

застосуванні для досліджень (визначення площ, об'ємів, деформацій, конфігурацій і точних розмірів) не лише лінійних об'єктів шляхів сполучення, а й відкритих кар'єрів розробки корисних копалин, підземних виробок будь-якої конфігурації і призначення. Враховуючи наявність у виробництві і на ринку спеціалізованих наземних лазерних 3D-сканерів, у тому числі й для гірничих робіт, ця технологія не лише доступна, але і єдина така, що забезпечує максимальну щільність і точність вимірювань без будь-яких наближень і апроксимацій.

Список літератури

1. Инструкция по производству маркшейдерских работ. М.:Недра, 1987,-240 с.
2. GS100 3D laser scanner [Електронний ресурс]: сайт Mensi.- Режим доступу: <http://mensi.com/Website2002/Specs/SpecG100.pdf>.
3. GS200 3D laser scanner [Електронний ресурс]: сайт Mensi.- Режим доступу: <http://mensi.com/Website2002/Specs/SpecG200.pdf>.

Рукопис подано до редакції 19.03.13

УДК 622.1: 528.7

О.В. ДОЛГІХ, канд. техн. наук, доц., ДВНЗ «Криворізький національний університет»

МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИКЛЮЧЕННЯ «МЕРТВИХ ЗОН» ПРИ ЗНІМАННЯХ КАР'ЄРІВ

Розглянуто результати дослідження проблеми виникнення «мертвих зон» при наземному зніманні кар'єрів та способів мінімізації їх впливу на кінцевий результат. Використання новітніх технологій при маркшейдерському забезпеченні кар'єру дозволяє знайти оптимальне рішення задачі знімання конкретної ділянки з найбільш повним відображенням закритих територій та об'єктів.

Проблема і її зв'язок з науковими та практичними задачами. Зони осідання та провалів, що виникають в результаті розробки корисної копалини підземним способом, несуть певну небезпеку навколишньому середовищу. Такі території небезпечні для перебування на них людей та споруд. Маркшейдерською службою гірничовидобувних підприємств ведеться облік таких територій, виконуються дослідження деформацій з метою запобігання розвитку негативних процесів, які можуть принести шкоду людям, будівлям, устаткуванню. Існуючі математичні методи з різним ступенем достовірності вирішують задачі опрацювання результатів вимірів на даних ділянках, і важливо визначитися з вибором найбільш ефективного методу.

Аналіз досліджень та публікацій. Значний внесок у розвиток теорії прогнозування стану денної поверхні, яка знаходиться над підземними розробками корисної копалини, зроблено вітчизняними та зарубіжними вченими [4,5]. На теперішній час наука має значні можливості у вирішенні даної проблеми, що пов'язано з розвитком комп'ютерних технологій та математичних методів [1-3]. Важливим є також наявність сучасних високоточних приладів для виконання інструментальних спостережень.

Постановка задачі. На зміну старим аналоговим і рутинним приладам прийшли нові сучасні цифрові. Порівнюючи характеристики таких приладів, як: світловіддалеміри і сучасні електронні тахеометри з одного боку, які дозволяють здійснювати вимірювання однієї довжини за деякий проміжок часу залежно від моделі приладу і умов спостереження (від 1 до 60 с); та сучасні лазерні сканери з другого боку, які мають надпотужні процесори і можуть вимірювати і оброблювати за одну секунду до 15000 довжин ліній з одночасним вимірюванням вертикальних і горизонтальних кутів.

Але навіть при суттєвих перевагах, сканери, при використанні їх для забезпечення гірничих робіт, не спроможні подолати перепони при зніманнях у вигляді так званих «мертвих зон».

«Мертві зони» або «мертві простори» відомі з наземного фототеодолітного та цифрового знімання і за спадковістю їх наслідували методи лазерного сканування.

Повністю виключити можливість виникнення «мертвих зон», використовуючи наземні дистанційні методи знімання фактично неможливо, але їх кількість можна зменшити: оптимізацією проекту виконання робіт з використанням інших способів знімання, наприклад тахеометричного способу; шляхом знімання з додаткових точок тощо.

