

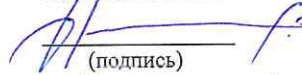


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)

Факультет «Дорожно-транспортный»

Подразделение, ответственное за реализацию образовательной программы
кафедра «Геодезия»

Руководитель
подразделения,
ответственного за
реализацию
образовательной
программы или ее
компонентов


(подпись) М.А.Николенко.
« 13 » 12 2023 г.

ОТЧЕТ

По практической подготовке при проведении стационарной дискретной производственной практики (научно-исследовательской работы) на предприятии ООО «Датум Инжиниринг»

Обучающийся Вой 13.12.2023 К.А. Воликова
подпись, дата

Обозначение отчета НИР.23.0000.000 Группа ДТНГ51

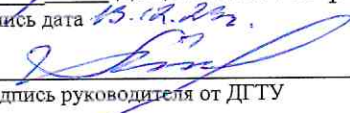
Направление 21.05.01 Прикладная геодезия

Профиль Инженерная геодезия

Руководитель практической подготовки от предприятия:

Генеральный директор  13.12.23 П.А. Мацегоров
подпись дата

Руководитель практической подготовки от ДГТУ:  доцент Л.Ф. Кирильчик
подпись дата 13.12.23

Оценка отлично 13.12.23 
дата подпись руководителя от ДГТУ

Ростов-на-Дону

2023 г.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

Факультет «Дорожно-транспортный»

Подразделение, ответственное за реализацию образовательной программы и ее
компонентов: кафедра «Геодезия»

ЗАДАНИЕ

На практическую подготовку при проведении стационарной дискретной производственной
практики (научно-исследовательской работы) на предприятии ООО «Датум Инжиниринг»

в период с «01» сентября 2023 г. по «23» декабря 2023 г.

Обучающийся Воликова Кристина Алексеевна

Обозначение отчета НИР.23.0000.000

Группа ДТПГ 51

Срок представления отчета на кафедру « » декабря 2023 г.

Содержание индивидуального задания:

- постановка научной задачи;
- анализ возможных методов решения научной задачи;
- самостоятельный поиск возможных методов решения научной задачи и формулирование выводов;
- формулирование выводов и заключения по решению научной задачи;
- подготовка и оформление отчета.

Руководитель практической
подготовки от ДГТУ


подпись, дата 01.12.23г.

доцент Л.Ф. Кирильчик

Задание принял к исполнению


подпись, дата 01.12.2023г.

К.А. Воликова

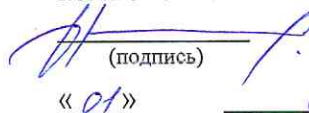


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)

Факультет «Дорожно-транспортный»

Подразделение, ответственное за реализацию образовательной программы или ее
компонентов: кафедра «Геодезия»

Руководитель
подразделения,
ответственного за
реализацию
образовательной
программы или ее
компонентов


(подпись)

М.А.Николенко.

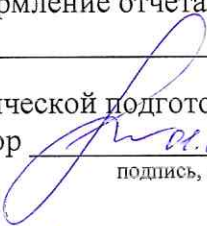
« 01 »

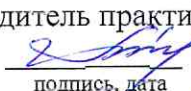
09

2023 г.

Рабочий график (план) проведения практической подготовки

№	Мероприятие	Срок выполнения
1	Прохождение вводного и первичного инструктажа по охране труда на рабочем месте, и инструктажа по пожарной безопасности на объекте	01.09.2023
2	Постановка научной задачи	02.09.2023
3	Анализ возможных методов решения научной задачи	03.09.2023- 01.10.2023
4	Самостоятельный поиск возможных методов решения научной задачи и формулирование выводов	02.10.2023- 20.10.2023
5	Формулирование выводов и заключения по решению научной задачи	21.10.2023- 15.11.2023
6	Подготовка и оформление отчета	16.11.2023- 23.12.2023

Руководитель практической подготовки от предприятия
генеральный директор  01.09.23 Р.А.Мацегоров
подпись, дата

Руководитель практической подготовки от ДГТУ
доцент  Л.Ф.Кирильчик
подпись, дата 01.09.23г.

Ростов-на-Дону

2023 г.

Содержание

	Введение.....	5
1	Основные виды и задачи мониторинга инженерных сооружений.....	7
2	Геодезические методы контроля за вертикальными перемещениями.....	9
3	Геодезические методы контроля за горизонтальными перемещениями инженерных сооружений.....	14
4	Геодезические методы контроля за кренами инженерных сооружений.....	19
5	Требования к точности определения деформационных характеристик инженерных сооружений.....	22
	Заключение.....	26
	Список используемых информационных ресурсов.....	28
	Приложение А – Отчет о проведении патентных исследований.....	29
	Приложение Б – Дневник прохождения практической подготовки.....	30

					НИР.230000.000		
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата			
Разраб		Воликова К.А.	Вол	13.12.23	Литера	Лист	Листов
Проверил		Кирильчик Л.Ф.	Кирильчик Л.Ф.	13.12.23		4	30
					ДГТУ Кафедра «Геодезия»		

Введение

Научно-исследовательская работа (НИР) – работа научного характера, связанная с поиском, исследованием и экспериментом для расширения уже существующих и получения новых знаний, научного обоснования проектов, проверки научных гипотез.

Содержание НИР определяется рабочей программой дисциплины.

Целью НИР является приобретение практических навыков самостоятельной исследовательской и аналитической деятельности, а также формирование научно-информационной базы для выполнения выпускной квалификационной работы.

К задачам НИР относятся:

- ознакомление с основными направлениями развития рыночной экономики и научно-технического прогресса в отрасли;
- овладение научными методами познания, углубление и творческое усвоение изучаемого материала;
- изучение методики и способов самостоятельного решения научных технико-экономических проблем.

В ходе НИР выполняется обзор литературных источников, патентный поиск и формирование темы выпускной квалификационной работы.

Патентный поиск – это процедура выборки в соответствии с запросом документов по заданным признакам из базы патентных данных, осуществляемый поиск по материалам, которые отвечают только темам или предметам запроса. Выполнение патентного поиска позволяет проверить уникальность изобретения, получить информацию об интересующих технических решениях и изучить тенденции развития любого типа технологии. Основными методами поиска являются информационно

поисковая система, специальные компьютерные программы и ручная обработка документов.

Современная строительная отрасль характеризуется сильным количественным и качественным ростом, внедрением новых материалов и конструкций. При этом здания и сооружения имеют повышенную чувствительность к деформации грунтового основания. Поэтому на данный момент требования к надежности способов наблюдения за вертикальными и горизонтальными перемещениями, наклонами и другими деформациями значительно возросли.

В настоящее время одной из самых важных задач прикладной геодезии является наблюдение за деформациями зданий и сооружений. Цель наблюдений – определение наиболее рационального инженерного решения для восстановления их эксплуатационной надежности. Для достижения вышеуказанной цели проводится анализ результатов геодезических наблюдений для определения характера деформаций и возможных их изменений.

					НИР.230000.000	Лист
						6
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

1 Основные виды и задачи мониторинга инженерных сооружений

Мониторинг инженерных сооружений проводят в целях обеспечения их безопасного функционирования, его результаты являются основой эксплуатационных работ на этих объектах. При мониторинге проводят контроль за процессами, протекающими в конструкциях объектов и грунте, для своевременного обнаружения на ранней стадии тенденции негативного изменения напряженно-деформированного состояния конструкций и оснований, которое может повлечь переход объекта в ограниченно работоспособное или аварийное состояние, а также получения необходимых данных для разработки мероприятий по устранению возникших негативных процессов [9].

Существуют следующие виды мониторинга:

- строительных конструкций;
- строящихся зданий и сооружений;
- существующих зданий и сооружений;
- окружающей среды;
- геотехнический.

Геотехнический мониторинг — это общее понятие, которое включает в себя разные виды исследований. В зависимости от особенностей объекта и различных природных факторов, в программу изучения могут входить следующие виды наблюдения и измерения:

1. Визуальный мониторинг деформаций. В его рамках проводится осмотр объекта, в процессе которого фиксируются обнаруженные дефекты, устанавливаются маяки на трещины и другие деформации.

2. Вибродинамический анализ. Его задачей является измерение значения динамических ускорений, которые возникают в процессе

строительства или же связаны с окружающими условиями жизни. Анализ проводится при помощи компьютера, чувствительных датчиков и виброметра.

3. Геодезический мониторинг.

При геодезическом мониторинге производятся наблюдения за деформациями строящихся зданий и сооружений, также производятся наблюдения за теми сооружениями, которые находятся в зоне влияния строительства. Геодезический мониторинг преследует следующую цель - своевременно выявить критические величины деформаций, установить причины их возникновения, составить прогнозы развития деформаций, выработать и принять меры с целью устранения неблагоприятных процессов.

Измерения деформаций строящихся сооружений следует проводить в течение всего периода строительства и в период эксплуатации до достижения условной стабилизации деформаций, устанавливаемой проектной или эксплуатирующей организацией. В процессе измерений деформаций определяют (отдельно или совместно) величины:

- вертикальных перемещений (осадок, просадок, подъемов);
- горизонтальных перемещений (сдвигов);
- кренов.

Наблюдения за деформациями следует производить в следующей последовательности:

- установка деформационных марок на зданиях и сооружениях;
- инструментальные измерения величин вертикальных и горизонтальных перемещений и кренов;
- обработка и анализ результатов наблюдений.

Метод измерений вертикальных и горизонтальных перемещений и определения крена устанавливают в зависимости от требуемой точности измерения, конструктивных особенностей, инженерно-геологической и гидрогеологической характеристик грунтов основания, возможности применения и экономической целесообразности метода в данных условиях.

4. Геофизические измерения. Заключаются в установке сейсмических и электромагнитных датчиков.

5. Тензометрический анализ. Необходим для получения данных об уровне напряжения в фундаментах, несущих конструкциях, сваях и пр. Для проведения измерений требуются специальные датчики и компьютер для обработки полученных данных.

2 Геодезические методы контроля за вертикальными перемещениями инженерных сооружений

Вертикальные перемещения:

- осадки, происходящие в результате уплотнения грунта под воздействием внешних нагрузок и в отдельных случаях собственной массы грунта;

- просадки, происходящие в результате уплотнения под воздействием как внешних нагрузок и собственной массы грунта, так и дополнительно с ними действующих факторов (замачивание просадочного грунта, оттаивание ледовых прослоек в замерзшем грунте и т. п.);

- набухания и усадки, связанные с изменением объема некоторых видов глинистых грунтов при изменении их влажности, температуры (морозное пучение) или воздействии химических веществ.

Вертикальные перемещения оснований фундаментов следует измерять одним из следующих методов или их комбинированием: геометрическим нивелированием коротким лучом визирования, тригонометрическим или гидростатическим нивелированием, методом относительных спутниковых измерений с использованием глобальной спутниковой навигационной системы (ГНСС).

Конкретные методы измерения вертикальных перемещений следует принимать в зависимости от классов точности измерения, целесообразных для данного метода:

- геометрическое нивелирование - I-IV класс точности измерения;
- тригонометрическое нивелирование - II-IV класс точности измерения;
- гидростатическое нивелирование - I-IV класс точности измерения;
- относительные спутниковые измерения с использованием глобальной спутниковой навигационной системы (ГНСС) - II-IV класс точности измерения.

Основными методами высотного геодезического мониторинга деформаций являются геометрическое и тригонометрическое нивелирование.

Метод геометрического нивелирования.

Наиболее широко распространен метод геометрического нивелирования с применением коротких визирных лучей (рисунок 1). Высокая точность и быстрота измерений превышений на станции, большой выбор компактных, точных нивелиров, возможность выполнять наблюдения в стесненных условиях строительства делают этот метод практически универсальным.

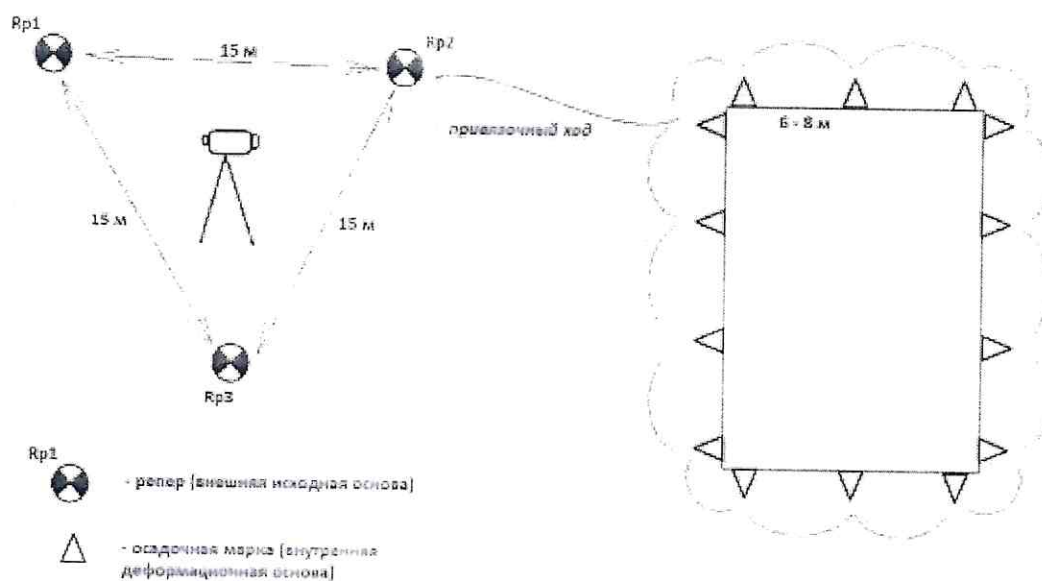


Рисунок 1 - Схема геометрического нивелирования короткими лучами визирования

Высокоточное геометрическое нивелирование короткими визирным лучам выполняется из середины.

Перед началом цикла измерений и в конце его обязательно проверяют главное условие нивелира (угол i). Величина угла i в нивелире должна быть не более $10''$ при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ [10].

Для измерения высотных смещений нивелирная рейка устанавливается на верхнюю часть деформационной марки и берется отсчет.

Максимальная величина неравенства плеч не должна превышать 0.4 м.

Все работы по передаче отметок проводятся замкнутыми ходами в 2 и более горизонтов инструмента (в зависимости от сходимости измерений) в безветренную, облачную погоду (или при низком солнце) одновременно по двум рейкам.

Геометрическое нивелирование во всех циклах измерений выполняются по одной и той же схеме. Для этого места установки нивелира маркируют краской.

В каждом цикле измерений следует соблюдать следующие требования:

- при нивелировании применяются одни и те же инструменты и рейки;
- рейки должны быть пронумерованы и устанавливаться на те же марки или реперы, на которые они устанавливались в предыдущих циклах измерений.

Высокоточное геометрическое нивелирование должно выполняться электронными нивелирами с самоустанавливающейся линией визирования. Возможно использование оптических нивелиров Н-05, Ni004, Ni002 и других типов нивелиров, аналогичных по точности, прошедших сертификацию на соответствие.

При расчете погрешностей измерений геометрическим нивелированием допустимая погрешность измерения вертикального перемещения не должна превышать 2 мм для зданий и сооружений [4].

Основные технические характеристики и допуски для геометрического нивелирования следует принимать в соответствии с таблицей 1 [4].

Таблица 1 - Основные технические характеристики и допуски для геометрического нивелирования

Условия геометрического нивелирования	Основные технические характеристики и допуски для геометрического нивелирования классов			
	I	II	III	IV
Применяемые нивелиры	С погрешностью 0,3-0,5 мм на 1 км двойного хода		С погрешностью 1-3 мм на 1 км двойного хода	
Применяемые рейки	Инварные		Двусторонние шашечные, складные штрих-кодовые	
Число станций незамкнутого хода, не более	2	3	5	8
Визирный луч:				
-Длина, м, не более	25	40	50	100
-Высота над препятствием, м, не менее	1,0	0,8	0,5	0,3
Неравенство плеч (расстояний от нивелира до реек), м, на станции, не более	0,2	0,4	1,0	3,0
Накопление неравенства плеч, м, в замкнутом ходе, не более	1,0	2,0	5,0	10,0
Допускаемая невязка, мм, в замкнутом ходе (n - число станций)	$\pm 0,3\sqrt{n}$	$\pm 0,5\sqrt{n}$	$\pm 1,5\sqrt{n}$	$\pm 5\sqrt{n}$

Метод работы нивелирования должен быть принят в соответствии с классом точности:

I класс точности - двойным горизонтом, способом совмещения, в прямом и обратном направлении или замкнутый ход;

II класс точности - одним горизонтом, способом совмещения, замкнутый ход;

III класс точности - одним горизонтом, способом наведения, замкнутый ход;

IV класс точности - одним горизонтом, способом наведения.

Метод тригонометрического нивелирования.

Метод тригонометрического нивелирования (рисунок 2) позволяет определять осадки точек, расположенных на разных высотах и недоступных

при производстве работ геометрическим нивелированием [3]. Необходимая точность достигается использованием высокоточных электронных тахеометров, путем выбора благоприятных условий наблюдений, позволяющим уменьшить влияние вертикальной рефракции. Электронные тахеометры поверяются с использованием встроенного программного обеспечения в соответствии с инструкцией к инструменту.

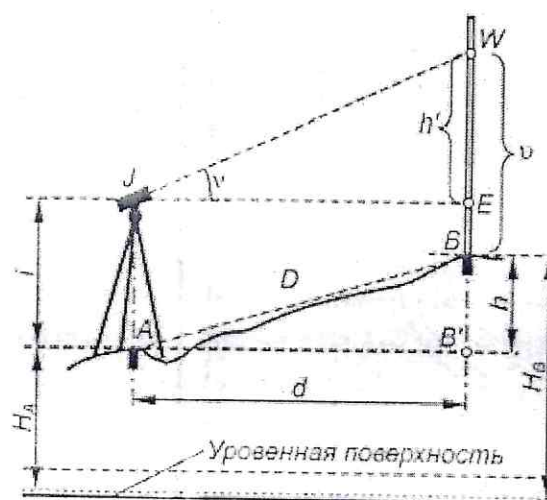


Рисунок 2 – Метод тригонометрического нивелирования

Допустимые погрешности измерения расстояний и вертикальных углов при тригонометрическом нивелировании в зависимости от выбранного класса точности измерения не должны превышать значений, приведенных в таблице 2 [4].

