6. **Маков С.В., Шрайфель И.С., Литюк В.И.** Метод фильтрации трафика в Ethernet-мостах и условия его применения // Электротехнические и информационные комплексы и системы, научно-технический и теоретический журнал. - М.: Изд-во РГУТиС - №4, т. 6.- 2010. - С. 22-27

7. **Маков С.В., Шрайфель И.С.** Оценка эффективности фильтрации трафика в межсетевых мостах и коммутаторах [Электронный ресурс] // Сервис в России и за рубежом. - Вып.5(24). - 2011г. URL; <http://www.mgus.ru/files/electronicjournal/number24/5.doc>

8. **Маков С.В.** Быстрая фильтрация кадров в мостах Ethernet с адаптивным вычислением хеш-функции // Современные проблемы радиоэлектроники: Сборник научных трудов. - Росж)в-на-Дону.: РИСТ ГОУ ВПО «ЮРГУЭС». - 2010. - С. 80-82

9. **Ткачев В.Н.** Современные проблемы в развитии кампусных информационных сетей общежитий ХНУРЭ / В.Н. Ткачев, С.Р. Полчаников. - Сборник тезисов Международной научно-технической конференции, посвященной 75-летию В.В. Свиридова "Информационные системы и технологии" (ИСТ-2012). - Морское-Харьков: 2012. - 152 с.

10. **О.Г. Король Л.Т. Пархуць, С.П. Евсеев.** Метод каскадного формирования мас-кодов с использованием модулярных преобразований Научные ведомости 2013. №15 (158). Выпуск 27/1

11. **Маков, Сергей Владимирович** Разработка и исследование эффективности методов построения таблиц фильтрации кадров в мостах и коммутаторах вычислительной техники [Электронный ресурс] <https://www.dissercat.com/content/razrabotka-i-issledovanie-effektivnosti-metodov-postroeniya-tablits-filtratsii-kadrov-v-most>

Рукопис подано до редакції 18.03.2020

УДК 622.235

О.О. ФРОЛОВ, д-р техн. наук, проф., В.М. ПИКАЛО, студ.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ДІАМЕТРУ СВЕРДЛОВИН ДЛЯ БУРОПІДРИВНИХ РОБІТ

Мета. Метою роботи є встановлення найбільш раціонального діаметра свердловинного заряду вибухової речовини для конкретних гірничо-геологічних умов відпрацювання родовища.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети в представлених дослідженнях використано: метод комплексного аналізу – для аналізу та узагальнення попередніх наукових досліджень щодо вибору та встановлення найбільш раціональних діаметрів свердловинних зарядів на кар'єрах; аналітичний та графоаналітичний методи – для удосконалення методики визначення діаметра свердловинного заряду при проведенні буропідривних робіт на кар'єрах в гірських масивах з різним ступенем тріщинуватості.

Наукова новизна. Наукова новизна результатів досліджень полягає в тому, що, на підставі представленої аналітичної залежності, отримано графічні залежності зміни вартості буропідривних робіт для різних діаметрів свердловинного заряду вибухової речовини. Вони дозволяють встановити найбільш раціональні діаметри свердловин в кар'єрі при заданих умовах з урахуванням різного ступеня тріщинуватості гірського масиву.

Практична значимість. Результати досліджень дозволяють для встановлених гірничо-геологічних та технологічних умов розробки родовища корисних копалин визначити раціональний діаметр вибухових свердловин на основі врахування техніко-економічних показників роботи підприємства.

Результати. За результатами виконаних досліджень встановлено, що діаметр свердловинного заряду є одним з найбільш важливих параметрів регулювання ступеня дроблення, а його вибір залежить від міцності та тріщинуватості порід. Запропоновано удосконалену методику визначення раціонального діаметру свердловин для буропідривних робіт на кар'єрах. Отримано вираз, який пов'язує вартісні показники буріння і підривання з основними технологічними показниками буропідривних робіт, в тому числі з діаметром свердловинного заряду. Для гірничо-геологічних умов кар'єру побудовані залежності між діаметром свердловинного заряду ВР та вартістю буропідривних робіт для різних гірських порід з різним ступенем тріщинуватості. Встановлені раціональні діаметри свердловинного заряду при виконанні бурових робіт станками СБШ-250 для порід різної категорії тріщинуватості

