

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Системы мониторинга деформаций объектов инфраструктуры

ООО «Фарватер»

Современные технологии высокоточной обработки сигналов глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) используются в задачах мониторинга положения потенциально опасных объектов инженерной инфраструктуры (мостов, зданий, башен и т.п.) а также подвижных грунтов, находящихся в условно статическом положении.

1. СОСТАВ СИСТЕМЫ

1.1 Система мониторинга состоит из комплекта датчиков, размещаемых непосредственно на объекте, и специализированного программного обеспечения для обработки данных, устанавливаемого на удалённом сервере диспетчерского пункта.

1.2 Объектовые датчики

Основой для построения системы мониторинга потенциально опасных объектов инфраструктуры и подвижных грунтов являются датчики на основе сигналов ГНСС, выполненные в смарт-конструктиве (датчик содержит приемник ГНСС, антенну ГНСС, процессор для решения специализированных задач, а также, при необходимости, встроенный модем беспроводной связи). Такой конструктив датчика удобен для монтажа на объекте.



Рисунок 1 – Пример конструктива смарт-датчика ГНСС

В части приемника и антенны ГНСС смарт-датчик может быть выполнен, как в одночастотном (L1), так и в двухчастотном (L1/L2) варианте, необходимость использования того или иного варианта датчиков (или их комбинаций) в составе системы определяется характеристиками объекта мониторинга (прежде всего, его протяженностью), выбранной конфигурацией системы, а также применяемой технологией высокоточной навигации.

Датчик ГНСС может использоваться, как в качестве объектового датчика системы (непосредственно устанавливаться на объект), так и в качестве базовой станции ГНСС, являющейся источником корректирующей информации для объектовых датчиков (что позволяет определять положение объектовых датчиков с субсантиметровой точностью в реальном времени). То есть, для обеспечения работы системы на объекте *не требуется* наличия в зоне расположения объекта мониторинга стационарных базовых станций дифференциальной коррекции: функцию базовой станции выполняет такой же объектовый датчик; единственное требование к базовому датчику – он должен быть размещен вне объекта контроля, на заведомо неподвижном основании.

1.3 Обработка данных

Программно-математическая обработка измерений ГНСС для формирования высокоточных координат в составе системы мониторинга может быть реализована двумя основными способами:

- *распределенный* метод обработки, при котором определение пространственных координат производится непосредственно в процессоре каждого объектового датчика с последующей передачей результата в диспетчерский центр;
- *централизованный* метод обработки, при котором объектовые датчики передают только первичную измерительную информацию, а конечная обработка осуществляется на сервере диспетчерского центра.

Выбор того или иного подхода зависит от особенностей объекта мониторинга, пропускной способности выбранных средств беспроводной связи для передачи данных мониторинга на диспетчерский пункт, и передачи корректирующей информации от базовой станции.

Разработчики «Фарватер» владеют полным стеком технологий прецизионной навигации по сигналам ГНСС собственной разработки. Разработанное программно-математическое обеспечение отлажено под 6 различных операционных систем, и может быть легко дополнено или модифицировано с учетом специфики разрабатываемой системы и динамических характеристик контролируемых

объектов. Разработчики имеют опыт построения систем мониторинга различных объектов на основе технологий ГНСС (в частности – судоходного шлюза, мостов, оползнеопасных участков), и имеют значительные наработки в части проектирования системы на объекте, организации каналов передачи данных, реализации хранения данных мониторинга на сервере. Ниже приведены примеры реализованных проектов систем мониторинга на различных объектах.



Рисунок 2 – Контроль оползнеопасного склона пос. Головинка (Краснодарский край)