Таблица 2 - Допускаемые погрешности измерения расстояний и вертикальных углов

Класс точности измерений	Допускаемая погрешность измерений			
	расстояний мм, при значении вертикальных углов, град.		вертикальных углов, с, при их значениях, град.	
	До 10	Св. 10 до 40	До 10	Св. 10 до 40
II	7	1	2,5	1,5
III	15	3	5,0	3,0
IV	35	8	12,0	10,0

3 Геодезические методы контроля за горизонтальными перемещениями инженерных сооружений

Горизонтальное перемещение - сдвиг фундамента или конструкции сооружения, происходящий под действием горизонтальных сил или при исчерпании несущей способности основания и других факторов.

Горизонтальные перемещения фундаментов зданий и сооружений следует измерять одним из следующих методов или их комбинированием:

- метод линейно-угловых построений (объединяет триангуляцию, трилатерацию и полигонометрию) – I-IV класс точности измерений;
- метод створных наблюдений I-III класс точности измерений;
- метод отдельных направлений I-III класс точности измерений;
- метод спутниковых наблюдений II-IV класс точности измерений.

Значение горизонтального перемещения определяют по разности координат, в двух циклах наблюдений.

Метод линейно-угловых построений.

Линейно-угловые построения (рисунок 3) используются для определения смещений по двум координатам. Могут развиваться в виде микролокальных сетей триангуляции и трилатерации, комбинированных сетей, сетей полигонометрии, угловых и линейных засечек, ходов полигонометрии. Использование тех или иных сетей и способов определяется условиями измерений, характеристикой объекта и его сложностью, а также заданной точностью измерений.

Метод триангуляции применяют для измерения горизонтальных перемещений фундаментов зданий и сооружений, возводимых в пересечённой и горной местности, а также при невозможности обеспечить устойчивость концевых опорных знаков створа. Для метода триангуляции допускается применять условную систему координат. В этом случае оси координат X и Y

должны совпадать с поперечной и продольной осями здания (сооружения). Измерение горизонтальных углов следует выполнять с точностью согласно таблице 3.

Таблица 3 – Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерения углов, с

Класс точности измерений	Расстояния, м					
	50	100	150	200	500	1000
I	8	4	3	2	1	-
II	20	10	7	5	2	1
III	40	20	14	10	4	2
IV	60	30	20	15	6	3

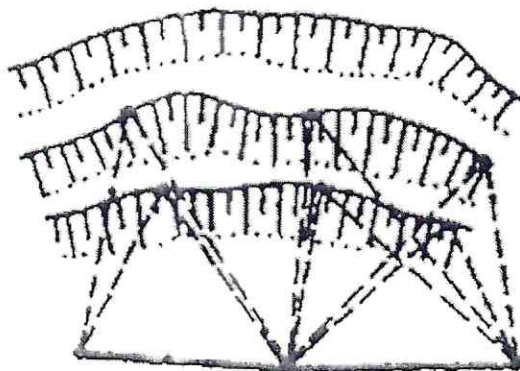


Рисунок 3 – Линейно-угловые построения

Метод створных наблюдений.

Створные наблюдения широко применяют для исследования деформаций сооружений прямолинейной формы, когда смещения достаточно знать по одному направлению, перпендикулярному линии створа. При этом координатную систему выбирают так, чтобы с направлением смещений совпадала ось ординат, а с направлением створа – ось абсцисс.

Разность значений текущего и исходного положения точки сооружения называют нестворностью. Нестворность может быть определена как по отношению к начальному (исходному) циклу наблюдений, так и при сравнении положения точки в двух любых циклах. Створную линию задают либо стальной струной, концы которой закрепляют на неподвижных опорных

реперах, либо оптическим способом, используя в качестве линии створа визирную ось зрительной трубы теодолита, нивелира и др. При оптическом задании створа прибор центрируют над неподвижным опорным репером, а на другом конце линии, также над опорным репером, центрируют визирную марку (цель).

Наиболее часто для определения нестворности используют способы подвижной марки и малых углов [2].

Способ подвижной марки

В способе подвижной марки (рисунок 4) величина нестворности определяется непосредственным измерением отклонения деформационной марки от створа в линейных величинах. Для этого в исходной точке А (рисунок 4) центрируют прибор, имеющий зрительную трубу большого увеличения (более 30х), и визируют им на точку В другого конца створа. В исследуемой точке С устанавливают подвижную марку с горизонтальным отсчетным устройством (шкалой). В разных циклах наблюдений искомая точка будет смещаться относительно неподвижной линии створа, в результате чего по шкале марки будут наблюдаться отсчеты, которые в сопоставляемых циклах наблюдений определяют величину нестворности.

Измерения способом подвижной визирной цели необходимо проводить при двух кругах теодолита в прямом и обратном направлениях, при этом число приемов измерения должно быть не менее 5. Расхождения между отдельными приемами не должны превышать 1 мм. Отсчет положения подвижной визирной цели по микрометру теодолита производят не менее 3 раз, а расхождения в отсчетах не должны превышать 0,3 мм.

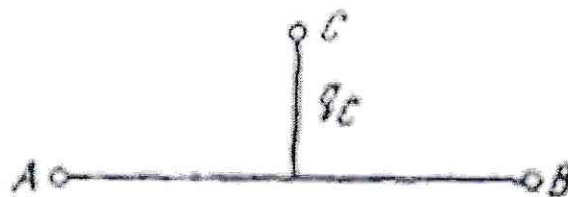


Рисунок 4 – Определение величины нестворности методом: подвижной марки

Способ измерения малых (параллактических) углов

В методе малых углов нестворность q определяется путем измерения малого угла α (рисунок 5) между линией створа и направлением на точку С и расстояния S . Величину нестворности вычисляют по формуле:

$$q_c = S * \alpha / \rho. \quad (1)$$

Измерение угла отклонения марки от створа проводят точным или высокоточным теодолитами, снабженными окулярным или оптическим микрометрами. Число приемов и допускаемые средние квадратические погрешности измерения малых углов должны соответствовать приведенным в таблице 4.

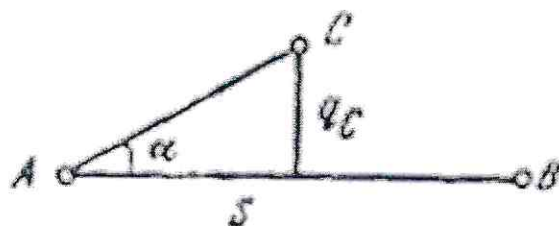


Рисунок 5 – Определение величины нестворности методом: малых углов

Таблица 4 – Допускаемые средние квадратические погрешности измерения малых углов

Расстояние от опорного знака до марки, м	Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерения угла, с	Число приемов для теодолита, снабженного	
		Оптическим микрометром	Окулярным метрометром
100 и менее	2,0	3	2
200	1,0	6	4
600-1000	0,5	12	6

Метод отдельных направлений.

Метод отдельных направлений (рисунок 6) применяют для измерения горизонтальных перемещений зданий и сооружений при невозможности закрепить створ или обеспечить устойчивость концевых опорных знаков створа. При использовании этого метода устанавливают не менее трех опорных знаков, образующих треугольник с углами не менее 30° . Величина

горизонтального перемещения q , мм, деформационной марки с каждого опорного знака определяется по расстоянию L , мм, от опорного знака до марки (измеряемого с погрешностью $1/2000$) и изменению направления $\Delta\alpha$, между ориентирным знаком и маркой в двух циклах измерений по формуле:

$$q = \Delta\alpha * L / \rho, \quad (2)$$

где $\rho = 206265''$.

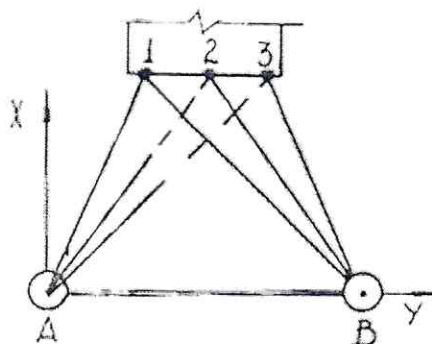


Рисунок 6 – Метод отдельных направлений

При измерении сдвигов методом отдельных направлений должны применяться высокоточные теодолиты. При этом необходимое число круговых приемов и соответствующие погрешности измерений не должны превышать значений, приведенных в таблице 5.

Таблица 5 – Допускаемые погрешности измерений при определении сдвигов методом отдельных направлений

Теодолит	Необходимое число круговых приемов	Замыкание горизонта, с	Колебание направлений в отдельных приемах, с	Колебание двойной коллимационной ошибки (2C) в приеме, с	Средняя квадратическая погрешность направлений, с
T-05	9	3	3	10	0,5
T-1	12	4	4	10	1,0

Спутниковые методы.

При измерении горизонтальных перемещений допускается определять координаты опорных пунктов при помощи спутниковой системы глобального позиционирования (GPS, ГЛОНАСС) (рисунок 7). В этом случае точность

определения координат опорных пунктов должна быть не менее точности заданного класса горизонтальных измерений.



Рисунок 7 – Спутниковые методы

4 Геодезические методы контроля за кренами инженерных сооружений

Кренами зданий и сооружений называется уклонение вертикально ориентированных строительных конструкций от отвесной линии [1].

Крены здания могут быть выражены в относительной и абсолютной мере. Кроме того, различают частные и абсолютные (полные) крены, как для отдельных элементов, так и в целом для здания.

Частным креном называется крен, определенный в некоторой координатной плоскости q_x , q_y .

Абсолютный (полный) крен вычисляется по формуле:

$$Q = (q_x^2 + q_y^2)^{1/2}. \quad (3)$$

Угол ориентирования абсолютного крена находится согласно формуле:

$$\theta = \arctg\left(\frac{q_x}{q_y}\right). \quad (4)$$

Относительный крен определится:

$$Q_{\text{отн}} = \frac{Q}{H}, \quad (5)$$

где H – высота сооружения.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Предельные погрешности при определении крена в зависимости от высоты H наблюдаемого здания (сооружения) не должны превышать следующих значений, мм [4]:

- $0,0001 H$ - для гражданских зданий и сооружений;
- $0,0005 H$ - для промышленных зданий и сооружений, дымовых труб, доменных печей, мачт, башен и др.;
- $0,00001 H$ - для фундаментов под машины и агрегаты.

Из всего многообразия способов определения крена зданий и сооружений, наиболее распространенными считаются следующие:

- метод вертикального проецирования,
- метод координат,
- горизонтальных углов.

Метод вертикального проецирования.

При измерении наклонов фундамента (здания, сооружения) методом проецирования следует применять теодолиты, снабженные накладным уровнем, или приборы вертикального проецирования. Проецирование верхней деформационной марки вниз и отсчитывание по палетке (рейке), устанавливаемой в цокольной части, должны проводиться при двух положениях визирной трубы оптического инструмента не менее чем тремя приемами (рисунок 8). Значение крена определяют по разности отсчетов, отнесенной к высоте здания (сооружения), в двух циклах наблюдений.

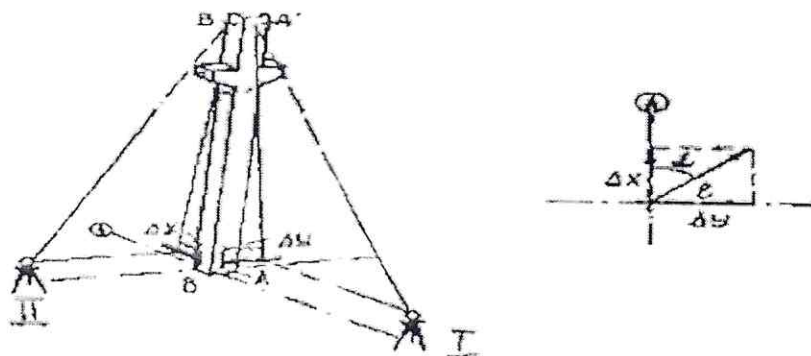


Рисунок 8 – Метод вертикального проецирования

Метод координат.

При использовании метода координат (рисунок 9) вокруг сооружения на расстоянии, равном полутора-двум его высотам, прокладывают замкнутый полигонометрический ход и вычисляют в условной системе координаты его пунктов. С этих пунктов через определённые промежутки времени прямой засечкой определяют координаты точек на сооружении. По разностям координат в двух циклах наблюдений находят составляющие крена по осям координат:

$$Q_x = x_i - x_0; Q_y = y_i - y_0 \quad (4)$$

полную величину крена и его направление:

$$Q = \sqrt{Q_x^2 + Q_y^2}, \quad (5)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_Q = \frac{Q_y}{Q_x}. \quad (6)$$

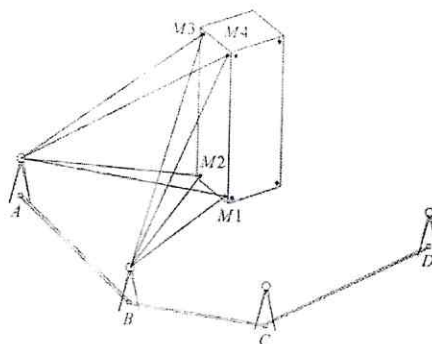


Рисунок 9 – Метод координат

Метод горизонтальных углов.

Метод горизонтальных углов (рисунок 10) применяют, если основание сооружения закрыто для наблюдений. При этом способе с опорных пунктов, расположенных на взаимно перпендикулярных осях, периодически измеряют углы между направлением на определяемую верхнюю точку и опорным направлением. По величине изменения наблюдаемых углов и горизонтальному положению до наблюдаемой точки находят составляющие крена по осям и полную величину крена.

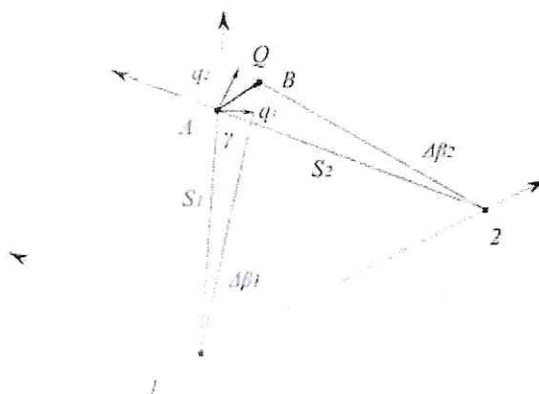


Рисунок 10 – Метод горизонтальных углов

5 Требования к точности определения деформационных характеристик инженерных сооружений

Точность измерения вертикальных и горизонтальных смещений определяется по таблице 6 [8].

Таблица 6 - Допустимая погрешность в зависимости от величины осадки

Расчетная величина осадки, мм	Строительный период		Эксплуатационный период	
			Грунты	
	песчаные	глинистые	песчаные	глинистые
До 50	1	1	1	1
Св. 50 до 100	2	1	1	1
Св. 100 до 250	5	2	1	2
Св. 250 до 500	10	5	2	5
Св. 500	15	10	5	10

Методы измерения вертикальных и горизонтальных смещений должны устанавливаться программой наблюдения за деформациями в зависимости от требуемой точности измерений (таблица 7), конструктивных особенностей фундамента, инженерно-геологических и гидрогеологических характеристик грунтов основания, возможности использования и экономической целесообразности метода в этих условиях.

Таблица 7 - Допускаемая погрешность в зависимости от класса точности

Класс точности измерений	Максимально допустимая погрешность определения	
	горизонтальные смещения	вертикальные смещения
I	1	2
II	2	5
III	5	10
IV	10	15

При отсутствии данных по расчетным величинам деформаций оснований фундаментов класс точности измерения вертикальных и горизонтальных перемещений допускается устанавливать следующим образом [7]:

I- для зданий и сооружений: уникальных; длительное время (более 50 лет) находящихся в эксплуатации; возводимых на скальных и полускальных грунтах;

II - для зданий и сооружений, возводимых на песчаных, глинистых и других сжимаемых грунтах;

III - для зданий и сооружений, возводимых на насыпных, просадочных, заторфованных и других сильно сжимаемых грунтах;

IV - для земляных сооружений.

Нивелирование, вне зависимости от способа, во всех циклах мониторинга должно выполняться в соответствии с требованиями:

- использование одного и того же комплекта геодезического оборудования или аналогичного по точности комплекта;
- геодезическое оборудование устанавливается единообразно во всех циклах измерений.

Перед тем, как приступить к измерению вертикальных перемещений фундаментов, необходимо установить:

- реперы - исходные геодезические знаки высотной основы;
- деформационные марки - контрольные геодезические знаки, которые размещаются на зданиях и сооружениях. По ним определяют вертикальные перемещения.

В зависимости от точности измерений и грунтовых условий следует устанавливать реперы следующих типов [5]:

- для класса I точности измерений - глубинные реперы, основания которых закладываются в скальные, полускальные или другие плотные грунты;

- для классов II-IV точности измерений - грунтовые реперы, основания которых закладываются ниже глубины сезонного промерзания или перемещения грунта; стенные реперы, устанавливаемые на несущих конструкциях зданий и сооружений, осадка фундаментов которых практически стабилизировалась.

После установки репера на него должна быть передана высотная отметка от ближайших пунктов государственной или местного значения геодезической высотной сети. При значительном (более 2 км) удалении пунктов геодезической сети от устанавливаемых реперов допускается принятие условной системы высот.

В процессе определения деформаций следует контролировать устойчивость исходных реперов для каждого цикла наблюдений.

Деформационные марки устанавливаются по всему периметру сооружения, вокруг зон с большими динамическими нагрузками, на участках с неблагоприятными геологическими условиями [6].

