

## ГЕОЛОГО-ГРАВІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БУДОВИ ПІДНАСУВУ КАРПАТ

Представлено методику геолого-гравітаційного моделювання на прикладі створення моделей розрізу глибинної будови Карпат. Умовами геологічної змістовності та достовірності результатів моделювання є використання таких параметрів апроксимаційних конструкцій, швидкісних і точних комп'ютерних технологій, які б дозволяли працювати із складними моделями геологічного середовища, а також коли апріорна густинна модель створюється, надалі уточнюється чи деталізується під впливом геологічного аналізу характеру розбіжностей між спостереженим полем і модельними полями.

**Ключові слова:** методика геолого-гравітаційного моделювання, геологічний розріз, глибинна будова Карпат, комп'ютерні технології рішення прямих і обернених задач гравірозвідки.

Покривна структура Карпат та частини Передкарпатського прогину не викликає сумнівів. Наявність геолого-тектонічних карт, даних сейсмозвідки і буріння, глибинних свердловин у різних частинах Карпат і Передкарпатського прогину дозволяє з високою ймовірністю створювати геологічні моделі насуненого комплексу крейдово-палеогеново-неогенових порід. Надзвичайно актуальним є створення геологічних моделей піднасуву (ложа) Карпатського регіону, особливо в перспективній на вуглеводні частині, що розташована на захід від Передкарпатського глибинного розлому та у межах Зовнішньої зони Передкарпатського прогину (на схід від Передкарпатського глибинного розлому).

*Геолого-гравіметричні глибинні моделі* створені нами з врахуванням наступних даних.

У межах Західних (Польських) Карпат свердловини в декількох місцях пройшли насунений комплекс флішових порід, під якими були розкриті неогенові і палеозойські (кембрій, девон, карбон) породи. Це підтверджує, що всі зони Складчастих Карпат (Сколівська, Підсілезька, Сілезька та Магурська) знаходяться в алохтонному положенні [Крупський, 2001].

Про існування під насумом у північно-західній частині Східних (Українських) Карпат палеозойських порід свідчить глина ордовіку, що розкрита свердловиною на площі Доброміль-Стрільбичі, а також уламків вугілля Карбону серед флішових відкладів, які потрапили до них внаслідок перевідкладення. Деяко південніше палеозойські породи перекриті вже платформними відкладами мезозою (юрськими та крейдовими), про що свідчить розріз свердловини Стрийська опорна 1, яка знаходиться ще у Зовнішній зоні неподалік Передкарпатського розлому.

Прямі докази присутності мезозойських відкладів у піднасуві Карпат одержані в свердловинах Ластовець-2, Рошен-1, Петровецькі-2 і 3, Сергії-1, а також у свердловинах Лопушнянського нафтового родовища. У вказаних свердловинах мезозойські відклади перекриті неогеновими породами баденського віку.

Також використані дані глибоких і надглибоких свердловин, які хоч і не розкрили підложжя Карпат, але дають певні обмеження глибин. До уваги прийнято роздрібненість фундаменту (підложжя) на окремі блоки, про що

свідчить аналіз гравіметричних матеріалів [Мончак, 2010; Анікеєв, 2010 та інші]. При формуванні надглибинної частини моделей враховані і геологічні моделі, представлені в роботі [Бойко, 2003].

Геолого-гравітаційне моделювання нами виконано по трьох інтерпретаційних профілях, які обрані так, щоб проходили перпендикулярно до ізоліній поля сили тяжіння, через припідняті та перспективні об'єкти у піднасуві.

Перший профіль Гринява-Лопушна, протяжністю понад 80 км, перетинає Покутсько-Буковинські Карпати, а починається з Поркулецького і через Чорногорський, Скибові, Бориславсько-Покутський, Самбірський покрови заходить у Більче-Волицьку зону.

Другий профіль Бистриця-Зелена-Богородчани, протяжністю 70 км, починається від зони Кросно, проходить через Карпатські покрови, Більче-Волицьку зону та закінчується на Волино-Подільській плиті.

Третій профіль Труханів-Стрий, протяжністю 70 км, проведений через Скибові Карпати, Бориславсько-Покутський, Самбірський покрови та Більче-Волицьку зону.

По цих регіональних профілях в результаті геолого-гравітаційного моделювання створено геолого-гравіметричні глибинні моделі, на яких в основі Карпат досить чітко виділяємо перспективні на нафту і газ підняття.

Формальною ознакою досить високої достовірності побудованих нами моделей є невелика розбіжність між спостереженим і модельними полями (як середньоквадратична так і максимальна  $<0.5 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}^2$ ). Неформальною – дотримання методики геолого-гравітаційного моделювання.

На рис.1 показано фрагмент геолого-гравіметричної глибинної моделі по профілю Гринява-Лопушна.