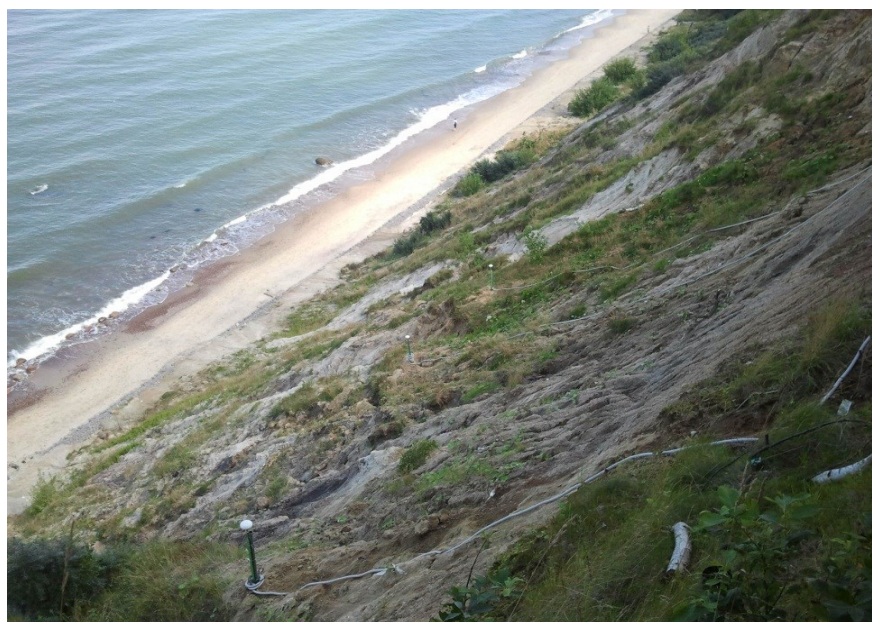


Рисунок 3 – Контроль оползнеопасного склона г. Светлогорск (Калининградская обл.)



Рисунок 4 – Контроль моста во время ремонта
г. Могилев (Беларусь)



Рисунок 5 – Контроль камеры судоходного шлюза

1.4 Внешнее программное обеспечение (ПО) системы мониторинга включает серверное ПО, предназначенное для сбора, обработки и хранения данных, и ПО автоматизированного рабочего места оператора (АРМ), предназначенное для отображения результатов мониторинга в графическом и числовом виде, сигнализации о превышении каким-либо параметром заданного порогового значения, задания параметров настройки системы.

В качестве ПО АРМ диспетчерского центра может быть использовано собственное ПО «Мониторинг объектов», либо данные системы могут быть интегрированы в SCADA.

ПО «Мониторинг объектов» разработано под операционную систему Windows. ПО обеспечивает отображение данных мониторинга и формирование тревожных сообщений в случае превышения каким-либо из контролируемых параметров предельно допустимых значений.

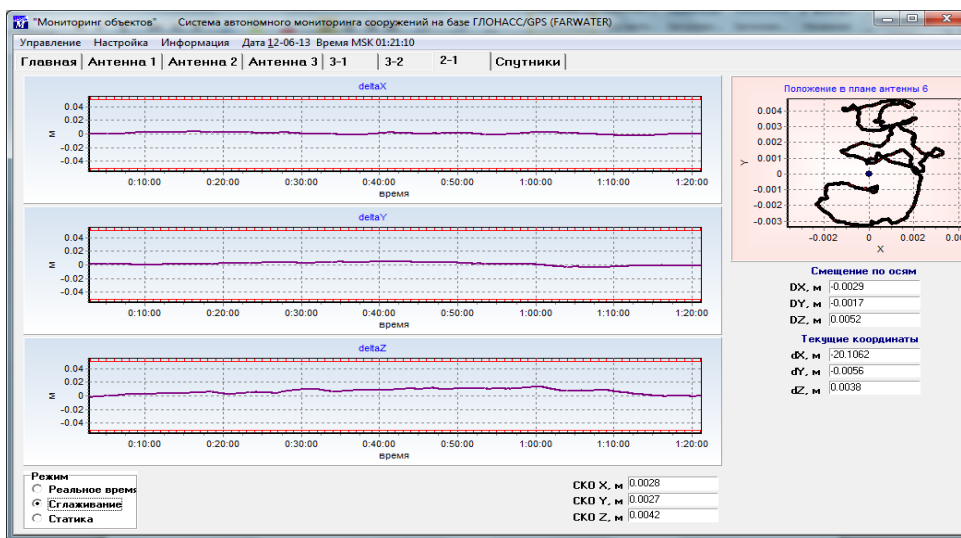


Рисунок 6 – ПО «Мониторинг объектов»