Каждый раз перед началом измерений необходимо обеспечить учёт влияния температуры и давления окружающего воздуха путём ввода соответствующих значений в настройки электронных средств измерений.

Перед началом каждого цикла измерений необходимо выполнять эксплуатационные поверки, используемого при мониторинге, геодезического оборудования.

Исключить выполнение измерений под острыми углами менее 30^0 к поверхности наблюдаемой марки.

В начале и по завершении наблюдений необходимо произвести контрольные измерения на пункты ОГС для подтверждения неизменности планово-высотного положения электронного тахеометра.

До принятия решения проектной организацией о периодичности и продолжительности циклов наблюдений измерения следует выполнять не реже одного раза в неделю.

					НИР.230000.000	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		25

Заключение

В ходе производственной практики, научно-исследовательской работы были изучены следующие компетенции:

ОПК-2: готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности.

ПК-7: способность к изучению динамики изменения поверхности Земли геодезическими методами и владению методами наблюдения за деформациями инженерных сооружений.

ПК-8: владение методами получения наземной и аэрокосмической пространственной информации о состоянии окружающей среды при изучении природных ресурсов методами геодезии и дистанционного зондирования.

ПК-10: способность к разработке технологий инженерно-геодезических работ при инженерно-технических изысканиях для проектирования, строительства и эксплуатации инженерных сооружений.

В результате прохождения производственной практики, научно-исследовательской работы получены следующие знания:

- теоретические предпосылки научных исследований;
- нормативные документы по оформлению научно-исследовательских работ.

Умения:

- применять информационные технологии для создания инновационных проектов при подготовке ВКР;
- использование источников научной информации по теме исследования;
- выполнять сбор, систематизацию и анализ научно-технической информации.

Навыки владения:

- навыками систематизации научно-технической информации;
- навыками анализа научно-технической информации;
- применения современных методов теоретического и экспериментального исследования.

В результате анализа литературных источников была определена тема выпускной квалификационной работы «Анализ результатов геодезических наблюдений за вертикальными и горизонтальными перемещениями при реконструкции моста через р.Северский Донец на км 930+788 автомобильной дороги М-4 «Дон»».

Список использованных информационных ресурсов

1. Кирильчик, Л.Ф. Обследование аварийных зданий и сооружений : учебное пособие / Л.Ф. Кирильчик, И.Ю. Пимшин, Г.А. Науменко. – РнД.: РГСУ, 2014.
2. Марфенко, С.В. Геодезические работы по наблюдению за деформациями сооружений : учебное пособие / С.В. Марфенко. –М.: МИИГАиК, 2004.
3. Левчук, Г.П. Прикладная геодезия. Основные методы и принципы инженерно-геодезических работ / Г.П. Левчук, В.Е. Новак, В.Г. Конусов. – М.: Недра, 1981.
4. ГОСТ 24846-2019. Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений. – М.: Межгосударственная научно-техническая комиссия по стандартизации, техническому нормированию и оценке соответствия в строительстве, 2019.
5. ГКИНП 03-010-02. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. – М.: ЦНИИГАиК, 2003. ЦНИИГАиК, 2003.
6. СП 126.13330.2017. Геодезические работы в строительстве. Актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84. – М.: Минрегион России, 2017.
7. ГОСТ Р 53778-2010 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. - М., 2010.
8. Руководство по наблюдениям за деформациями оснований и фундаментов зданий и сооружений. –М.; Стройиздат, 1975.
9. ГОСТ 31937-2011. Межгосударственный стандарт. «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния"
10. ГОСТ 10528-90 действующий ГОСТ Нивелиры. Общие технические условия

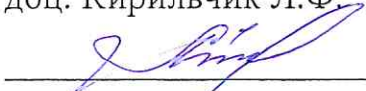
ОТЧЕТ О ПРОВЕДЕНИИ ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

студента гр. ДТПГ51 Воликовой Кристины Алексеевны

I. РЕГЛАМЕНТ ПАТЕНТНОГО ПОИСКА

1. Наименование темы дипломного проекта «Анализ результатов геодезических наблюдений за вертикальными и горизонтальными перемещениями при реконструкции моста через р.Северский Донец на км 930+788 автомобильной дороги М-4 «Дон»»
2. Предмет поиска (объект поиска, его составные части) Мониторинг инженерных сооружений
3. Страна поиска Россия
4. Глубина поиска 20 лет
5. Индексы классификации по МПК G08B 25/00, G05B 15/00, E04G 23/00, G01S 19/42, G01S 5/14
6. Цель поиска – установление уровня развития техники, проверка предполагаемого изобретения на новизну
7. Источники патентной информации и место их нахождения
<https://yandex.ru/patents>

Основной руководитель
дипломной работы
доц. Кирильчик Л.Ф.


« 23 12 2023 г.

Проверено:

Начальник отдела ОИС
Лобова Е.В.


« » 20 г.



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006122822/22, 26.06.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.06.2006

(45) Опубликовано: 27.04.2007

Адрес для переписки:

346421, Ростовская обл., г. Новочеркасск,
пр-кт Баклановский, 126-41, ООО "НТЦ
ГеоТехМониторинг", генеральному
директору А.С. Евтушенко

(72) Автор(ы):

Евтушенко Андрей Сергеевич (RU),
Евтушенко Сергей Иванович (RU),
Рудов Никита Владимирович (RU)

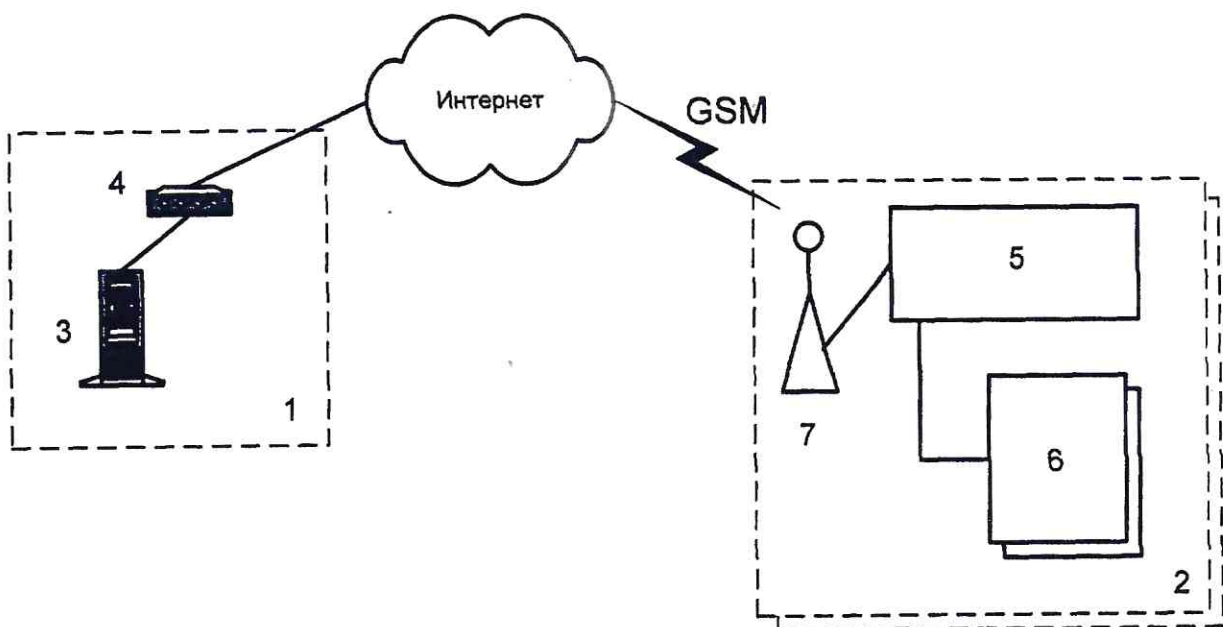
(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной
ответственностью "Научно-технический
центр Геотехнический Мониторинг" (RU)

(54) АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Формула полезной модели

Автоматизированная система мониторинга геометрических характеристик зданий и сооружений, состоящая из центра обработки информации, содержащего ЭВМ, осуществляющего накопление и обработку собранных данных и как минимум одной системы сбора и передачи информации, содержащей контроллер и датчики, причем датчики соединены с контроллером линией связи в виде витой пары, отличающаяся тем, что в центр обработки информации введено устройство широкополосного доступа к сети Интернет, соединенное с ЭВМ, а в систему сбора и передачи информации введено устройство для доступа к сети Интернет по радиоканалу GSM, соединенное с контроллером, причем в качестве канала связи между системой сбора и передачи информации и центром обработки информации используется сеть Интернет.



RU 6 2 7 2 4 U 1

1 U 4 7 2 2 9 RU

Полезная модель относится к информационным системам сбора, передачи, хранения и обработки данных и предназначена для непрерывного наблюдения за геометрическими характеристиками зданий и сооружений.

В последние годы большая часть зданий, выработавших нормативные сроки эксплуатации, вновь восстанавливается и эксплуатируется. Такие здания требуют постоянного наблюдения за состоянием конструкций для обеспечения безопасной эксплуатации. Другой областью, где постоянный мониторинг необходим в такой же степени - это строительство новых зданий в непосредственной близости от уже имеющих или же в районах со сложными инженерно-геологическими условиями, такими как:

подрабатываемые территории угольных бассейнов, просадочные грунты первого и второго типов, оползневые склоны рек и оврагов. Так же требует постоянного мониторинга определение состояния зданий после подземных толчков в сейсмоопасных зонах.

Технической сложностью является то, что изменения в зданиях происходят очень медленно и по однократно определенному изменению нельзя судить о процессах, протекающих в объекте, требуется определенная статистическая информация об изменениях, происходящих в здании с течением времени. Еще одной сложностью является территориальная распределенность объектов наблюдения, которые могут находиться в соседних городах или соседних областях.

Настоящая автоматизированная система позволяет централизованно следить за геометрическими характеристиками зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения и отдельных их конструкций, прогнозировать и предупреждать возникновения аварийных ситуаций, обрушение зданий. При этом здания и сооружения могут быть территориально удалены от центра наблюдения и друг от друга.

Существует структурированная система мониторинга и управления инженерным оборудованием преимущественно многоэтажного здания, осуществляющая сбор информации от различных датчиков и передающая ее для анализа в центр [патент RU 2133490, G 05 B 15/00, G 05 B 23/00, 21/09 1998 г.]. Система содержит центр обработки информации, датчики контроля и/или измерения, подключенные через коммуникационные узлы к центру обработки информации. Система снабжена контроллерами, расположенными в местах размещения коммуникационных узлов, подключенных к центральному кроссу системы по схеме иерархической звезды или схеме шин. При этом центр обработки информации представляет собой программируемую серверную станцию с функциями, в соответствии с программным обеспечением, централизованного получения по информационным каналам в рамках единого сетевого протокола данных мониторинга. Данная система предполагает, что все ее модули связаны проводными каналами высокоскоростной связи (порядка 10 Мбит) и направлена на реализацию обмена данными в пределах стандартного ограничения длины кабеля 100 м. Это накладывает ограничения на расстояние между центром обработки информации и контроллерами. Система обеспечивает наблюдение только за состоянием инженерного оборудования одного здания и не предполагает расширения для централизованного мониторинга нескольких объектов.

Наиболее близкой по структуре к заявляемой является система контроля объектов электросвязи [RU 2274903, G 08 B 25/08, 20/04 2006 г.]. Система содержит центр обработки информации, состоящий из ЭВМ, подключенный через каналы связи к системам сбора и передачи информации, состоящим из контроллера и соединенных с

ним датчиков контроля, осуществляющим сбор информации с датчиков контроля. В качестве каналов связи использованы линии электросвязи, в частности, электросвязь может быть осуществлена по выделенным физическим парам прямых проводов на расстояние до 15 км или по коммутируемым телефонным каналам городской телефонной сети, при этом датчики выполнены дискретными двухпозиционными, работающими в режиме «авария - неавария». Алгоритмы работы системы позволяют принимать, анализировать, собирать и передавать на ЭВМ информацию об авариях и своевременно оповещать диспетчера, принимающего

соответствующие меры по их ликвидации. Система позволяет производить непрерывный контроль состояния объекта.

Особенностью системы является то, что система использует линии электросвязи для передачи информации. Это либо требует наличия свободных коммутируемых каналов телефонной сети между центром обработки информации и системой сбора и передачи информации, либо при использовании выделенных физических прямых пар проводов, например, линий энергоснабжения, расстояние между центром обработки информации и системой сбора и передачи информации ограничено 15 км. Кроме того, такие линии связи создают дополнительные технические сложности в случае, если между объектом наблюдения и центром обработки информации находится множество трансформаторных подстанций, или объект имеет автономную (относительно центра обработки информации) станцию энергоснабжения. Кроме того, такая организация связи между центром обработки информации и системой сбора и передачи информации требует наличия выделенной пары для каждой отдельной подключаемой системы сбора и передачи информации, что так же создает дополнительные трудности при построении крупной распределенной системы мониторинга.

Настоящая полезная модель направлена на решение технической задачи по устранению указанных недостатков и созданию автоматизированной системы мониторинга, которая позволяла бы осуществлять непрерывное наблюдение и сбор информации об изменениях геометрических характеристик зданий и сооружений, в том числе значительно распределенных территориально. Что в итоге приводит к повышению безопасности эксплуатации зданий и сооружений жилого или промышленного назначения.

Указанный технический результат достигается тем, что в автоматизированной системе мониторинга, включающей центр обработки информации, содержащий ЭВМ, осуществляющий накопление и обработку собранных данных и как минимум одной системы сбора и передачи информации, содержащей контроллер и датчики, причем датчики соединены с контроллером линией связи в виде витой пары, в центр обработки информации введено устройство широкополосного доступа к сети Интернет, соединенное с ЭВМ, в систему сбора и передачи информации введено устройство для доступа к сети Интернет по радиоканалу GSM, соединенное с контроллером, а в качестве канала связи между системой сбора и передачи информации и центром обработки информации используется сеть Интернет.

Структурная схема построения системы представлена на фиг.1.

Автоматизированная система мониторинга геометрических характеристик зданий и сооружений состоит из центра обработки информации (ЦОИ) 1 и системы сбора и передачи информации (ССПИ) 2.

Центр обработки информации 1 состоит из ЭВМ (сервера статистики) 3 и устройства 4 широкополосного доступа к сети Интернет.

Система сбора и передачи информации 2 включает в себя контроллер 5, датчики 6 и

устройство 7 для доступа к сети Интернет по радиоканалу GSM (GSM-модем).

Датчики 6 жестко закрепляются на конструкциях объекта наблюдения. Для определения необходимого количества датчиков и точных мест их закрепления, на стадии монтажа автоматизированной системы мониторинга требуется проведение предварительной экспертизы здания специалистами в области обследования технического состояния зданий и сооружений. Жесткая фиксация датчиков гарантирует перемещение, наклон или иное изменение физических характеристик датчиков одновременное с наблюдаемыми конструкциями объекта. Датчики 6 соединяются с контроллером 5 линией связи, представляющей собой витую пару. В качестве протокола обмена используется RS-485. Применение этого протокола позволяет обеспечивать длину линий связи до 1200 метров без потери устойчивого соединения и одновременную подачу питания на датчики. Датчики 6 связываются с контроллером 5 по топологии «разветвленная шина».

В качестве аппаратного обеспечения серверов ЦОИ 1 могут быть использованы любые серийные серверные ЭВМ достаточной мощности, например, Hewlett-Packard HP ProLiant ML 110 G3. Устройство для доступа к сети Интернет зависит от конкретных условий подключения. В частности, это может быть ADSL модем, например D-Link 500 Т.

В качестве контроллера 5 ССПИ 2 применяется схема, построенная на основе однокристальных микроЭВМ серии АТМеда фирмы Atmel. Например, это может быть контроллер серии ADAM-5000 производства компании Advantech. Конкретные типы датчиков выбираются в зависимости от типов

параметров, которые необходимо контролировать и требуемой точности измерения, например, прецизионные датчики угла отклонения от вертикали N2 производства Seika Mikrosystemtechnik с интерфейсом RS-485. В качестве GSM-модема может быть использован модуль Siemens M35i.

Программное обеспечение (ПО) контроллера 5 выполняет постоянный опрос датчиков 6 и регистрирует накопившееся изменение измеряемых параметров. Информация об изменениях параметров передается в центр обработки информации 1. Для связи с ЦОИ 1 используется GSM-модем 7, что позволяет обеспечивать связь во всех районах, находящихся в зоне покрытия любого оператора сотовой связи. ПО контроллера 5 отдает команду на установку связи по радиоканалу, GSM-модем 7 связывается с оператором сотовых услуг и устанавливает канал доступа к сети Интернет. После этого ПО контроллера 5 устанавливает соединение с ЭВМ 3 центра обработки информации 1 по его уникальному адресу в сети Интернет через устройство широкополосного доступа 4. По установленному соединению передается информация об уникальном номере системы сбора и передачи информации 2 в системе, показаниях, снятых с датчиков 6, общем состоянии системы. После окончания передачи на ЭВМ 3 передается запрос на команды для контроллера 5 ССПИ 2. После завершения приема команд ПО контроллера 5 останавливает соединение с ЭВМ 3 ЦОИ 1, после чего отдает команду GSM-модему 7 на обрыв связи с оператором сотовых услуг.

Программное обеспечение ЭВМ 3 обеспечивает обработку входящих соединений от систем сбора и передачи информации 2, находящихся на объектах, сохранение полученной информации в базе данных и обработку запросов к указанной базе данных от пользователей системы. Программное обеспечение ЭВМ 3 находится постоянно в режиме ожидания входящих соединений. При поступлении запроса на установку соединения от какой-либо ССПИ 2 ПО центра обработки информации 1

устанавливает соединение, принимает данные, полученные от ССПИ 2, по уникальному номеру определяется конкретный объект наблюдения и назначение каждого параметра, измеряемого датчиком 6, после чего информация заносится в соответствующие таблицы базы данных. При поступлении запросов от пользователей системы ПО ЭВМ 3 выполняет запрос к базе данных и пересылает результат клиенту в удобном для анализа виде. Взаимодействие

пользователей с ЭВМ 3 происходит по стандартному протоколу http [RFC 2616 World Wide Web Consortium], при этом рабочие места пользователей могут находиться как в составе ЦОИ 1, так и за его пределами. В последнем случае доступ к ЭВМ 3 осуществляется так же через сеть Интернет через устройство широкополосного доступа 4.

