

13. **Коваль М.О.** Дослідження механічних властивостей та структури сплаву IN718, отриманого методом 3D-принтингу / М.О. Коваль, О.С. Воденнікова // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – 2020. – №3. – С. 21–29.
<https://doi.org/10.32620/aktt.2020.3.03>

14. **Vodennikova O.S.** Investigation of Mechanical Properties and Structure of Inconel 718 Alloy Obtained by Selective Laser Sintering from Powder Produced by 'LPW' / O.S. Vodennikova, M.O Koval., S. A. Vodennikov // *Metallophysics and Advanced Technologies*. – 2021. – Vol 43. – Issue 7. – pp. 925–937.
<https://doi.org/10.15407/mfint.43.07.0925>

15. **Vodennikova O.** Selective laser sintering technology is to be used in order to obtain aviation unit application / O. Vodennikova, M. Koval., S. Vodennikov // *METAL 2021 : 30th Anniversary International Conference on Metallurgy and Materials: Conference Proceedings* (May 26–28, 2021, Brno, Czech Republic, EU). – 2021. – pp. 543–549.
<https://doi.org/10.37904/metal.2021.4156>

УДК 004.4:622.142:622.271

О.С. ЗЕЛЕНСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф., В.С. ЛИСЕНКО, канд. екон. наук, доц.
Державний університет економіки і технологій

ВДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ОКОНТУРЮВАННЯ СОРТІВ РУД ПО ГОРИЗОНТАХ РУДНИХ КАР'ЄРІВ

Мета. Метою роботи є вдосконалення оцінки просторової мінливості вмісту вибраних показників на основі побудови ізоліній, а також виділення рудних тіл з урахуванням встановлених кондицій.

Методи дослідження. Наводиться новий розроблений модуль оконтурювання рудних тіл, що дозволяє оцінити мінливість показників по горизонтах кар'єру. При цьому заданий контур гірничих робіт покривається регулярною інтерполяційною сіткою. По даним інтерполяції будуються три поверхні різними способами: інтерполяційні, каркасні, а також на основі В-сплайнів (NURBS-поверхні). Відносно цих поверхонь формуються ізолінії з заданим кроком. Із сукупності контурів ізоліній вибирається контур по умовам кондицій, який являє собою оконтурювання рудного тіла. По двом показникам таких контурів будується два, та їх перетин дозволяє оцінити результуючий контур, який задовольняє вибраним кондиціям по цим двом показникам.

Наукова новизна. Для складно структурних родовищ більш прийнятними моделями побудови поверхонь є інтерполяційні, каркасні та на основі В-сплайну (NURBS-поверхня). З цих моделей найбільш ефективні NURBS-поверхні. Тут при корегуванні вхідних даних змінюється тільки найближча до цих даних область поверхні. NURBS-поверхня є керованою, можна змінити характер проходження поверхні відносно контрольних точок, змінюючи вагу їх впливу, що дозволяє моделювати переходи між сортами руд або між рудним тілом та порожньою породою.

Практична значимість. Авторами багато років розроблялась, вдосконалювалась та впроваджувалась багато-модульна автоматизована система геолого-маркшейдерського забезпечення (ГМЗ). Це повною мірою використовується в оновленому модулі оконтурювання сортів руд по горизонтах рудних кар'єрів. У першому варіанті модуль було впроваджено на підприємстві "Ерденет" (Монголія), що розробляє мідно-молібденове родовище. Новий варіант розроблено для умов залізрудних родовищ. Він наводиться на прикладі Південного гірничо-збагачувального комбінату (АТ «ПВДГЗК»).

Результати. Програмне забезпечення розроблене у середовищі Microsoft Visual Studio 2019 на базі бібліотеки MFC (Microsoft Foundation Classes) з використанням технології ADO (ActiveX Data Object) для обробки баз даних та бібліотеки OpenGL для роботи з 3D-графікою із застосуванням шейдерів, що забезпечує високу оперативність виведення 3D-графіки.

Ключові слова: В-сплайн, NURBS-поверхня, оконтурювання рудних тіл, ізолінії, OpenGL.

doi: 10.31721/2306-5451-2022-1-55-15-24

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними задачами. Планування гірничих робіт є однією з важливих задач при управлінні рудним кар'єром. Оконтурювання сортів руд по горизонтах кар'єру з урахуванням оцінки мінливості якісних показників, значною мірою впливає на ефективність планування гірничих робіт.

Метою роботи є вдосконалення оцінки просторової мінливості вмісту вибраних показників на основі побудови ізоліній, а також виділення рудних тіл з урахуванням встановлених кондицій. Суть методу полягає в побудові поверхонь за даними опробування свердловин та їх перерізами горизонтальними площинами із заданим кроком. При оконтурюванні рудних тіл поверхня перетинається по бортовому змісту.

Робота з оконтурювання виконується у 4 етапи: покриття дослідженої ділянки рівномірною сіткою та інтерполяція показників у вузлах сітки; побудова поверхні мінливості досліджуваного показника; побудова ізоліній; оконтурювання.

