

УДК 662.

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ СТВОРЕННЯ КОМПЛЕКСНИХ ПЛАНІВ В ІЗОЛІНІЯХ ЗА ДЕКІЛЬКОМА ЯКІСНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ДЛЯ РОДОВИЩ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ

А. О. Криворучко, С. С. Іськов, О. В. Камських, Г. М. Ломаков

Житомирський державний технологічний університет

вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005, Україна. E-mail: kraa@i.ua

Розглянуто можливість використання сучасних інформаційно-комп'ютерних технологій для розробки комплексної методики геометризації масивів природного каменю з метою отримання комплексної моделі родовища. За окремими планами якісних показників родовища, що створюються під час розвідки і експлуатації родовища, важко виносити правильні судження про доцільність розробки певних його частин, про напрями використання видобутого блочного каменю з окремих ділянок родовища, про його прогнозу вартість. Усе це потребує розробки певної методики поєднання даних планів для винесення підсумкової оцінки по родовищу по декільком напрямкам можливого застосування його продукції. На основі наведених методик запропоновано створення комплексних планів в ізолініях за декількома якісними показниками для родовищ природного каменю.

Ключові слова: природний камінь, комп'ютерно-інформаційні технології, декоративні властивості, геометризація масивів природного каменю.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СОЗДАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ПЛАНА В ИЗОЛИНИЯХ ПО НЕСКОЛЬКИМ КАЧЕСТВЕННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ДЛЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИРОДНОГО КАМНЯ

А. А. Криворучко, С. С. Иськов, А. В. Камских, Г. Н. Ломаков

Житомирский государственный технологический университет

ул. Чудновская, 103, г. Житомир, 10005, Украина. E-mail: kraa@i.ua

Рассмотрена возможность использования современных информационно-компьютерных технологий для разработки комплексной методики геометризации массивов природного камня с целью получения комплексной модели месторождения. По отдельным планам качественных показателей месторождения, создаваемых во время их разведки и эксплуатации, трудно делать правильные выводы о целесообразности разработки определенных его частей, о направлениях использования добытого блочного камня с отдельных участков месторождения, о его прогнозной стоимости. Все это требует разработки определенной методики сочетания данных планов для вынесения итоговой оценки по месторождению по нескольким направлениям возможного применения его продукции. На основе приведенных методик предложено создание комплексных планов в изолиниях по нескольким качественным показателям для месторождений природного камня.

Ключевые слова: природный камень, компьютерно-информационные технологии, декоративные свойства, геометризация массивов природного камня.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Природний камінь – цінний декоративно-облицювальний і оздоблювальний матеріал. Останніми роками надзвичайно зросли вимоги покупців як до якості, так і до форми блоків з високоміцних порід природного каменю. З іншого боку висока конкуренція на сучасному світовому ринку природного каменю диктує необхідність поставляти високоякісні блоки із заданими властивостями. Тому сьогодні українським каменедобувним підприємствам висувають вимоги як до якості самого каменю, так і до лінійних розмірів і форми блоків. Це змушує вітчизняні кар'єри змінювати і поліпшувати технологію видобування природного каменю, упроваджувати ефективні технологічні комплекси та всебічно досліджувати масив родовища. Однак, за окремими планами якісних показників родовища, що створюються під час розвідки і експлуатації родовища, важко виносити правильні судження про доцільність розробки певних його частин, про напрями використання видобутого блочного каменю з окремих ділянок родовища, про його прогнозу вартість. Усе це потребує розробки певної методики поєднання даних планів для винесення підсумкової оцінки по родовищу по декільком напрямкам можливого застосування його продукції, наприклад, вироби для внутрішнього облицювання, вироби для зовнішнього облицювання, блоки для

монументального будівництва і т.д.

Аналіз існуючих досліджень і публікацій. Всі дослідження під час геологічної розвідки та створення проекту розробки родовищ дають усереднене значення стосовно вибору напрямку просуванню фронту гірничих робіт та напрямку анізотропії масиву.

Однак, на конкретних ділянках видобувного вибою необхідно напрямок відділення (відколювання, відрізання) моноліту від масиву узгоджувати з фактичним напрямком найкращої ділимості, який інколи суттєво відрізняється від усередненого.