Применение автоматизированной системы мониторинга геометрических характеристик зданий и сооружений позволит организовать централизованное наблюдение за целостностью и безопасностью эксплуатации зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения. Использование сети Интернет в качестве канала связи позволит централизованно контролировать геометрические характеристики зданий практически независимо от их территориального расположения. Доступ по радиоканалу GSM со стороны объекта наблюдения исключает необходимость прокладки специальных линий связи, что в свою очередь удешевляет стоимость монтажа системы и увеличивает скорость разворачивания системы сбора и передачи информации на объекте.

(57) Реферат

Автоматизированная система мониторинга геометрических характеристик зданий и сооружений относится к информационным системам сбора, передачи, хранения и обработки данных и предназначена для контроля геометрических характеристик зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения. Система содержит центр обработки информации (ЦОИ) на основе ЭВМ (сервер статистики) и как минимум одну систему сбора и передачи информации (ССПИ), содержащую контроллер и датчики, причем датчики соединены с контроллером линией связи в виде витой пары. В центр обработки информации введено устройство широкополосного доступа к сети Интернет, соединенное с ЭВМ. В систему сбора и передачи информации введено устройство для доступа к сети Интернет по радиоканалу GSM, соединенное с контроллером. В качестве канала связи между системой сбора и передачи информации и центром обработки информации используется сеть Интернет. Контроллер производит опрос датчиков и передает собранную информацию в ЦОИ. ЭВМ, входящая в состав ЦОИ, накапливает и обрабатывает собранную информацию. Применение автоматизированной системы мониторинга геометрических характеристик зданий и сооружений приведет к повышению безопасности эксплуатации зданий и сооружений жилого или промышленного назначения за счет обеспечения непрерывного мониторинга и централизованного контроля их геометрических характеристик. При этом здания и сооружения могут быть территориально удалены от центра наблюдения и друг от друга.

РЕФЕРАТ

Автоматизированная система мониторинга геометрических характеристик зданий и сооружений относится к информационным системам сбора, передачи, хранения и обработки данных и предназначена для контроля геометрических характеристик зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения. Система содержит центр обработки информации (ЦОИ) на основе ЭВМ (сервер статистики) и как минимум одну систему сбора и передачи информации (ССПИ), содержащую контроллер и датчики, причем датчики соединены с контроллером линией связи в виде витой пары. В центр обработки информации введено устройство широкополосного доступа к сети Интернет, соединенное с ЭВМ. В систему сбора и передачи информации введено устройство для доступа к сети Интернет по радиоканалу GSM, соединенное с контроллером. В качестве канала связи между системой сбора и передачи информации и центром обработки информации используется сеть Интернет. Контроллер производит опрос датчиков и передает собранную информацию в ЦОИ. ЭВМ, входящая в состав ЦОИ, накапливает и обрабатывает собранную информацию. Применение автоматизированной системы мониторинга геометрических характеристик зданий и сооружений приведет к повышению безопасности эксплуатации зданий и сооружений жилого или промышленного назначения за счет обеспечения непрерывного мониторинга и централизованного контроля их геометрических характеристик. При этом здания и сооружения могут быть территориально удалены от центра наблюдения и друг от друга.

2006122822

МПК: G 08 B 25/00

G 05 B 15/00

E 04 G 23/00

**Автоматизированная система мониторинга геометрических
характеристик зданий и сооружений**

Полезная модель относится к информационным системам сбора, передачи, хранения и обработки данных и предназначена для непрерывного наблюдения за геометрическими характеристиками зданий и сооружений.

В последние годы большая часть зданий, выработавших нормативные сроки эксплуатации, вновь восстанавливается и эксплуатируется. Такие здания требуют постоянного наблюдения за состоянием конструкций для обеспечения безопасной эксплуатации. Другой областью, где постоянный мониторинг необходим в такой же степени - это строительство новых зданий в непосредственной близости от уже имеющихся или же в районах со сложными инженерно-геологическими условиями, такими как: подрабатываемые территории угольных бассейнов, просадочные грунты первого и второго типов, оползневые склоны рек и оврагов. Так же требует постоянного мониторинга определение состояния зданий после подземных толчков в сейсмоопасных зонах.

Технической сложностью является то, что изменения в зданиях происходят очень медленно и по однократно определенному изменению нельзя судить о процессах, протекающих в объекте, требуется определенная статистическая информация об изменениях, происходящих в здании с течением времени. Еще одной сложностью является территориальная распределенность объектов наблюдения, которые могут находиться в соседних городах или соседних областях.

Настоящая автоматизированная система позволяет централизованно следить за геометрическими характеристиками зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения и отдельных их конструкций, прогнозировать и предупреждать возникновения аварийных ситуаций, обрушение зданий. При этом здания и сооружения могут быть территориально удалены от центра наблюдения и друг от друга.

Существует структурированная система мониторинга и управления инженерным оборудованием преимущественно многоэтажного здания, осуществляющая сбор информации от различных датчиков и передающая ее для анализа в центр [патент RU 2133490, G05B15/00, G05B23/00, 21/09 1998г.]. Система содержит центр обработки информации, датчики контроля и/или измерения, подключенные через коммуникационные узлы к центру обработки информации. Система снабжена контроллерами, расположенными в местах размещения коммуникационных узлов, подключенных к центральному кроссу системы по схеме иерархической звезды или схеме шин. При этом центр обработки информации представляет собой программируемую серверную станцию с функциями, в соответствии с программным обеспечением, централизованного получения по информационным каналам в рамках единого сетевого протокола данных мониторинга. Данная система предполагает, что все ее модули связаны проводными каналами высокоскоростной связи (порядка 10 Мбит) и направлена на реализацию обмена данными в пределах стандартного ограничения длины кабеля 100м. Это накладывает ограничения на расстояние между центром обработки информации и контроллерами. Система обеспечивает наблюдение только за состоянием инженерного оборудования одного здания и не предполагает расширения для централизованного мониторинга нескольких объектов.

Наиболее близкой по структуре к заявляемой является система контроля объектов электросвязи [RU 2274903, G08B 25/08, 20/04 2006г.]. Система содержит центр обработки информации, состоящий из ЭВМ, подключенный через каналы связи к системам сбора и передачи информации, состоящим из контроллера и соединенных с ним датчиков контроля, осуществляющим сбор информации с датчиков контроля. В качестве каналов связи использованы линии электросвязи, в частности, электросвязь может быть осуществлена по выделенным физическим парам прямых проводов на расстояние до 15 км или по коммутируемым телефонным каналам городской телефонной сети, при этом датчики выполнены дискретными двухпозиционными, работающими в режиме «авария - неавария». Алгоритмы работы системы позволяют принимать, анализировать, собирать и передавать на ЭВМ информацию об авариях и своевременно оповещать диспетчера, принимающего

соответствующие меры по их ликвидации. Система позволяет производить непрерывный контроль состояния объекта.

Особенностью системы является то, что система использует линии электросвязи для передачи информации. Это либо требует наличия свободных коммутируемых каналов телефонной сети между центром обработки информации и системой сбора и передачи информации, либо при использовании выделенных физических прямых пар проводов, например, линий энергоснабжения, расстояние между центром обработки информации и системой сбора и передачи информации ограничено 15 км. Кроме того, такие линии связи создают дополнительные технические сложности в случае, если между объектом наблюдения и центром обработки информации находится множество трансформаторных подстанций, или объект имеет автономную (относительно центра обработки информации) станцию энергоснабжения. Кроме того, такая организация связи между центром обработки информации и системой сбора и передачи информации требует наличия выделенной пары для каждой отдельной подключаемой системы сбора и передачи информации, что так же создает дополнительные трудности при построении крупной распределенной системы мониторинга.

Настоящая полезная модель направлена на решение технической задачи по устранению указанных недостатков и созданию автоматизированной системы мониторинга, которая позволяла бы осуществлять непрерывное наблюдение и сбор информации об изменениях геометрических характеристик зданий и сооружений, в том числе значительно распределенных территориально. Что в итоге приводит к повышению безопасности эксплуатации зданий и сооружений жилого или промышленного назначения.

Указанный технический результат достигается тем, что в автоматизированной системе мониторинга, включающей центр обработки информации, содержащий ЭВМ, осуществляющий накопление и обработку собранных данных и как минимум одной системы сбора и передачи информации, содержащей контроллер и датчики, причем датчики соединены с контроллером линией связи в виде витой пары, в центр обработки информации введено устройство широкополосного доступа к сети Интернет, соединенное с ЭВМ, в систему сбора и передачи информации введено

устройство для доступа к сети Интернет по радиоканалу GSM, соединенное с контроллером, а в качестве канала связи между системой сбора и передачи информации и центром обработки информации используется сеть Интернет.

Структурная схема построения системы представлена на фиг.1.

Автоматизированная система мониторинга геометрических характеристик зданий и сооружений состоит из центра обработки информации (ЦОИ) 1 и системы сбора и передачи информации (ССПИ) 2.

Центр обработки информации 1 состоит из ЭВМ (сервера статистики) 3 и устройства 4 широкополосного доступа к сети Интернет.

Система сбора и передачи информации 2 включает в себя контроллер 5, датчики 6 и устройство 7 для доступа к сети Интернет по радиоканалу GSM (GSM-модем).

Датчики 6 жестко закрепляются на конструкциях объекта наблюдения. Для определения необходимого количества датчиков и точных мест их закрепления, на стадии монтажа автоматизированной системы мониторинга требуется проведение предварительной экспертизы здания специалистами в области обследования технического состояния зданий и сооружений. Жесткая фиксация датчиков гарантирует перемещение, наклон или иное изменение физических характеристик датчиков одновременное с наблюдаемыми конструкциями объекта. Датчики 6 соединяются с контроллером 5 линией связи, представляющей собой витую пару. В качестве протокола обмена используется RS-485. Применение этого протокола позволяет обеспечивать длину линий связи до 1200 метров без потери устойчивого соединения и одновременную подачу питания на датчики. Датчики 6 связывают с контроллером 5 по топологии «разветвленная шина».

В качестве аппаратного обеспечения серверов ЦОИ 1 могут быть использованы любые серийные серверные ЭВМ достаточной мощности, например, Hewlett-Packard HP Proliant ML 110 G3. Устройство для доступа к сети Интернет зависит от конкретных условий подключения. В частности, это может быть ADSL модем, например D-Link 500T.

В качестве контроллера 5 ССПИ 2 применяется схема, построенная на основе однокристальных микроЭВМ серии ATmega фирмы Atmel. Например, это может быть контроллер серии ADAM-5000 производства компании Advantech. Конкретные типы датчиков выбираются в зависимости от типов

параметров, которые необходимо контролировать и требуемой точности измерения, например, прецизионные датчики угла отклонения от вертикали N2 производства Seika Mikrosystemtechnik с интерфейсом RS-485. В качестве GSM-модема может быть использован модуль Siemens M35i.

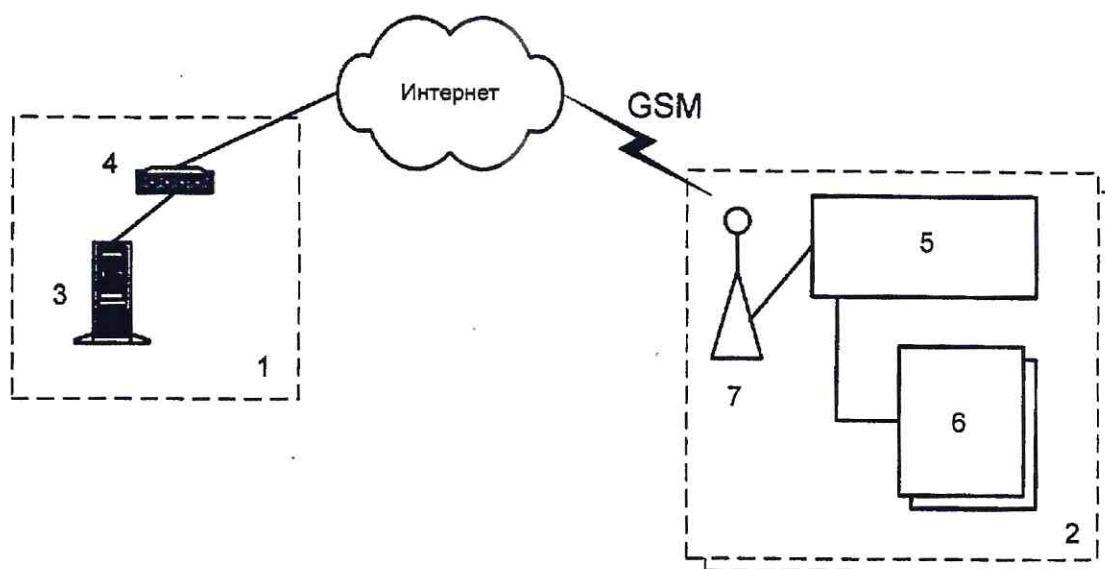
Программное обеспечение (ПО) контроллера 5 выполняет постоянный опрос датчиков 6 и регистрирует накопившееся изменение измеряемых параметров. Информация об изменениях параметров передается в центр обработки информации 1. Для связи с ЦОИ 1 используется GSM-модем 7, что позволяет обеспечивать связь во всех районах, находящихся в зоне покрытия любого оператора сотовой связи. ПО контроллера 5 отдает команду на установку связи по радиоканалу, GSM-модем 7 связывается с оператором сотовых услуг и устанавливает канал доступа к сети Интернет. После этого ПО контроллера 5 устанавливает соединение с ЭВМ 3 центра обработки информации 1 по его уникальному адресу в сети Интернет через устройство широкополосного доступа 4. По установленному соединению передается информация об уникальном номере системы сбора и передачи информации 2 в системе, показаниях, снятых с датчиков 6, общем состоянии системы. После окончания передачи на ЭВМ 3 передается запрос на команды для контроллера 5 ССПИ 2. После завершения приема команд ПО контроллера 5 останавливает соединение с ЭВМ 3 ЦОИ 1, после чего отдает команду GSM-модему 7 на обрыв связи с оператором сотовых услуг.

Программное обеспечение ЭВМ 3 обеспечивает обработку входящих соединений от систем сбора и передачи информации 2, находящихся на объектах, сохранение полученной информации в базе данных и обработку запросов к указанной базе данных от пользователей системы. Программное обеспечение ЭВМ 3 находится постоянно в режиме ожидания входящих соединений. При поступлении запроса на установку соединения от какой-либо ССПИ 2 ПО центра обработки информации 1 устанавливает соединение, принимает данные, полученные от ССПИ 2, по уникальному номеру определяется конкретный объект наблюдения и назначение каждого параметра, измеряемого датчиком 6, после чего информация заносится в соответствующие таблицы базы данных. При поступлении запросов от пользователей системы ПО ЭВМ 3 выполняет запрос к базе данных и пересылает результат клиенту в удобном для анализа виде. Взаимодействие

пользователей с ЭВМ 3 происходит по стандартному протоколу http [RFC 2616 World Wide Web Consortium], при этом рабочие места пользователей могут находиться как в составе ЦОИ 1, так и за его пределами. В последнем случае доступ к ЭВМ 3 осуществляется так же через сеть Интернет через устройство широкополосного доступа 4.

Применение автоматизированной системы мониторинга геометрических характеристик зданий и сооружений позволит организовать централизованное наблюдение за целостностью и безопасностью эксплуатации зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения. Использование сети Интернет в качестве канала связи позволит централизованно контролировать геометрические характеристики зданий практически независимо от их территориального расположения. Доступ по радиоканалу GSM со стороны объекта наблюдения исключает необходимость прокладки специальных линий связи, что в свою очередь удешевляет стоимость монтажа системы и увеличивает скорость разворачивания системы сбора и передачи информации на объекте.

Автоматизированная система мониторинга
геометрических характеристик зданий и
сооружений



фиг.1



(51) МПК
G01S 19/42 (2010.01)
G01S 5/14 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012135030/07, 15.08.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.08.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 15.08.2012

(45) Опубликовано: 20.10.2013 Бюл. № 29

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2446411 C2, 27.03.2012. RU 2453809 C2,
20.06.2012. RU 116862 U1, 10.06.2012. US
6961018 B2, 01.11.2005. US 6469663 B1,
22.10.2002. US 7642956 B2, 05.01.2010.

