

1. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд. Затв. спільним наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України та Держнаглядохоронпраці України від 27 листопада 1997 р. за №32/288. – К.: НДІБВ, 2003. – 145 с..

2. Правила оцінки фізичного зносу житлових будинків КДП 75.11 – 35077234. 0015 :2009 Київ – 2009. Затв. наказом №21 від 03.02.2009р.. – 50 с.

3. Гениев Г.А., Ключева Н.В., Колчунов В.И., Никулин А.И., Пятикрестовский К.П. Прочность и деформативность железобетонных конструкций при запроектных воздействиях – М.: Изд-во АСВ, 2004. – 216 с.

Рукопись поступила в редакцию 22.01.13

УДК 622.1: 528.7

А.В. ДОЛГИХ, канд. техн. наук, доц., ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫМИ МЕТОДАМИ

Рассмотрены вопросы, связанные с подготовкой и использованием маркшейдерских данных для решения задач моделирования нейросетевыми методами. Исследована возможность применения новых статистических методов для решения широкого круга задач маркшейдерского обеспечения горного производства.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Нейронные сети, как и любая другая математическая теория, имеет ярко выраженные ограничения для использования их при решении конкретных технических задач. Использование вслепую того или иного «модного» метода для решения задачи, неизбежно ведет к резкому снижению его эффективности и недоверию со стороны специалиста. Поэтому, перед использованием нового метода нужно определиться, рационально ли его применение и какого вида задачи конкретной отрасли науки и техники могут быть успешно решены? В данном случае такой подход рассматривается к задачам маркшейдерского обеспечения горнодобывающих предприятий. Необходимо определиться с выбором задач, которые могут быть решены с помощью нейронных сетей. Однако, постановка задачи в таком виде неполная, задача не просто должна быть решена, решение должно гарантировать получение лучшего результата, чем при использовании классических методов, например, методов математической статистики.

Анализ исследований и публикаций. В классической теории нейронных сетей есть несколько классов задач, традиционно решаемых этим методом, таких как регрессия, классификация, понижение размерности, кластеризация [1,2]. Эти задачи, в том или ином виде, решаются маркшейдером. Но структура маркшейдерских данных далека от той классической формы, для которой разрабатывались нейронные сети. Классическими примерами могут служить задачи с курсом валюты или котировкой акций [3].

Постановка задачи. Метод нейронных сетей с самого начала накладывает серьезные ограничения, резко уменьшающие область их применения:

во-первых, нужно владеть данными о том, есть ли между известными исходными (начальными) значениями и неизвестными выходными (конечными) данными связь;

во-вторых, как правило, нейронные сети используются тогда, когда неизвестен точный вид связи между исходными и конечными данными, - если бы он был известен, то можно было бы применять непосредственное моделирование;

в-третьих, для обучения сети необходимы исходные данные в достаточном количестве (так называемая предыстория). При этом таких данных должно быть от нескольких десятков до нескольких сотен.

Можно констатировать, что большинство задач маркшейдерского обеспечения подходят по этим критериям лишь частично. Это связано с особенностями представления маркшейдерских данных, которые нужно преобразовать так, чтобы их обработка была бы возможна нейросетевыми методами.

Изложение материала и результаты. Для того, чтобы приблизить вид маркшейдерских данных к тому, который позволит их обрабатывать с помощью нейронных сетей - их нужно трансформировать и структурировать. Это системное преобразование данных, при котором вся информация связывается в целостные группы по некоему логическому принципу. Если этого не сделать, обработка одной, не самой сложной задачи, может занять годы. Если же слишком упростить данные - то в результате получится некорректное решение, которое даже на первый взгляд покажется абсурдным.

Ярким примером может служить моделирование цифровой модели борта карьера. При обработке небольшого участка карьера количество точек, даже при высокой генерализации, превысит тысячу. При использовании так называемых «сырых данных», для обработки такого массива понадобится продолжительное время, а результатом «неглубокой» обработки будет простое приблизительное осреднение прогнозируемых элементов. И первый, и второй результат бесполезен.

Одним из самых действенных способов структурирования исходных данных цифровой модели рельефа - построение горизонталей или изолиний (если речь идет не о рельефе, а другой структурной поверхности) (рис. 1). При этом на начальном уровне обработки совершенно не важно, каким методом они построены. Детальность построения горизонталей и высота их сечения для каждого класса задач разная.

