НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 624
ГРНТИ 52.01.85

Nikitina S. I.
student, 3 courses of the ITb-171.2 group,
branch of the Kuzbass State Technical University
them. T.F. Gorbachev in the city of Prokopyevsk,
Russia, the city of Prokopyevsk
Kononov M. A.
student, 3 courses of the ITb-171.2 group,
branch of the Kuzbass State Technical University
them. T.F. Gorbachev in the city of Prokopyevsk,
Russia, the city of Prokopyevsk
Stepanov Y. A.
dr. Sciences, Professor,
UNESCO Chair in Information Computer Technologies,
Kemerovo State University,
Russia, the city of Kemerovo

CREATION OF A SYSTEM OF AUTOMATED MONITORING AND ACCOUNTING OF ROOF OFFSETS OF UNDERGROUND PRODUCTS

Никитина Светлана Игоревна
студент, 3 курса группы ИТб-171.2,
филиал Кузбасского государственного технического университета
им. Т.Ф. Горбачева в г. Прокопьевске,
Россия, г. Прокопьевск
Кононов Михаил Алексеевич
студент, 3 курса группы ИТб-171.2,
филиал Кузбасского государственного технического университета
им. Т.Ф. Горбачева в г. Прокопьевске,
Россия, г. Прокопьевск
Степанов Юрий Александрович
д-р тех. наук, профессор кафедры
ЮНЕСКО по информационным вычислительным технологиям,
Кемеровский государственный университет,
Россия, г. Кемерово

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА И УЧЕТА СМЕЩЕНИЙ КРОВЛИ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК

Annotation. The article considers the need for continuous monitoring of the state of the roof of the mine workings in order to increase safety during mining operations. It is shown that for high rates of advancement of treatment works, an improvement of the system for monitoring the roofing of workings is required. Existing methods for controlling displacements of roof rocks are described, and their disadvantages are given. An idea is given of an automated system for monitoring workplace roof displacements. The stages of creating the system as a whole are considered, including the choice of a linear motion sensor, a platform for software development, and a programming language. The program interface is presented, which reflects the output of the sensor readings to the monitors of the mountain dispatcher.

Аннотация. В статье рассматривается необходимость непрерывного контроля за состоянием кровли горных выработок, для повышения безопасности при ведении горных работ. Показывается, что для высоких темпов продвижения очистных работ требуется улучшение системы контроля за кровлей выработок. Описываются существующие способы контроля смещений пород кровли, приводятся их недостатки. Дается представление об автоматизированной системе мониторинга смещений кровли выработок. Рассматриваются этапы создания системы в целом, включая выбор датчик линейных движений, платформы для разработки программного обеспечения, языка программирования. Приводится интерфейс программы, который отражает вывод показания датчика на мониторы горного диспетчера.

Key words: automated system, software, linear motion sensors, deep reference stations, roof condition, control system.

Ключевые слова: автоматизированная система, программное обеспечение, датчики линейного движения, глубинные реперные станции, состояние кровли, система контроля.

В последние годы, в связи с расширением топливно-энергетического баланса страны, все больше расширяется добыча угля. Процесс выемки полезных ископаемых сопровождается большим количеством таких опасных процессов как горные удары, выбросы метана, обрушение боковых пород и т.п. Переход угольной промышленности на высокоинтенсивные технологии выемки угля напрямую связан с проблемой обеспечения стабильной и безопасной высокопроизводительной работы комплексно-механизированных забоев, которая может быть решена на основе компьютерного моделирования и прогнозирования динамики состояния углепородного массива. Одной из проблем, снижающих эффективность внедрения перечисленных мероприятий, является отсутствие предварительного прогноза динамики обрушения горных пород при проектировании и эксплуатации горнотехнических комплексов. Непредсказуемое обрушение пород кровли было признано в качестве основной опасности при добычи полезных ископаемых на угольных шахтах.

На угольных предприятиях разных стран, занимающиеся выемкой полезных ископаемых, по данным международного статистического института, ежегодно происходит до 96 аварийных происшествий. Как минимум 15% аварий (в том числе и в России) являются причиной гибели людей. Например, в Китае из-за обрушения пород кровли погибло 43% рабочих от общей смертности на угольных предприятиях за последнее десятилетие [1].