Аналіз досліджень та публікацій. При побудові ізоліній є достатньо зарубіжних програм, які мають ряд недоліків. У таких пакетах відсутня можливість користувачам оперативного керування процесом побудови ізоліній. Для невеликих гірничодобувних компаній ці програмні пакети важкодоступні через їхню високу вартість. Крім того, не забезпечується передача даних між додатками, вони розробляються автономно, а не як незалежний модуль, який можна використати при вирішенні довільних задач.

Авторами багато років розроблялась, вдосконалювалась та впроваджувалась багатомодульна автоматизована система геолого-маркшейдерського забезпечення (ГМЗ) [5]. Це повною мірою використовується в оновленому модулі оконтурювання сортів руд по горизонтах рудних кар'єрів. У першому варіанті модуль було впроваджено на підприємстві "Ерденет" (Монголія), що розробляє мідно-молібденове родовище. Новий варіант розроблено для умов залізрудних родовищ. Він наводиться на прикладі Південного гірничо-збагачувального комбінату (АТ «ПВДГЗК»).

Постановка задачі. За останні 3 роки цей модуль значно змінено як в галузі програмування, так і математичного забезпечення. Тут, як було раніше, в якості інформаційної основи використовується цифрова моделі родовища (СММ), що містить по горизонтах кар'єру дані опробування та координати усть по свердловинах детальної та експлуатаційної розвідок. За даними глибоких свердловин детальної розвідки (опробування кернів, координат їх гирла та інклінометрії) формується СММ по горизонтах кар'єру. Модель доповнюється свердловинами експлуатаційної розвідки. Це виконується окремим модулем ГМЗ.

У новій розробці додатково використовуються цифрові моделі кар'єру (СМК), що містять координати бровок уступів за різні періоди відпрацювання родовища. Тут можна показати дві моделі кар'єру за різні періоди часу. Одна з них може відображати проектні межі кар'єру.

При побудові поверхні мінливості показників попередніх роботах вперше використовувався В-сплайн (NURBS – поверхня). Наразі додатково використовуються наступні моделі: інтерполяційна, каркасна, поліноміальна. При інтерполяції може бути використаний раніше розроблений точковий "крайгінг". Однак при значній мінливості показників цей метод неефективний. Особливістю розробленого оконтурювання є облік кондицій за декількома показниками. Передбачено виведення контурів руди по горизонтах кар'єру на екран дисплея, принтер і у вигляді графічних файлів. Окремі функції програмного забезпечення вдосконалені, що дозволяє збільшити оперативність і надійність розрахунків. Значно покращено інтерфейс користувача.

Викладення матеріалу та результати. Опис модуля та його використання є дуже актуальним для гірничих підприємств і прикладом для вітчизняних розробників.

Опис роботи пакета за умовчанням наводиться у новому варіанті, тобто, для АТ «ПВДГЗК».

На початку експлуатації пакету виконується перегляд таблиць бази даних. На рис. 1 відображені три таблиці бази даних СММ.mdb: таблиця СММ та 2 таблиці цифрових моделей кар'єру (СМК) на різні періоди відпрацювання родовища. Тут наводяться дані по нульовому (0) горизонту. При перегляді СМК виведені координати (X, Y, Z) бровок уступів. Ці брівки складаються з окремих гілок. Кожна гілка має ознаку початку.

Після цього завантажується вікно для роботи у 2d графіці (рис. 2). Тут наведені опції меню та кнопки панелі інструментів. По тексту найменування кнопок наводяться у круглих дужках.

Опис основних опцій меню:

Горизонт (Г) Вибір горизонту. По вибраному горизонту виводяться дані опробування СММ та відмітки по брівкам уступів СМК. Використовується до 2-х таблиць СМК. Наявність таблиці СММ обов'язкова. Саме по даним опробування свердловин надалі будуються поверхні та ізолінії. При наявності СМК покращується орієнтування об'єкта дослідження. При наявності 2-х СМК можна бачити рух фронту гірничих робіт за звітний період, що полегшує орієнтування контуру, в межах якого будуються ізолінії. На рис. 2 виводяться по нульовому "0" горизонту дані по свердловинам (опробування по Femag) та СМК - положення бровок уступів на вибраному горизонті.

