Усиленный оголовок с антенной



Системы мониторинга температуры установлены на объекте земляного полотна «Км 2339» перегона Курьян-Тында

Автомобильная антенна для сбора информации со скважин



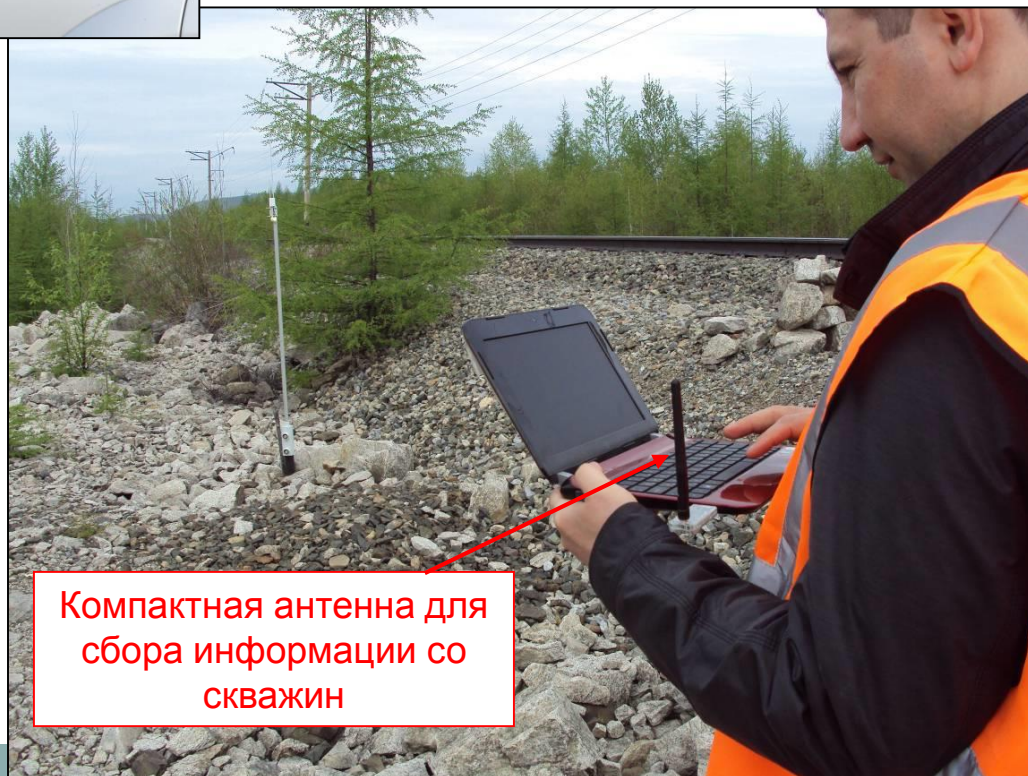
Натурные испытания проведены с использованием двух типов антенн: компактной, позволяющей перемещаться с ноутбуком по перегону и стационарной, устанавливаемой на автомобиль.

Компактная версия позволяет держать устойчивую связь в радиусе 200 – 300 метров в прямой видимости.

Автомобильная антенна уверенно работает до 1,5 км в прямой видимости.

Разработано новое программное обеспечение «Radiomania» и также размещено в свободное пользование на сайте АО НПП «Эталон».

В мае 2014г. установлены в опытную эксплуатацию логгеры ЛЦД-1/100-PM, позволяющие уже без извлечения самих логгеров из скважин получать информацию о температурных режимах грунтов по беспроводной связи. Частоты передачи данных находятся в разрешённом диапазоне (434МГц), мощность также не высокая (10мВт), что не требует получения дополнительных разрешений.



