

УДК 502 (075.8): 622.235

А. П. ПАШКОВ, канд. техн. наук, доц.
Національний університет «Києво-Могилянська Академія»

Л. А. НАПАДОВСЬКА, канд. екон. наук, доц.
Київський національний торговельно-економічний університет

ЕФЕКТИВНІСТЬ МЕНЕДЖМЕНТУ І ЕКОНОМІЧНИХ РЕФОРМ ЗАРАДИ ЛЮДИНИ ТА ДОВКІЛЛЯ

Наведений рейтинг країн, що найкраще розвиваються у світі в порівнянні з Україною. Представлено нову інноваційну технологію масових вибухів на кар'єрах. Встановлено, що ефективність відбійки найліпша за умов обов'язкового попереднього зневоднення свердловин і одночасного їх очищення від бурового дріб'язку донними зарядами 0,8-2,0 кг до 100 свердловин двома підризниками за годину. Такий менеджмент дозволяє не тільки скоротити термін підготовки масового вибуху та розчинення вибухових речовин (ВР) з 3-5 діб до 8-24 годин, а й замінити асортимент ВР на більш дешеві і екологічно більш чисті.

Ключові слова: дослідження, інновації, вибухові речовини, донні заряди, зневоднення свердловин, зниження небезпечного навантаження на довкілля та людину.

Pashkov A. , Napadovska L. MANAGEMENT EFFICIENCY AND ECONOMIC REFORMS FOR THE SAKE OF MAN AND ENVIRONMENT

Given rating of countries that develop better than Ukraine. It is shown innovative technology of mass explosions on the quarries. It is set that the efficiency of the breaking is better in conditions of dehydration of the mining hole; clearing from boring waste with given charges near 0,8-2,0 kg to 100 mining holes for an hour. This management allows not only to reduce the duration of explosion's preparation and explosive substance's dissolution from 3-5 days and nights to 8-24 hours, but it also permits to make this range cheaper and ecology cleaner.

Keywords: research, innovation, explosive substances, ground charges, dehydration of the mining hole, reducing of the dangerous load on environment and people.

Пашков А. П., Нападковская Л. А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕНЕДЖМЕНТА И ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕФОРМ РАДИ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Наведенный рейтинг стран, которые лучше всего развиваются в мире по сравнению с Украиной. Представлено новую инновационную технологию массовых взрывов на карьерах. Установлено, что эффективность отбойки наилучшая при условиях обязательного преждевременного обезвоживания скважин и одновременно их очищения от бурового шлама донными зарядами 0,8-2,0 кг до 100 скважин двумя взрывщиками за час. Такой менеджмент позволяет не только сократить срок подготовки массового взрыва и растворения взрывных веществ (ВВ) с 3-5 суток до 8-24 часов, а и сменить ассортимент ВВ на более дешевые и экологически более чистые.

Ключевые слова: опыт, инновации, взрывные вещества, донные заряды, обезвоживание скважин, снижение опасной нагрузки на окружающую среду и человека.

Постанова проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Сучасна цивілізація здійснює небачений тиск на природу, забруднюючи довкілля шкідливими і токсичними речовинами, що негативно впливає на стан людського здоров'я. За ступенем хімічної небезпеки для людини забруднення атмосфери та води посідає перше місце. Тому найвища ефективність економічних реформ для людини та довкілля може бути досягнута за умов впровадження інноваційних технологій, культури виробництва та економічного благополуччя суспільства. Економіка країн, що розвиваються упродовж

2000-2007 рр. зростала швидше, ніж економіка розвинутих країн. Так щорічний приріст валового внутрішнього продукту (ВВП) на одну особу в країнах, що розвиваються досяг 4.8%, тоді як у розвинутих країнах він становив 1.7% (табл.).