Ключові слова: буропідривні роботи, діаметр свердловини, питомі витрати, гірський масив, вибухова речовина, тріщинуватість, кар'єр.

doi: 10.31721/2306-5451-2020-1-50-15-20

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними задачами. Ефективне керування процесом вибухового руйнування скельних гірських масивів є однією з найважливіших науково-технічних задач гірництва. Вирішення її забезпечує зменшення витрат як на проведення буропідривних робіт (БПР) в кар'єрі зокрема, так і на видобуток корисних копалин в цілому.

Багаторічний практичний досвід виконання БПР на кар'єрах свідчить про те, що отримання необхідної якості вибухового подрібнення скельних порід тільки за рахунок збільшення питомої витрати вибухових речовин (ВР) є неефективним. Це призводить до збільшення об'єму переподрібненої гірничої маси та зниження міцнісних властивостей товарної продукції для кар'єрів будівельних матеріалів. Зважаючи на це, виникає потреба у розробці та удосконаленні інших способів керування вибуховим руйнуванням, які дозволять отримувати потрібну якість руйнування гірських масивів без збільшення витрат на БПР [1-4]. Тому удосконалення методики визначення раціонального діаметру вибухових свердловин на кар'єрах є актуальною науково-технічною задачею, тим більше, що діаметр свердловинного заряду ВР визначає основні параметри буропідривної роботи.

Як зазначають науковці та фахівці з гірництва, доцільність використання певного діаметру свердловин повинна обґрунтовуватися у кожному конкретному випадку техніко-економічним розрахунком з урахуванням необхідного ступеня дроблення гірської породи, проробки підосви уступу, продуктивності бурового устаткування та інших гірничо-технічних факторів.

Аналіз досліджень і публікацій. До основних параметрів регулювання ступеня дроблення, згідно [5], належать діаметр заряду, величина лінії опору по підосві уступу, відстань між зарядами, довжина і маса заряду, які взаємопов'язані між собою через розрахункову питому витрату ВР. Основними з них є розрахункова питома витрата ВР і діаметр заряду, інші параметри є похідними і залежать від величини витрати ВР. Зміна одного з параметрів тягне за собою зміну інших, які можуть вплинути на результат вибуху. Змінюючи діаметр заряду, можна досягнути такого розміщення свердловин, при якому усі окремі тріщинуватого масиву попадуть в зону регульованої дроблення. Тому діаметр заряду відноситься до одного з найбільш важливих параметрів регулювання ступеня дроблення. Крім того, при менших діаметрах зарядів зменшуються заколи за лінію зарядів у глиб масиву, зменшується відносний об'єм переподрібнення породи навколо заряду і відбувається поширення енергії по масиву з меншими втратами [6]. Однак на деяких підприємствах при зменшенні діаметра заряду з 200 до 100 мм не було отримано істотного зниження витрат на буропідривні роботи (БПР). Це пояснюється тим, що питомі витрати на обурювання масиву свердловинами зменшеного діаметру значно вище.

В [7] досліджено вплив діаметру заряду на ефективність відкритих гірничих робіт Кривбасу. Було рекомендовано для залізородних кар'єрів, які характеризуються виконанням робіт в сильно- та середньотріщинуватих гірських масивах, застосовувати свердловини діаметром 300 мм, як найбільш ефективними за технологічними та енергетичними показниками.

Як зазначають автори роботи [8], резервом підвищення ефективності комплексу буропідривної роботи в кар'єрі на великих глибинах може бути перехід на застосування свердловин оптимального діаметру. Для цього була розроблена математична модель визначення діаметру свердловини, яка базується на загальних аспектах вибухової справи, а саме: якість дроблення на певній відстані від заряду пропорційна потоку енергії, що проходить через одиничну площу поверхні; енергія заряду визначається теплою вибуху та ін.

В той же час деякі науковці зазначають, що якість подрібнення гірського масиву хоча залежить від діаметру заряду, однак він є не визначальним з поміж наведених параметрів [9].