Компактная антенна для сбора информации со скважин



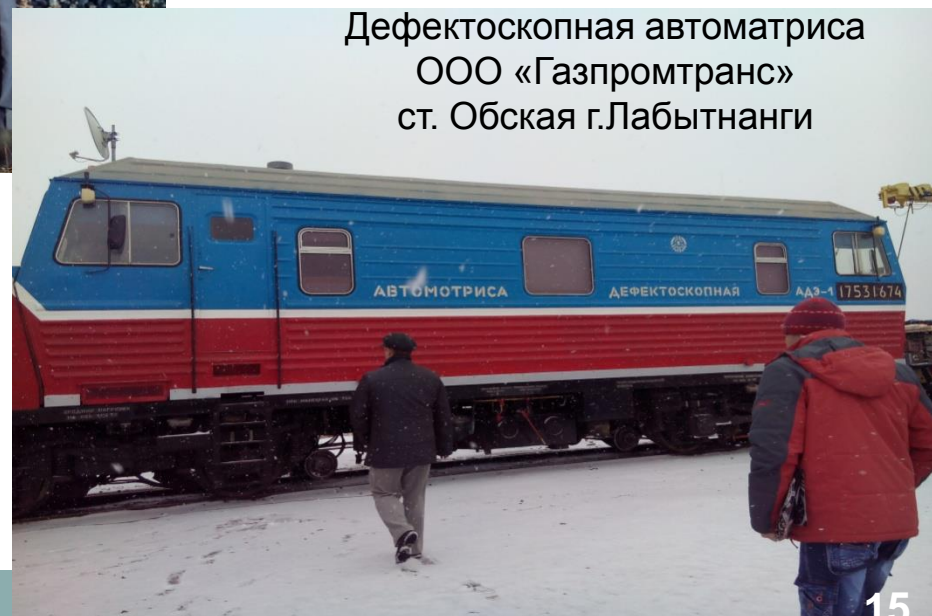
Оборудование термометрической скважины термокосой МЦДТ 0922  
и радиологгером ЛЦД-1/100-РМ  
на ст. Обская г. Лабытнанги ООО «Газпромтранс».



В октябре 2014 г. система температурного мониторинга установлена на поворотном круге станции Обская ООО «ГазпромТранс», г. Лабытнанги.

Получены предложения об оснащении передвижной дефектоскопной матрицы подобным комплектом оборудования, для организации системы мониторинга непосредственно в движении.

Дефектоскопная автоматриса  
ООО «Газпромтранс»  
ст. Обская г.Лабытнанги



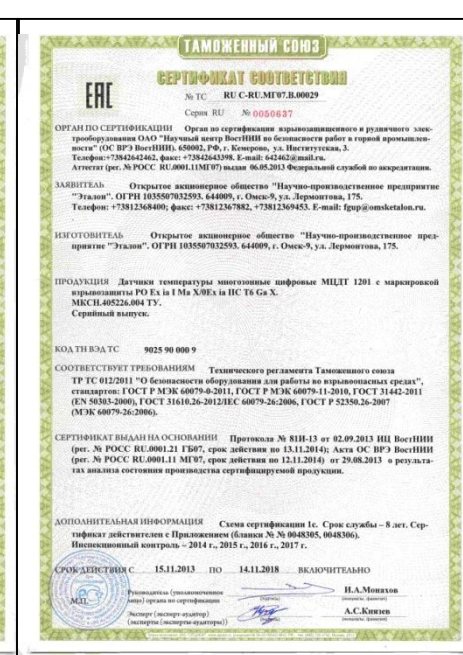
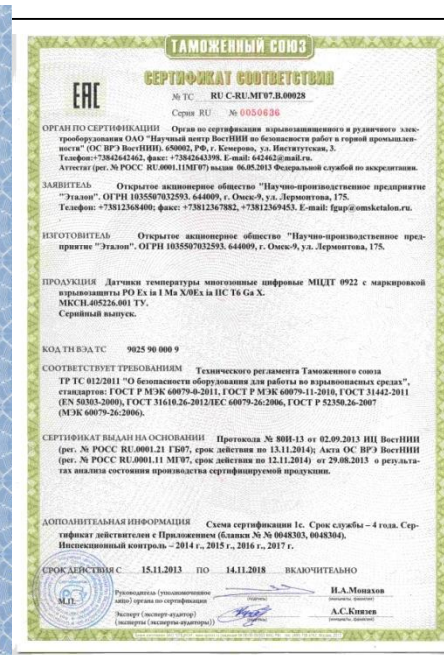
## РЕКОМЕНДАЦИИ