Швидкі темпи економічного розвитку країн, що розвиваються, приводять до зниження рівня бідності і повільно зменшують розрив у доходах порівняно з розвинутими країнами. Але коли економічні і соціальні інститути систематично надають перевагу інтересам можновладців, що мають у розпорядженні більше ресурсів, економіка не буде ефективною, втрачаючи інвестиційні та інноваційні можливості. Проте швидке еконо-

мічне зростання як України, так і кожної особистості на сьогодні можливе за рахунок впровадження ефективних та екобезпечних інноваційних технологій на прикладі гірничовидобувної галузі. Економічне тільки те, що екологічне. Актуальність проблем ефективності менеджменту і екологічних реформ в

гірничовидобувному Донецько-Придніпровському регіоні пов'язана з тим, що рівень забруднення повітря та підземних і поверхневих вод у 2-4 рази перевищує гранично допустимі і середній рівень забруднення по Україні.

Таблиця

Приріст ВВП на одну особу за останні роки [1]

№	Рейтинг країн (за 2000-2007 рр.)	Середній приріст	№	Рейтинг країн (за 2000-2007 рр.)	Середній приріст
1	Азербайджан	16,1	6	Китай	9,5
2	Екваторіальна Гвінея	14,1	7	Грузія	9,4
3	Вірменія	13,1	8	Казахстан	9,3
4	Ангола	9,9	9	Естонія	9,0
5	Латвія	9,7	10	Тринідат і Тобаго	8,9

Примітка: В Україні приріст ВВП за 2005-2010 рр. склав лише 3.2%. «Еженедельник», 2000 №8 (547) від 25.02.2011 р.

Головним джерелом викидів забруднюючих речовин на відкритих гірничих роботах є великомасштабні масові вибухи. Застосування енергії хімічних вибухових речовин (ВР) залишається єдиним універсальним і найбільш економічним способом руйнування міцних гірських порід. Проте успішність використання ВР, зважаючи на специфічність їх властивостей, неможлива без усунення чи мінімізації забруднення навколишнього середовища та гарантування безпечних умов праці на всіх операціях поводження з ними [2].

Сучасний стан вибухових робіт на відкритих гірничих розробках України характеризується досить великою обводненістю свердловин на кар'єрах (від 60% до 90%) та широким застосуванням аміачно-селітряних ВР, у тому числі й місцевого приготування. Така обставина вимагає забезпечення фізико-хімічної стабільності ВР, надійності ініціювання, стійкості детонації свердловинних зарядів та економічних й екологічних наслідків вибуху. При цьому слід завжди пам'ятати, що до 90% собівартості відбійки обводнених гірничих порід складає саме вартість вибухівки, якою заряджають свердловини.

Практика свідчить, що розроблення та використання екологічних більш безпечних ВР на основі аміачної селітри (АС) – реальний шлях задоволення потреб гірничовидобувних технологій. Найбільш типовими

представниками таких ВР в Україні є грануліти на ігданіт, обсяг яких складає близько 5% (закордонні аналоги – AN-FO, обсяги яких тільки в США досягли 95%). Головною перевагою найпростіших екологічних сумішей ВР є їх висока економічна ефективність, а в якості основного недоліку виступає їх низька водостійкість.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Застосування найпростіших ВР в обводнених умовах на кар'єрах здійснюється завдяки чотирьох основних технологічних напрямків:

- а) упакування зарядів у водоізолюючі (поліетиленові) оболонки;
- б) покриття гранул АС водоізолюючою оболонкою, котра одночасно виконує роль займистої домішки;
- в) включення в міжгранульний простір ВР водо масляної емульсії, що перешкоджає проникненню води через колонку свердловинного заряду;
- г) попереднього зневодження свердловин.

Кожне з наведених технологічних рішень має свої переваги і недоліки. Залежно від ступеня та характеру обводненості використовують ту чи іншу технологію.

Особливістю першого напрямку – зарядження в поліетиленові рукава через стовп води та третього – заповнення міжгрануль-

ного простору ВР емульсією, як правило, під стовп води призведе до зниження продуктивності заряджання приблизно вчетверо і підготовка масових вибухів в обводнених умовах триває 3-5 діб, а зменшення колонки заряду за цей час складає

1.5-2.0 м і, як наслідок, розчинення ВР разом з ущільненням досягає 66-88 кг на одну свердловину. Для масового вибуху в 500 свердловин для кар'єрів Полтавського ГЗК та Кривбасу розчинення ВР може досягти 33-44 тонн.