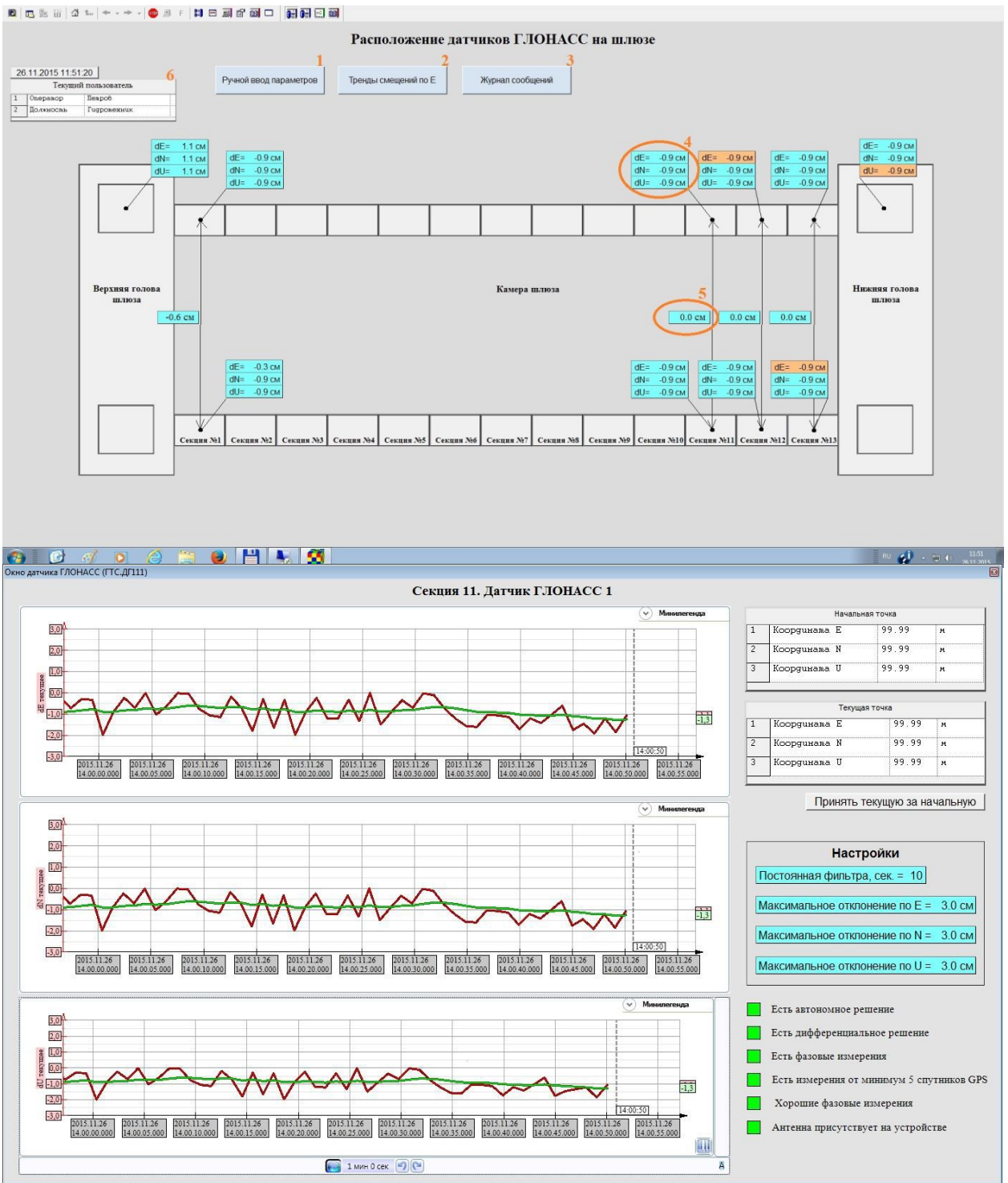


Рисунок 7 – Реализация ПО АРМ на базе ПО MasterScada

2. ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ

Датчики ГНСС размещаются на конструкциях контролируемого инженерного сооружения для непрерывного слежения за их пространственным смещением относительно проектного (начального) положения. Количество устанавливаемых на объект датчиков должно определяться его техническими характеристиками (в общем случае, если рассматривать объект как абсолютно твердое тело – достаточно одного датчика).

