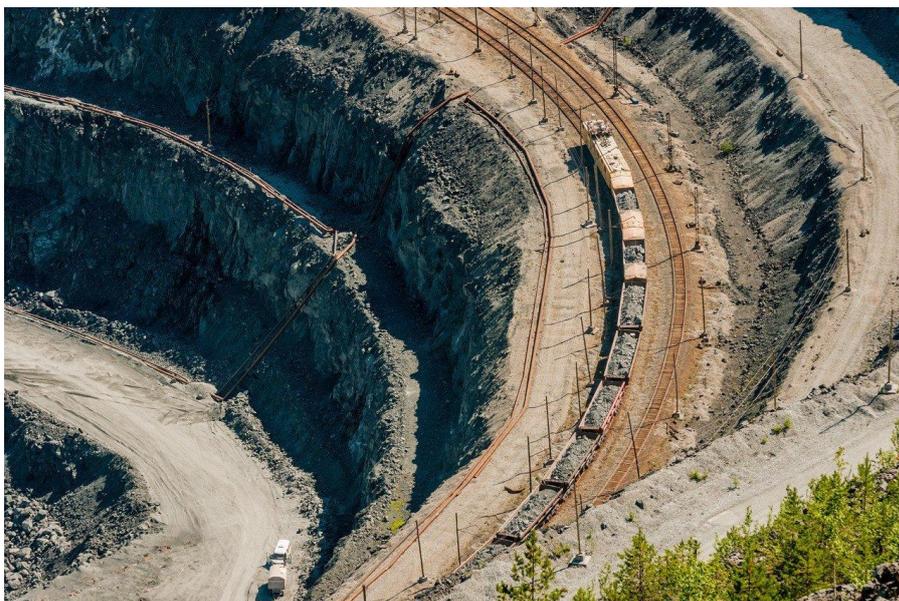


Автоматизированная система мониторинга состояния устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов (АСМ УБК)



1. Назначение

Автоматизированная система мониторинга состояния устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов (АСМ УБК) предназначена для ведения глубинных, гидрогеологических и геотехнических наблюдений с целью обеспечения нормального технологического цикла работ, включающего инструментальные наблюдения за устойчивостью бортов, уступов, откосов (мониторинг устойчивости).

АСМ УБК обеспечивает автоматизированный сбор данных в соответствии с требованиями к содержанию следующих видов мониторинга:

- глубинный - мониторинг стационарно установленными в скважины датчиками (инклинометры, пьезометры, экстензометры, геофоны) с автоматической записью и передачей информации,
- гидрогеологический - мониторинг за изменением уровней подземных вод и порового давления, участков высачивания,
- геотехнический - включает в себя возможные модификации методов мониторинга и другие системы в целях мониторинга состояния откосов.

2. Нормативные акты

2.1. Федеральный закон РФ от 27.12.2002 г. N 184-ФЗ (ред. 28.11.2018) "О техническом регулировании".

2.2. Федеральный закон от 26.06.2008 г. N 102-ФЗ (ред. 13.07.2015) "Об обеспечении единства измерений".

- 2.3. Федеральный закон от 21.12.1994 N 68 (ред. 03.07.2019) "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера".
- 2.4. ГОСТ 24846-2012. Грунты. Методы измерения деформации оснований зданий и сооружений.
- 2.5. ГОСТ 32019-2012. Мониторинг технического состояния уникальных зданий и сооружений. Правила проектирования и установки Стационарных систем (станций) мониторинга.
- 2.6. СП-22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. СНиП 2.02.01-83.
- 2.7. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах.
- 2.8. Проект Приказа Ростехнадзора "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов" (по состоянию на 16.03.2020) (подготовлен Ростехнадзором, ID проекта 01/02/02-20/00099386)