Крім того, відомо, що розчинення та винесення із зарядів АС у найбільш поширених

ВР – грамонітів 30/70, 50/50, 79/21 в обводнених свердловинах може досягти 23-52%, а це становить 6-25 тонн водорозчинних компонентів за один масовий вибух для гранітних кар'єрів. На залізрудних кар'єрах Кривбасу винесення АС із зарядів ВР перевищує 500 кг за годину [3].

Боротьба із забрудненням підземних вод під час вибухових робіт – це досить складне завдання, але потребує сьогодні негайного вирішення серед упровадження сучасних нових технологій вибухових робіт і одночасне скорочення терміну підготовки масового вибуху.

Другим, досить важливим показником стану навколишнього середовища під час видобування корисних копалин із застосуванням енергії вибуху є склад приземного шару атмосфери. Тверді частки, що викидаються в атмосферу під час проведення буровибухових робіт, поширюються разом із пилогазовою хмарою (ПГХ) на великі відстані від кар'єра та під дією сил гравітації й метеорологічних умов опадають на поверхню ґрунту чи води в межах міста. Дослідження на кар'єрі ВАТ «Інгулецький ГЗК» показали, що на межі санітарно-захисної зони на відстані 1500 м від кар'єра в ряді випадків концентрація пилу сягала 17.8-60.4 мг/м³ при максимально разовій ГДК для житлового масиву 0.3 кг/м³ [4]. Накопичуючись на поверхні землі, частки пилу призводять до змін хімічного складу родючого шару ґрунту.

Природа в цілому намагається нейтралізувати шкідливі домішки, котрі надходять унаслідок проведення масових вибухів, однак вона не в змозі регенерувати всі шкідли-

ві викиди й скиди під час проведення буровибухових робіт до рівня допустимих концентрацій.

У зв'язку зі збільшенням обсягів буровибухових робіт у гірничорудній промисловості все більше виникає потреба усунення чи суттєвого зниження забруднення навколишнього середовища. Частково зниження можна досягти шляхом застосування раціональних конструкцій свердловинних зарядів і методів формування колонки зарядів.

Проте зарядження обводнених свердловин залишається найбільш трудомістким технологічним процесом підготовки масових вибухів. Виявити вплив різноманітних конструкцій свердловинних зарядів в обводнених умовах на викиди забруднюючих речовин у навколишнє середовище та запропонувати систему заходів із їх усунення або суттєвого скорочення – таким є основне завдання нашого дослідження.

Дослідженням у ході вивчення стану технології проведення буровибухових робіт на багатьох кар'єрах встановлено, що основними причинами розчинення ВР поверхневими водами та виділення шкідливих газів і пилу є:

- проектування буровибухових робіт без достатнього обліку гідрогеологічних умов та складу гірських порід;
- застосування неводостійких ВР в обводнених умовах, тобто не за призначенням, як це вимагають ТУУ на грамоніт 79/21;
- застосування в проектах масових вибухів малоефективних технологій;
- зарядження обводнених свердловин через стовп чи під стовп води;
- пошкодження герметичності поліетиленових оболонки у свердловинах;
- флегматизація свердловинних зарядів водою й буровим дріб'язком;
- відсутність належного розслідування причин «відмов» свердловинних зарядів в обводнених умовах та недопущення аналогічних порушень;
- довготривала підготовка масових вибухів та, як наслідок, і термін розчинення ВР упродовж 72-120 годин.

Запобігти забрудненню навколишнього середовища шкідливими домішками можливо шляхом удосконалення технології виробництва масових вибухів. Скорочення шкід-

ливих викидів у навколишнє середовище, та розчину ВР, можливо досягнути за рахунок скорочення терміну підготовки масових вибухів до 8-24 годин.

Проблемою зарядження обводнених свердловин є:

- наявність у них води й бурового шламу, густина яких близько $\rho = 1,0 \text{ г/см}^3$, а густина ВР складає переважно $\rho = 0,85-0,9 \text{ г/м}^3$, що спричиняє утворення «пробок» із ВР на поверхні дзеркала води у свердловинах;

- кількість обводнених свердловин на кар'єрах України складає 60-90% і більше;

- головний компонент промислових ВР (до 95%) - аміачна селітра, котра добре розчиняється у воді.