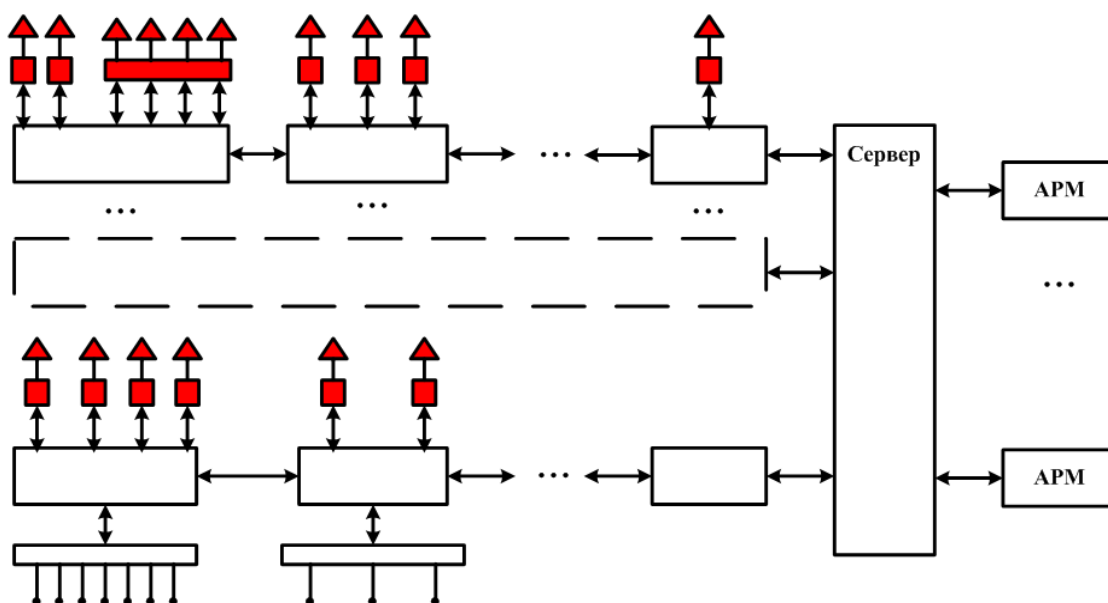


Рисунок 4 – Принцип построения системы мониторинга объектов

При распределенном способе корректирующая информация передается с базовой станции на датчики, в которых производится высокоточная обработка собственных измерений совместно с корректирующей информацией, вырабатываются текущие параметры пространственного положения места установки датчика, результаты передаются на диспетчерский пункт. При большой протяженности линии корректирующая информация может передаваться от нескольких (взаимно увязанных) базовых станций. Конфигурация системы определяется исходя из типа выбранных датчиков: для одночастотных базовых станций радиус действия составляет не более 10-15 км, для двухчастотных – до 100 км.

При централизованном способе обработки нет необходимости в передаче корректирующей информации от базовых станций на датчики: эта информация передается непосредственно в центр обработки данных. Туда же передаются первичные измерительные данные с датчиков для совместной обработки. Однако объем передаваемой информации с датчиков при этом подходе существенно больше.

Окончательное решение по количеству и типу используемых датчиков, способам и средствам передачи данных и иным параметрам системы может быть принято в привязке к конкретному объекту мониторинга. Имеющиеся прототипы программного обеспечения инвариантны к количеству датчиков системы и их типам.

3. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

№ п/п	Характеристика	Технология
1	Точность определения координат контрольной точки объекта в реальном времени, м (СКО)	0,01
2	Точность определения координат контрольной точки объекта в режиме сглаживания, м (СКО)	0,005
3	Точность определения координат контрольной точки объекта в квазистатическом режиме, м (СКО)	0,002
4	Время работы	Не ограничено
5	Используемые системы ГНСС	ГЛОНАСС, GPS, GALILEO, Beidou
6	Темп обновления выходной информации	Задается параметрами настройки (max 1 Гц)
7	Канал связи	GSM, УКВ
8	Система координат	WGS-84 или пользовательская
9	Напряжение питания датчика, В	9 – 30
10	Габаритные размеры датчика	Ø 164 мм, высота 127 мм
11	Степень защиты корпуса	Не ниже IP67