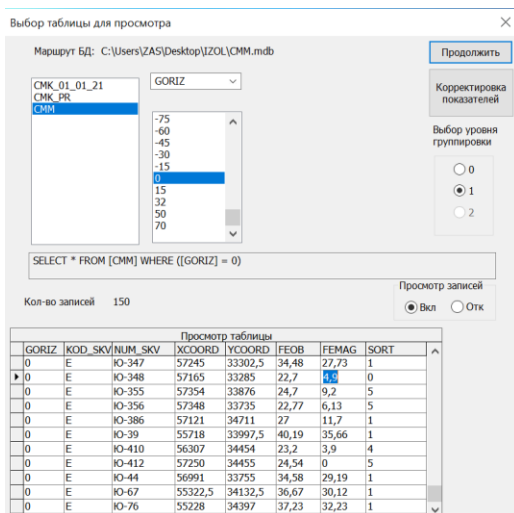


Рис. 1. Вибір таблиці по номеру горизонту

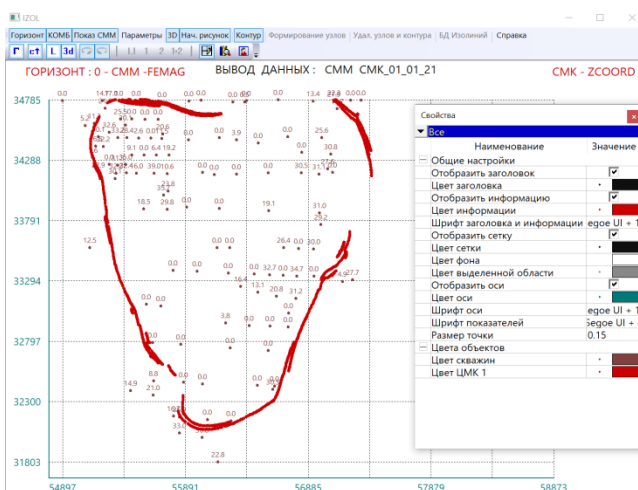


Рис. 2. 2d графіка

Управління 2d графікою виконується за допомогою мишки. Ліва кнопка “мишки” – переміщення графіки в напрямку переміщення “мишки”. За допомогою правої кнопки “мишки” формується прямокутна область з метою деталізації малюнку. Масштаб малюнку змінюється колесом “мишки”

КОМБ. Вибір показників СММ и СМК для виведення у 2d графіці. При цьому виконується вибір маркерів та (або) значень показників. Як видно з рис. 3 вибрані маркери (точки розташування) свердловин СММ та результати їх опробування. Крім того, виведені маркери однієї з СМК. На рис. 2 наводиться реалізація даного вибору. Діалог, який розглядається по ходу виконання програми поповнюється 2d об'єктами (контур побудови ізоліній, інтерполяція, оконтурювання). Будь-які об'єкти можуть бути одночасно виведені на екран дисплею.

Показ СММ (cf). Вибір показника СММ. Тут виводяться дані опробування по Fe_{mag} або по $Fe_{общ}$.

Параметри. Ця опція включає вибір параметрів виведення показників: множник показника, кількість знаків після коми.

(L) Зміна властивостей об'єктів для виведення виконується за допомогою легенди. Вона продемонстрована праворуч на рис. 2.

Нач. рисунок. Використовується для відновлення початкової 2d графіки.

3d. Виконується виведення даних опробування по свердловинам у 3d графіці (див. рис. 4). Надалі при формуванні інтерполяційної сітки додатково виводяться поверхні мінливості показників, ізолінії.

На рис 4. червоним кольором виділені значення Fe_{mag} . Білим кольором – рудні свердловини з мінімальним значенням показника (0.1% - 5%). Синім кольором – неопробовані рудні свердловини (нижче 0.1 %), зеленим кольором – свердловини інших сортів руд (залізисті кварцити та порожня порода).

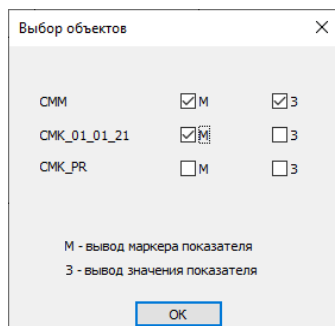


Рис. 3. Вибір об'єктів

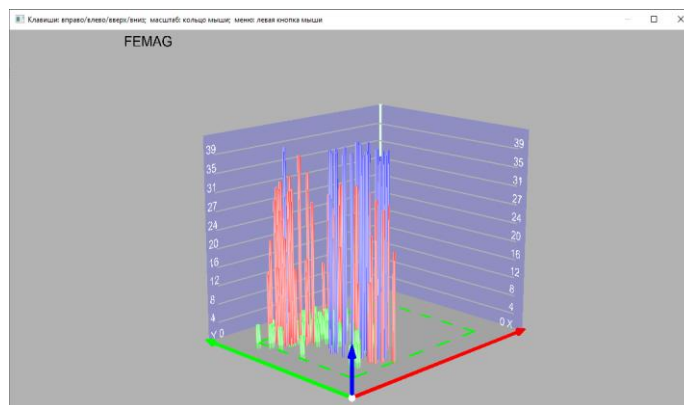


Рис. 4. 3d графіка (1 режим)

Контур. На екрані з'являється максимальний контур з маркерами на кутах. Він покриває повністю активну частину екрану (6х8 квадратів координатної сітки). Використовуючи маркери, можна отримати прямокутник різної ширини та висоти, а також перемістити його в будь-якому напрямку на екрані. За допомогою стрілок() можна виконати обертання прямокутника відносно центру за годинниковою або проти годинникової стрілки (рис. 5). Після формування контуру його видалення виконується повторним натисканням на клавішу *Контур*.