Зазначимо, що на кар'єрах здебільшого продовжують використовувати грамоніт 79/21, який згідно з технічними умовами можна застосувати лише в сухих і зневоднених свердловинах. Через це в свердловини вміщують поліетиленові рукава, в які засипають ВР. Під час заповнення рукава на межі з водою кількість «пробок» із ВР збільшується. Для їх ліквідації у рукав заливають воду, котра розчиняє до 50% АС. Розчинену частину АС компенсують додаванням додаткової порції грамоніту 79/21, яка сягає 35-40% початкової маси ВР. До того ж при розчиненні АС у воді виділяється шкідливий аміак, а порушення кисневого балансу через розчинення АС призводять до збільшення кількості шкідливих газів під час вибуху.

Ця технологія зарядження не виключає пошкодження герметичності поліетиленових рукавів у свердловинах, що ускладнює процес формування колонки заряду якісною ВР із проектними відмітками заряду та відбійки.

Упровадження останніми роками емульсійних ВР принципово змінило техніку й технологію вибухової підготовки гірської маси на кар'єрах.

На сьогодні в Україні розроблені наступні емульсійні ВР: україніт, емульхім, пауергель, анемікс, ЕРА.

Емульсійні ВР мають ряд безумовних переваг відносно чутливості до механічного та теплового впливу й підвищеної водостійкості. Проте це багатокомпонентні системи, якісне виготовлення яких є складним процесом. Майже всі емульсійні ВР виготовляють-

ся в умовах підвищених та високих температур, а деякі з них є потенційно вибухонебезпечними. До останніх слід віднести перекачування, а також сенсibiliзацію емульсії та нагнітання емульсійних ВР у свердловини.

Зарядження емульсійних ВР в Україні продовжує здійснюватись під стовп води за допомогою гнучких шлангів діаметром 70-80 мм під тиском до 6 атм. Це призводить до підняття та флегматизації заряду водою і буровим шламом, який осів у свердловині висотою 0,7-1,5 м, та у зваженому стані 2,5 - 5,0 м і наявний на поверхні свердловини – близько 15 мм. Крім того, емульсійні ВР нагнітаються до 30% у тріщини, що згодом розчиняються водою, а це вимагає збільшення питомих витрат ВР до 1.3 кг/м^3 .

Недоліками наведеної технології із застосування емульсійних ВР є:

- а) мала продуктивність зарядження свердловин через стовп води чи під стовп води, що призводить до збільшення тривалості підготовки масового вибуху до 72-120 годин і, як наслідок, до збільшення обсягів розчинення ВР;

- б) некерований процес зарядки призводить до відмов зарядів, ліквідація яких є небезпечним процесом;

- в) розчинення АС та флегматизація заряду веде до порушення складу ВР, кисневого балансу та суттєвого збільшення об'ємів шкідливих газів.

Невирішені раніше частини загальної проблеми, котрим присвячується дана стаття. Певного підвищення ефективності наведених технологій, як правило, здійснюється за рахунок попереднього (до зарядження) осушення масиву порід, який підлягає руйнуванню, проводиться відкачування води з водо знижувальних свердловин, що споруджуються по контуру кар'єра. Суть способу полягає в бурінні необхідної кількості свердловин, монтажі електричної мережі та глибинних насосів, відкачування води до досягнення рівня запланованого водозниження. Розрахунки свідчать, що такий шлях є багато витратним, оскільки при контурному відкачування води необхідно мати додаткове бурове устаткування, насоси та висококваліфікований персонал для їх обслуговування та ремонту. Схеми контурного осу-

шення доцільно застосувати на великих кар'єрах для запобігання їх затоплення, проте більша частина підземних вод (70-80%) просочується в кар'єр через блоки порід та обводнених свердловин до зумпфу, звідки відкачують воду на поверхню до 1200 м³/годину.

Найпоширенішими й ефективними є механічні та вибухові способи осушення безпосередньо обводнених свердловин перед їх зарядженням. До механічних способів належать: відкачування води зі свердловин насосами й зневоднювальними установками типу МО-1, АОС-10, УОС -1.2 та інші [5].