Адрес для переписки:

111250, Москва, ул. Авиамоторная, 53, ОАО
"Российские космические системы"

(72) Автор(ы):

Жодзишский Александр Исаакович (RU),
Большаков Вадим Олегович (RU),
Нестеров Олег Валерьянович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Открытое акционерное общество
"Российская корпорация ракетно-
космического приборостроения и
информационных систем" (ОАО "Российские
космические системы") (RU)

(54) СИСТЕМА ВЫСОКОТОЧНОГО МОНИТОРИНГА СМЕЩЕНИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

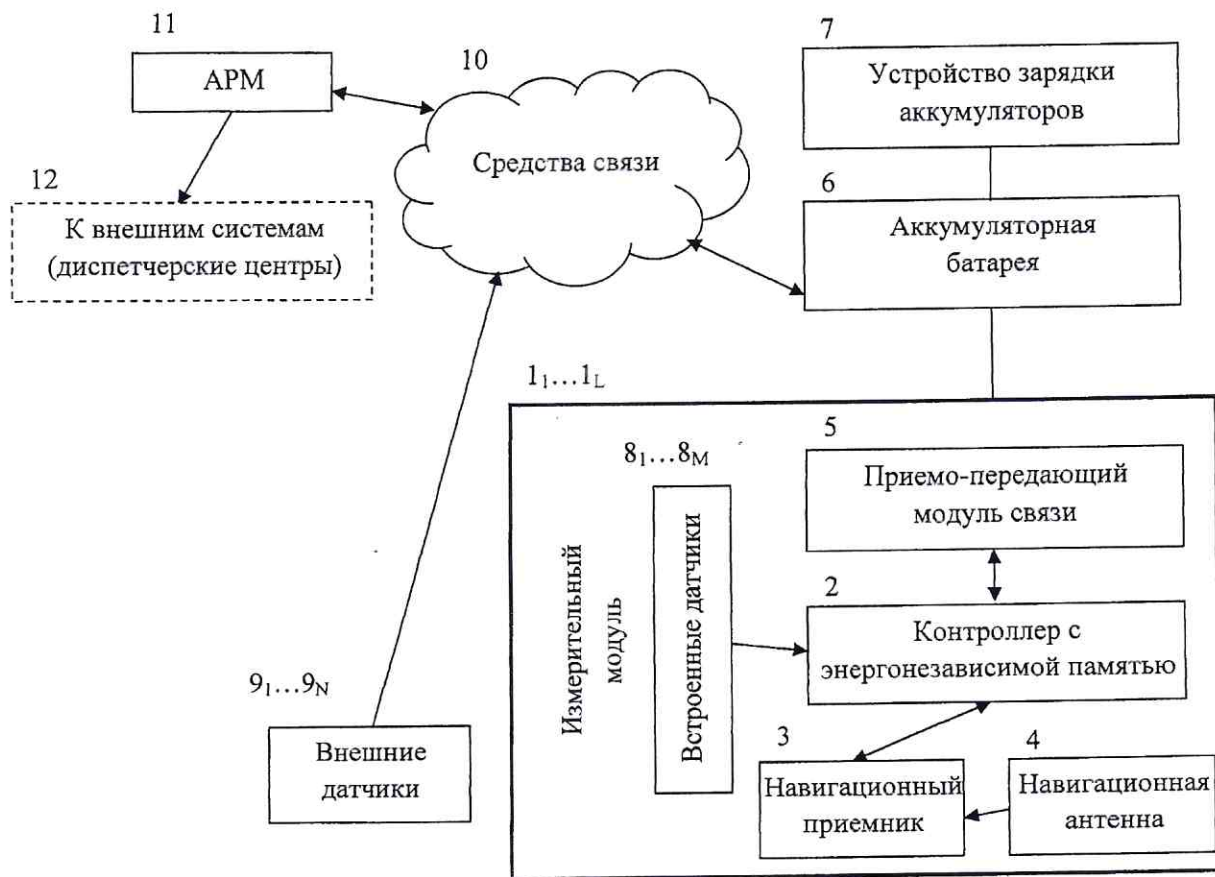
(57) Реферат:

Изобретение относится к области систем мониторинга смещения инженерных сооружений и может быть использовано для ведения непрерывного контроля смещений и колебаний элементов конструкций мостов, плотин, башен и других инженерных сооружений с целью ранней диагностики целостности сооружения, а также оперативного обнаружения потери устойчивости сооружения. Технический результат заключается в повышении точности расчета характеристик смещений инженерных сооружений и обеспечении непрерывного контроля

параметров смещений инженерных сооружений. Для этого система содержит измерительный модуль, включающий навигационную антенну ГЛОНАСС/GPS, навигационный приемник ГЛОНАСС/GPS, контроллер с энергонезависимой памятью, приемопередающий модуль связи, аккумуляторную батарею, устройство зарядки аккумуляторной батареи, датчиковую аппаратуру измерительного модуля, внешнюю датчиковую аппаратуру, автоматизированное рабочее место оператора на базе ПЭВМ с процессором. 2 ил.

RU 2 496 124 C1

RU 2 496 124 C1



Структурная схема системы высокоточного мониторинга смещений инженерных сооружений

Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

G01S 19/42 (2010.01)

G01S 5/14 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2012135030/07, 15.08.2012

(24) Effective date for property rights:
15.08.2012

Priority:

(22) Date of filing: 15.08.2012

(45) Date of publication: 20.10.2013 Bull. 29

Mail address:

111250, Moskva, ul. Aviamotornaja, 53, OAO
"Rossijskie kosmicheskie sistemy"

(72) Inventor(s):

Zhodzishskij Aleksandr Isaakovich (RU),

Bol'shakov Vadim Olegovich (RU),

Nesterov Oleg Valer'janovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo "Rossijskaja korporatsija raketno-kosmicheskogo priborostroeniya i informatsionnykh sistem" (OAO "Rossijskie kosmicheskie sistemy") (RU)

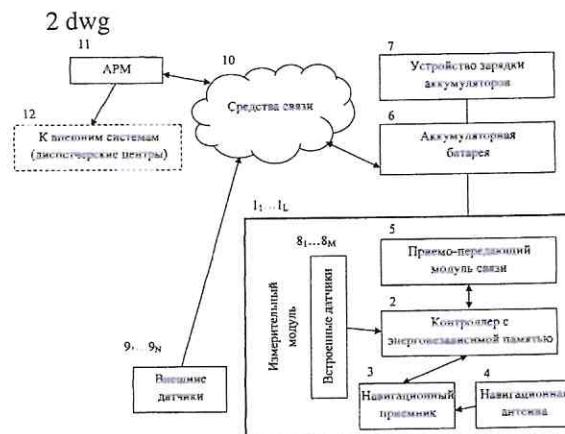
(54) SYSTEM FOR HIGH-PRECISION MONITORING OF DISPLACEMENTS OF ENGINEERING STRUCTURES

(57) Abstract:

FIELD: radio engineering, communication.

SUBSTANCE: system has a measurement module having a GLONASS/GPS navigation antenna, a GLONASS/GPS navigation receiver, a controller with nonvolatile memory, a transceiving communication module, an accumulator battery, an accumulator battery charging device, sensor equipment for the measurement module, external sensor equipment, a personal computer-based automated operator workstation with a processor.

EFFECT: high accuracy of calculating characteristics of displacements of engineering structures and continuous monitoring of parameters of displacements of engineering structures.



Структурная схема системы высокоточного мониторинга смещений инженерных сооружений
Фиг. 1

Изобретение относится к области систем мониторинга смещения инженерных сооружений и может быть использовано для ведения непрерывного контроля смещений и колебаний элементов конструкций мостов, плотин, башен и других инженерных сооружений с целью ранней диагностики целостности сооружения, а также оперативного обнаружения потери устойчивости сооружения.

Из уровня техники известна структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений (см. патент Российской Федерации на полезную модель RU 82048, опубл. 10.04.2009), содержащая центральный вычислительный модуль с компьютерной серверной станцией, который подключен к блоку инженерных систем. Система выполняет следующие функции: сбор параметров работы инженерных систем, формирование базы данных текущих параметров инженерных систем, определение трендов параметров работы инженерных систем и формирование базы данных трендов параметров, экстраполирование трендовых значений параметров работы инженерных систем на постоянный временной интервал, моделирование работы инженерных систем и определение расчетных значений параметров и их предельно допустимых значений, формирование базы данных расчетных параметров и их предельно допустимых значений, сравнение текущих параметров работы системы с расчетными параметрами и их предельно допустимыми значениями, сравнение экстраполированных значений и значений текущих параметров работы с расчетными параметрами и их предельно допустимыми значениями, определение возможных последствий, оценки ущерба и рекомендаций по реагированию по результатам компьютерного моделирования в случае превышения абсолютных значений текущих параметров и/или экстраполированных на постоянный временной интервал значений текущих параметров работы инженерных систем соответствующих значений расчетных параметров работы инженерных систем на величины, превышающие пороговые значения, фиксации состояния работы инженерных систем и/или прогнозируемое состояние работы инженерных систем и оценку возможных последствий, вызванных возникновением внештатной ситуации, и рекомендаций по реагированию на внештатные ситуации, а также формирования управленческих команд инженерной системе в автоматическом и/или полуавтоматическом режиме с участием оператора.

Из уровня техники известен способ мониторинга технического состояния здания и сооружения (объекта) (см. заявка на изобретение Российской Федерации RU 2008106992, опубл. 10.09.2010), который включает возбуждение колебаний объекта на собственных частотах, регистрацию вибраций, и/или ускорений колебаний, и/или скоростей колебаний, и/или амплитуд колебаний, и/или наклонов, и/или прогибов, и/или напряжений, и/или нагрузок, и/или измерения абсолютной и неравномерной осадки, и/или геодезических параметров, и/или контроль трещин, стыков, швов, отличающийся тем, что осуществляют фильтрацию параметров технического состояния зданий и сооружений на две группы параметров: группу параметров технического состояния нижней части объекта и группу параметров технического состояния верхней части объекта, определяют с использованием параметров технического состояния нижней части объекта путем математического (компьютерного) моделирования объекта расчетные параметры строительных конструкций верхней части объекта, сравнивают расчетные параметры строительных конструкций верхней части объекта с аналогичными параметрами строительных конструкций верхней части объекта, определенных по результатам натурных измерений от датчиков для мониторинга технического состояния верхней части

объекта, корректируют параметры математической модели объекта при условии, что расчетные параметры строительных конструкций верхней части объекта, определенные по результатам математического моделирования, отличаются от аналогичных параметров строительных конструкций верхней части объекта, определенных по результатам натурных измерений на величину больше заданного порога, определяют по измеренным параметрам технического состояния нижней части объекта тренды параметров технического состояния нижней части объекта, экстраполируют трендовые значения параметров технического состояния нижней части объекта на заданный временной интервал, определяют на основе данных экстраполяции параметров технического состояния нижней части объекта прогнозные расчетные параметры технического состояния строительных конструкций верхней части объекта, фиксируют для потребителя прогнозную оценку будущего технического состояния объекта на основе сравнительного анализа прогнозных расчетных параметров технического состояния строительных конструкций верхней части объекта с предельно допустимыми значениями.

Из уровня техники известны способ и устройство для относительного спутникового позиционирования движущихся платформ (см. патент США на изобретение US 6961018, опубл. 01.11.2005). Изобретение направлено на определение относительного положения движущихся платформ с использованием спутниковых навигационных технологий и оборудования, установленного на платформах. Оно основано на принципах космической навигации - дифференциальных системах и использует дифференциальную ГНСС в режимах, приводящих к минимуму передачи данных и расчетных нагрузок на вспомогательные процессоры. Изобретение обеспечивает точное позиционирование и относительную навигацию.

Из уровня техники известны способ и устройство для наземной съемки участков с одной или более неустойчивой зоной (см. патент США на изобретение US 7199872, опубл. 03.04.2007). Изобретение относится к области наземной съемки (мониторинга) участка с одной или более неустойчивыми зонами и хотя бы одной контрольной точкой, размещенной за пределами зон нестабильности, где контроль смещений осуществляется по относительным показаниям датчиков, размещенных в различных точках участка.

Из уровня техники известна измерительная сейсмическая система с использованием GPS-приемников (см. патент США на изобретение US 7117094, опубл. 15.07.2004). Система мониторинга трехмерных сейсмических данных, включающая множество цифровых датчиков, центра управления и обработки данных, базовая GPS-станция с антенной, расположенная в максимально открытой в верхней полуплоскости полусферой, и роверными GPS-приемниками, использующими сигналы базовой станции для определения своего местоположения с высокой точностью.

Из уровня техники известен метод и система GPS и WAAS фазовых измерений для относительного позиционирования (см. патент США на изобретение US 6469663, опубл. 24.10.2000). Метод точного определения относительного положения между двумя точками с помощью информации о фазах несущих из приемников, способных производить кодовые и фазовые измерения сигналов, передаваемых со спутников GPS, а также сигналов, передаваемых с WAAS, EGNOS, MSAS или других широкозонных дифференциальных систем спутников (далее именуемые просто как «спутники WAAS»). Эти сигналы обрабатываются в приемных системах для определения относительной позиции, для съемки или иных приложений. Обработка сигналов ведется аналогично той, которая используется в существующих GPS-фазовых

приемниках. Метод отличается более быстрым и надежным разрешением неоднозначности фазовых измерений, защитой от пропуска фазовых циклов и потери части спутников, а также возможностью расширения рабочего диапазона, позволяя
 5 увеличить базу между приемниками путем включения ионосферной модели, представленной WAAS.

Известные из уровня техники технические решения обладают следующими недостатками:

- недостаточная точность измерения смещений инженерных сооружений.

10 Техническим результатом заявленного изобретения является повышение точности расчета характеристик смещений инженерных сооружений и непрерывный контроль параметров смещений инженерных сооружений.

Технический результат достигается тем, что система высокоточного мониторинга инженерных сооружений содержит измерительный модуль, включающий
 15 навигационную антенну ГЛОНАСС/GPS, навигационный приемник ГЛОНАСС/GPS, контроллер с энергонезависимой памятью, приемопередающий модуль связи, аккумуляторную батарею, устройство зарядки аккумуляторной батареи, датчиковую аппаратуру измерительного модуля; внешнюю датчиковую аппаратуру,
 20 автоматизированное рабочее место оператора на базе ПЭВМ с процессором, при этом устройство зарядки аккумуляторной батареи соединено с аккумуляторной батареей, которая соединена с контроллером с энергонезависимой памятью, выход навигационной антенны ГЛОНАСС/GPS подключен к входу навигационного приемника ГЛОНАСС/GPS, вход-выход навигационного приемника соединен с
 25 первым входом-выходом контроллера с энергонезависимой памятью, второй вход-выход которого соединен с первым входом-выходом приемопередающего модуля связи, второй вход-выход которого служит для обмена данными с автоматизированным рабочим местом оператора на базе ПЭВМ с процессором через
 30 средства связи по протоколу TCP/IP, выход датчиковой аппаратуры измерительного модуля соединен с входом контроллера с энергонезависимой памятью, выход внешней датчиковой аппаратуры соединен с автоматизированным рабочим местом оператора на базе ПЭВМ с процессором через средства связи по протоколу TCP/IP, при этом автоматизированное рабочее место оператора на базе ПЭВМ с процессором имеет
 35 выход для передачи информации во внешние системы (диспетчерские центры).

Процессор ПЭВМ автоматизированного рабочего места оператора выполнен с возможностью:

- слежения за смещениями элементов конструкций инженерных сооружений по трем
 40 пространственным координатам;
- сбора данных с измерительных модулей;
- анализа полученных данных и определение смещений контролируемых точек;
- определения спектральных характеристик смещений (резонансных частот конструкции);
- 45 - формирования сигналов тревоги в случае выхода смещений контролируемых параметров за пределы установленных границ;
- отображения результатов обработки информации в удобном для оператора виде;
- документирования и хранения полученных данных.

50 Признаки и сущность настоящего изобретения поясняются в последующем детальном описании, поясняемом чертежами, где показано следующее.

Фиг.1 - Структурная схема системы высокоточного мониторинга смещений инженерных сооружений, где:

1₁...1_L - измерительные модули;

2 - контроллер с энергонезависимой памятью;

3 - навигационный приемник ГЛОНАСС/GPS;

4 - навигационная антенна ГЛОНАСС/GPS;

5 - приемопередающий модуль связи;

6 - аккумуляторная батарея;

7 - устройство зарядки аккумуляторной батареи;

8₁...8_M - датчиковая аппаратура измерительного модуля;

9₁...9_N - внешняя датчиковая аппаратура;

10 - средства связи;

11 - автоматизированное рабочее место оператора на базе ПЭВМ с процессором;

12 - внешние потребители информации.

Фиг.2 - Алгоритм работы процессора автоматизированного рабочего места

оператора на базе ПЭВМ с процессором, где:

13 - блок сбора «сырых» измерений от измерительных модулей;

14 - блок формирования общего массива эфемерид наблюдаемых навигационных спутников;

15 - блок прогноза эфемерид наблюдаемых навигационных спутников;

16 - блок подготовки одномоментных «сырых» измерений и эфемерид;

17 - блок фильтрации и контроля непрерывности измерений;

18 - блок решения навигационной задачи для опорных и контролируемых точек;

19 - блок фильтрации рассчитанных координат;

20 - блок данных о координатах и динамике объекта;

21 - блок решения навигационной задачи в дифференциальном режиме «статика»;

22 - блок решения навигационной задачи в дифференциальном режиме «динамика»;

23 - блок решения навигационной задачи в дифференциальном режиме «колебания»;

24 - блок специальной обработки;

25 - блок пересчета рассчитанных характеристик в параметры сооружения;

26 - блок отображения результатов;

27 - блок передачи данных внешним потребителям.

Измерительные модули устанавливаются в выбранные на этапе обследования

контролируемые точки объекта (сооружения), а один из измерительных модулей устанавливается на опорный объект, относительно которого будут измеряться

характеристики смещений контролируемого объекта. Измерительные модули,

установленные на контролируемом объекте, обозначаются как контрольные точки,

измерительный модуль, установленный на опорном объекте, обозначается как

опорная точка. Измерительные модули соединяются с автоматизированным рабочим местом оператора на базе ПЭВМ с процессором с помощью средств связи, например

проводных линий связи, беспроводных линий связи, в том числе посредством сети

Интернет.

При необходимости на контролируемый объект вместе с измерительными модулями устанавливается датчиковая аппаратура, например инклинометры, акселерометры, датчики влажности, датчики температуры и т.п., которая соединяется с автоматизированным рабочим местом оператора на базе ПЭВМ с процессором с помощью средств связи, например проводных линий связи, беспроводных линий связи, в том числе посредством сети Интернет с помощью преобразующих устройств. Часть датчиков входит в состав измерительного модуля.

Измерения с использованием навигационного поля глобальных навигационных

спутниковых систем (ГНСС) не могут проводиться во всех критически важных точках сооружения и не могут обеспечить контроль целого ряда важных параметров. Поэтому эффективность мониторинга сооружений существенно возрастает, если дополнительно применять инерциальную и другую датчиковую аппаратуру, например инклинометры, акселерометры, датчики влажности, температуры и т.п. При этом часть датчиков целесообразно размещать внутри измерительных модулей, а другую часть - вне модулей. Измерительные модули и внешние датчики соединяются с автоматизированным рабочим местом оператора на базе ПЭВМ с процессором с помощью средств связи, например проводных или беспроводных линий связи.