Викладення матеріалу та результати. На кар'єрі «мертві зони», що виникають при фототеодолітному та лазерному зніманні, можна поділити на наступні види:

в екскаваторному вибої відсутня видимість нижніх брівок, що спричинено розташуванням у полі зору механізмів (рис. 1);



Рис. 1. Вплив розташування екскаватора *a* та автомобільного транспорту *б* в екскаваторному вибої відсутня видимість нижніх брівок, що спричинено неналежним розташуванням точки знімання відповідно до конфігурації вибою (рис. 2);



Рис. 2. Вплив розташування точки знімання та конфігурації вибою

висота обвалування, яка досягає іноді до 2-3 м, спричиняє відсутність видимості кар'єрної дороги та іншої ситуації майдану уступу (рис. 3);



Рис. 3. Вплив висоти обвалування

через недосконалість проекту на виконання робіт (недостатнє перекриття стереопар, розриви між зйомками тощо) або через складні геометричні форми поверхні знімання, деякі ділянки залишаються без знімання (рис. 4).



Рис. 4. Ділянки на маркшейдерському плані, не вкриті зйомкою

Звісно, що від «мертвих зон» необхідно позбавитися або додатковим зніманням з інших базисів, або, як що знімання з іншого базису не вирішує проблеми, - застосувати інші методи знімання. Але є коло локальних задач, які не потребують високої точності, і для їх вирішення достатньо нижню бровку і інші елементи, що не можуть бути відображені за результатами знімання, побудувати аналітично, за математичними залежностями, тобто за результатами моделювання найбільш вірогідне

положення цих елементів.

Криворізькі залізородні кар'єри - унікальні споруди. У Кривбасі немає схожих між собою кар'єрів. Крім того, східна, західна, південна, північна та центральна частини кар'єрів можуть сильно різнитись між собою за багатьма параметрами. Причиною цього є мінливість геологічної будови та гірничотехнічних умов розробки родовища. У зв'язку з цим виникає проблема вибору математичної моделі, за якою задача регресії вирішувалася б не з такою сильною прив'язаністю до певних моделей. Такою системою, яка позиціонується як «model free» (вільна від моделей), є система нейронних мереж.

Видобування недостатніх елементів нижньої брівки уступу означає, шляхом аналізу й моделювання, визначити відсутні дані. Задачу визначення відсутніх даних пропонується вирішувати спочатку на простій моделі з ізолініями, потім порівнювати з результатами, отриманими методом нейронних мереж і методами, які вже стали класичними, крайгінг-методами, обернених відстаней тощо. Через майже однакові результати, що продемонстрували при дослідженні класичні методи, автором більш глибоко розглянуто порівняно та проаналізовано методи нейронних мереж та крайгінг (табл. 1).

Порівняльна характеристика методів

Номер свердловини	Координати свердловин, м			Точки, екстрапольовані НМ	Відхилення	Точки, екстрапольовані крайгінгом	Відхилення
	X	Y	Z				
1	450,60	722,10	12,30	13,03	0,73	15,02	2,72
2	477,70	770,50	13,50	14,48	0,98	15,29	1,79
3	471,20	823,40	14,70	13,10	-1,60	14,67	-0,03
4	418,50	848,00	13,60	14,82	1,22	16,45	2,85
5	358,60	837,20	14,10	13,16	-0,94	16,78	2,68
6	337,10	779,60	15,30	15,45	0,15	19,00	3,70
7	370,40	735,30	16,40	14,97	-1,43	17,06	0,66
8	407,30	717,50	15,00	13,99	-1,01	15,12	0,12

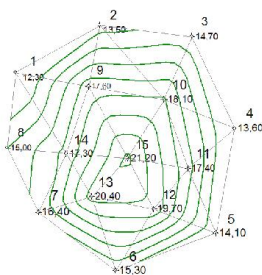


Рис. 5. Вихідний варіант

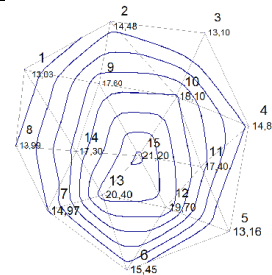


Рис. 6. Точки 1,2,3,4,5,6,7,8 передбачені нейронними мережами

Спочатку розглядалася сама можливість вирішення такої задачі. На еталонному полігоні (рис. 5) поступово будується модель за допомогою нейронних мереж, спочатку без першої точки, потім без другої, далі без третьої і так далі. Так само будуються ізолінії методом крайгінга (рис. 7).



Рис. 7. Відхилення обчислених значень: ряд 1 – отриманих з використанням нейронних мереж; ряд 2 – отриманих з використанням крайгінг-методу

Обчислені середні квадратичні помилки визначення положення точки відповідно: для точок, визначених з використанням методу нейронних моделей складає 1,09 м; для точок, визначених з використанням методу крайгінга - 2,24 м. Пропонований метод вдвічі точніший по відношенню до широко використовуваного методу крайгінга.