Більш висока продуктивність зневоднення свердловин досягається під час застосування вибухового осушення свердловин за допомогою донних зарядів - до 100 свердловин за годину двома підривниками (проти 25-50 свердловин за зміну однією зневоднювальною установкою). До того ж в Україні випуск зневоднювальних установок відсутній. Казахстан лише на одному Соколово - Сарайському ГЗК має 5 зневоднювальних установок з продуктивністю зневоднення кожною до 60 свердловин за зміну. Тобто впродовж зміни на кар'єрі зневоднюється і заряджається до 300 свердловин.

На Кенгісепському фосфоритовому комбінаті (Росія) впродовж 15 років усі обводнені свердловини заряджають тільки після їх зневоднення донними зарядами з амоніту №6 ЖВ типу Т-19 масою 3 кг.

Мета роботи. Удосконалення технології вибухової відбійки обводнених гірських порід на кар'єрах за рахунок розробки і запровадження принципово нової інноваційної технології попереднього зневоднення свердловин.

Виклад основного матеріалу досліджень з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Ефективність зневоднення донними зарядами доведена і в Україні на залізорудному кар'єрі Інгулецького ГЗК Дніпропетровської області, Докучаєвського флюсодоломітних кар'єрах та Кальчицькому і Маріупольському будівельних кар'єрах Донеччини.

Свердловини зневоднювались «на викид» за допомогою 3-5 тротилових шашок Т-400Г, кількість яких залежить від висоти стовпа води у свердловинах та діаметра свердловин. Шашки у свердловинах розташову-

валися на 1-2 нитках детонувального шнура. Вода, що викидалася зі свердловини, розпилювалась в повітрі й досить добре зрошувала поверхню блоку. Керувати повітряно-водяною завісою можливо не тільки з урахуванням напрямку вітру, але й черговістю ініціювання рядів свердловин (секцій). Розрахунками встановлено, обсяг води, що викидається з однієї свердловини із середньою висотою стовпа $h_v = 7$ м при $d_{св} = 0,25$ м, складала 8,6 л/м², а при висоті стовпа води 10 м і 15 м відповідно 12,3 л/м² та 18,3 л/м². Проведення цього заходу під час масового вибуху дозволило знизити пилогазовиділення в 2,0-2,5 рази, а висоти підйому пило-газової хмари в 1,6-1,7 рази.

Така інноваційна технологія ведення вибухових робіт з попереднім зневодненням свердловин донними зарядами в кар'єрах дозволила:

а) забезпечити стовідсоткове зневоднення свердловин, за рахунок чого продуктивність зарядження з гирла свердловин зростає майже в 4 рази, що дозволяє скоротити термін підготовки масового вибуху до 8-24 годин;

б) усунути «пробки» з ВР у свердловині й виключити флегматизацію заряду ВР водою та буровим дріб'язком і, як наслідок, «відмови» свердловинних зарядів, які є джерелом розкрадання ВР;

в) зменшити виділення шкідливих газів і пилу під час вибуху за рахунок зрошення блоку повітряно-водяною завісою, що утворюється при прострілюванні свердловин донними зарядами;

г) забезпечити заміну дорогих і токсичних ВР на аміачно-селітрові ВР типу грамоніт 79/21; ігданіти, гранул іти чи емульсійні ВР з проектними відмітками зарядів, собівартість відбійки зменшується на 30-50%.

Дослідження середньої глибини свердловини після вибухового зневоднення наведено на рис. 1. Характер змін висоти пилогазової хмари (ПГХ) у часі наведено на рис.2

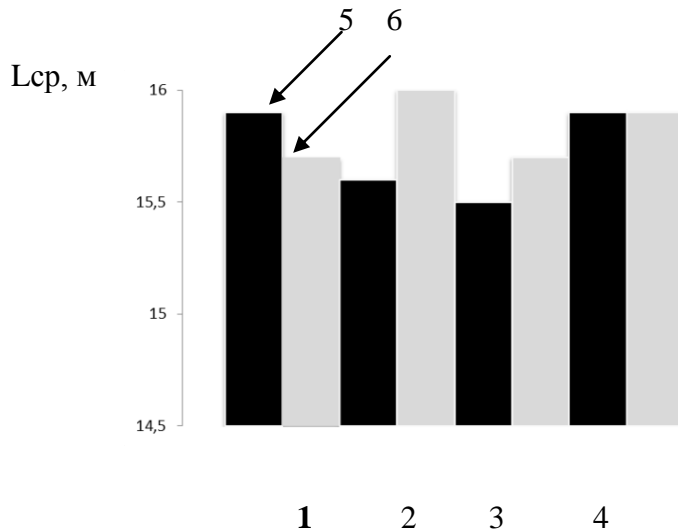
Характер зміни якості проробки підошви уступу при вибуховому зневодненні свердловин показано на рис. 3.

