

УДК 622.83

Докт. техн. наук. КРЕНИДА Ю. Ф., инж. ЗУБОВА Е. В. (ДонНТУ)

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ ЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ ПОДРАБОТКЕ**

Под городами и поселками в угольных бассейнах Украины находится более 1,0 Гт запасов угля. Выемка этих запасов представляет собой важную хозяйственную задачу, решение которой возможно на основе обеспечения экономической эффективности мер, обеспечивающих нормальную эксплуатацию подрабатываемых объектов. Назначение вариантов общих мер защиты городов и поселков производится в соответствии с таблицей 1. Для выявления рационального варианта выемки угля под городами и поселками разработана специальная методика [1-3], которая исходит из следующих четырех условий

$$\begin{aligned} P_{\text{э}} &\Rightarrow (P_{\text{э}})_{\min}; \\ \text{Э} &\Rightarrow \text{Э}_{\max}; \\ C_{\Gamma} &\leq D_{\text{у}}; \\ Y &\leq P_{\text{у}} \end{aligned} \quad (1)$$

где  $P_{\text{э}}$ ,  $(P_{\text{э}})_{\min}$  – соответственно, ожидаемые и минимальные потери запасов угля в недрах, связанные с уменьшением вредного влияния горных выработок на застроенные территории;  $\text{Э}$ ,  $\text{Э}_{\max}$  – соответственно, экономическая и максимальная экономическая эффективности извлечения запасов;  $\Rightarrow$  – направление изменения величины;  $C_{\Gamma}$  – годовой ущерб, возникающий в населенном пункте при подработке,  $D_{\text{у}}$  – допустимый годовой ущерб, который возможно нанести городу, поселку без накопления вредного влияния горных работ;  $Y$  – общий (суммарный) ожидаемый ущерб от подработки города, поселка;  $P_{\text{у}}$  – предельный ущерб от подработки города, поселка.

Экономическим содержанием допустимого годового ущерба является мощность ремонтных организаций, призванных предотвращать, снижать и ликвидировать вредное влияние горных выработок путем устройства конструктивных защитных мероприятий и проведения ремонтных работ. Определение этого ущерба осуществляется в соответствии с зависимостью

$$D_{\text{у}} = P_{\text{д}} K \Sigma \alpha_i N_i, \quad (2)$$

где  $P_{\text{д}}$  – возможные годовые ресурсы ремонтных служб города, поселка, необходимые для устранения ущерба подрабатываемого города в долях восстановительной стоимости зданий, сооружений,  $K$  – социальный коэффициент города, поселка,  $\Sigma \alpha_i N_i$  – суммарная восстановительная стоимость зданий и сооружений города с учетом коэффициента обеспеченности ( $N_i$ ).

**Табл. 1. Классификация зон подработки населенных пунктов**

Зона	Характеристика зон подработки					Раскрытие трещин, мм	Возможные меры защиты
	Ожидаемые результаты подработки	Деформации земной поверхности					
		$\varepsilon \times 10^3$	$i \times 10^3$	R, км	h, см		
1	Повреждения зданий превышают предельные и приводят к полной непригодности к эксплуатации. Повреждения санитарно-технических коммуникаций носят массовый характер с нарушением целостности и режима работы	5	7	7	8	60	Закладка выработанного пространства, частичная выемка угля в комплексе с строительными и эксплуатационными мерами, послеосадочный ремонт
	Повреждения зданий больше допустимых, но меньше предельных приводят к частичному нарушению условий эксплуатации. Повреждения санитарно-технических коммуникаций приводят к временному прекращению эксплуатации	3-5	5-7	7-12	5-8	15-60	Предварительное введение строительных и эксплуатационных мер защиты зданий и коммуникаций или в комплексе с послеосадочным ремонтом
3	Повреждения зданий и санитарно-технических коммуникаций приводят к ограниченному нарушению эксплуатации	1,5-3	3-5	12-20	2-5	3-15	Послеосадочный ремонт зданий и коммуникаций. Строительные и эксплуатационные меры защиты отдельных объектов
4	Незначительные повреждения зданий и коммуникаций	1,5	3	20	2	<3	Текущий ремонт зданий и коммуникаций. Профилактические мероприятия на коммуникациях

Экономическим содержанием предельного ущерба ( $P_y$ ) является суммарный ущерб от постепенного и досрочного прекращения эксплуатации отдельных объектов или всего города, поселка и строительства новых взамен сносимых.

$$P_y = Y_{CH} + Y_{CH}^K + C_H \quad (3)$$

где  $Y_{CH}$  – ущерб от досрочного прекращения эксплуатации сносимых объектов города;  
 $Y_{CH}^K$  – ущерб от досрочного прекращения эксплуатации коммуникаций;  
 $C_H$  – затраты на новое строительство объектов взамен сносимых.