У роботах Кутузова приведені наступні рекомендації щодо вибору необхідного діаметра заряду. У крупноблочних породах при однаковій питомій витраті ВР із зменшенням діаметра свердловинного заряду ступінь дроблення гірничої маси підвищується; у мілкоблочних породах зміна діаметра заряду істотно не впливає на ступінь дроблення. Тому при виборі діаметра заряду необхідно більш ретельно і зважено підходити до цього питання, оскільки одночасно визначається як спосіб буріння, так і тип бурового верстата, тобто ті фактори, що впливають на ефективність і вартість буріння. Зазвичай, витрати на бурові роботи зі збільшенням діаметру знижуються, а економія коштів, яку можна отримати від застосування свердловин меншого діаметру, зазвичай перекривається підвищеними витратами бурових робіт.

Постановка задачі. За результатами аналізу наукових досліджень і публікацій встановлено, що діаметр свердловинного заряду відноситься до одного з найбільш важливих параметрів регулювання ступеня дроблення, а його вибір суттєво залежить від міцності та тріщинуватості гірських порід. Однак, існуючий стан досліджень не надає однозначного обґрунтованого теоретичного рішення щодо визначення раціонального діаметру свердловинного заряду. Тому на кар'єрах зазвичай користуються даними практичного досвіду, що є прийнятними для конкрет-

них умов. У зв'язку з цим метою роботи є встановлення найбільш раціонального діаметра свердловинного заряду вибухової речовини для конкретних гірничо-геологічних умов відпрацювання родовища.

Викладення матеріалу та результати. З метою отримання найбільш раціональних значень діаметрів свердловинних зарядів для ведення вибухових робіт на кар'єрах використовуємо методику, в основі якої закладена техніко-економічна оцінка параметрів БПР [10, 11]

В цілому загальні питомі витрати на буропідривні роботи становлять

$$C_{\text{БПР}} = C_{\text{Б}} + C_{\text{ПР}}, \quad (1)$$

де $C_{\text{Б}}$ – питомі витрати на виконання бурових робіт, грн; $C_{\text{ПР}}$ – питомі витрати на вибухові роботи, грн.

Якщо розглянути витрати на буріння та підривання з урахуванням технологічних і техніко-економічних показників, то формула (1) набуде вигляду

$$C_{\text{БПР}} = \frac{4qc_{\text{бур}}}{10^{-6}\pi d^2 \Delta k_{\text{в}}} + c_{\text{ВР}}q, \quad (2)$$

де q – питома витрата ВР, кг/м³; $c_{\text{бур}}$ – питомі витрати на буріння 1 м свердловин, грн/м; d – діаметр свердловинного заряду, мм; Δ – щільність заряджання вибухової речовини в заряді, кг/м³; $k_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання об'єму свердловини (в середньому приймають $k_{\text{в}}=0,65-0,75$); $c_{\text{ВР}}$ – вартість 1 кг вибухової речовини з урахуванням витрат на заряджання, грн/кг.

Питому витрату ВР, з урахуванням діаметру свердловинного заряду [12] та при умові дроблення масиву на куски розміром не більше 500 мм, можна представити у вигляді, кг/м³

$$q = 0,13\gamma\sqrt[4]{f} \left(0,6 + 3,3 \cdot 10^{-3} d_o d\right) \sqrt[5]{\left(\frac{500}{d_{\text{н}}}\right)^2}, \quad (3)$$

де γ – щільність породи, т/м³; f – коефіцієнт міцності за шкалою Протодіяконова; d_o – середній розмір природної окремоті в масиві, м; d – діаметр свердловинного заряду, мм; $d_{\text{н}}$ – максимально допустимий розмір шматка зруйнованої гірничої маси, мм.

Як бачимо, у формулі (3) враховані основні фактори, які характеризують здатність гірського масиву до вибухового руйнування, зокрема міцність та тріщинуватість порід.