Висновки: Можна стверджувати, що основними шляхами вдосконалення сучасних технологій ведення вибухових робіт під

час розробки родовищ відкритим способом із мінімізацією техногенного забруднення навколишнього середовища є:

1. Обов'язкове попереднє зневоднення свердловин та одночасне їх очищення від бурового шлам.

2. Зрошування водою з питомими витратами в межах 8,6-18,3 л/м² поверхні блоку, що підлягає руйнуванню, дозволяє знизити пилогазовиділення в 2,0-2,5 рази.



1, 2, 3, 4 – ряди свердловин; 5 – до вибуху донних зарядів; 6 – після вибуху донних зарядів та зневодненні свердловин; L_{ср} – глибина свердловин, м

Рис. 1 – Зміна середньої глибини свердловини при її вибуховому зневодненні

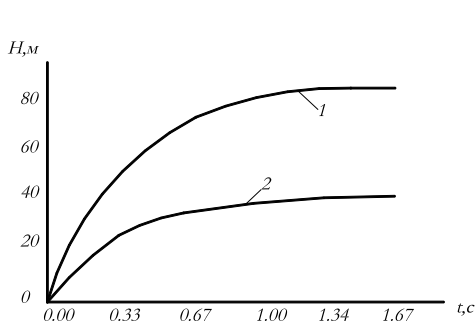
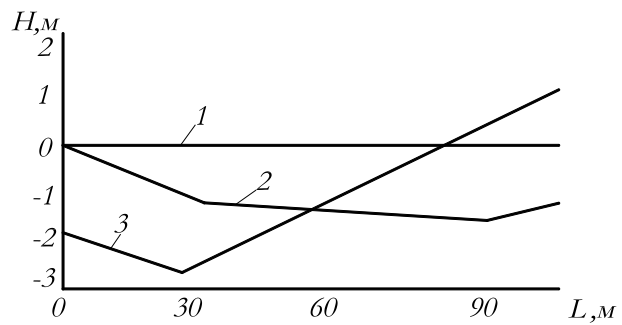


Рис. 2 – Залежність висоти підйому пилогазової хмари на контрольній (1) й експериментальній (2) ділянках, зрошуваних повітряно-водяною завісою, в результаті викиду води донними зарядами



1 – проектна підшва уступу; 2 – підшва уступу на експериментальній ділянці з попереднім пристрілюванням та зневодненням свердловин; 3 – підшва уступу на контрольній ділянці при вибуховій відбійці (без пристрілювання свердловин); L – відстань між макшрейдерськими відмітками, м.

Рис. 3 – Якість проробки підшви

3. Зневоднення свердловин забезпечує підвищення продуктивності зарядження в 4 рази й тим самим скорочує термін підготовки масових вибухів з 3-5 діб до 8-24 годин, виключає «пробки» з ВР та флегматизацію заряду водою й буровим дріб'язком, низькошвидкісні детонації та порушення кисневого

балансу ВР, що є головним фактором суттєвого, збільшення шкідливих викидів у кар'єрах.

4. Зневоднення свердловин та скорочення терміну підготовки масових вибухів до 8-24 годин усуває розчинення ВР у свердловинах і забруднення підземних вод та зводить їх до мінімуму під час зарядження ВР.

5. Собівартість відбійки міцних обводнених гірських порід зменшується не менше, ніж на 30%.

6. Підвищення сейсмічної безпеки досягається як вибуховим знеміцненням донних зарядів, так і застосуванням неелектричних систем ініціювання типу «Nonel», «Імпульс» та ін., що дуже важливо, коли кар'єри розташовані в межах міст чи вироблених підземних порожнин від підземного видобування руд чи інших корисних копалин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Глобальні проблеми світу. Алас. Друге видання світового банку реконструкцій і розвитку. – ДНВП «Картографія», 2009. – 144 с. (переклад українською).