З графіка (див. рис. 7) видно, що метод нейронних мереж дає більш стабільні результати, а значить і більш коректно «розуміє» існуючу модель місцевості, навіть якщо існують «загублені» дані. Отже, доведено можливість використання нейронних мереж для вирішення даного класу задач та їх перевага над класичними методами.

Висновки та напрям подальших досліджень. На сьогодні, важливу задачу моделювання даних, доцільно вирішувати з використанням нейронних мереж, що дозволяє більш повно та з вищою точністю здійснювати прогнозування. Даний висновок підтверджують отримані результати дослідження. Задача прогнозування стану денної поверхні потребує більш повного аналізу всіх факторів, що впливають на результат прогнозування.

Список літератури

1. Аксенов С.В., Новосельцев В.Б. Организация и использование нейронных сетей (методы и технологии) / Под общ. ред. В.Б. Новосельцева. – Томск: Изд-во НТЛ, 2006. – 128 с
2. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечеткие модели и сети. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 284с.
3. Медведев В.С., Потемкин В.Г. Нейронные сети. MATLAB 6 / Под общ. ред. к.т.н. В.Г. Потемкина. – М.: ДИАЛОГ–МИФИ, 2002. – 496 с. – (Пакеты прикладных программ; Кн. 4).
4. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений. М.: Недра, 1988. – 112 с.

5. Сдвигание горных пород и земной поверхности при подземных работах. / Под ред. Букринского В.А., Орлова Г.В. - М.: Недра, 1984. – 247 с.

Рукопис подано до редакції 19.03.13

УДК 622.25.062.5.004.163

П.И. ФЕДОРЕНКО, д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «Криворожский национальный университет»
С.И. ЛЯШ, В.И. ЧЕПУРНОЙ, З.С. ДОБРОВОЛЬСКАЯ,
НИГРИ ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

О ВОЗМОЖНОСТЯХ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БЛОКОВ К ОЧИСТНОЙ ВЫЕМКЕ ЗА СЧЕТ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОХОДКИ ВОССТАЮЩИХ ВЫРАБОТОК

Показано, что рациональное сочетание затрат механической энергии и энергии взрыва при проходке восстающих выработок позволяет снизить энергоемкость как отдельных операций, так и всего технологического процесса подготовки блоков к очистной выемке.

Проблема и ее связь с практическими задачами. Наиболее несовершенным звеном технологического процесса добычи железных руд подземным способом является подготовка блоков к очистной выемке.

Проходка восстающих выработок является одним из наиболее энергозатратных видов горных работ при подготовке блоков.

Разработка энергосберегающих технологий проходки восстающих - современное и актуальное направление снижения энергетических затрат при подготовке блоков к очистной выемке.

Анализ исследований и публикаций. Широкое применение технологии проходки восстающих с мелкошпуровым способом разрушения породного массива отрицательно влияет на энергоемкость и стоимость как подготовки блоков, так и на себестоимость добываемой руды.

При расчете затрат энергии на проходку восстающей выработки буровзрывным способом учитывается энергия, затрачиваемая на буровые работы, взрывное разрушение и вентиляцию. При проходке комбайнами учитывается установочная мощность комбайна и чистое время бурения одного метра восстающей выработки. Поиском эффективных методов снижения энергетических затрат при проходке восстающих выработок посвящены работы Л.А. Галяса, А.Н. Москалева, Н.Я. Трохимца, В.А. Коваленка, а также других исследователей.

Нерешенные части проблемы, которым посвящена данная статья. Применительно к проходке восстающих выработок оптимальный способ проходки по энергоёмкости разрушения породного массива в достаточной мере не отработан.

Постановка задачи. Снижение энергетических затрат при подготовке блоков к очистной выемке возможно путем оптимизации энергоемкости буровзрывных работ при проходке восстающих выработок.

Изложение материала исследований и полученные результаты. Одним из основных, наиболее энергоемких производственных процессов при добыче железных руд подземным способом является подготовка блоков к очистной выемке. Удельный объем энергетических затрат на эти работы составляет 40-50 % общих затрат энергии на добычу руды.

Широкое развитие систем разработки, особенно мощных рудных тел, привело к появлению серии выработок малого сечения, составляющих основу конструктивного оформления систем.

При этих системах для подготовки блоков к очистной выемке проходят восстающие выработки различного назначения. Энергетические затраты на проходку восстающих достигают в отдельных случаях почти половины общих энергетических затрат на подготовку блоков к очистной выемке [1].

В настоящее время в Криворожском бассейне при подготовке блоков к очистной выемке, вскрытии новых месторождений и горизонтов ежегодно проходят порядка 27 тыс. м восстающих выработок. Восстающие выработки проходят по породам и рудам с коэффициентом кре-