Устройство работает следующим образом.

На навигационный приемник ГЛОНАСС/GPS (3) через навигационную антенну ГЛОНАСС/GPS (4) поступают сигналы ГНСС ГЛОНАСС/GPS и вместе с данными, полученными от встроенных датчиков ($8_1 \dots 8_M$), сохраняются посредством контроллера с энергонезависимой памятью (2), после этого поступая на приемопередающий модуль связи (5). Из приемопередающего модуля связи (5) сигнал с помощью средств связи (10) передается на автоматизированное рабочее место оператора на базе ПЭВМ с процессором (11), которое принимает данные со всех измерительных модулей ($1_1 \dots 1_L$) в виде «сырых» измерений и эфемеридной информации, буферизует их (ставит в очередь на обработку), кроме того записывает в файловый архив для возможности постобработки. Данные с отдельно стоящих датчиков ($9_1 \dots 9_N$), не требующих прецизионной временной привязки в реальном времени, также передаются на автоматизированное рабочее место оператора на базе ПЭВМ с процессором (11), где проходят совместную обработку с данными, получаемыми с измерительных модулей ($1_1 \dots 1_L$). Результаты обработки передаются во внешние системы (12), например в диспетчерские центры.

Блок сбора «сырых» измерений от измерительных модулей 13 принимает данные со всех измерительных модулей в виде кодовых псевдодальностей, фазовых измерений и эфемеридной информации, буферизует их (ставит в очередь на обработку), кроме того записывает в файловый архив для постобработки. Параллельно с накоплением измерений в блоке сбора «сырых» измерений от измерительных модулей 13, в блоке формирования общего массива эфемерид наблюдаемых навигационных спутников 14 формируется массив эфемеридной информации наблюдаемых спутников. По эфемеридной информации в блоке прогноза эфемерид наблюдаемых навигационных спутников 15 производится расчет координат спутников на пятисекундные интервалы времени, что позволяет снизить нагрузку на процессор. Достаточно рассчитать координаты спутника на три момента времени (t , $(t+5)$, $(t+10)$) и построить интерполирующий полином второго порядка для промежутка времени $[t, t+10]$:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} t^2 + \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} t + \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{bmatrix}$$

При обработке измерений, полученных с темпом 20 Гц (за 10 с - 200 отсчетов), это позволит выполнить всего 3 вычисления с использованием численного интегрирования (вместо 200), а для вычисления координат спутников внутри интервала $[t, t+10]$ использовать полином вида:

ДНЕВНИК ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

Дата	Место работы	Выполняемые работы	Оценка руководителя
01.09.2023	ООО «Датум Инжиниринг»	Прохождение вводного и первичного инструктажа по охране труда на рабочем месте, и инструктажа по пожарной безопасности на объекте	Отлично
02.09.2023	ООО «Датум Инжиниринг»	Постановка научной задачи	Отлично
03.09.2023- 01.10.2023	ООО «Датум Инжиниринг»	Анализ возможных методов решения научной задачи	Отлично
02.10.2023- 20.10.2023	ООО «Датум Инжиниринг»	Самостоятельный поиск возможных методов решения научной задачи и формулирование выводов	Отлично
21.10.2023- 15.11.2023	ООО «Датум Инжиниринг»	Формулирование выводов и заключения по решению научной задачи	Отлично
16.11.2023- 23.12.2023	Кафедра «Геодезия»	Подготовка и оформление отчета.	Отлично

ОТЗЫВ - ХАРАКТЕРИСТИКА

Обучающийся Воликовой Кристины Алексеевны

5 курса

группы ДТПГ51

подразделение кафедры «Геодезия»

Вид практики в рамках практической подготовки: стационарная дискретная
производственная практика (научно-исследовательская работа)

Наименование места практической подготовки ООО «Датум Инжиниринг»

Обучающийся выполнил задания рабочей программы практической
подготовки:

- прохождение вводного и первичного инструктажа по охране труда на рабочем месте, и инструктажа по пожарной безопасности на объекте;
- постановка научной задачи;
- анализ возможных методов решения научной задачи;
- самостоятельный поиск возможных методов решения научной задачи и формулирование выводов;
- подготовка и оформление отчета.

За время прохождения стационарной дискретной производственной
практики обучающийся освоил следующие компетенции: ОПК-2; ПК-10; ПК-
8; ПК-7;

на высоком уровне/ среднем уровне/ базовом уровне

Дополнительно ознакомился/изучил

Заслуживает оценки

отлично

Руководитель практической
подготовки

от предприятия

генеральный директор

Р.А.Мацегоров

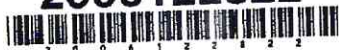
« 23 »

12

2023 г.

РЕФЕРАТ

Автоматизированная система мониторинга геометрических характеристик зданий и сооружений относится к информационным системам сбора, передачи, хранения и обработки данных и предназначена для контроля геометрических характеристик зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения. Система содержит центр обработки информации (ЦОИ) на основе ЭВМ (сервер статистики) и как минимум одну систему сбора и передачи информации (ССПИ), содержащую контроллер и датчики, причем датчики соединены с контроллером линией связи в виде витой пары. В центр обработки информации введено устройство широкополосного доступа к сети Интернет, соединенное с ЭВМ. В систему сбора и передачи информации введено устройство для доступа к сети Интернет по радиоканалу GSM, соединенное с контроллером. В качестве канала связи между системой сбора и передачи информации и центром обработки информации используется сеть Интернет. Контроллер производит опрос датчиков и передает собранную информацию в ЦОИ. ЭВМ, входящая в состав ЦОИ, накапливает и обрабатывает собранную информацию. Применение автоматизированной системы мониторинга геометрических характеристик зданий и сооружений приведет к повышению безопасности эксплуатации зданий и сооружений жилого или промышленного назначения за счет обеспечения непрерывного мониторинга и централизованного контроля их геометрических характеристик. При этом здания и сооружения могут быть территориально удалены от центра наблюдения и друг от друга.

2006122822

МПК: G 08 B 25/00

G 05 B 15/00

E 04 G 23/00

**Автоматизированная система мониторинга геометрических
характеристик зданий и сооружений**

Полезная модель относится к информационным системам сбора, передачи, хранения и обработки данных и предназначена для непрерывного наблюдения за геометрическими характеристиками зданий и сооружений.

В последние годы большая часть зданий, выработавших нормативные сроки эксплуатации, вновь восстанавливается и эксплуатируется. Такие здания требуют постоянного наблюдения за состоянием конструкций для обеспечения безопасной эксплуатации. Другой областью, где постоянный мониторинг необходим в такой же степени - это строительство новых зданий в непосредственной близости от уже имеющихся или же в районах со сложными инженерно-геологическими условиями, такими как: подрабатываемые территории угольных бассейнов, просадочные грунты первого и второго типов, оползневые склоны рек и оврагов. Так же требует постоянного мониторинга определение состояния зданий после подземных толчков в сейсмоопасных зонах.

Технической сложностью является то, что изменения в зданиях происходят очень медленно и по однократно определенному изменению нельзя судить о процессах, протекающих в объекте, требуется определенная статистическая информации об изменениях, происходящих в здании с течением времени. Еще одной сложностью является территориальная распределенность объектов наблюдения, которые могут находиться в соседних городах или соседних областях.

Настоящая автоматизированная система позволяет централизованно следить за геометрическими характеристиками зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения и отдельных их конструкций, прогнозировать и предупреждать возникновения аварийных ситуаций, обрушение зданий. При этом здания и сооружения могут быть территориально удалены от центра наблюдения и друг от друга.

Существует структурированная система мониторинга и управления инженерным оборудованием преимущественно многоэтажного здания, осуществляющая сбор информации от различных датчиков и передающая ее для анализа в центр [патент RU 2133490, G05B15/00, G05B23/00, 21/09 1998г.]. Система содержит центр обработки информации, датчики контроля и/или измерения, подключенные через коммуникационные узлы к центру обработки информации. Система снабжена контроллерами, расположенными в местах размещения коммуникационных узлов, подключенных к центральному кроссу системы по схеме иерархической звезды или схеме шин. При этом центр обработки информации представляет собой программируемую серверную станцию с функциями, в соответствии с программным обеспечением, централизованного получения по информационным каналам в рамках единого сетевого протокола данных мониторинга. Данная система предполагает, что все ее модули связаны проводными каналами высокоскоростной связи (порядка 10 Мбит) и направлена на реализацию обмена данными в пределах стандартного ограничения длины кабеля 100м. Это накладывает ограничения на расстояние между центром обработки информации и контроллерами. Система обеспечивает наблюдение только за состоянием инженерного оборудования одного здания и не предполагает расширения для централизованного мониторинга нескольких объектов.

Наиболее близкой по структуре к заявляемой является система контроля объектов электросвязи [RU 2274903, G08B 25/08, 20/04 2006г.]. Система содержит центр обработки информации, состоящий из ЭВМ, подключенный через каналы связи к системам сбора и передачи информации, состоящим из контроллера и соединенных с ним датчиков контроля, осуществляющим сбор информации с датчиков контроля. В качестве каналов связи использованы линии электросвязи, в частности, электросвязь может быть осуществлена по выделенным физическим парам прямых проводов на расстояние до 15 км или по коммутируемым телефонным каналам городской телефонной сети, при этом датчики выполнены дискретными двухпозиционными, работающими в режиме «авария - неавария». Алгоритмы работы системы позволяют принимать, анализировать, собирать и передавать на ЭВМ информацию об авариях и своевременно оповещать диспетчера, принимающего

соответствующие меры по их ликвидации. Система позволяет производить непрерывный контроль состояния объекта.

Особенностью системы является то, что система использует линии электросвязи для передачи информации. Это либо требует наличия свободных коммутируемых каналов телефонной сети между центром обработки информации и системой сбора и передачи информации, либо при использовании выделенных физических прямых пар проводов, например, линий энергоснабжения, расстояние между центром обработки информации и системой сбора и передачи информации ограничено 15 км. Кроме того, такие линии связи создают дополнительные технические сложности в случае, если между объектом наблюдения и центром обработки информации находится множество трансформаторных подстанций, или объект имеет автономную (относительно центра обработки информации) станцию энергоснабжения. Кроме того, такая организация связи между центром обработки информации и системой сбора и передачи информации требует наличия выделенной пары для каждой отдельной подключаемой системы сбора и передачи информации, что так же создает дополнительные трудности при построении крупной распределенной системы мониторинга.

Настоящая полезная модель направлена на решение технической задачи по устранению указанных недостатков и созданию автоматизированной системы мониторинга, которая позволяла бы осуществлять непрерывное наблюдение и сбор информации об изменениях геометрических характеристик зданий и сооружений, в том числе значительно распределенных территориально. Что в итоге приводит к повышению безопасности эксплуатации зданий и сооружений жилого или промышленного назначения.

Указанный технический результат достигается тем, что в автоматизированной системе мониторинга, включающей центр обработки информации, содержащий ЭВМ, осуществляющий накопление и обработку собранных данных и как минимум одной системы сбора и передачи информации, содержащей контроллер и датчики, причем датчики соединены с контроллером линией связи в виде витой пары, в центр обработки информации введено устройство широкополосного доступа к сети Интернет, соединенное с ЭВМ, в систему сбора и передачи информации введено

устройство для доступа к сети Интернет по радиоканалу GSM, соединенное с контроллером, а в качестве канала связи между системой сбора и передачи информации и центром обработки информации используется сеть Интернет.

Структурная схема построения системы представлена на фиг.1.

Автоматизированная система мониторинга геометрических характеристик зданий и сооружений состоит из центра обработки информации (ЦОИ) 1 и системы сбора и передачи информации (ССПИ) 2.

Центр обработки информации 1 состоит из ЭВМ (сервера статистики) 3 и устройства 4 широкополосного доступа к сети Интернет.

Система сбора и передачи информации 2 включает в себя контроллер 5, датчики 6 и устройство 7 для доступа к сети Интернет по радиоканалу GSM (GSM-модем).

Датчики 6 жестко закрепляются на конструкциях объекта наблюдения. Для определения необходимого количества датчиков и точных мест их закрепления, на стадии монтажа автоматизированной системы мониторинга требуется проведение предварительной экспертизы здания специалистами в области обследования технического состояния зданий и сооружений. Жесткая фиксация датчиков гарантирует перемещение, наклон или иное изменение физических характеристик датчиков одновременное с наблюдаемыми конструкциями объекта. Датчики 6 соединяются с контроллером 5 линией связи, представляющей собой витую пару. В качестве протокола обмена используется RS-485. Применение этого протокола позволяет обеспечивать длину линий связи до 1200 метров без потери устойчивого соединения и одновременную подачу питания на датчики. Датчики 6 связывают с контроллером 5 по топологии «разветвленная шина».

В качестве аппаратного обеспечения серверов ЦОИ 1 могут быть использованы любые серийные серверные ЭВМ достаточной мощности, например, Hewlett-Packard HP Proliant ML 110 G3. Устройство для доступа к сети Интернет зависит от конкретных условий подключения. В частности, это может быть ADSL модем, например D-Link 500T.

В качестве контроллера 5 ССПИ 2 применяется схема, построенная на основе однокристальных микроЭВМ серии ATmega фирмы Atmel. Например, это может быть контроллер серии ADAM-5000 производства компании Advantech. Конкретные типы датчиков выбираются в зависимости от типов

параметров, которые необходимо контролировать и требуемой точности измерения, например, прецизионные датчики угла отклонения от вертикали N2 производства Seika Mikrosystemtechnik с интерфейсом RS-485. В качестве GSM-модема может быть использован модуль Siemens M35i.

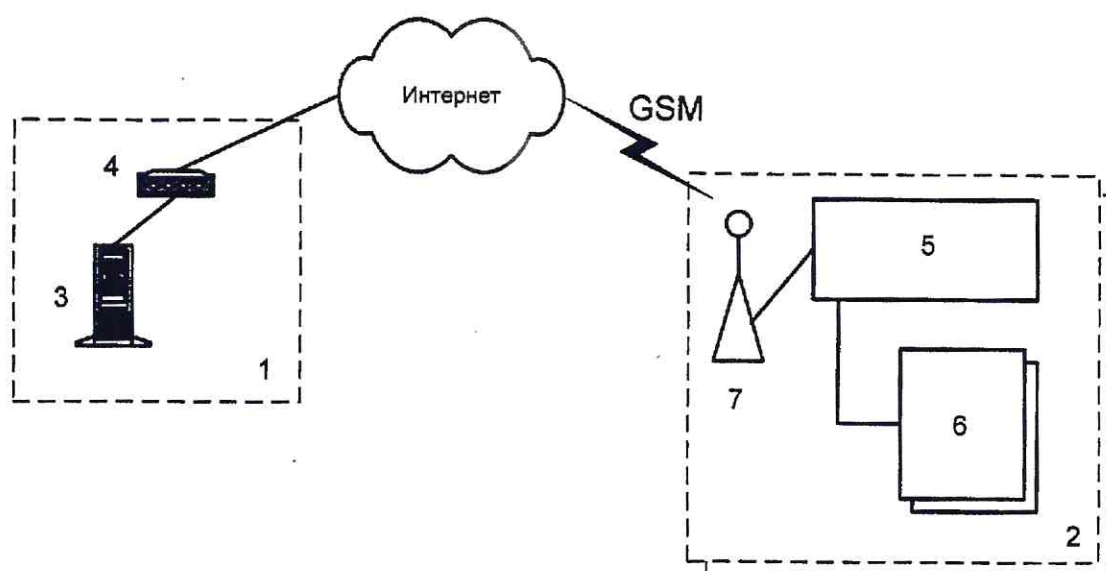
Программное обеспечение (ПО) контроллера 5 выполняет постоянный опрос датчиков 6 и регистрирует накопившееся изменение измеряемых параметров. Информация об изменениях параметров передается в центр обработки информации 1. Для связи с ЦОИ 1 используется GSM-модем 7, что позволяет обеспечивать связь во всех районах, находящихся в зоне покрытия любого оператора сотовой связи. ПО контроллера 5 отдает команду на установку связи по радиоканалу, GSM-модем 7 связывается с оператором сотовых услуг и устанавливает канал доступа к сети Интернет. После этого ПО контроллера 5 устанавливает соединение с ЭВМ 3 центра обработки информации 1 по его уникальному адресу в сети Интернет через устройство широкополосного доступа 4. По установленному соединению передается информация об уникальном номере системы сбора и передачи информации 2 в системе, показаниях, снятых с датчиков 6, общем состоянии системы. После окончания передачи на ЭВМ 3 передается запрос на команды для контроллера 5 ССПИ 2. После завершения приема команд ПО контроллера 5 останавливает соединение с ЭВМ 3 ЦОИ 1, после чего отдает команду GSM-модему 7 на обрыв связи с оператором сотовых услуг.

Программное обеспечение ЭВМ 3 обеспечивает обработку входящих соединений от систем сбора и передачи информации 2, находящихся на объектах, сохранение полученной информации в базе данных и обработку запросов к указанной базе данных от пользователей системы. Программное обеспечение ЭВМ 3 находится постоянно в режиме ожидания входящих соединений. При поступлении запроса на установку соединения от какой-либо ССПИ 2 ПО центра обработки информации 1 устанавливает соединение, принимает данные, полученные от ССПИ 2, по уникальному номеру определяется конкретный объект наблюдения и назначение каждого параметра, измеряемого датчиком 6, после чего информация заносится в соответствующие таблицы базы данных. При поступлении запросов от пользователей системы ПО ЭВМ 3 выполняет запрос к базе данных и пересылает результат клиенту в удобном для анализа виде. Взаимодействие

пользователей с ЭВМ 3 происходит по стандартному протоколу http [RFC 2616 World Wide Web Consortium], при этом рабочие места пользователей могут находиться как в составе ЦОИ 1, так и за его пределами. В последнем случае доступ к ЭВМ 3 осуществляется так же через сеть Интернет через устройство широкополосного доступа 4.

