

рекомендацій щодо рекультивації порушених земель та запобігання посиленню негативних процесів.

Не зважаючи на відсутність фінансування, активну участь в підготовці до виконання програми також приймають ТОВ «Піксель Сольшенс», ТОВ «Твіс-Инфо» – космічні зйомки, УкрНДЦЗ – аерофотозйомки, ЦАКДЗ ІГН НАНУ – структурно-неотектонічне дешифрування аеро- і космоснімків, ІГФ НАНУ, ДГП «Укргеофізика» та ДГЄ "Дніпрогеофізика", КП "Південгеологія" та КГЕ "Кривбасгеологія", ДВНЗ "КНУ", Академія гірничих наук України. Менше зацікавлення до підготовки програми проявляють УкрНДМІ НАНУ, ІППЕ НАНУ, ДП «Укрчорметгеологія», НВП "Кривбасакадемінвест". Вважаємо, в найближчий час організаційна підготовка до виконання програми буде завершена. В разі появи у держави можливості фінансування програми, потенційні виконавці готові до виконання робіт.

#### *Список використаних джерел*

1. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных работ в Криворожском железорудном бассейне. Л.: ВНИМИ, 1975. – 68 с.

2. Отчет о научно-исследовательской работе "Надзор за состоянием выработанного пространства и элементов систем разработки при отработке магнетитовых кварцитов шахты имени Орджоникидзе ОАО "ЦГОК". Кривой Рог: ГП "НИГРИ", 2009.-59с.

3. Наказ Міністерства економіки України від 16.11.2010 №1454. Про затвердження Положення про порядок планування, закупівлі, фінансування і контролю за виконанням науково-дослідних робіт Міністерства економіки України.

Рукопис надійшов 10.11.2013 р.

УДК 622.272.

*Н.И.Ступник, докт.техн. наук, профессор, и.о. ректора ГВУЗ «КНУ»,  
В.А.Калиниченко, докт. техн. наук, профессор декан горного факультета,  
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»*

## **ПРОБЛЕМЫ МОНИТОРИНГА ДНЕВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ПОЛЯХ ЗАКРЫТЫХ И ДЕЙСТВУЮЩИХ ШАХТ КРИВОРОЖСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО БАССЕЙНА**

*Классифицированы основные проблемы мониторинга деформаций участков земной поверхности в пределах горных отвалов шахт Криворожского железорудного бассейна. Выявлены закономерности изменения размеров мульды сдвижения и обрушения дневной поверхности в зависимости от применяемых систем разработки. Сформулированы основные направления и задачи по созданию геоинформационной*

системы предупреждения и мониторинга за оседанием больших территорий Криворожского железорудного бассейна.

*Ключевые слова:* деформаций участков земной поверхности, мульды сдвижения, системы разработки, мониторинг за состоянием пустот.

*Класифіковано основні проблеми моніторингу деформацій ділянок земної поверхні в межах гірничих відводів шахт Криворізького залізрудного басейну. Виявлено закономірності зміни розмірів мульди зрушення й обвалення денної поверхні залежно від застосовуваних систем розробки. Сформульовано основні напрямки й завдання по створенню геоінформаційної системи попередження й моніторингу за осіданням більших територій Криворізького залізрудного басейну.*

*Ключові слова:* деформація ділянок земної поверхні, мульди здвигу, системи розробки, моніторинг за станом порожнеч.

*Classified as major problems for monitoring deformations of the earth's surface within the mining leases of mines of Krivoy Rog iron ore basin. The regularities of changes in the size of basin subsidence and collapse of the surface depending on the applied systems for prevention and monitoring of subsidence over large areas of Krivoy Rog iron ore basin.*

*Keywords:* deformations of areas of earth surface, swally of moving, system of development, monitoring after the state of emptiness.

**Вступление.** Проблемы мониторинга дневной поверхности в полях закрытых и действующих шахт Криворожского бассейна существуют с момента начала разработки богатых железных руд подземным способом. На разных этапах развития горного дела наблюдения за сдвигами и различными геомеханическими нарушениями дневной поверхности выполняли отраслевые институты и специализированные маркшейдерские лаборатории.

Нарушения дневной поверхности с воронками, провалами и зонами обрушения были вызваны применением на подземных горных работах, при отработке вышележащих горизонтов, различных вариантов систем разработки с обрушением руды и вмещающих пород, а также камерных систем разработки.

При применении систем разработки с обрушением руды и вмещающих пород в мягких неустойчивых рудах наблюдались, как правило, достаточно плавные проседания дневной поверхности с формированием прогнозируемых зон сдвижения.