Загальні витрати на БПР (2) з урахуванням питомої витрати ВР (3) будуть становити [13]

$$C_{\text{БПР}} = 0,13\gamma\sqrt[4]{f} \left(0,6 + 3,3 \cdot 10^{-3} d_o d\right) \sqrt[5]{\left(\frac{500}{d_{\text{н}}}\right)^2} \left(\frac{4c_{\text{бур}}}{10^{-6}\pi d^2 \Delta k_{\text{в}}} + c_{\text{ВР}}\right). \quad (4)$$

В результаті математичних перетворень остаточно отримано [13]

$$C_{\text{БПР}} = \gamma\sqrt[4]{f} \sqrt[5]{\left(\frac{500}{d_{\text{н}}}\right)^2} \cdot \left(7,8 \cdot 10^{-2} c_{\text{ВР}} + 4,29 \cdot 10^{-4} d_o d c_{\text{ВР}} + \frac{0,31 \cdot 10^6 c_{\text{бур}}}{\pi d^2 \Delta k_{\text{в}}} + \frac{1,72 \cdot 10^3 d_o c_{\text{бур}}}{\pi d \Delta k_{\text{в}}}\right). \quad (5)$$

Якщо підставити у вираз (5) чисельні значення діаметра заряду, то можна, для гірських масивів різних за міцністю і тріщинуватістю, при умові встановлення усіх інших показників, визначити загальні витрати на БПР. Значення мінімальних витрат будуть відповідати найбільш ефективному діаметру свердловинного заряду.

Для гірничо-геологічних умов кар'єру «АРСЕЛОРМІТТАЛ КРИВИЙ РІГ» були проведені розрахунки щодо встановлення залежності між діаметром свердловинного заряду ВР та вартістю буропідривних робіт для різних гірських порід з різним ступенем тріщинуватості. В межах родовища переважають наступні скельні породи: магнетитові кварцити, силікат-магнетитові кварцити (руда), окиснені кварцити, мало рудні неокиснені кварцити і некондиційно окиснені кварцити, породи сланцевих горизонтів. Їхні основні характеристики наведено в табл. 1.

Значення середнього розміру природної окремоті в масиві d_o від категорії тріщинуватості становлять: для I категорії тріщинуватості – $d_o=0,1$ м; для II категорії – $d_o=0,3$ м; для III категорії – $d_o=0,75$ м; для IV категорії – $d_o=1,25$ м; для V категорії тріщинуватості – $d_o=2,0$ м.

Усереднені техніко-економічні показники буропідривних робіт кар'єру приймемо наступні: максимально допустимий розмір шматка зруйнованої гірничої маси – $d_{\text{н}}=1200$ мм; середнє значення коефіцієнту використання об'єму свердловини – $k_{\text{в}}=0,7$;

середня щільність заряджання ВР Анемікс 70 – $\Delta=1250 \text{ кг/м}^3$;
вартість ВР Анемікс 70 – $c_{\text{ВР}}=16,1 \text{ грн/кг}$.

Таблиця 1

Фізико-механічні властивості гірських порід на кар'єрі «АРСЕЛОРМІТТАЛ КРИВИЙ РІГ»

Типи руд та гірських порід	Об'ємна вага, т/м^3	Межа міцності порід на одно- вісне стиснення, МПа
Магнетитові кварцити	3,5	170-200
Силікат-магнетитові кварцити (руда)	3,25	180-250
Окиснені кварцити	3,3	40-150
Мало рудні неокиснені кварцити і некондиційно окиснені кварцити	3,15	110-140
Породи сланцевих горизонтів	3,15	110-120

Виконано розрахунки при умові застосування бурових верстатів типу СБШ-250. Середні питомі витрати на буріння 1 м свердловин прийнято $c_{\text{бур}}=280 \text{ грн/м}$.

На рис. 1-5 наведені графічні залежності вартості БПР від діаметру свердловини для різних порід при різних категорії тріщинуватості, що отримані у відповідності до формули (5).

З графічних залежностей рис. 1 видно, що I категорії тріщинуватості магнетитових кварцитів більш доцільним буде діаметр 400 мм, оскільки вартість БПР буде мінімальною $C_{\text{БПР}}=9,01 \text{ грн}$. Для II категорії порід найбільш доцільний діаметр 350 мм при мінімальній вартості БПР $C_{\text{БПР}}=12,14 \text{ грн}$. Відповідно, для III категорії – $d=250 \text{ мм}$, $C_{\text{БПР}}=18,21 \text{ грн}$; для IV категорії тріщинуватості порід – $d=250 \text{ мм}$, $C_{\text{БПР}}=24,37 \text{ грн}$; для V категорії – $d=200 \text{ мм}$, $C_{\text{БПР}}=33,33 \text{ грн}$.