В даний час проектування технології видобувних робіт на родовищах природного каменю здійснюють за середнім показником тріщинуватості та блочності. Достовірна інформація про тріщинуватість і блочність родовища дозволяє визначати вміст і вихід блоків каменю, раціональні напрями розташування і переміщення фронту гірничих робіт кар'єру, визначати комплекси обладнання для видобування і переробки декоративного каменю [1].

Масове розповсюдження і застосування інформаційно-комп'ютерних технологій не обминуло промисловість по видобутку і обробці каменю. В [2, 3] була показана можливість введення зображення поверхні промислових зразків облицювального каменю в обчислювальне середовище сучасних комп'ютерів. Це дозволяє використати всю потуж-

ність обчислювальних методів цифрової обробки відеозображень [3–5] для вирішення практичних задач гірничої промисловості.

Використання ж інформаційно-комп'ютерних технологій дає можливість по новому підійти до вирішення багатьох традиційних питань наукової і практичної геології та гірництва, що відображено в [5–8].

Використавши потужний апарат Гіс систем, з'являється можливість створити максимально чітку модель родовища природного каменю та оперативно прогнозувати її динаміку в межах масиву порід [1, 9, 10]. При цьому засоби візуалізації дають можливість одержувати будь-які плани та здійснювати необхідні дії з поверхнями.

Метою роботи є розробка методики створення комплексних планів в ізолініях за декількома якісними показниками для родовищ природного каменю.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Для комплексного дослідження зразків природного каменю та для автоматизації роботи були використані сучасні географічні інформаційні системи (ГІС).

Перш за все, всі плани повинні відповідати таким умовам: зображені в одній і тій же системі координат, в однаковому масштабі і в одних і тих же площинах проєкцій (переважно – в проєкції на горизонтальну площину).

Виконання математичних операцій з топоповерхнями найзручніше виконувати із застосуванням допоміжної сітки, яка складається з множини точок, розташованих у плані через кожні 10, 20 чи 50 м залежно від масштабу плану, розмірів родовища і детальності його вивчення. Допоміжна сітка може бути створена як вручну (добавленням таблиці з координатами допоміжних точок), так і за допомогою спеціальних модулів (створення точкової теми з подальшим вираженням її атрибутів – координат – у таблиці атрибутів).

Після цього потрібно визначити значення відміток точок допоміжної сітки для кожного плану. Це можна виконати за допомогою спеціальних модулів, наприклад, модуля для ArcView GIS 3.2 LeoCross (Версія 2.2), створеного Леоновим С.С., при цьому створюється атрибутивна таблиця, в якій кожній точці допоміжної сітки шляхом інтерполяції по найближчим ізолініям привласнюється значення z-відмітки (декоративності, блочності...) у тій одиниці вимірювання, в якій вимірюється величина, наприклад, блочність – у %, декоративність – у балах, питома тріщинуватість – м/м² і т.д.

Для створення підсумкових планів потрібно або змодельовати вплив перелічених якісних показників на підсумкову ознаку, що визначається, введенням відповідних поправочних коефіцієнтів (наприклад, вплив тріщинуватості, блочності, декоративності і іризації на формування вартості покладу декоративного покладу), або переведенням значень усіх показників у відсотки, хоча, знову ж таки, вибір мінімального та максимального значення показника, що відповідає відповідно 0 та 100%, повинен бути обґрунтованим і буде відрізнятися (в деяких випадках дуже сильно) для різних родовищ.

Автором були виконані певні спроби виявлення

закономірностей зміни вартості декоративно-облицювального каменю в залежності від параметрів покладу (блочності) та характеристики каменю (декоративності) за даними 19 родовищ граніту для її прогнозування на родовищах, що проєктуються або модернізуються, за результатами даних геологічної розвідки, але за браком потрібного обсягу достовірної інформації (частина каменевидобувних підприємств інформацію про вихід блоків по групам вважають комерційною таємницею і/або невірною відображають його у документації) вона виявилась не зовсім вдалою і потребує окремих досліджень. Тому в даній роботі використано другий варіант поєднання планів в ізолініях різних показників, а саме, переведенням значень усіх показників у відсотки.

Переведення значень показників у відсотки і поєднання топоповерхонь можна виконувати як за допомогою спеціальних модулів ГІС, або «вручну» за допомогою, наприклад, табличного процесору MS Excel. Для цього дані всіх отриманих атрибутивних таблиць (порядкові номери, координати і значення якісних показників точок допоміжної сітки) переносяться в окремий файл.