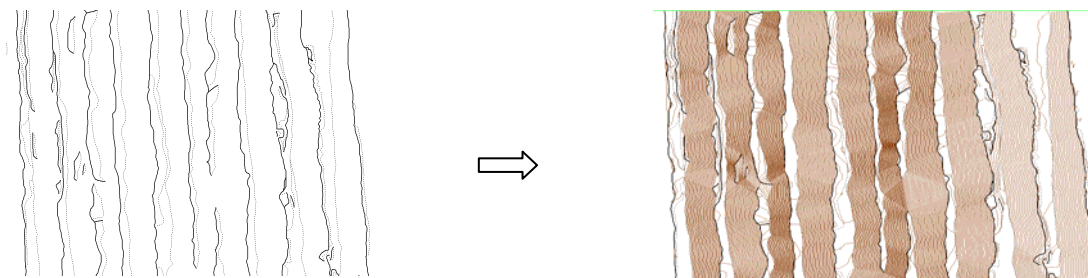


Рис. 1. Структурирование пространственных данных методом горизонталей

Важным инструментом подготовки данных является генерализация. Наглядно это можно рассмотреть на примере построения бровок карьера. Например, рассмотрим бровку, построенную по результатам аэрофотосъемки, длиной 268 м с количеством точек 77. При степени генерализации с допуском 0,2 мм на плане используется 52 точки, с допуском 0,4 мм - 41 точек, с допуском 0,6 мм - 30 точек. Данные влияния детальности генерализации приведены в табл. 1 и показаны на графиках (рис. 2,3).

Таблица 1

Зависимость расчетного объема от степени генерализации				
Генерализация, мм	Количество точек	Вычисленная величина объема, тыс. м ³	Отклонение от истинной величины объема, тыс. м ³	Отклонение от истинной величины объема, %
0,2	1707	12254,5	0,00	0,00
0,3	1447	12230,94	-23,56	-0,19
0,5	1090	12218,84	-35,66	-0,29
0,7	919	12212,48	-42,02	-0,34
1	730	12207,38	-47,12	-0,39
1,6	552	12193,01	-61,49	-0,50
2,0	484	12150,59	-103,91	-0,85
3,0	382	12171,5	-83,00	-0,68
4	325	12205,18	-49,31	-0,40
5	301	12223,33	-31,17	-0,26
7	269	12211,3	-43,20	-0,35
9	264	12208,67	-45,83	-0,38
10	263	12208,71	-45,79	-0,38

Для примера рассматривался объем выемки из карьера полезного ископаемого, который подсчитывался до нулевой поверхности, занимающий площадь 8,6250 га с периметром 1192,13 метров разными способами. Максимальное расхождение объемов, определяемых с генерализацией данных и без нее, составило 0,85%. Такой ошибкой можно пренебречь, исходя из того, что она допустима «Инструкцией по производству маркшейдерских работ» [5]. Кроме того, используемые на практике программы, между собой дают величину расхождения результатов в 1% [4].

При очень больших значениях генерализации внешний вид бровок карьера существенно изменяется (рис. 4-7).