2. Ісаєв С. Д. Засіб зниження ймовірності небезпечного навантаження на довкілля та людину від великомасштабних масових вибухів на кар'єрах України / С. Д. Ісаєв, А. П. Пашков // НАУКОВІ ЗАПИСКИ

Києво-Могилянської Академії – Т. 93 – 2009. – С. 85-88.

3. Нечаєва Н. С. Захист підземних вод від забруднення при вибухових роботах / Н.С. Нечаєва // Інформаційний бюлетень з охорони праці. Національний НДІ охорони праці. – К.: ННДІОП, – 2005 – №4 – С. 39-43

4. Тищук В. Ю. Розроблення і дослідження способу та засобу боротьби з пилом і газами при масових вибухах на кар'єрах / В. Ю. Тищук, М. Ф. Євдокименко, Ю. Т. Котов, В. Н. Палеха // Вісник Криворізького технічного ун-ту. Зб. Наук. Праць – Вип.12 – 2006. – С.174-179

5. Ісаєв С. Д. Охорона навколишнього середовища під час вибухових робіт на кар'єрах в умовах економічної кризи / С. Д. Ісаєв, А. П. Пашков, Л. А. Нападовська // Безпека життєдіяльності. К.: Основа, 2009. – №8 – С.24-27

6. Лященко В. И. Повышение сейсмической безопасности при производстве взрывных работ под городской застройкой / В. И. Лященко, Г.В. Мельник, А. В. Малоок // *Металлургическая и горнорудная промышленность* – 2010 – №6 – С. 74-80.

Надійшла до редколегії 11.04.2011

УДК 911

А. В. ХОЛОПЦЕВ, д-р геогр. наук, доц., **Ю. М. МАЦУК**, асп.

Севастопольский национальный технический университет

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МЕЖГОДОВОЙ ДИНАМИКИ ПОВТОРЯЕМОСТИ ГРОЗ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА КИЕВА

Изменения повторяемости гроз в летние месяцы над городом Киевом могут быть с высокой точностью описаны с помощью метода линейной множественной регрессии. Идентифицированные модели обладают робастностью к временным сдвигам в будущее на 22 года и потому могут быть использованы при прогнозировании дальнейшей динамики этого процесса до 1930 года.

Ключевые слова: гроза, повторяемость, летние месяцы, прогноз, г. Киев, линейная множественная регрессия

Холопцев А. В., Мацук Ю. М. ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ПРОГНОЗУВАННЯ МІЖРІЧНОЇ ДИНАМІКИ ПОВТОРЮВАНОСТІ ГРОЗ НА ПРИКЛАДІ МІСТА КИЄВА

Зміни повторюваності гроз в літні місяці над містом Києвом можуть бути з високою точністю описані за допомогою методу лінійної множинної регресії. Ідентифіковані моделі володіють робастністю до тимчасових зрушень в майбутнє на 22 роки і тому можуть бути використані при прогнозуванні подальшої динаміки цього процесу до 1930 року.

Ключові слова: гроза, повторюваність, літні місяці, прогноз, м. Київ, лінійна множинна регресія

Khlopcev A. V., Macuk Yu. M. ESTIMATION OF PROGNOSTICATION POSSIBILITIES OF INTERANNUAL DYNAMICS OF REPETITION OF THUNDERSTORMS ON EXAMPLE OF CITY OF KIEV

Changes repetition of thunderstorms in summer months above a city Kiev can be with high exactness of opi-sany by the method of linear multiple regression. The identified models possess robast-nost'yu to the temporal changes in the future on 22 years and that is why can be used for prognostication of further dynamics of this process to 1930 year.

Keywords: thunderstorm, repetition, summer months, prognosis, Kiev, linear multiple regression

Гроза является опасным природным явлением, существенно осложняющим работу воздушного и водного транспорта, систем электроснабжения населенных пунктов и

промышленных предприятий, а также вызывающим пожары в лесных массивах многих регионов Мира. Поэтому совершенствование методов его прогнозирования является актуальной проблемой физической