У даній роботі були прийняті такі значення для якісних показників (визначались на базі Головинського родовища лабрадоритів).

План ізодекоративності. Мінімальне значення – 15 балів – відповідає 0%, або нижній межі для III класу декоративності, тобто для малодекоративних порід, порід, що становлять хоча б якусь естетичну цінність.

За максимальне значення (100%) прийнято 30 балів, оскільки на родовищах високомісних декоративних порід більші значення декоративності практично не зустрічаються, окрім того, воно майже відповідає верхній межі для II класу декоративності (декоративні породи). Тоді формула для розрахунку проміжних значень декоративності у відсотках така:

$$DEC_{(\%) } = \frac{DEC_{(балу)} - DEC_{(балу)_{\min}}}{DEC_{(балу)_{\max}} - DEC_{(балу)_{\min}}} \cdot 100\% , \quad (1)$$

$$DEC_{(\%) } = \frac{DEC_{(балу)} - 15}{15} \cdot 100\% .$$

План ізоблочності. Приймається мінімальне значення (0% за шкалою) – вихід 20%, оскільки для більшості родовищ високомісних декоративних порід це є мінімальним кондиційним значенням блочності, за якого родовище рентабельно розробляти. За максимальне значення (100% за шкалою) прийнято вихід блоків 35%, оскільки на родовищах лабрадориту більші значення практично не зустрічаються (табл. 1).

Для порівняння для гранітних родовищ вихід блоків практично не перевищує 60%, для родовищ габро – 50%. Тоді можна використати такий вираз для розрахунку проміжних значень блочності, %:

$$BL_{(\%) } = \frac{BL - BL_{\min}}{BL_{\max} - BL_{\min}} \cdot 100\% \quad (2)$$

$$BL_{(\%) } = \frac{BL - 20}{15} \cdot 100\% .$$

Таблиця 1–Середні значення блочності для родовищ габроїдних порід УКЩ

Родовище	Блочність, %
Букінське	22,4
Головинське	26
Горбулівське	29,4
Добринське	33,1
Кам'яна Піч	30
Кам'яно-Брідське	30
Ковалевське	31,4
Миківське	34,7
Олегівське	33
Осниківське	33,2
Синій Камінь	28
Сліпчицьке-1	17,6–32,2

План питомої тріщинуватості. Максимальне значення (100%) можливе за повної відсутності тріщин на ділянці (тобто питома тріщинуватість складає 0 м/м²) балів, що є найкращим варіантом. За мінімальне значення (0%) пропонується прийняти 5 м/м², оскільки при більших значеннях питомої тріщинуватості можуть видобуватися лише дрібні блоки, що економічне не виправдано. Для даного випадку зі збільшенням питомої тріщинуватості її значення у % буде зменшуватись. Тоді вирази для розрахунку проміжних значень декоративності у відсотках такі:

$$PTr_{(\%)i} = \frac{PTr_{\min} - PT}{PTr_{\min} - PTr_{\max}} \cdot 100\% \quad (3)$$

$$PTr_{(\%)i} = \frac{5 - PTr}{5} \cdot 100\%$$

Для підсумкової оцінки родовища потрібно отримати такі плани в ізолініях:

- 1) перспективності покладу за сукупністю всіх показників;
- 2) якості масиву;
- 3) якості породи;
- 4) раціональності використання для внутрішнього облицювання;
- 5) раціональності використання для зовнішнього облицювання.

Розглянемо кожен з них детальніше.

План перспективності покладу (рис. 1) складається за сукупністю всіх якісних показників покладу, що розглядалися при його геологічному вивченні і геометризації.

Наприклад, для Головинського родовища лабрадориту використовувались плани декоративності, тріщинуватості, блочності, іризації та інтенсивності метасоматичних вторинних змін. Даний план показує, наскільки раціонально розробляти окремі ділянки родовища і дозволяє виконувати певний прогноз відносно ефективності відробки порід. Перспективність для кожної точки визначається таким чином:

$$Pers_{(\%)i} = \frac{DEC_{(\%)i} + BL_{(\%)i} + PTr_{(\%)i} + IR_{(\%)i} + MSZ_{(\%)i}}{5} \quad (4)$$

де $IR_{(\%)i}$ та $MSZ_{(\%)i}$ – значення іризації та метасоматичних змін (%) у i -й точці. Після цього за даними перспективності для кожної точки складається план перспективності в ізолініях.