При использовании камерных систем разработки формировались как зоны сдвижения, так и зоны обрушения (провалов) дневной поверхности. При этом образование зон обрушения происходило скачкообразно, в зависимости от глубины разработки, объема камерной выемки, крепости рудной потолочины и налегающих пород. В этом случае прогнозирование зон обрушения являлось и является достаточно сложной задачей, поскольку в расчеты вступают многофакторные зависимости. Необходимо учитывать как

физико-механических свойств разнообразных горных пород, так и различные технологические параметры применяемых технологий.

Кроме этого, при обрушении кровли камер возможна неполная посадка потолочин, что, в свою очередь, может привести к формированию миникамер, учет и контроль которых практически невозможен. Посадка таких миникамер, расположенных рядом с дневной поверхностью (например, условия разработки месторождения бывшего РУ им. Ильича), может привести к незапланированным провалам дневной поверхности спустя многие годы после отработки залежей и полного закрытия шахт.

Также достаточно сложную в прогнозировании ситуацию представляют отработанные слепые залежи, расположенные на небольших глубинах. Эти залежи, имеющие, как правило, меньшие размеры по отношению к основным рудным телам, обрабатывались по специальным проектам. Учитывая их небольшие размеры и обособленность от основной залежи нельзя с полной уверенностью утверждать, что по отношению к ним были выполнены все необходимые мероприятия по полному погашению (или закладке) отработанных камер. Следовательно, такие возможные пустоты также могут представлять потенциальную опасность для дневной поверхности.

Кроме этого, подземная разработка магнетитовых кварцитов на вышерасположенных горизонтах шахт по технологии «камера-целик» привела к формированию в недрах огромного количества пустот, исчисляемых миллионами кубических метров. Эти пустоты представляют потенциальную опасность в случае их обрушения. Расчетные характеристики теоретически гарантируют их устойчивость, однако, как показал пример обрушения дневной поверхности на ш. им. «Орджоникидзе», практика иногда опровергает теорию.

В настоящее время подземные горные работы ушли на глубокие горизонты, при отработке которых влияние очистной выемки на дневную поверхность значительно снижено. В этом случае практически невозможны неожиданные, скачкообразные провалы на поверхности земли. В то же время, имеет место плавное ее проседание на значительно больших площадях в связи с увеличением размеров мульды сдвижения налегающих горных пород при понижении подземных горных работ.

Однако никто не застрахован от того, что плавные проседания горных пород при отработке глубоких горизонтов не спровоцируют скачкообразные обрушения старых отработанных камер, о существовании которых нет достоверных сведений.

**Целью** данной работы является определение основных направлений и задач по созданию геоинформационной системы предупреждения и

мониторинга за оседанием дневной поверхности в полях закрытых и действующих шахт Криворожского железорудного бассейна.

**Пути решения проблемы.** Геоинформационная система предупреждения и мониторинга за оседанием дневной поверхности в полях закрытых и действующих шахт Криворожского железорудного бассейна должна охватывать значительные территории. Так площадь подработанных горными работами территорий по оценке государственного проектного института «Кривбасспроект» составляет 3600 га, в том числе площадь воронок обрушения в пределах мульды сдвижения горных пород в полях действующих и ликвидированных шахт составляет порядка 1030 га [1]. Данные территории имеют тенденцию к расширению по причине продолжения добычи железных руд подземным способом. Следовательно, мониторинг за состоянием имеющихся пустот и подработанных территорий является одним из приоритетных направлений перспективного развития Криворожского железорудного бассейна.

Контроль геомеханического состояния массива горных пород в контурах зон сдвижения и обрушения в полях действующих и закрытых шахт Кривбасса возможен путем создания геоинформационной системы предупреждения и мониторинга за оседанием дневной поверхности. При разработке геоинформационной системы предупреждения и мониторинга за оседанием больших территорий, которой является Криворожский железорудный бассейн, необходимо решить следующие основные задачи:

1. Создать электронную базу существующих подземных пустот на основании сохранившейся горнотехнической документации.

2. Внедрить систему мониторинга деформаций дневной поверхности с построением динамических цифровых моделей изменения рельефа местности в реальном масштабе времени.

3. Выявить основные закономерности и величину деформаций дневной поверхности в зависимости от физико-механических свойств горных пород и размеров существующих подземных пустот.

4. Используя полученные причинно-следственные связи и известные методы (например, метод аналогий) определить возможные места расположения неизвестных пустот и их прогнозируемые объемы.

5. Создать электронную базу существующих и прогнозируемых подземных пустот на основании сохранившейся горнотехнической документации и выполненных исследований.

6. На основании результатов мониторинга деформаций дневной поверхности и электронной базы существующих и прогнозируемых подземных пустот создать геоинформационную систему раннего предупреждения о возможных оседаниях поверхности в том или ином районе Криворожского бассейна.