Применение автоматизированной системы мониторинга геометрических характеристик зданий и сооружений позволит организовать централизованное наблюдение за целостностью и безопасностью эксплуатации зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения. Использование сети Интернет в качестве канала связи позволит централизованно контролировать геометрические характеристики зданий практически независимо от их территориального расположения. Доступ по радиоканалу GSM со стороны объекта наблюдения исключает необходимость прокладки специальных линий связи, что в свою очередь удешевляет стоимость монтажа системы и увеличивает скорость разворачивания системы сбора и передачи информации на объекте.

Автоматизированная система мониторинга
геометрических характеристик зданий и
сооружений



фиг.1



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012135030/07, 15.08.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.08.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 15.08.2012

(45) Опубликовано: 20.10.2013 Бюл. № 29

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2446411 C2, 27.03.2012. RU 2453809 C2,
20.06.2012. RU 116862 U1, 10.06.2012. US
6961018 B2, 01.11.2005. US 6469663 B1,
22.10.2002. US 7642956 B2, 05.01.2010.

Адрес для переписки:

111250, Москва, ул. Авиамоторная, 53, ОАО
"Российские космические системы"

(72) Автор(ы):

Жодзишский Александр Исаакович (RU),
Большаков Вадим Олегович (RU),
Нестеров Олег Валерьянович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Открытое акционерное общество
"Российская корпорация ракетно-
космического приборостроения и
информационных систем" (ОАО "Российские
космические системы") (RU)**(54) СИСТЕМА ВЫСОКОТОЧНОГО МОНИТОРИНГА СМЕЩЕНИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ
СООРУЖЕНИЙ**

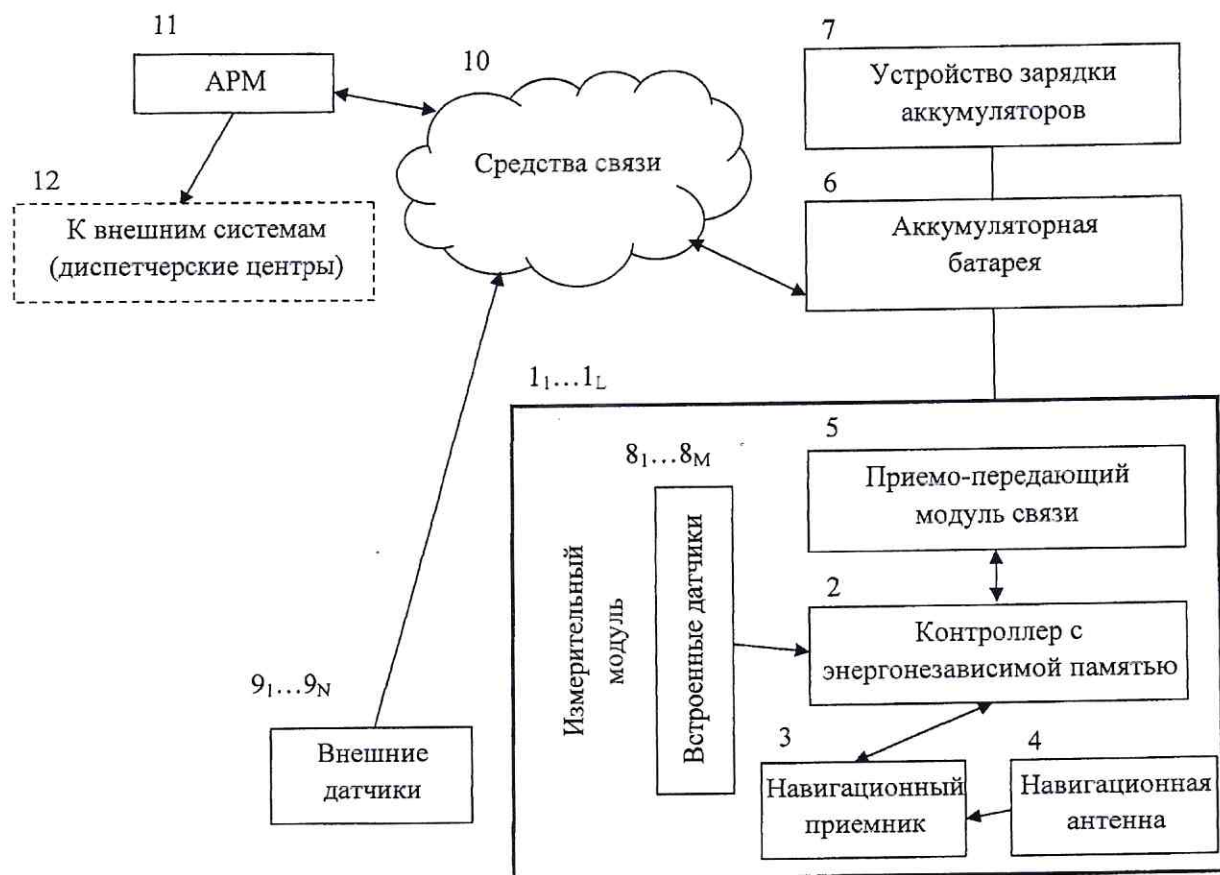
(57) Реферат:

Изобретение относится к области систем мониторинга смещения инженерных сооружений и может быть использовано для ведения непрерывного контроля смещений и колебаний элементов конструкций мостов, плотин, башен и других инженерных сооружений с целью ранней диагностики целостности сооружения, а также оперативного обнаружения потери устойчивости сооружения. Технический результат заключается в повышении точности расчета характеристик смещений инженерных сооружений и обеспечении непрерывного контроля

параметров смещений инженерных сооружений. Для этого система содержит измерительный модуль, включающий навигационную антенну ГЛОНАСС/GPS, навигационный приемник ГЛОНАСС/GPS, контроллер с энергонезависимой памятью, приемопередающий модуль связи, аккумуляторную батарею, устройство зарядки аккумуляторной батареи, датчиковую аппаратуру измерительного модуля, внешнюю датчиковую аппаратуру, автоматизированное рабочее место оператора на базе ПЭВМ с процессором. 2 ил.

RU
2
4
9
6
1
2
4
C
1

RU
2
4
9
6
1
2
4
C
1



Структурная схема системы высокоточного мониторинга
смещений инженерных сооружений

Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

G01S 19/42 (2010.01)

G01S 5/14 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2012135030/07, 15.08.2012

(24) Effective date for property rights:
15.08.2012

Priority:

(22) Date of filing: 15.08.2012

(45) Date of publication: 20.10.2013 Bull. 29

Mail address:

111250, Moskva, ul. Aviamotornaja, 53, OAO
"Rossijskie kosmicheskie sistemy"

(72) Inventor(s):

Zhodzishskij Aleksandr Isaakovich (RU),
Bol'shakov Vadim Olegovich (RU),
Nesterov Oleg Valer'janovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo "Rossijskaja
korporatsija raketno-kosmicheskogo
priborostroenija i informacionnykh sistem" (OAO
"Rossijskie kosmicheskie sistemy") (RU)

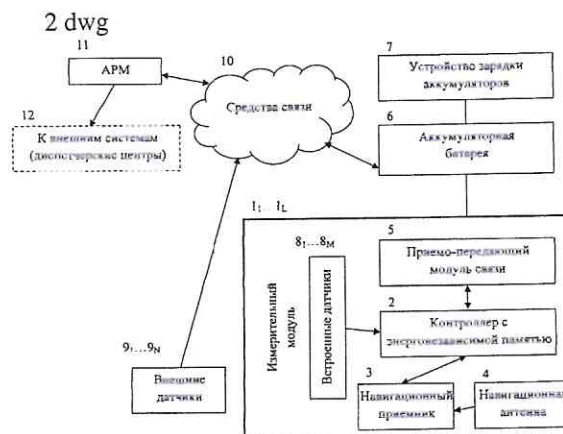
(54) SYSTEM FOR HIGH-PRECISION MONITORING OF DISPLACEMENTS OF ENGINEERING STRUCTURES

(57) Abstract:

FIELD: radio engineering, communication.

SUBSTANCE: system has a measurement module having a GLONASS/GPS navigation antenna, a GLONASS/GPS navigation receiver, a controller with nonvolatile memory, a transceiving communication module, an accumulator battery, an accumulator battery charging device, sensor equipment for the measurement module, external sensor equipment, a personal computer-based automated operator workstation with a processor.

EFFECT: high accuracy of calculating characteristics of displacements of engineering structures and continuous monitoring of parameters of displacements of engineering structures.



Структурная схема системы высокоточного мониторинга
смещений инженерных сооружений
Фиг. 1

Изобретение относится к области систем мониторинга смещения инженерных сооружений и может быть использовано для ведения непрерывного контроля смещений и колебаний элементов конструкций мостов, плотин, башен и других инженерных сооружений с целью ранней диагностики целостности сооружения, а также оперативного обнаружения потери устойчивости сооружения.

Из уровня техники известна структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений (см. патент Российской Федерации на полезную модель RU 82048, опубл. 10.04.2009), содержащая центральный вычислительный модуль с компьютерной серверной станцией, который подключен к блоку инженерных систем. Система выполняет следующие функции: сбор параметров работы инженерных систем, формирование базы данных текущих параметров инженерных систем, определение трендов параметров работы инженерных систем и формирование базы данных трендов параметров, экстраполирование трендовых значений параметров работы инженерных систем на постоянный временной интервал, моделирование работы инженерных систем и определение расчетных значений параметров и их предельно допустимых значений, формирование базы данных расчетных параметров и их предельно допустимых значений, сравнение текущих параметров работы системы с расчетными параметрами и их предельно допустимыми значениями, сравнение экстраполированных значений и значений текущих параметров работы с расчетными параметрами и их предельно допустимыми значениями, определение возможных последствий, оценки ущерба и рекомендаций по реагированию по результатам компьютерного моделирования в случае превышения абсолютных значений текущих параметров и/или экстраполированных на постоянный временной интервал значений текущих параметров работы инженерных систем соответствующих значений расчетных параметров работы инженерных систем на величины, превышающие пороговые значения, фиксации состояния работы инженерных систем и/или прогнозируемое состояние работы инженерных систем и оценку возможных последствий, вызванных возникновением внештатной ситуации, и рекомендаций по реагированию на внештатные ситуации, а также формирования управленческих команд инженерной системе в автоматическом и/или полуавтоматическом режиме с участием оператора.

Из уровня техники известен способ мониторинга технического состояния здания и сооружения (объекта) (см. заявка на изобретение Российской Федерации RU 2008106992, опубл. 10.09.2010), который включает возбуждение колебаний объекта на собственных частотах, регистрацию вибраций, и/или ускорений колебаний, и/или скоростей колебаний, и/или амплитуд колебаний, и/или наклонов, и/или прогибов, и/или напряжений, и/или нагрузок, и/или измерения абсолютной и неравномерной осадки, и/или геодезических параметров, и/или контроль трещин, стыков, швов, отличающийся тем, что осуществляют фильтрацию параметров технического состояния зданий и сооружений на две группы параметров: группу параметров технического состояния нижней части объекта и группу параметров технического состояния верхней части объекта, определяют с использованием параметров технического состояния нижней части объекта путем математического (компьютерного) моделирования объекта расчетные параметры строительных конструкций верхней части объекта, сравнивают расчетные параметры строительных конструкций верхней части объекта с аналогичными параметрами строительных конструкций верхней части объекта, определенных по результатам натурных измерений от датчиков для мониторинга технического состояния верхней части

объекта, корректируют параметры математической модели объекта при условии, что расчетные параметры строительных конструкций верхней части объекта, определенные по результатам математического моделирования, отличаются от аналогичных параметров строительных конструкций верхней части объекта, определенных по результатам натурных измерений на величину больше заданного порога, определяют по измеренным параметрам технического состояния нижней части объекта тренды параметров технического состояния нижней части объекта, экстраполируют трендовые значения параметров технического состояния нижней части объекта на заданный временной интервал, определяют на основе данных экстраполяции параметров технического состояния нижней части объекта прогнозные расчетные параметры технического состояния строительных конструкций верхней части объекта, фиксируют для потребителя прогнозную оценку будущего технического состояния объекта на основе сравнительного анализа прогнозных расчетных параметров технического состояния строительных конструкций верхней части объекта с предельно допустимыми значениями.

Из уровня техники известны способ и устройство для относительного спутникового позиционирования движущихся платформ (см. патент США на изобретение US 6961018, опубл. 01.11.2005). Изобретение направлено на определение относительного положения движущихся платформ с использованием спутниковых навигационных технологий и оборудования, установленного на платформах. Оно основано на принципах космической навигации - дифференциальных системах и использует дифференциальную ГНСС в режимах, приводящих к минимуму передачи данных и расчетных нагрузок на вспомогательные процессоры. Изобретение обеспечивает точное позиционирование и относительную навигацию.

Из уровня техники известны способ и устройство для наземной съемки участков с одной или более неустойчивой зоной (см. патент США на изобретение US 7199872, опубл. 03.04.2007). Изобретение относится к области наземной съемки (мониторинга) участка с одной или более неустойчивыми зонами и хотя бы одной контрольной точкой, размещенной за пределами зон нестабильности, где контроль смещений осуществляется по относительным показаниям датчиков, размещенных в различных точках участка.

Из уровня техники известна измерительная сейсмическая система с использованием GPS-приемников (см. патент США на изобретение US 7117094, опубл. 15.07.2004). Система мониторинга трехмерных сейсмических данных, включающая множество цифровых датчиков, центра управления и обработки данных, базовая GPS-станция с антенной, расположенная в максимально открытой в верхней полуплоскости полусферой, и роверными GPS-приемниками, использующими сигналы базовой станции для определения своего местоположения с высокой точностью.

Из уровня техники известен метод и система GPS и WAAS фазовых измерений для относительного позиционирования (см. патент США на изобретение US 6469663, опубл. 24.10.2000). Метод точного определения относительного положения между двумя точками с помощью информации о фазах несущих из приемников, способных производить кодовые и фазовые измерения сигналов, передаваемых со спутников GPS, а также сигналов, передаваемых с WAAS, EGNOS, MSAS или других широкозонных дифференциальных систем спутников (далее именуемые просто как «спутники WAAS»). Эти сигналы обрабатываются в приемных системах для определения относительной позиции, для съемки или иных приложений. Обработка сигналов ведется аналогично той, которая используется в существующих GPS-фазовых

приемниках. Метод отличается более быстрым и надежным разрешением неоднозначности фазовых измерений, защитой от пропуска фазовых циклов и потери части спутников, а также возможностью расширения рабочего диапазона, позволяя
 5 увеличить базу между приемниками путем включения ионосферной модели, представленной WAAS.

Известные из уровня техники технические решения обладают следующими недостатками:

- недостаточная точность измерения смещений инженерных сооружений.

10 Техническим результатом заявленного изобретения является повышение точности расчета характеристик смещений инженерных сооружений и непрерывный контроль параметров смещений инженерных сооружений.

Технический результат достигается тем, что система высокоточного мониторинга инженерных сооружений содержит измерительный модуль, включающий
 15 навигационную антенну ГЛОНАСС/GPS, навигационный приемник ГЛОНАСС/GPS, контроллер с энергонезависимой памятью, приемопередающий модуль связи, аккумуляторную батарею, устройство зарядки аккумуляторной батареи, датчиковую аппаратуру измерительного модуля; внешнюю датчиковую аппаратуру,
 20 автоматизированное рабочее место оператора на базе ПЭВМ с процессором, при этом устройство зарядки аккумуляторной батареи соединено с аккумуляторной батареей, которая соединена с контроллером с энергонезависимой памятью, выход навигационной антенны ГЛОНАСС/GPS подключен к входу навигационного приемника ГЛОНАСС/GPS, вход-выход навигационного приемника соединен с
 25 первым входом-выходом контроллера с энергонезависимой памятью, второй вход-выход которого соединен с первым входом-выходом приемопередающего модуля связи, второй вход-выход которого служит для обмена данными с автоматизированным рабочим местом оператора на базе ПЭВМ с процессором через
 30 средства связи по протоколу TCP/IP, выход датчиковой аппаратуры измерительного модуля соединен с входом контроллера с энергонезависимой памятью, выход внешней датчиковой аппаратуры соединен с автоматизированным рабочим местом оператора на базе ПЭВМ с процессором через средства связи по протоколу TCP/IP, при этом автоматизированное рабочее место оператора на базе ПЭВМ с процессором имеет
 35 выход для передачи информации во внешние системы (диспетчерские центры).

Процессор ПЭВМ автоматизированного рабочего места оператора выполнен с возможностью:

- слежения за смещениями элементов конструкций инженерных сооружений по трем
 40 пространственным координатам;
- сбора данных с измерительных модулей;
- анализа полученных данных и определение смещений контролируемых точек;
- определения спектральных характеристик смещений (резонансных частот конструкции);
- 45 - формирования сигналов тревоги в случае выхода смещений контролируемых параметров за пределы установленных границ;
- отображения результатов обработки информации в удобном для оператора виде;
- документирования и хранения полученных данных.

50 Признаки и сущность настоящего изобретения поясняются в последующем детальном описании, поясняемом чертежами, где показано следующее.

Фиг.1 - Структурная схема системы высокоточного мониторинга смещений инженерных сооружений, где:

1₁...1_L - измерительные модули;

2 - контроллер с энергонезависимой памятью;

3 - навигационный приемник ГЛОНАСС/GPS;

4 - навигационная антенна ГЛОНАСС/GPS;

5 - приемопередающий модуль связи;

6 - аккумуляторная батарея;

7 - устройство зарядки аккумуляторной батареи;

8₁...8_M - датчиковая аппаратура измерительного модуля;

9₁...9_N - внешняя датчиковая аппаратура;

10 - средства связи;

11 - автоматизированное рабочее место оператора на базе ПЭВМ с процессором;

12 - внешние потребители информации.