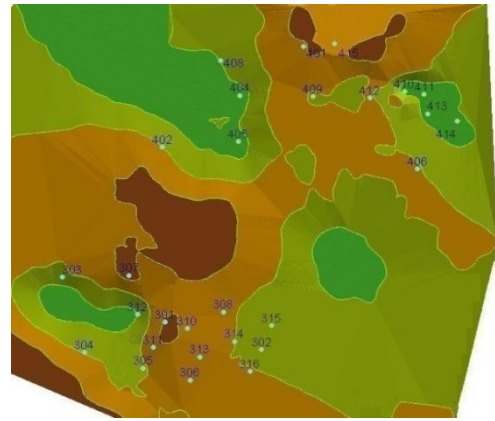


Рисунок 1 – План перспективності для Головинського родовища лабрадориту

Для плану перспективності, як і для інших планів підсумкової оцінки родовища, використовується колірна шкала, наведена на рис. 2.

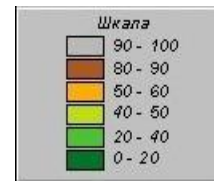


Рисунок 2 – Колірна шкала до планів підсумкової оцінки родовища

План якості масиву (рис. 3) складається за сукупністю якісних показників, що впливають на технологічну придатність масиву до розробки без врахування якості самого каменю і його естетичних ознак, фактично на базі плану якості масиву можна спрогнозувати зміну собівартості видобування блочного каменю.

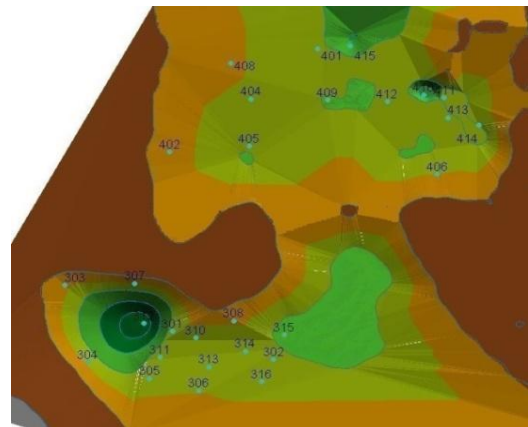


Рисунок 3 – План якості масиву для Головинського родовища лабрадориту

Для Головинського родовища лабрадориту при побудові використовувались плани тріщинуватості та блочності, плани ізопотужностей розкривних порід не розглядалися, оскільки вони істотно не впливають через малі значення потужності розкриття і коефіцієнтів розкриття. Значення окремих точок визначаються за виразом:

$$Mas_{(\%)i} = \frac{BL_{(\%)i} + PTr_{(\%)i}}{2} \quad (5)$$

План якості породи (рис. 4) складається за сукупністю якісних показників, що впливають на естетичну привабливість і унікальність породи та її відповідність діючим ГОСТам та ДСТУ (наприклад, за міцністю, довговічністю, морозостійкістю і т.д.), при цьому не звертається увага на складність розробки даної ділянки масиву. Фактично на базі плану якості породи можна спрогнозувати орієнтовну ринкову вартість видобуваємих блоків каменю на окремих родовищах. Для Головинського родовища лабрадориту при побудові використовувались плани декоративності, іризації та інтенсивності метасоматичних вторинних змін. Значення окремих точок визначаються за формулою

$$Rock_{(%)i} = \frac{DEC_{(%)i} + IR_{(%)i} + MSZ_{(%)i}}{3} \quad (6)$$

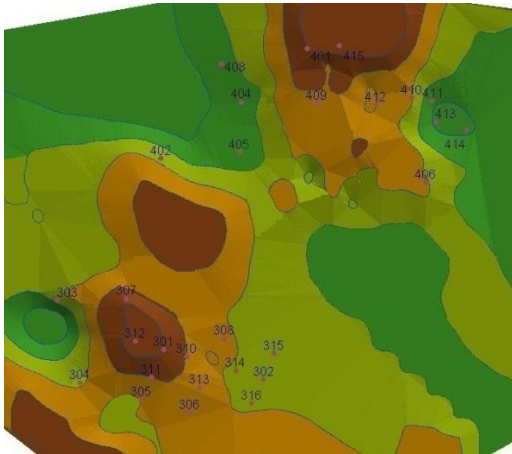


Рисунок 4 – План якості породи для Головинського родовища лабрадориту

План раціональності використання для внутрішнього облицювання (рис. 5) складається за сукупністю якісних показників, що визначають можливість використання каменю для виготовлення виробів внутрішнього облицювання.