Величина общего ущерба ( $Y$ ), возникающего при выемке запасов угля под рассматриваемой территорией и среднегодовая его величина ( $C_{\Gamma}^{\Gamma}$ ) оцениваются из соотношений

$$\begin{aligned} Y &= Y_{\Gamma} + Z_{\Gamma} \\ C_{\Gamma}^{\Gamma} &= Y_{\Gamma} / T \end{aligned} \quad (4)$$

где  $Y_{\Gamma}$  – ожидаемый ущерб, наносимый населенному пункту подработкой,  $Z_{\Gamma}$  – затраты на осуществление общих горных мер защиты,  $T$  – период, в течение которого производят отработку запасов угля под застроенной территорией.

Ожидаемый ущерб, наносимый населенному пункту ( $Y_{\Gamma}$ ), определяют суммированием

$$Y_{\Gamma} = Y_{зд} + Y_{\Pi} + Y_{С} + Y_{Р} \quad (5)$$

где  $Y_{зд}$  – ожидаемый ущерб от подработки гражданских зданий,  $Y_{\Pi}$ ,  $Y_{С}$ ,  $Y_{Р}$  – то же, для промышленных зданий, инженерных сетей и природных объектов (парков, земельных угодий).

Разработанные и реализованные на этой основе проекты общих мер защиты при планировании подработки ряда городов и поселков [4-7], позволили предотвратить чрезмерное накопление вредного влияния горных работ в подрабатываемых объектах и существенно снизить затраты на их меры защиты.

Эта методика [1], разработанная в 1986 году, была приспособлена для ручного выполнения расчетов. При «ручных» расчетах прогнозы повреждений осуществляются не для каждого планируемого к подработке здания, а для эталонного здания, наиболее чувствительное к подработке (двухэтажное длиной 60 м, высотой 7 м и шириной 12 м). При прогнозе повреждения корректируются по среднему зданию поселка. Ручной способ расчетов позволяет рассмотреть достаточно надежно 2-3 варианта календарных планов горных выработок. Варианты, подлежащие анализу, назначаются составителем календарного плана. В этом случае оптимальный вариант может быть упущен из анализа.

В настоящее время с использованием ЭВМ появилась возможность рассматривать большее количество вариантов, что дает возможность расширить надежность выбора оптимального. Для этого был принят ряд условий, существенно уточняющих методику прогноза повреждений, а также уменьшающих трудозатраты на выполнение расчетов, что отличало рассматриваемую методику от существующих методик [2, 8, 9, 11, 12].

Уточнение методики прогноза заключалось в том, что прогноз повреждений осуществлялся для каждого здания. При этом суммировались не деформации основания зданий, а повреждения стен в виде раскрытия трещин.

На основании вышеперечисленных положений канд. техн. наук Кругликовым Ю. Ф. была разработана информационно вычислительная система «Прогноз». Система была реализована в среде FoxBase и была ориентирована для использования на компьютерах с операционной средой DOS. Для вычисления вероятных и ожидаемых деформаций была использована программа «Мульда», разработанная проф. Гавриленко Ю.Н.

Система «Прогноз» предназначена для решения специальных задач оперативного отслеживания состояний зданий и сооружений для прогнозирования состояния этих объектов в процессе сдвижения территории города, поселка, таких как вероятные и ожидаемые деформации, прогноз повреждений зданий.

В этой системе (рис. 1), совокупность исходных данных, необходимых для расчетов, сформированы в базы данных, включающих сведения о горно-геологических условиях, шахте, зданиях, трубопроводах, промышленных предприятиях. Назначение возможных вариантов общих мер защиты формализовано [1], поэтому их назначение поручено ЭВМ, они могут задаваться также и пользователем. По каждому варианту рассчитываются показатели (1), позволяющие выбрать оптимальный вариант общих мер защиты.

На последующих рисунках приведены узловые моменты работы с системой «Прогноз».

На рис. 2 показано окно, которое позволяет визуализировать ввод исходных данных по зданиям в рассматриваемую систему. При установке курсора на нужную строку в нижней части рабочей области экрана высвечивается наименование необходимого показателя, которое выводится (на рис. 2 *Данные об адресе здания (улица, номер дома[корпус])*). К обязательным показателям отнесены координаты здания (27810,0; -68585,0; 338,0), характеристики (например, *п/уго – прямоугольная конфигурация здания*) и численные значения элементов конструкций (*длина здания 35,0м; ширина 12,0м, высота 7,0 м*)

При наличии данных о местоположении очистных выработок производится проверка достаточности принятых в проекте общих мер защиты. Возникновение случаев с недостаточными мерами выявляется и, в общем случае, отправляется для проектирования усиления конструктивных защитных мер (рис. 1).