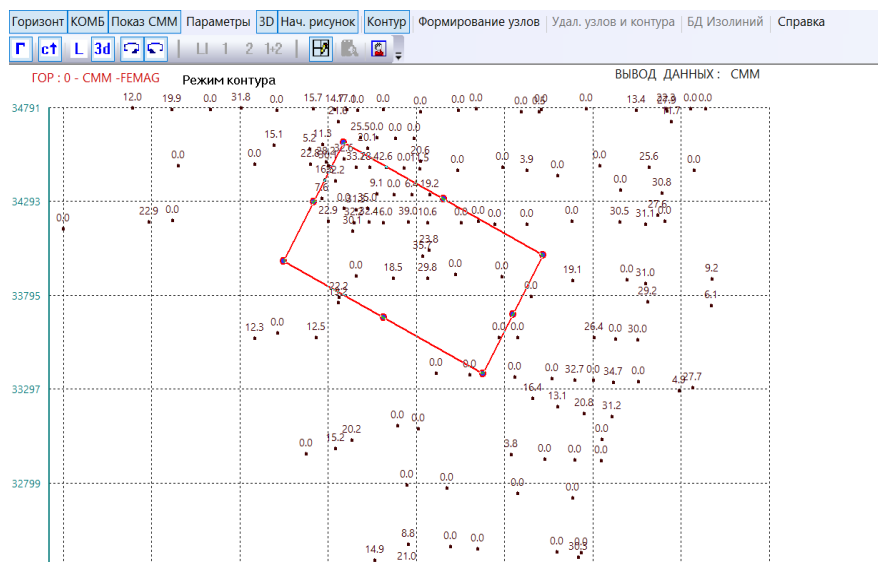


Рис. 5. Формування контуру (прямокутника)

Формування вузлів. При виборі опції на екрані з'являється діалог, показаний на рис. 6. В лівій частині діалогу вводяться параметри сітки.

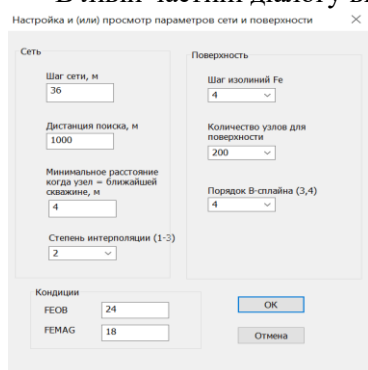


Рис. 6. Вибір параметрів для інтерполяції

На рис. 7 показано прямокутник (об'єкт дослідження), покритий інтерполяційною сіткою. Крок сітки визначається автоматично та складає 110 частину довжини по вісі ОХ. Як видно з рис. 7

$$X_{\max} = 57673; X_{\min} = 53689.$$

Крок сітки дорівнює $(57673 - 53689) / 110 = 36$.

Всі вибрані у діалозі показники можна змінити, в тому числі і крок сітки. При закритті додатку вони зберігаються.

Інтерпольовані значення у вузлах сітки визначаються методом обернених відстаней. Якщо при заданій дистанції пошуку (на рис. 8 жовте велике коло) відносно вузла сітки, який розглядається, немає свердловин, тоді автоматично радіус цього кола збільшується, поки не буде отримано позитивний результат.

Для виключення скупчення свердловин в одному напрямку та обліку просторового розташування свердловин коло дистанції пошуку розділюється на 8 секторів і при інтерполяції враховуються тільки свердловини, найближчі в кожному секторі. На рис. 8. червоним кольором позначені свердловини, які використовуються при інтерполяції.

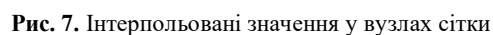
Значення показника у вузлі сітки А визначається як середньозважена величина

$$C_A = \sum_{i=1}^N C_i d_i^{-\alpha} / \sum_{i=1}^N d_i^{-\alpha},$$

де C_A – інтерпольоване значення показника у вузлі А; N – кількість найближчих свердловин (дистанція пошуку свердловин); α - показник ступеню; d_i – відстань між найближчими свердловинами та вузлом інтерполювання; C_i – значення показника у свердловині, яка найближча до вузла інтерполювання.

Масив інтерпольованих значень надалі використовується для візуалізації просторової мінливості показників у тривимірному просторі. Сітка використовується для реалізації інтерполя-

Горизонт	КОМБ	Показ CMM	Параметры	3D	Нач. рисунок	Контур	Формирование узлов	Удал. узлов и контура	БД Изолиний	Сп
----------	------	-----------	-----------	----	--------------	--------	--------------------	-----------------------	-------------	----



	Вывод относительно области экрана данных по CMM:
	☒ 1 Вывод скважин

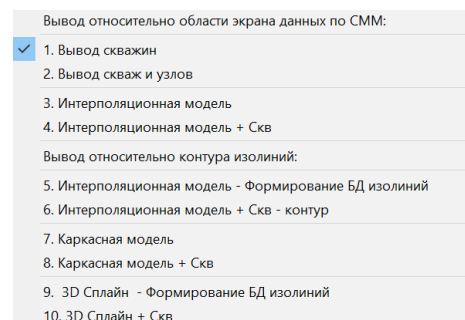
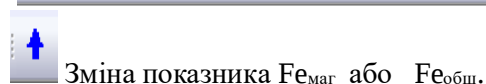


Рис. 9. Робота з 3d графікою



 Зміна розміру перерізу призми

Zo Поворот призми “вид зверху”

3iΣ Перерізи поверхонь площинами відносно горизонталі для побудови ізоліній.