Для Головинського родовища лабрадориту при побудові використовувались плани декоративності, тріщинуватості, блочності та іризації. План інтенсивності метасоматичних вторинних змін не розглядається, оскільки недоліки кольору і поверхні (позеленіння, поява білих плям...), до яких призводить заміщення плагіоклазу вторинними мінералами (кварц-карбонатні вклучення, калійшпатизація, хлоритизація) уже враховані введенням коригуючих коефіцієнтів у декоративності, а швидке вивітрювання виключається спеціальними умовами використання виробів (всередині приміщень фактично відсутнє агресивне середовище, що призводить до швидкої втрати якості породи ззовні). Фактично визначається можливість використання породи для внутрішнього облицювання. Значення окремих точок визначаються за формулою:

$$U_{seln(%)i} = \frac{DEC_{(%)i} + BL_{(%)i} + PTr_{(%)i} + IR_{(%)i}}{4} \quad (7)$$

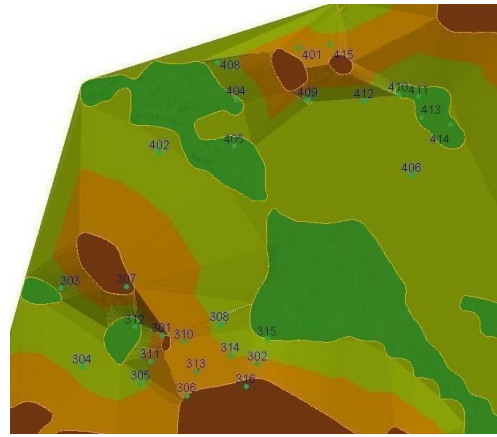


Рисунок 5 – План раціональності використання для внутрішнього облицювання Головинського родовища лабрадориту

План раціональності використання для зовнішнього облицювання (рис. 6) складається за сукупністю якісних показників, що визначають можливість використання каменю для виготовлення виробів зовнішнього облицювання. Для Головинського родовища лабрадориту при побудові використовувались плани декоративності, тріщинуватості, блочності та інтенсивності метасоматичних вторинних змін іризації. План іризації не розглядається, оскільки її відсутність/наявність уже врахована введенням коригуючих коефіцієнтів у декоративності, крім того іризуючі кристали на сонці порівняно швидко «вигорають» і перестають іризувати. Значення окремих точок визначаються за формулою:

$$U_{seln(%)i} = \frac{DEC_{(%)i} + BL_{(%)i} + PTr_{(%)i} + MSZ_{(%)i}}{4} \quad (8)$$

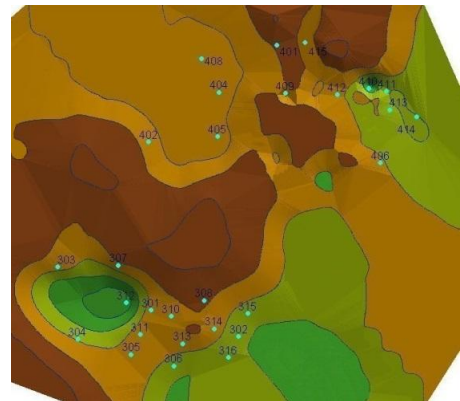


Рисунок 6 – План раціональності використання для зовнішнього облицювання для Головинського родовища лабрадориту

ВИСНОВКИ. Виконуючи вищерозглянуті арифметичні дії з отриманими при геометризації топоповерхнями, можна згрупувати ділянки родовища за певними критеріями і визначити найкращі ділянки родовища як за популярністю каменю, так і за сферами його застосування (наприклад, якщо на одній з ділянок родовища залягає високодекоративний камінь з низькою погодостійкістю, то рекомендовано його використання лише для виготовлення виробів внутрішнього облицювання).