3. Функциональные возможности АСМ УБК

1	Измерительные датчики		
	Поверхностные	Инклинометры	да
		Геофоны	да
	Глубинные	Гирлянды инклинометрические	да
		Гирлянды инклинометрические и термометрические совмещенные	да
		Гирлянды термометрические	да
		Пьезометры	да
		Экстензометры	да
		Геофоны скважинные	да
	Возможность расширения номенклатуры датчиков		да
2	Режимы записи и передачи информации		
	Автоматический режим съема информации		да
	Автоматический выбор параметров режима съема информации		да
	Передача данных	В режиме посещения	да
		По проводным каналам связи	да
		По беспроводным каналам связи	да

		Автоматическое сохранение данных до восстановления каналов связи	да
3	Режимы обработки и отображения информации		
	Автоматический режим взаимодействия с датчиками		да
	Автоматическая конфигурация измерительных датчиков и каналов связи		да
	Хранение первичной и преобразованной информации в базе данных		да
	Непрерывное формирование оперативной оценки состояния устойчивости на основе сравнения с заданными уставками		да
	Прогнозное формирование оценки состояния устойчивости на основе сравнения с заданными уставками		да
	Наличие аналитической подсистемы прогнозирования Индекса устойчивости		По запросу
4	Общие характеристики		
	Длительность автономной работы без замены внутренних источников питания		Не менее 3-х лет
	Гарантийный срок		3 года
	Средний срок службы		не менее 15-и лет
	Предельные условия эксплуатации	Температура, град, С	- 55 ... + 80
		Атмосферное давления, кПа (мм. рт. ст.)	84 ... 106,7
		Относительная влажность воздуха при +25°С без конденсации влаги, не более, %	90
	Степень пылевлагозащиты		IP68
	Возможность исполнения для условий Арктики		Да

4. Состав АСМ УБК

4.1. В состав АСМ УБК входят следующие подсистемы

- 4.1.1. Подсистема стационарно установленных датчиков, включающая датчики поверхностной и глубинной установки
- 4.1.2. Подсистема записи и передачи информации, включающая контроллеры для опроса датчиков и базовые станции
- 4.1.3. Подсистема обработки и отображения информации, включающая специализированное ПО анализа и прогнозирования, а также комплекс аппаратных средств верхнего уровня.

5. Архитектура АСМ УБК

5.1.Трехуровневая архитектура АСМ УБК обладает свойствами гибкости, расширения и масштабирования. Это позволяет при необходимости включать в нее дополнительные виды датчиков, автоматически изменять конфигурацию измерительных датчиков, структуру каналов связи, режимы съема информации.

5.2.Архитектура АСМ УБК позволяет непрерывно формировать оперативную и прогнозную оценку состояния устойчивости.