Аналіз рис. 2 показує, що для силікат-магнетитових кварцитів порід I категорії тріщинуватості найбільш доцільним буде діаметр 400 мм, оскільки вартість БПР буде мінімальною $C_{\text{БПР}}=8,90 \text{ грн}$. Для II категорії найбільш доцільний діаметр 350 мм при мінімальній вартості БПР $C_{\text{БПР}}=11,99 \text{ грн}$. Відповідно, для III категорії – $d=250 \text{ мм}$, $C_{\text{БПР}}=17,97 \text{ грн}$; для IV категорії – $d=250 \text{ мм}$, $C_{\text{БПР}}=24,06 \text{ грн}$; для V категорії тріщинуватості порід – $d=200 \text{ мм}$, $C_{\text{БПР}}=32,91 \text{ грн}$.

Рис. 1. Залежність питомої вартості буропідричних робіт від діаметру свердловини в магнетитових кварцитах при різних категоріях тріщинуватості

Рис. 2. Залежність питомої вартості буропідричних робіт від діаметру свердловини в силікат-магнетитових кварцитах (руда) при різних категоріях тріщинуватості

Для окиснених кварцитів (рис. 3) I категорії тріщинуватості оптимальним буде діаметр свердловинного заряду $d=400 \text{ мм}$, тому що вартість БПР є мінімальною, а саме $C_{\text{БПР}}=7,34 \text{ грн}$. Для II категорії порід оптимальний діаметр 350 мм при мінімальній вартості БПР $C_{\text{БПР}}=9,88 \text{ грн}$. Відповідно, для III категорії – $d=250 \text{ мм}$, $C_{\text{БПР}}=14,82 \text{ грн}$; для IV категорії – $d=250 \text{ мм}$, $C_{\text{БПР}}=19,83 \text{ грн}$; для V категорії – $d=200 \text{ мм}$, $C_{\text{БПР}}=27,13 \text{ грн}$.

Для малорудних неокиснених кварцитів (рис. 4) для I категорії тріщинуватості мінімальна вартість БПР становить $C_{\text{БПР}}=7,17 \text{ грн}$, що відповідає оптимальному діаметру $d=400 \text{ мм}$. Для II категорії тріщинуватості мінімальна вартість БПР складає $C_{\text{БПР}}=9,66 \text{ грн}$ при діаметрі $d=350 \text{ мм}$. Відповідно, для III категорії порід – мінімальне значення $C_{\text{БПР}}=14,49 \text{ грн}$, а оптимальний діаметр $d=250 \text{ мм}$; для IV категорії – відповідно $C_{\text{БПР}}=19,39 \text{ грн}$ та $d=250 \text{ мм}$; для V категорії тріщинуватості мініальному значенні $C_{\text{БПР}}=26,52 \text{ грн}$ буде відповідати $d=200 \text{ мм}$.

В породах сланцевих горизонтів для I категорії тріщинуватості найбільш доцільним буде діаметр 400 мм, тому що мінімальна вартість БПР дорівнює $7,33 \text{ грн}$ (рис. 5). Для II категорії тріщинуватості оптимальне значення діаметру свердловинного заряду – $d=350 \text{ мм}$ для мінімальної вартості БПР $C_{\text{БПР}}=9,87 \text{ грн}$. III категорії тріщинуватості буде відповідати мінімальній вартості БПР $14,81 \text{ грн}$ значення діаметру 250 мм. IV категорія характеризується наступними

значеннями – $C_{БПР}=19,82$ грн; $d=250$ мм. В V категорії тріщинуватості гірських порід – мінімальна вартість БПР становить 27,11 грн для діаметру заряду 200 мм.