Фиг.2 - Алгоритм работы процессора автоматизированного рабочего места

оператора на базе ПЭВМ с процессором, где:

13 - блок сбора «сырых» измерений от измерительных модулей;

14 - блок формирования общего массива эфемерид наблюдаемых навигационных спутников;

15 - блок прогноза эфемерид наблюдаемых навигационных спутников;

16 - блок подготовки одномоментных «сырых» измерений и эфемерид;

17 - блок фильтрации и контроля непрерывности измерений;

18 - блок решения навигационной задачи для опорных и контролируемых точек;

19 - блок фильтрации рассчитанных координат;

20 - блок данных о координатах и динамике объекта;

21 - блок решения навигационной задачи в дифференциальном режиме «статика»;

22 - блок решения навигационной задачи в дифференциальном режиме «динамика»;

23 - блок решения навигационной задачи в дифференциальном режиме «колебания»;

24 - блок специальной обработки;

25 - блок пересчета рассчитанных характеристик в параметры сооружения;

26 - блок отображения результатов;

27 - блок передачи данных внешним потребителям.

Измерительные модули устанавливаются в выбранные на этапе обследования контролируемые точки объекта (сооружения), а один из измерительных модулей устанавливается на опорный объект, относительно которого будут измеряться характеристики смещений контролируемого объекта. Измерительные модули,

установленные на контролируемом объекте, обозначаются как контрольные точки,

измерительный модуль, установленный на опорном объекте, обозначается как

опорная точка. Измерительные модули соединяются с автоматизированным рабочим местом оператора на базе ПЭВМ с процессором с помощью средств связи, например проводных линий связи, беспроводных линий связи, в том числе посредством сети Интернет.

При необходимости на контролируемый объект вместе с измерительными модулями устанавливается датчиковая аппаратура, например инклинометры, акселерометры, датчики влажности, датчики температуры и т.п., которая соединяется с автоматизированным рабочим местом оператора на базе ПЭВМ с процессором с помощью средств связи, например проводных линий связи, беспроводных линий связи, в том числе посредством сети Интернет с помощью преобразующих устройств. Часть датчиков входит в состав измерительного модуля.

Измерения с использованием навигационного поля глобальных навигационных

спутниковых систем (ГНСС) не могут проводиться во всех критически важных точках сооружения и не могут обеспечить контроль целого ряда важных параметров.

Поэтому эффективность мониторинга сооружений существенно возрастает, если дополнительно применять инерциальную и другую датчиковую аппаратуру, например инклинометры, акселерометры, датчики влажности, температуры и т.п. При этом часть датчиков целесообразно размещать внутри измерительных модулей, а другую часть - вне модулей. Измерительные модули и внешние датчики соединяются с автоматизированным рабочим местом оператора на базе ПЭВМ с процессором с помощью средств связи, например проводных или беспроводных линий связи.

Устройство работает следующим образом.

На навигационный приемник ГЛОНАСС/GPS (3) через навигационную антенну ГЛОНАСС/GPS (4) поступают сигналы ГНСС ГЛОНАСС/GPS и вместе с данными, полученными от встроенных датчиков ($8_1 \dots 8_M$), сохраняются посредством контроллера с энергонезависимой памятью (2), после этого поступая на приемопередающий модуль связи (5). Из приемопередающего модуля связи (5) сигнал с помощью средств связи (10) передается на автоматизированное рабочее место оператора на базе ПЭВМ с процессором (11), которое принимает данные со всех измерительных модулей ($1_1 \dots 1_L$) в виде «сырых» измерений и эфемеридной информации, буферизует их (ставит в очередь на обработку), кроме того записывает в файловый архив для возможности постобработки. Данные с отдельно стоящих датчиков ($9_1 \dots 9_N$), не требующих прецизионной временной привязки в реальном времени, также передаются на автоматизированное рабочее место оператора на базе ПЭВМ с процессором (11), где проходят совместную обработку с данными, получаемыми с измерительных модулей ($1_1 \dots 1_L$). Результаты обработки передаются во внешние системы (12), например в диспетчерские центры.

Блок сбора «сырых» измерений от измерительных модулей 13 принимает данные со всех измерительных модулей в виде кодовых псевдодальностей, фазовых измерений и эфемеридной информации, буферизует их (ставит в очередь на обработку), кроме того записывает в файловый архив для постобработки. Параллельно с накоплением измерений в блоке сбора «сырых» измерений от измерительных модулей 13, в блоке формирования общего массива эфемерид наблюдаемых навигационных спутников 14 формируется массив эфемеридной информации наблюдаемых спутников. По эфемеридной информации в блоке прогноза эфемерид наблюдаемых навигационных спутников 15 производится расчет координат спутников на пятисекундные интервалы времени, что позволяет снизить нагрузку на процессор. Достаточно рассчитать координаты спутника на три момента времени (t , $(t+5)$, $(t+10)$) и построить интерполирующий полином второго порядка для промежутка времени $[t, t+10]$:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} t^2 + \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} t + \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{bmatrix}$$

При обработке измерений, полученных с темпом 20 Гц (за 10 с - 200 отсчетов), это позволит выполнить всего 3 вычисления с использованием численного интегрирования (вместо 200), а для вычисления координат спутников внутри интервала $[t, t+10]$ использовать полином вида:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} t^2 + \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} t + \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{bmatrix}$$

5

Как показывают расчеты, погрешность интерполяции не превышает 1 мм.

В блоке подготовки одномоментных «сырых» измерений и эфемерид 16 группируются одномоментные «сырые» измерения от измерительных модулей контролируемой и опорной точек и соответствующие им координаты спутников, 10 которые передаются в блок фильтрации и контроля непрерывности измерений 17 для фильтрации и контроля непрерывности измерений. В блоке фильтрации и контроля непрерывности измерений 17 с помощью разностей фазовых измерений псевдодальности выявляются и восстанавливаются сбои приемника при слежении за 15 фазой колебаний несущей частоты, а также проводится экстраполяция одиночных выпавших измерений.

В блоке решения навигационной задачи для опорных и контролируемых точек 18 решается навигационная задача независимо для каждой из контролируемой точек с помощью аналитического метода. На данном шаге уточняется сдвиг часов приемника 20 измерительного модуля от системного времени. Формируется очередь на обработку данных в блоках решения навигационной задачи в дифференциальном режиме «статика» 21, решения навигационной задачи в дифференциальном режиме «динамика» 22, решения навигационной задачи в дифференциальном режиме «колебания» 23, специальной обработки 24 для решения в них дифференциальной 25 задачи. Информация о координатах и сдвиге времени каждого измерительного модуля фильтруется в блоке фильтрации рассчитанных координат 19. В блоке данных о координатах и динамике объекта 20 формируется статистика об осредненных координатах и динамике контролируемых точек. Далее в блоках решения 30 навигационной задачи в дифференциальном режиме «статика» 21, решения навигационной задачи в дифференциальном режиме «динамика» 22, решения навигационной задачи в дифференциальном режиме «колебания» 23, специальной обработки 24 ведется обработка информации в дифференциальном режиме с целью:

- определения постоянной составляющей базовой линии (режим обработки 35 «статика») (21);
- определения отклонений базовой линии с фильтрацией шумов (режим обработки «динамика» или «движение» - блок) (22);
- определения спектральных параметров отклонений базовой линии (режим 40 обработки «колебания» - блок) (23);
- блок специальной обработки 24 предусмотрен для других специфичных способов обработки информации (например, для высокоточного контроля просадки грунта сооружения без требований к точности в плоскости).

В блоке пересчета рассчитанных характеристик в параметры сооружения 25 45 полученные результаты обработки сравниваются с пороговыми значениями для контролируемого сооружения и формируются, в частности, сигналы тревоги.

Блок отображения результатов 26 предназначен для подготовки информации к отображению, а блок передачи данных внешним потребителям 27 - для представления 50 ее внешним потребителям (диспетчерские центры, системы имитационного моделирования, поддержки принятия решений и т.п.).

В качестве средств связи могут использоваться, например оптический модем Jetcon 2401-mw, преобразователь интерфейса MOXAIA-240-LX-T, VDSL-медиа конвертер

Planet VC-234.

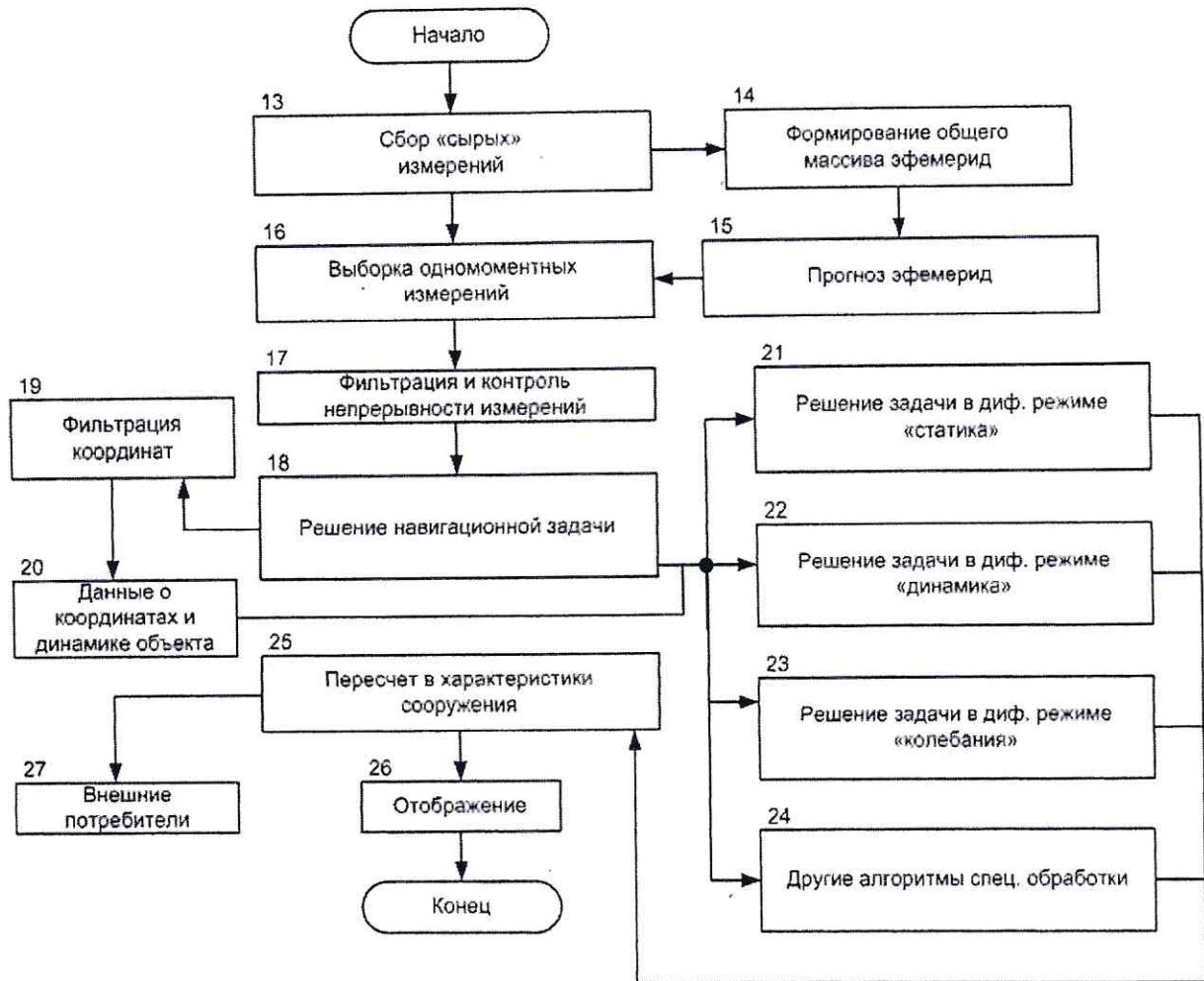
В процессе испытаний системы высокоточного мониторинга смещений инженерных сооружений осуществлялось слежение за смещениями элементов конструкций инженерных сооружений (мостов, высотных зданий и т.д.) по трем пространственным координатам путем сбора и обработки данных с измерительных модулей - контролируемых точек, и измерительных модулей - опорных точек.

Анализ полученных данных показал определение смещений контролируемых точек с погрешностью 0,3-1 см, определение спектральных характеристик смещений (резонансных частот конструкции) в диапазоне частот 0,1-10 Гц с погрешностью не более 1 мм, что доказывает достижение указанного технического результата.

Формула изобретения

Система высокоточного мониторинга инженерных сооружений, содержащая измерительный модуль, включающий навигационную антенну ГЛОНАСС/GPS, навигационный приемник ГЛОНАСС/GPS, контроллер с энергонезависимой памятью, приемопередающий модуль связи, аккумуляторную батарею, устройство зарядки аккумуляторной батареи, датчиковую аппаратуру измерительного модуля; внешнюю датчиковую аппаратуру, автоматизированное рабочее место оператора на базе ПЭВМ с процессором, при этом устройство зарядки аккумуляторной батареи соединено с аккумуляторной батареей, которая соединена с контроллером с энергонезависимой памятью, выход навигационной антенны ГЛОНАСС/GPS подключен к входу навигационного приемника ГЛОНАСС/GPS, вход-выход навигационного приемника соединен с первым входом-выходом контроллера с энергонезависимой памятью, второй вход-выход которого соединен с первым входом-выходом приемопередающего модуля связи, второй вход-выход которого служит для обмена данными с автоматизированным рабочим местом оператора на базе ПЭВМ с процессором через средства связи по протоколу TCP/IP, выход датчиковой аппаратуры измерительного модуля соединен с входом контроллера с энергонезависимой памятью, выход внешней датчиковой аппаратуры соединен с автоматизированным рабочим местом оператора на базе ПЭВМ с процессором через средства связи по протоколу TCP/IP, при этом автоматизированное рабочее место оператора на базе ПЭВМ с процессором имеет выход для передачи информации во внешние системы - диспетчерские центры, при этом процессор ПЭВМ автоматизированного рабочего места оператора выполнен с возможностью:

- слежения за смещениями элементов конструкций инженерных сооружений по трем пространственным координатам;
- сбора данных с измерительных модулей;
- анализа полученных данных и определение смещений контролируемых точек;
- определения спектральных характеристик смещений - резонансных частот конструкции;
- формирования сигналов тревоги в случае выхода смещений контролируемых параметров за пределы установленных границ;
- отображения результатов обработки информации в удобном для оператора виде;
- документирования и хранения полученных данных.



алгоритм работы процессора автоматизированного рабочего места
оператора на базе ПЭВМ с процессором

Фиг. 2

ДНЕВНИК ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

Дата	Место работы	Выполняемые работы	Оценка руководителя
01.09.2023	ООО «Датум Инжиниринг»	Прохождение вводного и первичного инструктажа по охране труда на рабочем месте, и инструктажа по пожарной безопасности на объекте	<i>отлично</i>
02.09.2023	ООО «Датум Инжиниринг»	Постановка научной задачи	<i>отлично</i>
03.09.2023- 01.10.2023	ООО «Датум Инжиниринг»	Анализ возможных методов решения научной задачи	<i>отлично</i>
02.10.2023- 20.10.2023	ООО «Датум Инжиниринг»	Самостоятельный поиск возможных методов решения научной задачи и формулирование выводов	<i>отлично</i>
21.10.2023- 15.11.2023	ООО «Датум Инжиниринг»	Формулирование выводов и заключения по решению научной задачи	<i>отлично</i>
16.11.2023- 23.12.2023	Кафедра «Геодезия»	Подготовка и оформление отчета.	<i>отлично</i>

ОТЗЫВ - ХАРАКТЕРИСТИКА

Обучающийся Воликовой Кристины Алексеевны
5 курса

группы ДТПГ51

подразделение кафедры «Геодезия»

Вид практики в рамках практической подготовки: стационарная дискретная
производственная практика (научно-исследовательская работа)

Наименование места практической подготовки ООО «Датум Инжиниринг»

Обучающийся выполнил задания рабочей программы практической
подготовки:

- прохождение вводного и первичного инструктажа по охране труда на рабочем месте, и инструктажа по пожарной безопасности на объекте;
- постановка научной задачи;
- анализ возможных методов решения научной задачи;
- самостоятельный поиск возможных методов решения научной задачи и формулирование выводов;
- подготовка и оформление отчета.

За время прохождения стационарной дискретной производственной практики обучающийся освоил следующие компетенции: ОПК-2; ПК-10; ПК-8; ПК-7;

на высоком уровне/ среднем уровне/ базовом уровне

Дополнительно ознакомился/изучил

Заслуживает оценки

отлично

Руководитель практической
подготовки

от профильной организации
доцент Л.Ф.Кирильчик

« 13 » 12 2023 г.

ОТЗЫВ - ХАРАКТЕРИСТИКА

Обучающийся Воликовой Кристины Алексеевны
5 курса

группы ДТШ 51

подразделение кафедры «Геодезия»

Вид практики в рамках практической подготовки: стационарная дискретная
производственная практика (научно-исследовательская работа)

Наименование места практической подготовки ООО «Датум Инжиниринг»

Обучающийся выполнил задания рабочей программы практической
подготовки:

- прохождение вводного и первичного инструктажа по охране труда на рабочем месте, и инструктажа по пожарной безопасности на объекте;
- постановка научной задачи;
- анализ возможных методов решения научной задачи;
- самостоятельный поиск возможных методов решения научной задачи и формулирование выводов;
- подготовка и оформление отчета.

За время прохождения стационарной дискретной производственной практики обучающийся освоил следующие компетенции: ОПК-2; ПК-10; ПК-8; ПК-7;

на высоком уровне/ среднем уровне/ базовом уровне

Дополнительно ознакомился/изучил

Заслуживает оценки

отлично

Руководитель практической
подготовки
от предприятия
генеральный директор
Р.А.Мацегоров

« 23 » 12 2023 г.