Bdi Запис до БД. По кожному перерізу записуються координати квадратів для призми, висота яких вище даного перерізу.

2D Перехід у 2d графіку.

Розглянемо найбільш типові 4 варіанти відносно встановленого контуру (5-7, 9). Після розгляду цих варіантів інші варіанти цілком зрозумілі. Дані варіанти зроблені по вибраному горизонту **-60**.

Варіант 5. У цьому варіанті будується інтерполяційна модель (поверхня) мінливості показників. Інформаційною основою є інтерполяційна сітка. Відносно кожного вузла сітки будуються дотичні прямокутні призми, основою яких є квадрат. Вузол знаходиться у центрі квадрату. Сторона квадрату дорівнює кроку інтерполяційної сітки. Висота призми дорівнює значенню показника у вузлі сітки. На рис. 10 показано інтерполяційну модель. Після цього при натисненні кнопки **3iΣ** відносно поверхні на рис. 10 будуються перерізи, як це продемонстровано на рис. 11. Кожен переріз виділено окремим кольором. Чорним – нижче першого перерізу до білого – вище останнього перерізу. Для кожного наступного перерізу відбувається його освітлення. При натисненні кнопки **Z** на невеликій відстані від поверхні можна бачити ізолінії по $F_{\text{маг}}$, тобто зміна кольорів (ізоліній на площині).

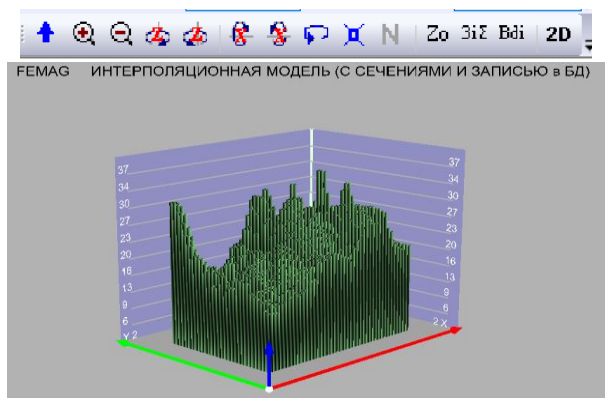


Рис. 10. Інтерполяційна модель

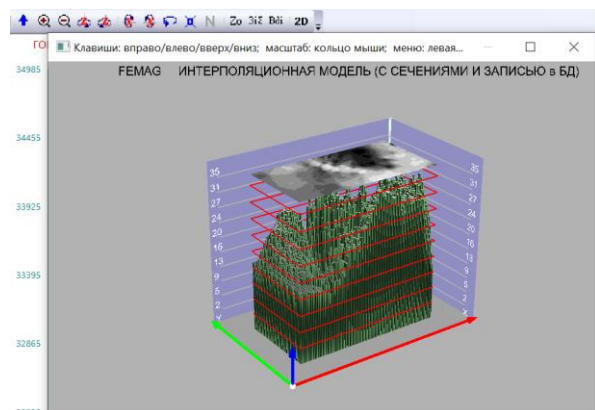


Рис. 11. Перерізи інтерполяційної моделі

Просмотр данных, а также возможность удаления данных

База изолиний, возможность удаления объектов						
Number	X	Y	Z	KOD	NRAS	
1	71	0	4	38	1	
2	53930,3767	35004	0	4	1	
3	57160,3767	35004	0	0	1	
4	57160,3767	33332	0	0	1	
5	53930,3767	33332	0	0	1	
6	53930,377	34966	14	4	1	
7	53930,377	35004	14	0	1	
8	53968,377	35004	14	0	1	
9	53968,377	34966	14	0	1	
10	53930,377	34928	14	4	1	
11	53930,377	34966	14	0	1	
12	53968,377	34966	14	0	1	
13	53968,377	34928	14	0	1	
14	53930,377	34890	10	4	1	
15	53930,377	34928	10	0	1	
16	53968,377	34928	10	0	1	
17	53968,377	34890	10	0	1	
18	53930,377	34852	10	4	1	

Buttons: First, Last, PgUp, PgDown, Deleting data, Help

Рис. 12. Значення полів БД ізоліній

ки) між сусідніми горизонтальними вузлами сітки, потім між сусідніми вертикальними вузлами. Реалізація моделі наведена на рис. 14. Ця модель не використовується для побудови ізоліній.

Нарешті, при натисненні кнопки **Bdi** виконується запис до бази даних (БД). В БД можна записати 2 об'єкти для одного контуру. Скажімо, для $F_{\text{маг}}$ та $F_{\text{общ}}$. Результат запису ізоліній продемонстровано на рис. 12.

Варіант 6. При цьому виборі будується інтерполяційна модель та виводяться свердловини. Цей варіант не використовується для побудови ізоліній (рис. 13).