### XI Международной научно-технической конференции "Современные проблемы проектирования, строительства и эксплуатации железных дорог» прошедшей 3-4 апреля 2014 года в г. Москва

«Одобрить результаты эксплуатационных испытаний логгеров и температурных цифровых датчиков производства АО НПП «Эталон», показавших высокую эксплуатационную надежность в условиях БАМа, для проведения термометрических режимных наблюдений объектов земляного полотна на многолетнемерзлых основаниях».







# АО НПП «Эталон» разрабатывает и производит датчики теплового потока ДТП 0924

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДТП 0924

Диапазон измерения поверхностной плотности теплового потока, Вт/м <sup>2</sup>	10...1500
Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %	6, 8
Диапазон рабочих температур, °С	10...150
Диапазон значений коэффициента преобразования, Вт/(м <sup>2</sup> ·мВ)	20...40
Теплопроводность, Вт/(м×К)	0,3...1,0
Время термической реакции, с	5...300
Габаритные размеры, мм	20...300

ДТП 0924-Р-Д-300-300-0



ДТП 0924-Э-Д-27-1



ДТП 0924-Э-Д-20-0

ДТП 0924-Р-П-100-100-0



ДТП 0924-Э-Д-60-0

ДТП 0924-Р-П-200-200-0





## Комплект датчиков теплового потока с преобразователями и логгером



Кроме этого, оборудование АО НПП «Эталон» для мониторинга позволяет использовать в качестве датчиков любые датчики с цифровым или аналоговым выходом (инклинометры, датчики уровня, влажности).

На основе логгера ЛЦД-1/100-СД, преобразователей и датчиков теплового потока ДТП 0922 разработана и поставлена на опытную эксплуатацию система измерения тепловых потоков в грунтах на площадке Института Физико-Химических и Биологических проблем почвоведения г. Пущино.

Данная система эксплуатируется уже более полутора лет. Подобная система смонтирована осенью 2014г. в республике Саха-Якутия.



Наблюдательная площадка  
ИФХиБПП – ИФПБ – ПРАО РАН.

# АО НПП «Эталон» разрабатывает и производит КОМПЛЕКСЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Эталонные ППО, ПРО  
(преобразователи термоэлектрические)  
и ЭТС-100 3-го разряда  
(термометр сопротивления)



Автоматизированное рабочее место  
для поверки термометров сопротивления  
АРМ ПТС



Установка УПСТ-2М проводящая  
периодическую поверку (калибровку) и  
градуировку датчиков температуры, в том  
числе образцовых от 0 до 1200°C в  
соответствии с ГОСТ 8.338-2002, МИ 1744-87  
и ГОСТ 8.461-82.

Позволяет проводить одновременную поверку  
до 8 термопар и до 10 термопреобразователей  
сопротивления





# АО НПП «Эталон» разрабатывает и производит СРЕДСТВА ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ И ПЕРЕДАЧИ ЕДИНИЦЫ ТЕМПЕРАТУРЫ

## Криостаты



КР-80



КР-40-2



Термостаты:  
поверхностный  
ТПВ-2М,  
ТН-2М, ТП-2,  
ТР-1М-У2,  
и др.

Печи: МТП-2МР, ПШ 1200,  
ВТП 1600-1, МТП 1200-4



МТП-2М

МТП-2МР



БУ-7-4

Прецизионный  
милливольтметр  
В2-99



Калибраторы  
температуры:  
КС-100, КС-600



Устройство для  
дробления льда  
УДЛ-2





**ОАО НПП**

**ЭТАЛОН**

644009, г.Омск, ул.Лермонтова, 175

Тел.: (3812) 36-84-00, 36-94-53, 36-79-18, 32-80-51

Факс: (3812) 36-78-82

e-mail: [fgup@omsketalon.ru](mailto:fgup@omsketalon.ru); [www.omsketalon.ru](http://www.omsketalon.ru)