В целях обеспечения безопасности ведения горных работ при отработки длинными забоями, необходимо вести мониторинг состояния пород кровли, как в подготовительных выработках, так и на отработанных участках. Ожидается, что это обеспечит своевременную и точную информацию об устойчивости кровли и уменьшить риск разрушения кровли. Тем не менее, традиционные методы мониторинга, которые положились на ручные измерения не могут выполнить эту задачу.

Помимо этого, на сегодняшний день на предприятиях, добывающих уголь подземным способом, для контроля за смещениями горных пород в выработках используются реперные глубинные станции, которые дают при визуальном контакте выявлять смещение горной массы. Метод визуального контроля при помощи глубинных реперных станций заключается в наблюдении за сдвижением горных пород путем записи показаний при перемещениях реперов, закрепляемых в шпуре кровли на соответствующем расстоянии.

На данный момент этот метод стал неактуальным и имеет ряд недостатков:

1. Для конкретной информации следует постоянно наблюдать за реперами, то есть необходимо непрерывно фиксировать возникающие смещения.

2. Не знания точного времени возникновения смещения горной массы, а также отсутствие информации о скорости ее смещения [2, с. 114–118].

Исходя из указанного, следует отметить, что инженерно-технический работник участка, контролирующий положение реперных глубинных станций в течение смены, и при внезапном и значительном смещении горных пород кровли может не успеть предупредить других сотрудников шахты. Как правило, это делает горный мастер раз в смену, и сказать за какое время произошло перемещение, никак не является возможным.

Результаты исследователей, демонстрируют значимость создания автоматизированной системы мониторинга, с различными методами реализации [3]. Поэтому главной задачей является создание полноценной автоматической системы мониторинга и учета смещений кровли подземных выработок, которая может предоставлять непрерывные данные в режиме реального времени, в том числе смещение и стрессовую нагрузку на кровельные болты, с целью улучшения безопасности ведения горных работ, что напрямую станет содержать в себе:

1. датчики смещения;
2. передающие устройства;
3. каналы связи;
4. программное обеспечение.

Непосредственная работа по созданию автоматизированной системы мониторинга станет включать соответствующее этапы:

1. выбор замещающего датчика смещения;
2. выбор передающего устройства;
3. определение способа передачи данных;
4. разработка программного обеспечения.

Датчик движения – это устройство, предназначенное для определения величины линейного или же углового механического движения какого-нибудь объекта. Следует обозначить, что все датчики движения можно разделить на две ведущих категории – датчики линейного движения и датчики углового движения. Из всех имеющихся типов датчиков нам больше всего подходят датчики линейного движения.

Проведя анализ преимуществ и недостатков всевозможных преобразователей, сравнительно важных характеристик можно сделать вывод, что более приемлемыми в качестве датчика смещения кровли считаются емкостные датчики линейных движений с изменяющейся площадью пластин. Главные выдающиеся качества емкостных преобразователей – простота устройства, высокая чувствительность, маленькое потребления энергии, отсутствие подвижных контактов, сравнительная простота изготовления, мелкие габариты и вес, долгий срок эксплуатации.

Для разработки программного обеспечения была построена общая схема представления

системы в целом, которая представлена на рисунке 1.