Варіант 7. Реалізується каркасна модель, яка дуже близька до інтерполяційної. Тут проводяться ломані лінії (відрізки)

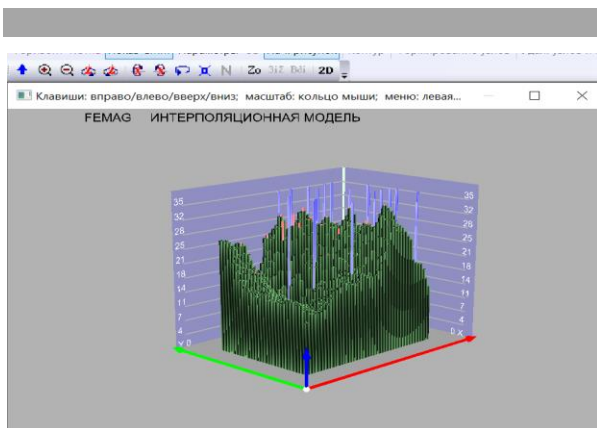


Рис. 13. Интерполяційна модель та виведення свердловин

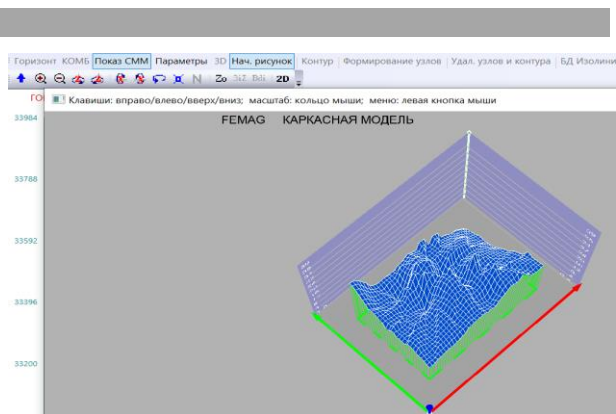


Рис. 14. Каркасна модель

Вариант 9. Побудова NURBS – поверхні (3d сплайн), яка наведена на рис. 15. Ця, вперше реалізована модель, використовується у автоматизованій системі ГМЗ при вирішенні горно-геометричних задач. У нашому випадку використовується при побудові ізоліній. Опис побудови поверхні наводиться в [1, 6].

Вихідні дані для побудови поверхонь:

інтерполяційна сітка (контрольні точки), які вміщують координати та дані опробування у вузлах сітки по $F_{\text{маг}}$ та $F_{\text{общ}}$;

встановлюється кількість вузлів та порядок В-сплайну. Після натиснення кнопки **N** ці дані вводяться у діалозі, наведеному на рис. 16. Тут кількість вузлів дорівнює 50. Це кількість вертикальних зелених ліній по вісі OX та OY. При цьому кількість утворених чотирикутників дорівнює 2500 (50x50);

крок ізоліній (вводяться у діалозі на рис. 6).

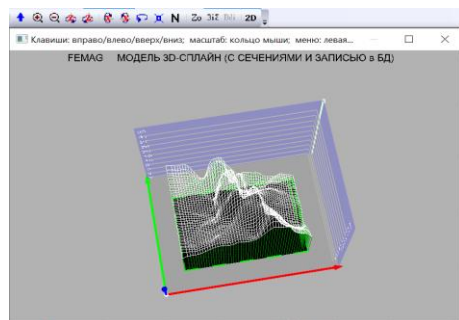


Рис. 15. NURBS – поверхня

Рис. 16. Параметры поверхні

При натисненні кнопки **3iΣ** поверхня перетинається горизонтальними площинами із заданим кроком ізоліній, як це показано на рис. 17. Побудова ізоліній та їх запис до БД виконується також як і при використанні інтерполяційної моделі. В БД можна записати 2 об'єкти для одного контуру. Скажімо, для $F_{\text{маг}}$ та $F_{\text{общ}}$ або для одного показника, але при різному способі побудови поверхонь.

Для подальшої роботи такі ж операції виконані по $F_{\text{общ}}$. При цьому БД буде заповнена двома об'єктами. Таким чином, закінчується робота в 3d та виконується перехід у 2d (натисканням кнопки **2d**), де нада-

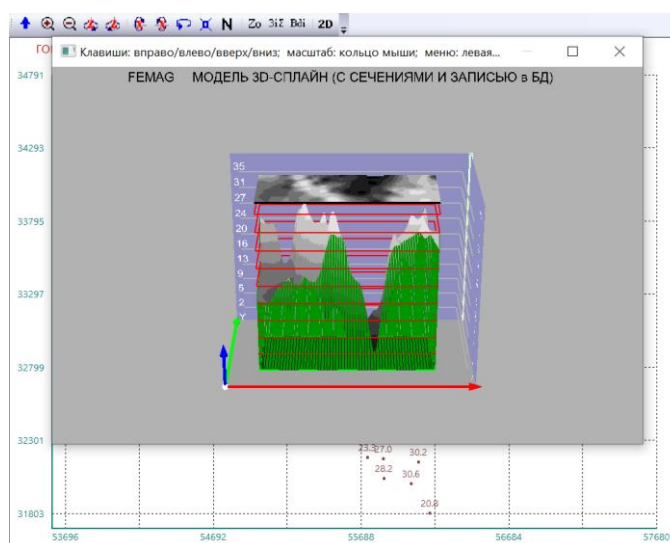


Рис. 17. До побудови ізоліній

ється можливість виведення ізоліній і контурів рудних тіл з врахуванням встановлених кондицій.