Рис. 3. Залежність вартості буропідричних робіт від діаметру свердловини в окиснених кварцитах для різних категорій тріщинуватості

Таким чином, якщо узагальнити дані рис. 1-5 при бурінні свердловин СБШ-250, то видно, що для I категорії тріщинуватості масивів для переважної більшості порід найбільш доцільним буде діаметр заряду $d=400$ мм. Для II категорії – $d=350$ мм, для III категорії тріщинуватості – $d=250$ мм, для IV категорії – $d=250$ мм, V категорії (практично монолітних) – $d=200$ мм.

Висновки та напрямок подальших досліджень. За результатами виконаних досліджень встановлено, що діаметр свердловинного заряду є одним з найбільш важливих параметрів регулювання ступеня дроблення, а його вибір залежить від міцності та тріщинуватості порід.

Запропоновано удосконалити методику визначення раціонального діаметру свердловин для БПР. Отримано вираз, який пов'язує вартісні показники буріння і підривання з основними технологічними показниками БПР, в тому числі з діаметром свердловинного заряду ВР.

Для гірничо-геологічних умов кар'єру «АРСЕЛОРМІТТАЛ КРИВИЙ РІГ» були проведені розрахунки щодо встановлення залежності між діаметром свердловинного заряду ВР та вартістю буропідричних робіт для різних гірських порід з різним ступенем тріщинуватості.

Встановлено, що при виконанні бурових робіт станками СБШ, для I категорії тріщинуватості для усіх гірських порід родовища раціональним є діаметр заряду $d=400$ мм, для II категорії – $d=350$ мм, для III категорії – $d=250$ мм, для IV категорії – $d=250$ мм, V категорії – $d=200$ мм.

Результати досліджень дозволяють продовжити вивчення впливу діаметру свердловинних зарядів на результати дроблення скельних гірських масивів з різним ступенем тріщинуватості. при проведенні буропідричних робіт на кар'єрах

Список літератури

1. Тищенко С.В. Особенности механизма разрушения горных пород дифференцированными скважинными зарядами взрывчатых веществ / С.В. Тищенко, Г.И. Еременко, К.А. Федин // Вісник Криворізького національного університету: зб. наук. праць. – 2012. – № 32. – С. 25 – 28.
2. Фролов О. О. Керування енергетичними потоками при вибуховому руйнуванні різноміцнісних масивів гірських порід на кар'єрах / Дис. ... докт. техн. наук: 05.15.03. – К., 2014. – 369 с.
3. Шапурін О.В. Оптимізація комбінованого буріння свердловин з утворенням котловин великого діаметру / О.В. Шапурін, П.М. Синичич // Вісник Криворізького національного університету: зб. наук. праць. – 2015. – Вип. 39. – С. 107-113.
4. Несмашный Е.А. Оценка эффективности применения эмонита для разрушения горных пород на первомайском карьере СевГОКа / Е.А. Несмашный, В.В. Перегудов, А.И. Перевертайло // Вісник Криворізького національного університету: зб. наук. праць. – 2010. – № 25. – С. 28 – 32.
5. Кутузов Б. Н. Взрывные работы. – М., «Недра», 1974. – 368 с.

Рис. 4. Залежність вартості буропідричних робіт від діаметру свердловини в малорудних неокиснених кварцитах при різних категоріях тріщинуватості

Рис. 5. Залежність вартості буропідричних робіт від діаметру свердловини в породах сланцевих горизонтів при різних категоріях тріщинуватості