7. Уточнить границы потенциально опасных зон сдвижения, а также зон возможного обрушения (провала) дневной поверхности на основе геоинформационной системы предупреждения и мониторинга за оседанием больших территорий.

Для решения поставленных задач необходимо осуществить выбор оптимальной системы мониторинга деформаций дневной поверхности с построением динамических цифровых моделей изменения рельефа местности.

Такие известные компании корпорации Hexagon, как Leica Geosystems, Intergraph и GeoMos предлагают использовать GPS для обеспечения точной географической привязки с помощью технологий InSAR и LIDAR.

InSAR является радиолокационным методом, использующим интерферометрический радар. Этот геодезический метод использует два или несколько изображений с радара для создания карт деформаций поверхности или цифровых моделей рельефа, используя расхождения в фазе волн, которые возвращаются к спутнику или самолету. Метод позволяет потенциально измерять изменения рельефа в сантиметровом масштабе деформаций на протяжении длительного периода времени.

LIDAR представляет собой лазерный локатор ИК – диапазона с оптической технологией дистанционного зондирования, позволяющей создавать подробные карты рельефа дневной поверхности.

На основе данных дистанционного зондирования дневной поверхности выполняется пространственный анализ полученных результатов и обработка данных в реальном режиме времени, что позволяет получать подробную картину деформаций и прогнозировать возможные зоны риска.

На наш взгляд, разработка геоинформационной системы предупреждения и мониторинга за оседанием территорий Криворожского железорудного бассейна должна решить две основные проблемы: предупреждение возможных деформаций и понятие причин и закономерностей развития таких деформаций.

По нашему мнению, на первом этапе необходимо выполнить предварительное моделирование и запустить пилотный проект на небольшой территории, например для восточного борта Глееватского карьера ПАО ЦГОКа в зоне влияния подземных горных работ, или территории шахтного отвода закрытого и ликвидированного РУ им. Ильича.

Такой пилотный проект позволил бы заинтересованным сторонам определиться с возможностями и желаниями партнеров, и явился бы частью меморандума о взаимопонимании между властями города, Криворожским национальным университетом и GeoMos AG. Последняя выступает в

качестве консультанта и представляет интересы группы Hexagon и партнеров.

**Выводы.** В статье представлены основные направления и задачи по созданию геоинформационной системы предупреждения и мониторинга за оседанием дневной поверхности в полях закрытых и действующих шахт Криворожского железорудного бассейна. Опыт показывает, что сегодняшние затраты на реализацию мероприятий по предупреждению возможных чрезвычайных ситуаций значительно ниже, чем затраты на их ликвидацию в будущем.

Осуществляя мониторинг дневной поверхности следует помнить, что одним из наиболее эффективных способов предупреждения провалов и проседаний дневной поверхности является внедрение на шахтах бассейна систем разработки с твердеющей закладкой. При видимом повышении себестоимости добычи сегодня, данные системы разработки позволяют получить экономию в будущем, обеспечив сохранение дневной поверхности. Системы разработки с твердеющей закладкой позволяют снизить (исключить) вероятность возникновения геомеханических рисков и свести к минимуму затраты на мониторинг дневной поверхности.

*Список использованных источников*

1. Сучасні технології розробки рудних родовищ: Збірник наукових праць за результатами роботи II Міжнародної науково-технічної конференції. – Кривий Ріг: Видавничий дім, 2012. – 140 с.

Рукопис постувила 02.10.2013 г.

УДК 622.271.333.012.3:550.83.0015

*Є.К. Бабець*, канд. техн. наук, с.н.с., член-кореспондент АГНУ, директор  
*В.І. Чепурний*, зав.лабораторією, *С.І. Ляш*, старший науковий співробітник,  
*З.С. Добровольська*, науковий співробітник, *В.О. Терещенко*, науковий  
співробітник, Науково-дослідний гірничорудний інститут ДВНЗ «КНУ»

## **АСПЕКТИ ГЕОФІЗИЧНОГО МОНІТОРИНГУ ГЕОЕКОЛОГІЧНИХ ЗАДАЧ БЕЗПЕЧНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ РЕГІОНІВ КРИВ БАСУ, ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГІРНИЧИМИ РОБОТАМИ**

*Показано, що одним із головних питань, потребуючих негайного вирішення, для регіонів Кривбасу, підпрацьованих гірничими роботами є геофізичний моніторинг впливу діяльності гірничо-видобувних підприємств на навколишнє природне середовище.*

*Ключові слова: природне середовище, геоекологія, геофізичний моніторинг, гірничі роботи.*

*Показано, что одним из главных вопросов, требующих немедленного решения, для регионов Кривбасса, подработанных горными работами, являются*