Використовуючи вище перелічені плани, можна значно підвищити техніко-економічні показники роботи підприємства за рахунок більш правильного використання сировини і застосування тих комплексів обладнання, що підходить для даного масиву.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коробійчук В.В. Удосконалення системи поточного планування видобування блоків природного каменю // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Технічні науки. – 2012. – Т. 1, № 3 (62). – С. 122–125.
2. Камських О.В. Дослідження впливу агресивного кислотного середовища на корозійну стійкість декоративного каменю // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Технічні науки. – 2007. – № 1(40). – С. 173–176.
3. Використання апаратних засобів формування цифрових відеозображень для дослідження зразків природного каменю / Є.С. Купкін, Ю.О. Подчашинський, О.О. Ремезова // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Технічні науки. – 2004. – № 2(29). – С. 104–112.
4. Застосування інформаційно-комп'ютерних технологій обробки відеоінформації в гірничо-геологічній галузі / А.О. Криворучко, Є.С. Купкін, Ю.О. Подчашинський, О.О. Ремезова // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Технічні науки. – 2005. – № 1(32). – С. 107–116.
5. Визначення анізотропності та механічних властивостей природного каменю за допомогою інформаційно-комп'ютерних технологій обробки відеозображень (на прикладі габроїдних порід Коростенського плутону) / А.О. Криворучко, Ю.О. Подчашинський, О.О. Ремезова, В.О. Шлапак // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Технічні науки. – 2005. – № 4(35). – С. 128–134.
6. Застосування інформаційно-комп'ютерних технологій для дослідження гірничо-екологічних особливостей родовищ рудних і нерудних корисних копалин / А.О. Криворучко, В.В. Коробійчук, Ю.О. Подчашинський, О.О. Ремезова // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. – 2007. – № 1 (40). – С. 186–195.
7. Дослідження впливу буровибухових робіт на якість блочної продукції кар'єру на основі визначення геометричних характеристик її тріщинуватості / В.В. Коробійчук, Р.В. Соболевський, Ю.О. Подчашинський та ін. // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. – 2007. – № 3 (42). – С. 143–150.
8. Геометризація супутньої корисної копалини в умовах Лезниківського родовища гранітів та гірничо-геометричний аналіз його показників / В.В. Коробійчук, О.О. Кісель, В.А. Стріха // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Серія: Технічні науки. – 2012. – № 2 (58). – С. 175–184.
9. Розробка узагальненої методики геометризації масивів природного каменю з метою отримання комплексної моделі родовища / А.О. Криворучко, В.В. Коробійчук, С.С. Ісков // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. – 2012. – № 4 (63). – С. 190–202.
10. Визначення оптимального напрямку ведення гірничих робіт при видобуванні блоків з природного каменю / А.О. Криворучко, В.В. Коробійчук, Р.В. Соболевський та ін. // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. – 2016. – №3 (78). – С. 150–163.

METHODS OF WORKING OUT COMPLEX PLANS IN ISOLINES BY SEVERAL QUALITY INDICES FOR NATURAL STONE DEPOSITS

A. Kryvoruchko, O. Kamskych, S. Iskov, G. Lomakov

Zhytomyr State Technological University

vul. Chudnivska, 103, Zhytomyr, 10005, Ukraine. E-mail: kraa@i.ua

Purpose. The purpose of the investigation is to develop methods for performing express analysis of a deposit quality and for carrying out geometrization of a deposit. **Methodology.** Following complex methods of investigation were used in the research work: graphoanalytical and numerical analysis; statistical processing of the results using computer-aided engineering; laboratory investigations and mining geometrical analysis. **Findings.** The aim of the paper is to study application of modern information-computer technologies in developing complex methods of geometrization of natural stone massifs for obtaining complex model of a deposit. According to the plans of a deposit quality indices worked out for a deposit exploration and exploitation, it is difficult to consider the efficiency of mining deposit, the directions to utilize block stone extracted in separate parts of a deposit, as well as its forecast cost. All mentioned above implies the development of a certain method to combine these plans for making quantitative outcome study of a deposit to analyze directions of its production utilization. The working out complex plans in isolines by several quality indices for natural stone deposits on the basis of mentioned methods is considered in the paper. **Originality.** This approach allows obtaining considerable amount of information on the rocks characteristics which are very difficult to collect using known methods of investigation. Thus, the use of information-computer technologies in mining facilitates getting new results; it increases efficiency of rocks investigation as well as rises quality of industrial products of natural stone. **Practical value.** The results can be used in scientific investigation of rocks and in the industrial production connected with rocks mining and processing. The obtained outcomes can be used for the definition of qualitative characteristics of a natural stone, research of genesis and structure of mountain breeds. References 10, tables 1, figures 6.