6. **Фролов О. О.** Проблема вибору діаметру свердловинних зарядів для ведення буропідричних робіт на кар'єрах / О. О. Фролов, Ю. С. Мальцева // Матеріали конференції "Інноваційний розвиток гірничодобувної галузі" - Кривий Ріг: ДВНЗ "Криворізький національний університет". – 2017. – С. 37 - 38.
7. **Шапурин А.В.** О влиянии диаметра заряда на эффективность открытых горных работ / А.В. Шапурин, А.С. Левуцкий, В.П. Темный // Разработка рудных месторождений: сб. научн. трудов. – 2010. – №93. – С. 23-27.
8. **Мец С.Ю.** Эффективный комплекс буровзрывных работ при отработке уступов увеличенной высоты / С.Ю. Мец, А.Ю. Антонов // Гірничий вісник: зб. наук. праць. – 2014. – № 97. – С. 7 – 11.
9. **Шапурин О.В.** Дослідження взаємозв'язків між властивостями гірських порід, їх енергонасичення при підриванні і кускуватістю у розвалі / О.В. Шапурин, В.М. Серебреніков, Є.М. Швець // Вісник Криворізького національного університету: зб. наук. праць. – 2012. – № 30. – С. 18 – 23.
10. **Кутузов Б. Н.** Выбор рационального диаметра взрывных скважин на карьерах / Б. Н. Кутузов, А. А. Вареничев // Горн. журн. – 1976. – № 8. – С. 47-51.
11. **Мальцева Ю.С.** Проблемы выбора рационального диаметра скважинных зарядов на карьерах / Ю.С. Мальцева А.А. Фролов // Материалы 7-й Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов «Опыт прошлого – взгляд в будущее» – Тула: Тульский государственный университет. – 2017. – С. 30-35.
12. **Фролов О. О.** Визначення ефективного діаметру свердловинного заряду з урахуванням техніко-економічної оцінки буропідричних робіт / О. О. Фролов, Ю. С. Мальцева // Вісник Криворізького національного університету: Зб. Наук. Праць. – 2018. – Вип.46. – С. 9 – 14.
13. **Фролов О.О.** Техніко-економічне обґрунтування вибору діаметру свердловинного заряду для проведення буропідричних робіт на кар'єрах / О.О. Фролов, І.Д. Литвинчук // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – 2018. – №2(82). – С. 277-281.

Рукопис подано до редакції 25.03.2020

УДК 69.06:658.012.2:711.001.2

А. В. БАНАХ, М. О. ПОЛТАВЕЦЬ, кандидати техн. наук, доценти
Запорізький національний університет

ПРІОРИТЕТНИЙ ПІДХІД ДО УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ МІСТОБУДІВНИХ СИСТЕМ

Мета. Розробка моделі перспективного управління розвитком містобудівних систем і розміщення містобудівних об'єктів на основі загальних законів і принципів системології та пріоритетного підходу до управління задля забезпечення надійності містобудівних систем.

Методи. У дослідженні використано методи системології, методи системного аналізу, методи системотехнічного обґрунтування, методи теорії систем, методи теорії моделювання, методи теорії управління.

Наукова новизна. Запропоновано пріоритетний підхід до управління розвитком містобудівних систем на основі загальних законів і принципів в системології. Розроблено відповідну комплексну структурно-логічну модель управління складними системами, до яких відноситься і містобудівні, виходячи з умов забезпечення надійності складних систем.

Практична значимість. Результати дослідження можуть використовуватися при розробці оптимізаційних заходів з підвищення перспективної надійності складних систем у контексті системологічного розуміння, в тому числі при управлінні розвитком містобудівних систем. Розроблена структурно-логічна комплексна модель допоможе відповідним фахівцям реалізовувати стратегію управлінської діяльності та прийняття управлінських рішень щодо розвитку містобудівних систем і розміщення містобудівних об'єктів.

Результати. Визначено, що проблеми містобудування вимагають урахування нетрадиційних підходів до моделювання процесів і зв'язків управління для визначення «єдиного знаменника», який містив би сумісність, наскрізну інформаційну підтримку, єдину моделюючу основу. Запропоновано пріоритетний підхід до моделювання процесів управління розвитком містобудівних систем і розміщення об'єктів містобудування, що має доступну форму, структурну і функціональну цілісність, інтегрує рішення в комплексну модель з єдиною логікою та особливостями. Складові частини моделі сполучено, узгоджено та складають єдину управлінську систему. Ув'язка різнохарактерних завдань інтеграції процесів управління розвитком здійснюється шляхом узгодження міжсистемних зв'язків за усіма блоками моделі. Сформовано модель управління розвитком містобудівних систем, виходячи з умов раціонального обґрунтування і нагальних завдань галузі, яка може застосовуватися також для прийняття рішень щодо розміщення об'єктів містобудування.

Ключові слова: містобудування, системологія, складна система, інформаційні модулі, функції управління, стан системи, надійність системи, моделювання

doi: 10.31721/2306-5451-2020-1-50-20-25

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Резерви вирішення