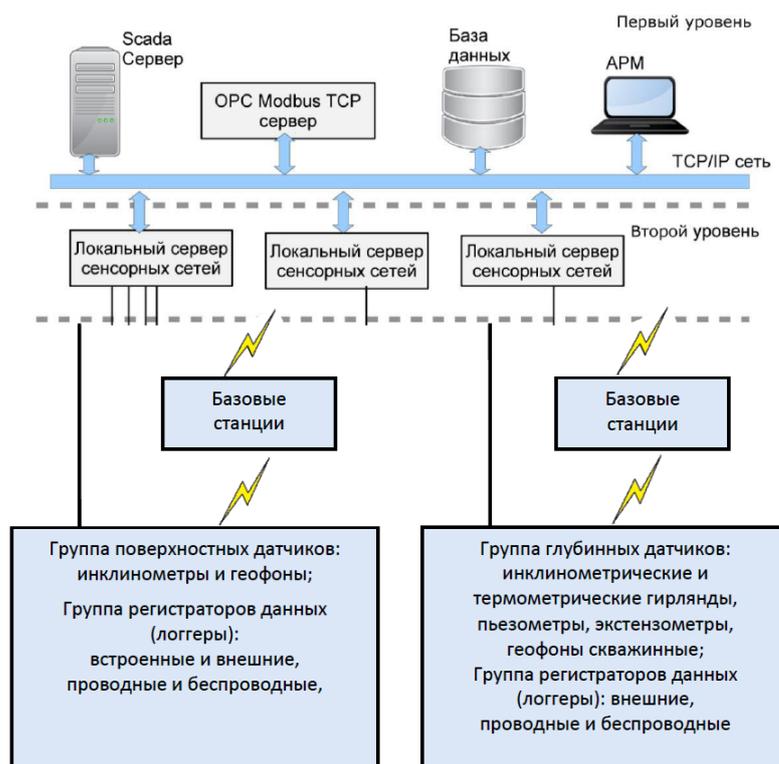


Рисунок 1. Архитектура АСМ УБК
(вариант беспроводного исполнения)

6. Подсистема стационарно установленных датчиков

6.1. Состав подсистемы стационарно установленных датчиков

6.1.1. Подсистема стационарно установленных датчиков включает:

6.1.1.1. Группу поверхностных датчиков, устанавливаемых на дневной поверхности бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов карьеров, а также на поверхности инженерных сооружений в зоне контроля устойчивости

6.1.1.2. Группу глубинных датчиков, устанавливаемых в измерительных скважинах

6.1.2. В состав группы поверхностных датчиков могут входить:

- 6.1.2.1. Инклинометры (производство ООО «Флагман Гео»):
 ФЛН-204 – семейство датчиков разного исполнения с проводным каналом связи,
 ФЛН-205 - семейство датчиков разного исполнения с беспроводным каналом связи
- 6.1.2.2. Геофоны наземной установки (поставка партнеров по кооперации)

6.1.3. В состав группы глубинных датчиков могут входить:

- 6.1.3.1. гирлянды инклинометрические на базе трехкоординатных инклинометров ФЛН-301 (производство ООО «Флагман Гео»)
- 6.1.3.2. совмещенные гирлянды инклинометров и термометров на базе трехкоординатных инклинометров ФЛН-301 и термометров ФЛН-301Т (производство ООО «Флагман Гео»)
- 6.1.3.3. термометрические гирлянды, в том числе, на базе термометров ФЛН-301Т
- 6.1.3.4. пьезометры (поставка партнеров по кооперации)
- 6.1.3.5. экстензометры (поставка партнеров по кооперации)
- 6.1.3.6. геофоны скважинные (поставка партнеров по кооперации)

6.2. Основные технические характеристики инклинометров ФЛН-204



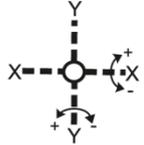
	ООО «Флагман Гео» Инклинометр ФЛН-204-01В ТУ 26.51.66-003-92014487-2017	
		+9...+30 В 0.4 Вт IP67 -30°...+30° № 112ИН00005 Вып. 12-2018

Рисунок 2. Инклинометр ФЛН-204

- 6.2.1. Инклинометры ФЛН-204 ТУ 26.51.66-003-92014487-2017 производства ООО «Флагман Гео» предназначены для измерения углов различных объектов относительно горизонтальной плоскости по двум ортогональным осям. Инклинометр позволяет производить измерения углов в двух режимах:
 - однократные или непрерывные абсолютные измерения углов наклона конструкций;
 непрерывные измерения изменений углов наклона контролируемых конструкций относительно первоначально заданного положения.
- 6.2.2. Инклинометры ФЛН-204 могут устанавливаться в контрольных точках бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов для непрерывного контроля изменения углового положения.
- 6.2.3. Свидетельство о регистрации типа средств измерения RU.C.27.541.A №68293

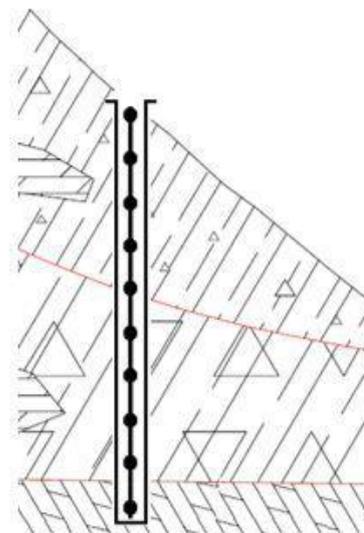
6.2.4. Метрологические характеристики инклинометров ФЛН-204