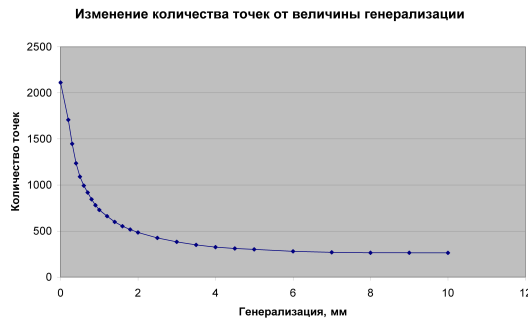


Рис. 2. Зависимость между степенью генерализации и количеством точек

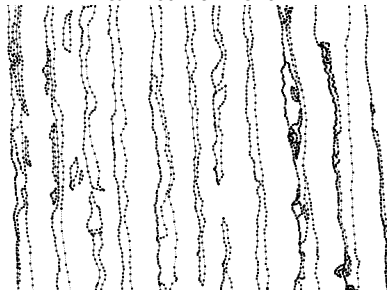


Рис. 4. Общий вид точек исследуемого борта карьера без генерализации

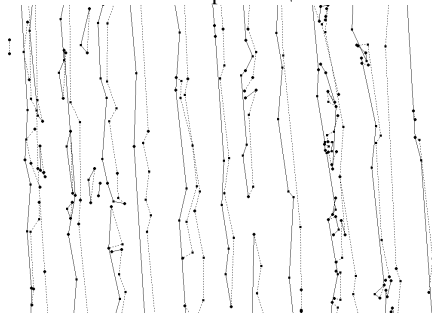


Рис. 6. Общий вид точек исследуемого борта карьера с генерализацией 3 мм



Рис. 3. Зависимость между степенью генерализации и определяемым объемом

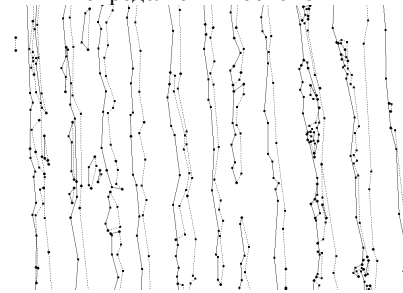


Рис. 5. Общий вид точек исследуемого борта карьера с генерализацией 1,6 мм

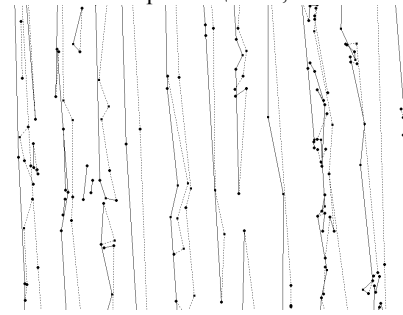


Рис. 7. Общий вид точек исследуемого борта карьера с генерализацией 5 мм

Из изложенного материала можно сделать вывод, что:

если выполняется моделирование положения горных выработок, и главным параметром является объем, то генерализацию можно выполнять в очень широком диапазоне;

если главным параметром является конфигурация контуров горных выработок, то необходимо ограничиться требованиями «Инструкции по производству маркшейдерских работ» [5], так как при низкой генерализации контуры горных выработок могут быть сильно искажены.

Построенные изолинии или горизонталы также необходимо генерализировать, для того чтобы исключить необоснованное увеличение количества точек.

Эффективным способом преобразования маркшейдерских планов горных выработок является профиль (8а, 8б). Внешний вид профиля очень близок к графику, который строится и при экономическом анализе условий (8в). Поэтому такие данные можно успешно обрабатывать нейронными сетями. К такому типу данных можно применять как регрессию, так и интерпретирование во временной ряд. Сеть точек профиля может быть сгущена или разрежена путем добавления или удаления точек (8г) или генерализацией (8д).

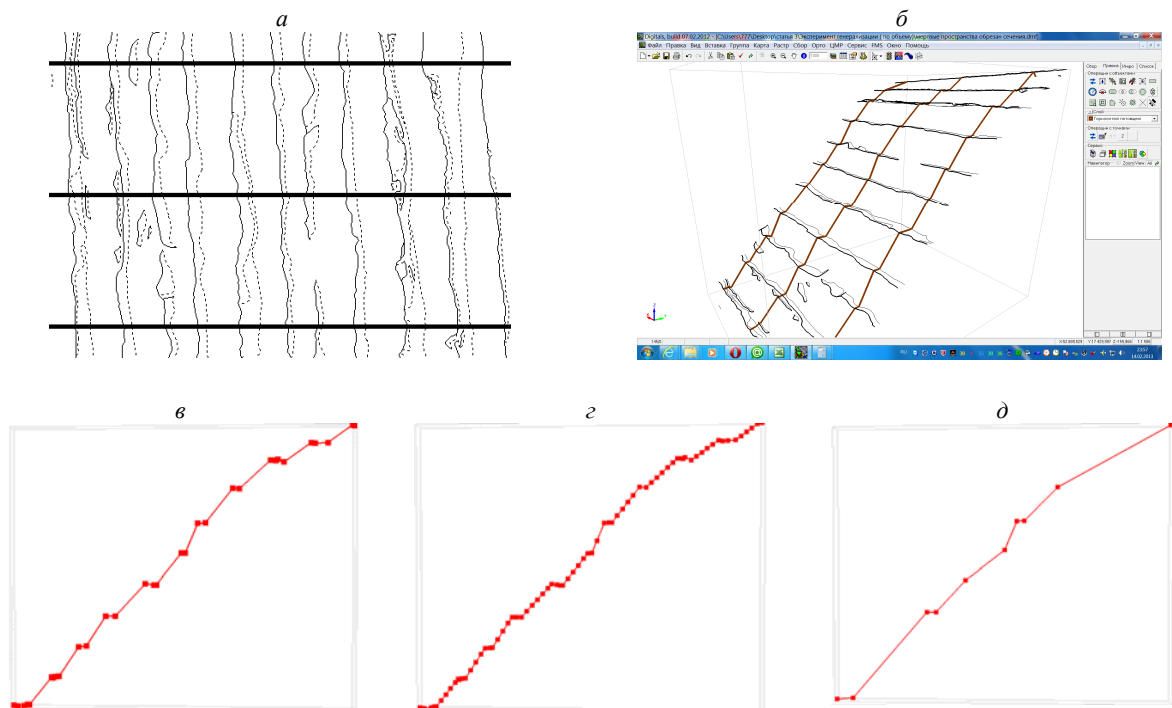


Рис 8. Структурирование пространственных данных построением профилей: *a* – вид на плане; *б* – вид в 3D; *в* – профиль без преобразования; *г* – добавление точек через каждые 5 м; *д* – генерализованный профиль

Выделение откосов или площадок уступов карьера, с нанесением на них регулярной сетки, позволяет при моделировании ввести еще один вид переменных – категориальный, присваивать, например, регулярным точкам на откосе значение «1», а регулярным точкам на площадках значение «0», или наоборот.