Після цього здійснюється повертання у 2d графіку (кнопка **2d**).

Оконтурювання рудних тіл або сортів руд виконується по заданим кондиціям вмісту. Скажімо, вміст вище заданого кондиційного (балансового) вмісту відноситься до руди, нижче – до порожньої породи. Контур рудного тіла по двом показникам визначається перетином їх кондиційних контурів, побудованих відповідно по кондиціям 1 та 2 показника. Кондиційний контур – це ізолінія по кондиційному вмісту.

У нашому випадку на інформаційній основі БД будуються ізолінії та кондиційні контури для $Fe_{\text{маг}}$ та $Fe_{\text{общ}}$. Кондиції $Fe_{\text{общ}} \geq 24\%$, $Fe_{\text{маг}} \geq 18\%$.

При першому натисненні на кнопку **1** на екрані будуються ізолінії по $Fe_{\text{маг}}$. (рис. 18). При повторному натисканні на цю кнопку на екран виводиться контур у якому $Fe_{\text{маг}} \geq 18\%$ (рис. 19).

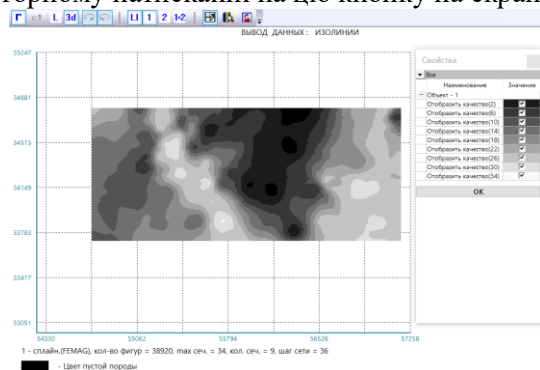


Рис. 18. Ізолінії по $Fe_{\text{маг}}$.

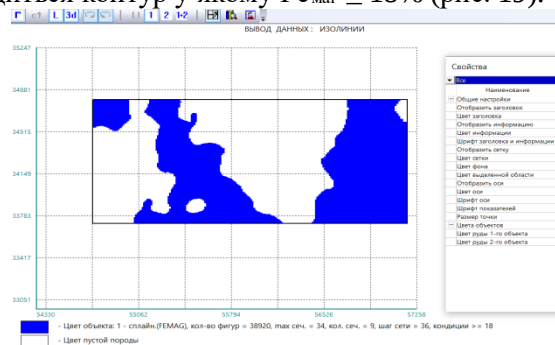


Рис. 19. Побудова кондиційного контуру по $Fe_{\text{маг}}$.

Аналогічні дії виконуються з кнопкою **2** при побудові ізоліній (рис. 20) та кондиційного контуру по $Fe_{\text{общ}}$.

При натисненні кнопки **1+2** виконується оконтурювання рудного тіла по $Fe_{\text{общ}} \geq 24\%$ та $Fe_{\text{маг}} \geq 18\%$. Тут, як показано на рис. 21, виділена область, яка задовольняє одночасно кондиціям двох показників.

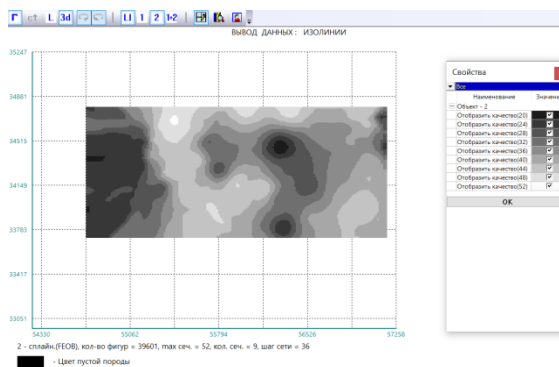


Рис. 20. Ізолінії по $Fe_{\text{общ}}$.

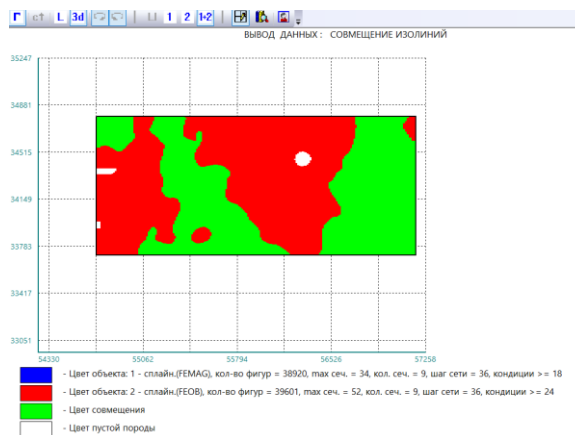


Рис. 21. Оконтурювання рудних тіл по $Fe_{\text{маг}}$ та $Fe_{\text{общ}}$.

Виведення результатів рішення задачі виконується 3-ма останніми кнопками (див. рис. 21). Перша кнопка ліворуч призначена для виведення графіки в межах вікна. Друга – для виведення графіки у вибраному масштабі. Третя – для запису до файлу зображення екрану (*.png, *.bmp, *.jpg).