Название параметра	Значение
Диапазон измерений угла, градус	± 30
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений угла, градус: <ul style="list-style-type: none"> - в диапазоне от минус 30° включительно до минус 5° - в диапазоне от минус 5° включительно до 5° включительно - в диапазоне от 5° до 30° включительно 	± 0.05 ± 0.03 ± 0.05
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности от изменений температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур, на каждые 10°C, градус	± 0.025
Нормальные условия измерений <ul style="list-style-type: none"> - температура окружающего воздуха, °C; - относительная влажность воздуха при температуре 25 °C без конденсации влаги, не более % - атмосферное давление, кПа 	20±5 90 от 84 до 106,7

6.3. Основные технические характеристики инклинометрических кос (гирлянд)



а)



б)

Рисунок 3. а) гибкая коса (гирлянда) инклинометров,
б) схема установки косы (гирлянды) инклинометров

6.3.1. Инклинометрические косы производства ООО «Флагман Гео» предназначены для установки в контрольных скважинах с целью проведения глубинных измерений пространственного поперечного смещения грунтов по двум ортогональным осям

6.3.2. Технические характеристики инклинометрических кос (гирлянд)

1	Максимальная чувствительность к пространственному поперечному смещению траектории оси скважины, не менее, мм	1
2	Погрешность измерения угла наклона относительно вертикали отдельного измерительного модуля (по каждой чувствительной оси), не более, угл.мин	± 2
	Погрешность измерения пространственного поперечного смещения траектории в пределах одного измерительного сегмента, не более, мм	± 2
	Максимальная погрешность измерения пространственного поперечного смещения траектории оси скважины при шаге датчиков 1 м., не более, мм	$\pm 2 * VL$, где L – длина массива в метрах
3	Диапазон измерения угла наклона отдельного датчика относительно вертикали (по каждой чувствительной оси), не менее, угл.град	-90...+90
	Диапазон измерения пространственного поперечного смещения траектории оси скважины между двумя соседними датчиками при шаге 1м), не более, м	0 ... 0,2
4	Режимы считывания данных	режим посещения
		режим проводной / беспроводной передачи данных
5	Минимальный период считывания (обновления) данных во всех режимах, не более, мин (для гирлянды не более 60-и датчиков)	1
6	Вид выходных данных (необработанные данные)	Массив углового положения каждого датчика по трем осям
		Массив значений температуры каждого датчика
7	Вид выходных данных (обработанные данные)	Восстановленная траектория: массив значений профиля пространственного смещения; Температура каждого датчика
8	Номинальное напряжение питания, постоянное, В	24
	Потребляемый ток (при опросе датчиков), не более, мА	200

9	Режим подключения питания	Только на период считывания данных
10	Тип датчика угла наклона	Трехкоординатный, микромеханический
11	Исполнение (степень защиты)	IP68
12	Конструктивное исполнение	Гибкое полужесткое

6.4. Технические требования к условиям установки (инсталляции) глубинных датчиков

- 6.4.1. Датчики / гирлянды датчиков для глубинных измерений устанавливаются в обсаженные наблюдательные скважины (рисунок 4).
- 6.4.2. Позиционирование скважин, их ориентация и длина определяются проектной документацией.
- 6.4.3. Буровые работы и обсадку скважин проводит Заказчик.
- 6.4.4. Диаметр обсадных труб, материал и конструктивные особенности обсадных труб согласовываются с Заказчиком.
- 6.4.5. Шаг размещения измерительных модулей в инклинометрических гирляндах устанавливается проектной документацией.
- 6.4.6. Датчики / гирлянды датчиков для глубинных измерений оборудуются соответствующими контроллерами опроса датчиков, устанавливаемыми в соответствии с проектной документацией.
- 6.4.7. Оборудование верхнего оголовка (устья скважины) производится Заказчиком по согласованию с Поставщиком.
- 6.4.8. Датчики / гирлянды датчиков для глубинных измерений получают питание от соответствующих контроллеров.
- 6.4.9. Датчики / гирлянды датчиков для глубинных измерений осуществляют обмен данными и командами с контроллерами.