Назначение этих строительных мер защиты при перспективном планировании выемки угля производится с целью выявления примерных затрат на эти мероприятия. Выбор строительных мер осуществляется по коэффициентам технической и экономической эффективности [1]. Непосредственное выполнение конструктивных защитных мероприятий осуществляется только после начала движения очистного забоя по специальному дополнительному проекту. Результаты расчетов затрат на поддержание нормальной эксплуатации содержат затраты на ремонт, на усиление, эксплуатационные затраты, на отселение и т.д.

Для внесения в базу данных отдельного здания необходимо 5-6 минут, а для создания базы города Белозерское (400 зданий) необходимо 30-35 рабочих часов при готовых исходных данных. Ручной съем координат с плана горных работ составляет 4 – 5 минут, около 25-30 рабочих часов на 400 зданий. С учетом того, что в смену на ЭВМ представляется возможным работать 2 часа, то база данных по зданиям создается около 1,5-2,0 месяца. Изложенное указывает, что наиболее трудоемкими задачами при использовании системы является ввод исходных данных, особенно положения зданий относительно горных выработок, по данным координат.

С появлением новых технологий система «Прогноз» была трансформирована для использования на компьютерах с операционной системой Windows и представляет собой программный продукт, состоящий из базы данных, и ее СУБД, комплекса вычислительных программ и монитора пользователя.



Рис. 1. Принципиальная схема назначения общих мер защиты

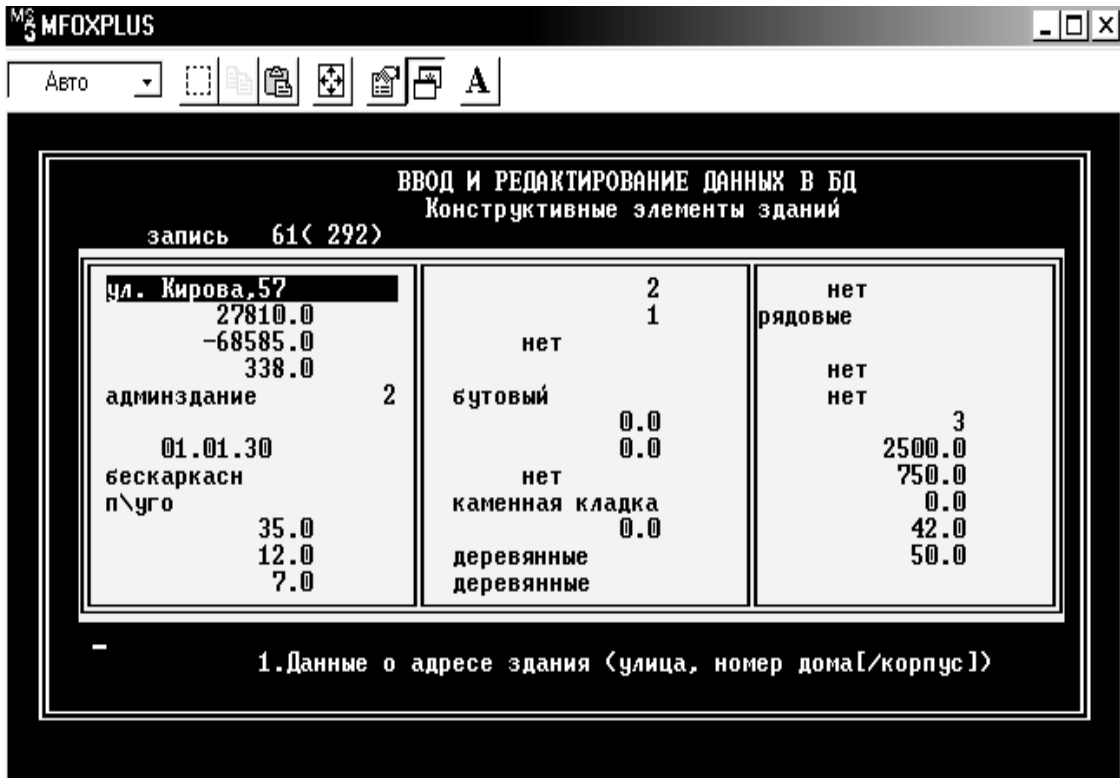


Рис. 2. Информация по зданиям

Данные о наличии пластов угля под объектами вводятся и редактируются по данным скважин (рис. 3).