Для побудови поверхонь не обов'язково використовувати інтерполяційну сітку. Прикладом може бути поліноміальна модель. При цьому вхідними даними є безпосередньо результати опробування свердловин.

Для визначення залежності поліному у тривимірному просторі $z = f(x, y)$ використовується запропонований авторами алгоритм [2].

Для поліному 5-го ступеню дану залежність можна представити у вигляді

Для складно структурних родовищ більш прийнятними моделями побудови поверхонь є інтерполяційні, каркасні та на основі В-сплайну (NURBS-поверхня). З цих моделей найбільш ефективні NURBS-поверхні. Тут при корегуванні вхідних даних змінюється тільки найближча до цих даних область поверхні. NURBS-поверхня є керованою, можна змінити характер проходження поверхні відносно контрольних точок, змінюючи вагу їх впливу, що дозволяє моделювати переходи між сортами руд або між рудним тілом та порожньою породою. Побудова такої поверхні не вимагає високої значності досліджуваних показників, забезпечується висока оперативність реалізації. Така модель рекомендована для умов родовища Південного ГЗК.

У автоматизованому режимі не представляє складнощів вибрати найбільш ефективну модель побудови поверхонь. Достатньо побудувати поверхню по даним свердловин при згущеній сітці опробування. Така поверхня приймається у якості "істинної" для порівняльного аналізу моделей, побудованих по більш рідкій сітці.

Програмне забезпечення розроблене у середовищі Microsoft Visual Studio 2019 на базі бібліотеки MFC (Microsoft Foundation Classes) з використанням технології ADO (ActiveX Data Object) для обробки баз даних та бібліотеки OpenGL [7-10] для роботи з 3D-графікою із застосуванням шейдерів, що забезпечує високу оперативність виведення 3D-графіки.

Список літератури

1. Автоматизация геолого-маркшейдерского обеспечения в информационной системе управления рудным карьером: монография / **А.С. Зеленский, С.В. Баран, В.С. Лысенко** и др.- Кривой Рог: Издательский центр ГВУЗ «КНУ», 2012.–362 с.
2. **Зеленский А.С.** Построение кривых и поверхностей при решении горно-геометрических задач /**А.С. Зеленский, В.С. Лысенко** //Вісник Криворізького національного університету. Збірник наукових праць. – Кривий Ріг: КНУ.–2013. – Вип. 34.–С. 225-232.
3. **Зеленский А.С.** Моделирование поверхности карьера с использованием В-сплайнов / **А.С. Зеленский, В.С. Лысенко, В.И. Мельничук** // Вісник Криворізького технічного університету. – Кривий Ріг: КТУ. – 2009. – № 23. – С. 50–54.
4. Автоматизация полного подсчета запасов на рудных месторождениях /**А.С. Зеленский, С.В. Баран, В.С. Лысенко, И.В. Хивренко** //Вісник Криворізького технічного університету. – Кривий Ріг: КТУ. – 2010. – №26. – С. 64 –68.
5. **Зеленский А.С.** Оконтуривание рудных тел с использованием В-сплайнов /**А.С. Зеленский, С.С. Пуханов, Т.А. Подойницына** //Вісник Криворізького технічного університету. – Кривий Ріг: КТУ. – 2011. – № 27. – С. 59 –62.
6. **Зеленский А.С.** Использование NURBS поверхностей для автоматизированного построения изолиний изменчивости качественных показателей руды на карьерах / **А.С. Зеленский, С.С. Пуханов, В.И. Мельничук** // Науковий вісник НГУ.–2009.–№6.–С. 69–73.
7. **Ричард С. Райт, мл., Бенджамин Липчак** OpenGL. Суперкнига, 3-е издание.: Пер. с англ – М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. – 1040с.
8. **Хилл Ф.** OpenGL. Программирование компьютерной графики. Для профессионалов.– СПб.: Питер, 2002.– 1088 с.
9. **Дональд Херн, М. Паулин Бейкер** Компьютерная графика и стандарт OpenGL, 3-е издание.–М.: Издательский дом «Вильямс», 2005.–1168 с.
10. **Роджерс Д., Адамс Дж.** Математические основы машинной графики: Пер. с англ.– М.: Мир, 2001.–604 с.

УДК 004:34.06

В.О. НИЖЕГОРОДЦЕВ, канд.пед.наук, доц., Державний податковий університет
Л.М. ПЕТРЕНКО, канд.ekon.наук, доц.,
Київський національний економічний університет ім. Вадима Гетьмана
С.М. ГРИЩЕНКО, канд.пед.наук, доц., Державний податковий університет

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ ПРАВНИКА: АНАЛІТИЧНО-ПРАВОВА СИСТЕМА «ZAKONONLINE»

Метою дослідження є висвітлення застосування інформаційно-правових систем в юридичній діяльності та огляд можливостей аналітично-правової системи ZakonOnline в сучасній практиці юриста. Цифрові технології, які пронизують усі сфери людської діяльності, не обійшли стороною і юриспруденцію. Розвиток інформаційних технологій в юриспруденції пов'язаний зокрема з використанням інформаційних систем в судочинстві, сфері державного