Рис. 9 Структурирование пространственных данных введением дополнительной категориальной переменной («откос» или «площадка», «1» или «0»)

Удачное совмещение нескольких способов, например, дополнительной переменной и горизонталей или горизонталей и профилей и т.д., позволяет добиться значительного улучшения параметров нейронной сети - уменьшения ошибок при одновременном уменьшении количества данных. Однако, наряду с этим, значительно увеличивается количество элементов и переменных, поэтому следующим этапом преобразования данных является их генерализация.

Выводы и направление дальнейших исследований. Задача трансформирования и структурирования маркшейдерских данных важна для того, чтобы приблизить вид маркшейдерских данных к тому, который позволит их обрабатывать с помощью нейронных сетей. Такое системное преобразование данных позволяет образовывать целостные группы по логическому принципу.

Список литературы

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. – 284 с.
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. Долгіх Л.В., Долгіх О.В. Дослідження методів маркшейдерського контролю обліку об'ємів видобутку корисної копалини і розкривних порід / Вісник Криворізького технічного університету. – Кривий Ріг: КТУ. – Вип. 26, 2010. – С. 72-74.

5. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений. М.: Недра, 1988. – 112 с.

Рукопись поступила в редакцию 22.01.13

УДК 622.275

Н.И. СТУПНИК, д-р техн. наук, проф., С.В. ПИСЬМЕННЫЙ, канд. техн. наук, доц.,
ГВУЗ "Криворожский национальный университет"

ПАРАМЕТРЫ ЭТАЖНО-КАМЕРНОЙ ВЫЕМКИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ С НАКЛОННЫМИ ЦЕЛИКАМИ

Приведены результаты исследований по конструированию этажно-камерной системы разработки с наклонными междукамерными целиками и заполнением камер обрушенными породами при подземной отработке железистых кварцитов.

Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями. Железные руды Криворожского бассейна представлены двумя типами: богатыми со средним содержанием железа 57,5-59,0% и бедными с содержанием железа 34-35%. Богатые руды добываются подземным способом и далее поступают на металлургические заводы без предварительного обогащения. Бедные руды, так называемые кварциты, добываются открытым способом - карьерами, где они подвергаются обогащению на обогатительных фабриках. До 1990 г. железистые кварциты обрабатывались подземным способом шахтами "Первомайская-1", "Первомайская-2" и "Гигант-Глубокая". Балансовые запасы железистых кварцитов в полях шахт до глубины 500 м составляют около 10,0 млрд т, а в междурудничных участках около 43,0 млрд т (при бортовом содержании железа магнетитового более 20%).

В полях действующих шахт магнетитовые и железистые кварциты залегают, в основном, в лежачем боку залежей богатых руд. Для добычи кварцитов в полях шахт, где имеются (или возникают) резервы подъемных возможностей, достаточно пройти дополнительно подготовительно-нарезные выработки и восстановить неиспользуемые квершлагги. В результате чего добыча кварцитов может быть начата ниже зоны окисления, т.е. с глубины 300...400 м, [1].

Таким образом, необходимо разработать технологические схемы и системы разработки, которые позволят эффективно добывать бедные руды (кварциты).

Анализ исследований и публикаций. Предложенные технологические схемы совместной разработки предусматривают применение высокопроизводительных систем разработки, минимальное засорение и потери [1-3]. Для отработки богатых руд наиболее перспективными являются системы с обрушением руды и налегающих пород, при которых обеспечивается максимальное извлечение и минимальные потери. Однако, применение систем с массовым обрушением при отработке бедных руд неизбежно приведет к значительному увеличению себестоимости добычи, в основном затраты возрастут на обогащении, а также на подъеме.

Большинство авторов предлагают решать данные вопросы по-разному: вести отработку совместно открытым и подземным способами (уменьшить затраты на транспортирование); применять этажно-камерные системы с закладкой (значительно уменьшив засорение и потери руды); использовать этажно-камерные системы с оставлением целиков (создание камер увеличенного объема сводчатой формы); применение подвижных ограждающих целиков ("плавающих" потолочин). Перечисленные системы разработки имеют как свои достоинства, так и недостатки при отработке кварцитов.

Постановка задачи. Для решения данной проблемы предлагается рассмотреть как вариант для совершенствования камерную систему разработки. Авторами [4], была предложена этажно-камерная система разработки с обрушением налегающих пород и оставлением междукамерных наклонных целиков. Данная система разработки частично лишена значительных потерь и засорения руды при добыче, но параметры ее (ширина наклонных целиков и потолочин) до сих пор не определены.