ВВОД И РЕДАКТИРОВАНИЕ ДАННЫХ В БД Характеристика свиты пластов							
Сведения о пластах по скважине мс-316							
координаты		26400	-71575	212.0	на поверхности		
Название пласта	Координаты скважины на пласте			Мощность пласта	Угол падения	Угол простирания	Марка угля
	X	Y	H				
11-в-н	26400	-71575	-556.00	1.00	8.0	45.0	К
1-1	26400	-71575	-542.00	0.44	8.0	45.0	К
14	26400	-71575	-460.00	0.01	8.0	45.0	К
16-в-н	26400	-71575	-381.00	0.40	8.0	45.0	К
17	26400	-71575	-325.00	-1.10	8.0	45.0	К
18-1	26400	-71575	-280.00	-1.40	8.0	45.0	К
м3	26400	-71575	-171.00	0.69	8.0	45.0	К
м5-1	26400	-71575	5.00	0.54	8.0	45.0	Ж

Enter - Ввод, Esc. - Выход, Del. - Удалить, Ins. - Копия

Рис. 3. Ввод и редактирование данных по данным скважин

Форматы базы данных DBaseIII значительно отличаются от форматов современных систем, поэтому DBaseIII в настоящее время практически не используются. Но появление более мощных СУБД дает возможность расширения функционирования системы «Прогноз» в среде Windows с привлечением других ИВС, например, Borland Delphi 6. В то же время, необходимые для корректной настройки и работы системы «Прогноз» операционная система Microsoft Windows 9X Professional и среда программирования Borland Delphi 6, имеют довольно высокую лицензионную стоимость (Windows 9X – 113 у.е.; Delphi – 423 у.е.<sup>1</sup>). Использование системы, работающей с только СУБД FoxBase позволяет снизить затраты на использование до 113у.е. (только стоимость операционной системы Windows 9X). К тому же на многих предприятиях до настоящего времени работают с компьютерами класса ниже 486 процессора, что делает достаточно привлекательной для предприятий системы «Прогноз».

### Литература

1. **Рекомендации** по выбору комплекса строительных и горных мер защиты подрабатываемых населенных пунктов и промышленных предприятий. –Донецк. Издательство Донецкого ПромстройНИИпроекта Гостроя СССР, 1986, 22 с.
2. **Рекомендации** по проектированию мероприятий для защиты эксплуатируемых зданий и сооружений от влияния горных выработок в основных угольных бассейнах.//ВНИМИ, Донецкий ПромстройНИИпроект. –Л.: Стройиздат, 1967, 124 стр.
3. **Кренида Ю.Ф.** Методика назначения мер защиты при перспективном планировании выемки угля под городом.// Разработка месторождений полезных ископаемых. – Донецк: ДПИ. 1992, №61. –Стр. 23-24.
4. **Назначение** общих мер защиты города Белозерское.//Петухов И.А., Муллер Р.А., Кренида Ю.Ф.,Иванова Л.А. //Уголь Украины – 1980. - №5. –С. 36-38.
5. **Иванова Л.А., Кренида Ю.Ф., Муллер Р.А.** Использование средств планово-предупредительного ремонта на устранение ущерба от подработки зданий// Добыча угля подземным способом. –М.: 1983, №8, Депонирована в ЦНИЭП-уголь 07.12.83, №2649. –Стр. 9.
6. **Петухов И.А., Муллер Р.А., Кренида Ю.Ф., Иванова Л.А.** Техничко-экономическое обоснование общих мер защиты города Юнкоммунарска. //Разработка месторождений полезных ископаемых. –Донецк: ДПИ, №61, 1982, стр. 56-57.
7. **Петухов И.А., Муллер Р.А., Кренида Ю.Ф.** Оптимальный вариант выемки угля под городами и поселками Донбасса.// Маркшейдерское дело в социалистических странах. –Лейпциг: 1983, №9, стр.
8. **Правила** підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом.// Галузевий стандарт України. –Київ. -Мінпаливенерго України.- 2004р. –128 стор.
9. **Правила** охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. –М.: Недра, 1981. –С. 180.
10. **ДБН В.1.1-5-2000** Будинки і споруди на підроблюваних територіях і просідаючих ґрунтах. Частина І. Будинки і споруди на підроблюваних територіях. Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України. –Київ, 1999р, 64 стор.
11. **Защита** и подработка зданий и сооружений // Шагалов С.Е., Муллер Р.А. и др. –М.: Недра, 1974, 256 стр.
12. **Защита** гражданских зданий от влияния подземных горных работ. –М.: Недра, 1970, 224 стр.
13. **Решетов Г.А.** Исследование влияния деформирующихся оснований на основные конструкции гражданских зданий и предельных условий их эксплуатации.//Сдвигание горных пород. (Труды ВНИМИ). –Л.: 1972, вып. 86. – с. 75-84.
14. **А.С. №1200104**, СССР, М.кл4. Е02Д35/00. Способ определения безопасных условий подработки зданий и сооружений/ Кренида Ю.Ф., Сушко Е.Т. –3839677/29-33. Оpubл. 30.03.87. Бюл. №12-46.

© Кренида Ю. Ф., Зубова Е. В., 2006

<sup>1</sup> По данным Интернет магазина программного обеспечения Абсолют (<http://allsoft.ru>)