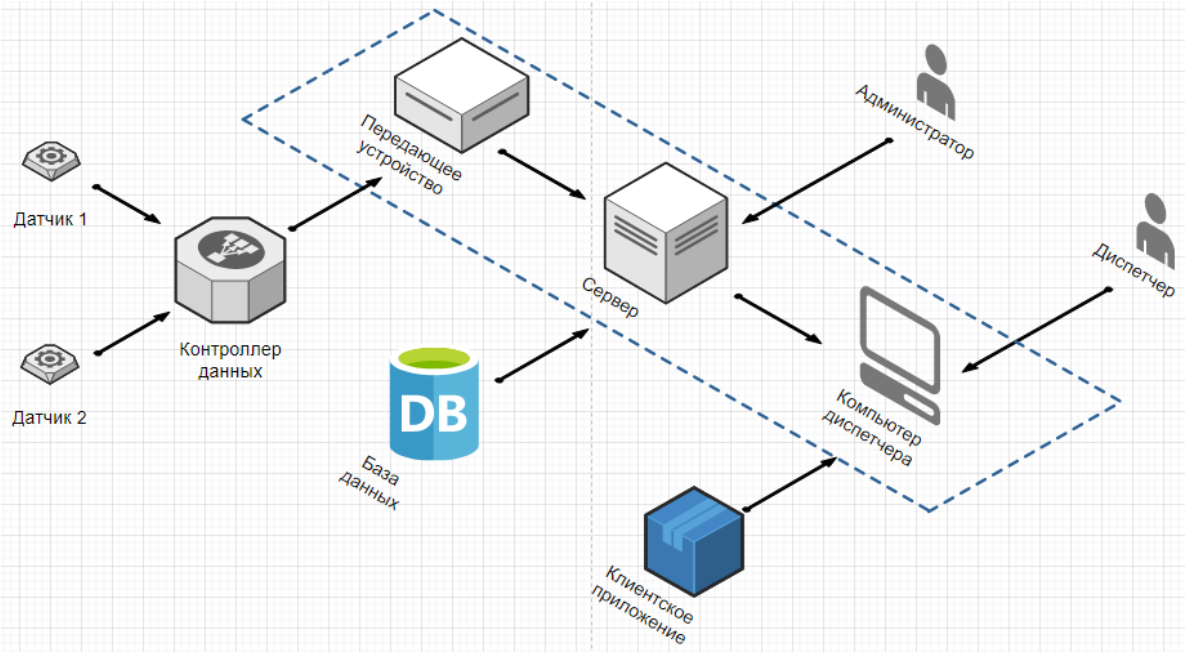

Рис. 1. Схема представления системы

На стадии разработки программного обеспечения в первую очередь была проанализирована предметная область. Более значительный момент, на который мы обратили внимание - довольно большие объемы информации, а еще было принято решение хранить все неповторяющийся зафиксированные показания смещений горной массы, принятые с каждого датчика смещения.

Архитектура разрабатываемой информационной системы - архитектура клиент-сервера. Данную архитектуру осуществляет система управления базами данных (СУБД) MSSQL Server.

Применение данной СУБД обеспечит следующие функции:

1. обеспечивает целостность базы данных;
2. обеспечивает быстрое восстановление впоследствии всевозможных сбоев (аппаратных и программных);
3. обеспечивает резервное копирование;
4. обеспечивает высокую надежность работы;
5. обеспечивает высокую производительность [4].

В процессе разработки БД было принято решение создать для каждого датчика собственную таблицу, а для фиксированного смещения общую таблицу и таким образом пользователь выбирает ID датчика. По ID выбранного датчика выводит список смещение для этого датчика. Требование целостности – к содержанию таблицы обязательно должны относиться показания уровня 1, показания уровня 2, дата и время получения показания, для двухуровневых датчиков. В результате получили рациональную базу хранения информации, которая моет войти в состав геоинформационной системы предприятия [5].

После реализации хранилища данных, далее следует процесс создания непосредственно самой программы. В качестве технологии взаимодействия пользовательских компонент с данными выбрана технология ADO.NET – основная модель доступа к данным для приложений, основанных на Microsoft.NET. Выбор технологии основан на выборе операционной системы. В качестве среды программирования выбираем Visual Studio, а в качестве языка C#. Этот язык и среда считаются универсальными инструментами программирования, поэтому они подходят для решения поставленной задачи по созданию системы. Разработка модели реализации имеет возможность быть представлена как описание компонентов, реализующих классы граничных объектов и классы сущности.

Для каждой формы и закладки на форме определен состав взаимодействий с пользователем, благодаря которым исполняется процесс приема и учета показаний датчиков, а также уведомление диспетчера о смещениях каждого датчика на конкретном участке.