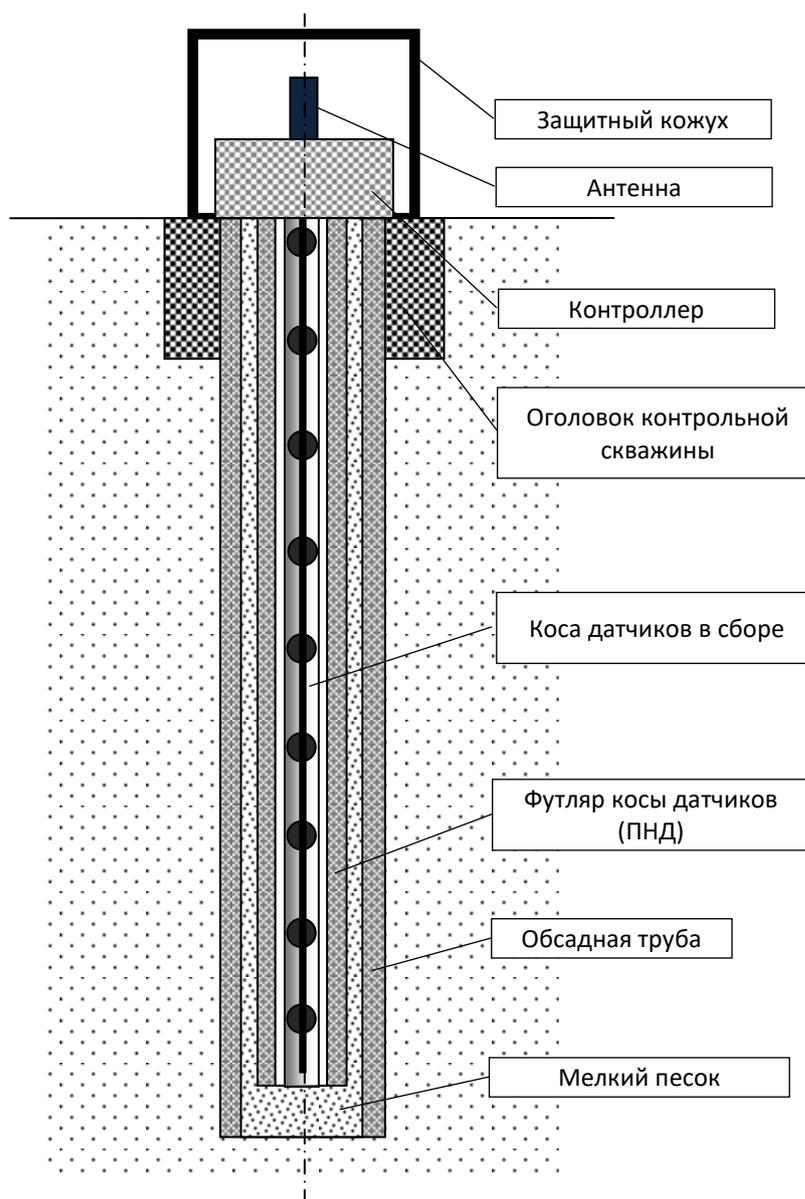


Рисунок 4. Схема компоновки контрольной скважины с беспроводной передачей информации

7. Подсистема записи и передачи информации

7.1. Состав подсистемы записи и передачи информации (производство ООО «Флагман Гео»)

- 7.1.1. Контроллер косо инклинометрической.
- 7.1.2. Контроллер совмещенной косо инклинометров и термометров.
- 7.1.3. Контроллер термометрической гирлянды.
- 7.1.4. Контроллер датчиков пьезометрического напора.
- 7.1.5. Контроллер экстензометра.
- 7.1.6. Контроллер геофона.
- 7.1.7. Базовая станция в комплекте с антенной (поставка партнеров по

кооперации).