Key words: natural stone, computer-information technologies, ornamental qualities of natural stone, geometrization of the massifs of natural stone.

REFERENCES

1. Korobiichuk, V.V. (2012), “Udoskonalennja systemy potocznego planuvannja vydobuvannja blokiv pryrodnogo kamenju”, *Transactions of Zhytomyr State Technological University, Engineering sciences*, vol. 1, no. 3 (62), pp. 122–125.
2. Kamskykh, O.V. (2007), “The study of the influence of the aggressive acid environment on corrosion resistance of ornamental stone”, *Transactions of Zhytomyr State Technological University, Engineering sciences*, no. 1(40), pp. 173–176.
3. Kupkin, E.S., Podchashinsky, Yu.A., Remezova, O.O. (2004), “Usage of hardware of creation of the videoimages for research of samples of a natural stone”, *Transactions of Zhytomyr State Technological University, Engineering sciences*, no. 2(29), pp.104–112.
4. Krivoruchko, A.A., Kupkin, E.S., Podchashinsky, Yu.A., Remezova, E.A. (2005), “The application of informational – computer technologies of processing of a visual information in mining and geological branch”, *Transactions of Zhytomyr State Technological University, Engineering sciences*, no. 1(32), pp. 107–116.
5. Krivoruchko, A.A., Podchashinsky, Yu.A., Remezova, E.A., Schlapak, V.A. (2005), “The definition of an anisotropy and mechanical properties of a natural stone with the help of informational-computer technologies of videoimages processing (on an example gabro rocks)”, *Transactions of Zhytomyr State Technological University, Engineering sciences*, no. 4(35), pp. 128–134.
6. Kryvoruchko, A.O., Korobiichuk, V.V., Podchashyns'kyj, Ju.O. and Remezova, O.O. (2007), “Zastosuvannja informacijno-kop'juternyh tehnologij dlja doslidzhennja girnycho-ekologichnyh osoblyvostej rodovysh hrudnyh i nerudnyh korysnyh kopalyn”, *Transactions of Zhytomyr State Technological University, Engineering sciences*, vol. 1 (40), pp. 186–195.
7. Korobiichuk, V.V., Sobolevs'kyj, R.V., Podchashyns'kyj, Ju.O., Zubchenko, O.A., Remezova, O.O. (2007), “Doslidzhennja vplyvu burovybuhovyh robit na jakist' blochnoi' produkci' kar'jeru na osnovi vyznachennja geometrychnyh harakterystyk i'i trishhynuvatosti”, *Transactions of Zhytomyr State Technological University, Engineering sciences*, vol. 3 (42), pp. 143–150.
8. Korobiichuk, V.V., Kysel, A.A., Strikha, V.A. (2012), “Geometrization related minerals in terms Leznykivskoho granite deposits and mining and geometrical analysis of its performance”, *Proceedings of the National University of Water and Environment. Engineering*, no. 2 (58), pp. 175–184.
9. Kryvoruchko, A.O., Korobiichuk, V.V., Is'kov, S.S. (2012), “Rozrobka uzagal'nenoi' metodyky geometryzacji' masyviv pryrodnogo kamenju z metodu otrymannja kompleksnoi' modeli rodovyshha”, *Transactions of Zhytomyr State Technological University, Engineering sciences*, no. 4 (63), pp. 190–202.
10. Kryvoruchko, A.O., Korobiichuk, V.V., Sobolevs'kyj, R.V., Kams'kih, O.V., Pavljuk, I.V. (2016), “Vyznachennja optimal'nogo naprjamku vedennja girnychyh robit pry vydobuvanni blokiv z pryrodnogo kamenju”, *Transactions of Zhytomyr State Technological University, Engineering sciences*, no. 3 (78), pp. 150–163.

Стаття надійшла 20.06.2017.