Для выполнения каждого функционального требования выделим по отдельному сценарию. Сценарий для выполнения функционального требования поиска показаний выбранного датчика за все время. Для реализации данного сценария, в базе данных, была создана хранимая процедура, которая может вызываться в программе, созданной на платформе Windows. Для того, чтобы пользователю увидеть показания достаточно выбрать датчик, который ему нужен. При нажатии на датчик, всплывает окно, в котором есть вкладки

показания и данные о датчике. По данным показания рисуется график, по которому можно отслеживать как происходит смещение горной массы.

В составе разрабатываемой системы выделяются: клиентская компонента и серверная компонента. В серверной компоненте реализуется сценарии, связанные с доступом к данным. В клиентской компоненте реализуется представление данных в удобном для пользователя виде, и производится выбор выполняемых действий. Разработанный интерфейс программы представлен на рисунке 2.

В представленном интерфейсе программы отображены датчики, на каждом из которых имеется индикатор. Индикатор отображает один из трех цветов: зеленый – допустимый предел смещений пород кровли, желтый – опасный предел смещений, красный – критический предел смещений. В случае появления на датчике красного индикатора, срабатывает у диспетчера световая и звуковая сигнализация. Это позволит руководству горного участка оперативно принимать корректирующие мероприятия по восстановлению безаварийный условий ведения горных работ или оповестить работников шахты о срочной эвакуации.