7.2. Основные характеристики подсистемы записи и передачи информации

- 7.2.1. Подсистема записи и передачи информации обеспечивает:
- предоставление питания массиву измерительных модулей;
 - управление измерительными модулями;
 - конфигурацию измерительных модулей;
 - обновление программного обеспечения измерительных модулей;
 - обмен данными с сервером верхнего уровня в автоматическом режиме;
 - предоставление данных оператору в ручном режиме;
 - самоконфигурацию в ручном режиме и режиме удаленного доступа;
 - обновление программного обеспечения в ручном режиме и режиме удаленного доступа.
- 7.2.2. Передача данных в ручном режиме производится оператором с помощью ноутбука, подключаемого по USB интерфейсу.
- 7.2.3. Обмен данными с сервером в автоматическом режиме производится по беспроводным интерфейсам. Выбор интерфейса зависит от оборудования местности средствами связи.
- 7.2.4. Основным беспроводным интерфейсом АСМ УБК является LORAWAN интерфейс.
- 7.2.5. В случае невозможности оборудовать местность LORAWAN сетью используется GSM интерфейс.
- 7.2.6. Универсальная наземная станция имеет автономное питание на основе аккумуляторов или батарей.

8. Подсистема обработки и отображения информации

8.1. Состав подсистемы обработки и отображения информации

- 8.1.1. Программное обеспечение верхнего уровня для накопления и обработки результатов измерений с формированием сигнала превышения заданных порогов опасности, включая формирование прогнозной оценки изменения устойчивости.
- 8.1.2. Промышленный сервер в комплекте с системой хранения данных.
- 8.1.3. Серверная промышленная стойка (шкаф).
- 8.1.4. Оборудование автоматизированного рабочего места.
- 8.1.5. Сетевое оборудование.
- 8.1.6. Источник бесперебойного питания.

8.2. Основные характеристики подсистемы обработки и отображения информации

8.2.1. Специализированное программное обеспечение для сервера верхнего уровня обеспечивает:

- взаимодействие с измерительными станциями;
- получение и преобразование первичных данных от массивов измерительных модулей;
- визуализацию результатов;
- хранение первичной и преобразованной информации в базе данных;
- извлечение и анализ предыдущей информации из базы данных;
- конфигурацию измерительных модулей и измерительных станций;
- обновление программного обеспечения измерительных модулей и измерительных станций.

8.3. Аналитическая подсистема прогнозирования Индекса устойчивости

8.3.1. Модуль расчета аналитической модели предназначен для формирования текущей и прогнозной оценки в форме Индекса устойчивости.

8.3.2. Накопление «сырых» данных: получение данных от сенсоров различного типа. Данные характеризуют текущее состояние снежной массы и окружающих факторов.

8.3.3. 2. Индекс устойчивости вычисляется на основе анализа корпуса исторических «сырых» данных, полученных от подсистемы стационарно установленных датчиков, а также с учетом возможной дополнительной информации, характеризующей объект контроля. К такой информации могут быть отнесены по сейсмической ситуации, погодные явления и другое.

8.3.4. Для расчета Индекса устойчивости используются методы машинного обучения и алгоритмы нейронных систем.

8.3.5. Одной из задач модуля расчета является выявление стадий изменения (ухудшения) индекса устойчивости. Для этого производится анализ трендов изменения модели состояния грунтов, каждой из стадий присваивается определенное значение Индекса устойчивости.

8.3.6. Модуль расчета аналитической модели включается в поставку по дополнительному соглашению с заказчиком.