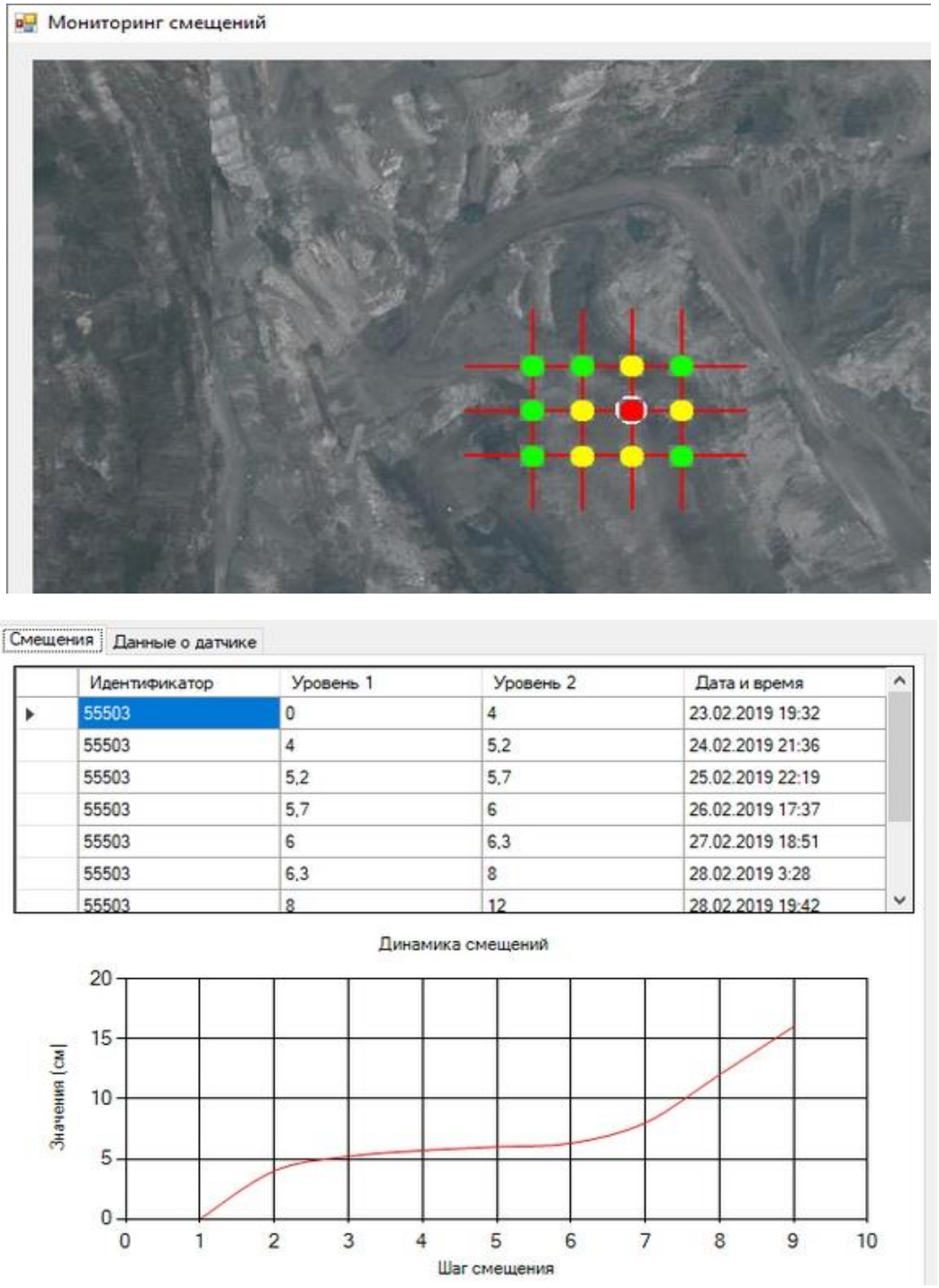

Рис. 2. Интерфейс программы

В связи с возможным возникновением необходимости работы с полученными данными, включая обработку и анализ, было принято решение комплексно экспортировать получаемые данные в форматы различных СУБД. Поскольку получаемые результаты анализа формируются по различным запросам и их требуется вставлять в различные виды отчетов, то для реализации вывода данных в документ формата Microsoft Word и Microsoft Excel на форме присутствует кнопка «Сделать отчёт», в которой можно будет выбрать нужный пользователю формат.

В результате проведенной работы создана первая версия системы мониторинга и учета показания смещений в кровли горных выработок, которая позволит фиксировать изменения состояния кровли подземных горных выработок в режиме реального времени. На основании накапливаемой информации возможно прогнозирование поведения кровли в подобных горно-геологических условиях, а также проведение анализа причин, предшествующих изменению состояния кровли. Это позволит заняться прогнозирование поведения пород на различных участках выемочных работ [6].

Эта система будет использоваться для проведения точных, надежных и постоянных онлайн мониторингов. Мониторинг кровли с помощью датчиков облегчает предотвращение катастрофического обрушения кровли, что приводит к безопасности самой кровли и безопасности работников угледобывающих предприятий.

По сравнению с традиционными инструментами мониторинга данная автоматизированная система имеет ряд явных преимуществ. Кроме того, непрерывный сбор данных в режиме реального времени может позволить диспетчерам шахт увидеть потенциальные опасности с кратчайшим временем откликнутся на них. На основе анализа ретроспективных данных возможно проведение предварительного прогноза динамики обрушения горных пород при проектировании и эксплуатации горнотехнических комплексов.

Список литературы

1. Kun, P. Statistical analysis of coalmine accidents and its countermeasures. China Coal 2015,41, 114–118

2. A Fiber Bragg Grating-Based Monitoring System for Roof Safety Control in Underground Coal Mining. Yiming Zhao,Nong Zhang,Guangyao Si. Sensors (Basel). 2016 Oct; 16 (10): 1759. (accessed 25.05.20). https://www.researchgate.net/publication/309364835_A_Fiber_Bragg_Grating-Based_Monitoring_System_for_Roof_Safety_Control_in_Underground_Coal_Mining

3. Предотвращение динамических и газодинамических явлений при подземной разработке угольных пластов / Е.А. Плотников, В.В. Дырдин, И.С. Елкин, Т.Н. Гвоздкова. - Кемерово: Кузбассвузиздат, 2010. - 159 с.

4. Работа с серверами автоматизации Word и Excel в Visual Studio .Net) [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://wladm.narod.ru/C_Sharp/componentbegin.html

5. Степанов, Ю.А. Структура региональной геоинформационной системы при ведении выемочных работ угледобывающих предприятий [Текст]/ Ю.А. Степанов // Научно технический журнал Геоинформатика. - Москва, 2012. – №1.– С. 36-41

6. Макаров П.В., Смолин И.Ю., Евтушенко Е.П., Трубицын А.А., Трубицына Н.В., Ворошилов С.П. Моделирование обрушения кровли над выработанным пространством // Физ. мезомех. 2008. Т. 1. № 1. С. 44-50.