*Про методику геолого-гравітаційного моделювання.* Створення густинної моделі геологічного середовища, що узгоджена зі спостереженим полем сили тяжіння, може бути досягнуто за різними способами рішення оберненої задачі гравірозвідки, в основі яких обов'язково повинні бути певні методики застосування комп'ютерних технологій. Однак найголовнішими

вимогами до них залишаються геологічна змістовність та достовірність результатів моделювання. Умовами, що забезпечують ці очевидні вимоги, є використання таких параметрів апроксимаційних конструкцій та швидкісних і точних комп'ютерних технологій, які б дозволяли працювати із складними моделями геологічного середовища, а також коли початкова (апріорна) густинна модель створюється, надалі уточнюється чи деталізується під впливом геологічного аналізу характеру розбіжностей між спостереженим полем і модельними полями (на першому кроці – полем первинної моделі, яке є результатом рішення прямої задачі) з урахуванням передбачень (гіпотез) щодо можливої будови середовища. Такий підхід С.С.Красовський називає гравітаційним моделюванням, за термінологією Є.Г.Булаха – це просте геологічне моделювання, за В.М.Страховим – це метод підбору і, який, на його думку, є єдиним практичним способом розв'язання обернених задач гравіметрії. Розроблену нами методикою кількісної інтерпретації гравіметричних матеріалів для підкреслення її геологічного підґрунтя, коли комп'ютерні технології моделювання для складно побудованих середовищ виступають важливим, але лише інструментом інтерпретації, більш прийнятно назвати *геолого-гравітаційним моделюванням*.

Кроки геолого-гравітаційного моделювання:

1. Аналіз комплексу геолого-геофізичних матеріалів, у тому числі і зіставлення їх з трансформантами спостереженого поля сили тяжіння, та створення апріорної моделі геологічного середовища:

– Формування структурної основи моделі, що включає ідентифікацію геологічних границь за даними буріння і сейсмогеологічними побудовами, їх довизначення на довжину профілю (площі) моделювання, а також уведення додаткових границь для опису окремих геологічних утворень.

– Оцінка значень густини гірських порід за даними буріння з урахуванням віку, глибин та умов їх залягання.

– Форматування апріорної моделі за вимогами комп'ютерної системи моделювання.

– Рішення прямої задачі гравірозвідки та зіставлення поля апріорної моделі зі спостереженим аномальним полем сили тяжіння.

2. Уточнення параметрів апріорної моделі:

– Аналіз неузгодженості апріорного і спостереженого полів та визначення напрямків корегування параметрів моделі для зменшення такої неузгодженості.

– Корегування (уточнення) структурної і густинної частин моделі у межах апіорі допустимого інтервалу достовірності з урахуванням геологічних уявлень про будову розрізу.

– Рішення прямої задачі гравірозвідки та зіставлення поля уточненої апіорної моделі і аномального поля.

– Аналіз неузгодженості полів та наступне корегування моделі, рішення прямої задачі і так далі до задовільної узгодженості полів.

3. Уточнена апіорна модель є початковим наближенням (початковою моделлю) до автоматизованого рішення оберненої задачі гравірозвідки.

4. Деталізація уточнених моделей:

– Деталізація розподілу густини (або геометрії границь) у початкових моделях за допомогою комп'ютерних технологій рішення лінійної (структурної) оберненої задачі гравірозвідки.

За причиною властивості неоднозначності рішення обернених задач можна побудувати низку формально рівноцінних еквівалентних моделей. Методикою моделювання повинні бути забезпечені такі геологічні ознаки густинної моделі:

1) Змістовність (принцип досягнення складно побудованості).

2) Узгодженість (принцип максимального використання апіорної геолого-геофізичної інформації).

3) Відповідність геологічним гіпотезам інтерпретатора (принцип застосування геологічного фактора).

Моделювання виконується з використанням комп'ютерної системи рішення прямих і обернених 2D/3D задач гравірозвідки “Complex.Gravity” [Анікеєв, 1997].

### Література

- Анікеєв С.Г., Маєвський Б.Й., Мончак Л.С., Степанюк В.П. Про геологічну будову Підкарпатської основи та перспективи її нафтогазоносності // Науковий вісник. -Івано-Франківськ, -2010. -№ 3 (25). -С. 5 – 9.
- Анікеєв С.Г. Комп'ютерна система рішення прямих та обернених задач гравірозвідки для 2D/3D моделей складнопобудованих середовищ// Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. -Серія: Розвідувальна і промислова геологія. -Івано-Франківськ, -1997. -Вип.34. -С. 57-63.
- Бойко Г.Ю., Лозиняк П.Ю., Заяць Х.Б., Анікеєв С.Г., Петрашкевич М.Й., Колодій В.В., Гайванович О.П. Глибинна геологічна будова Карпатського регіону// Геологія і геохімія горючих копалин. – Львів, – 2003. - №2. – С.52-62.
- Крупський Ю.З. Геодинамічні умови формування і нафтогазоносність Карпатського та Волино-Подільського регіонів України/ Ю.З.Крупський. – К.: УкрДГРІ, 2001. -144с.
- Л.С.Мончак, С.Г.Анікеєв, В.П.Степанюк, Г.О.Жученко Геолого-гравітаційне моделювання структур у піднасуві Буковинських Карпат // Науковий вісник. -Івано-Франківськ, -2010. -№ 1 (23). -С.33–37.

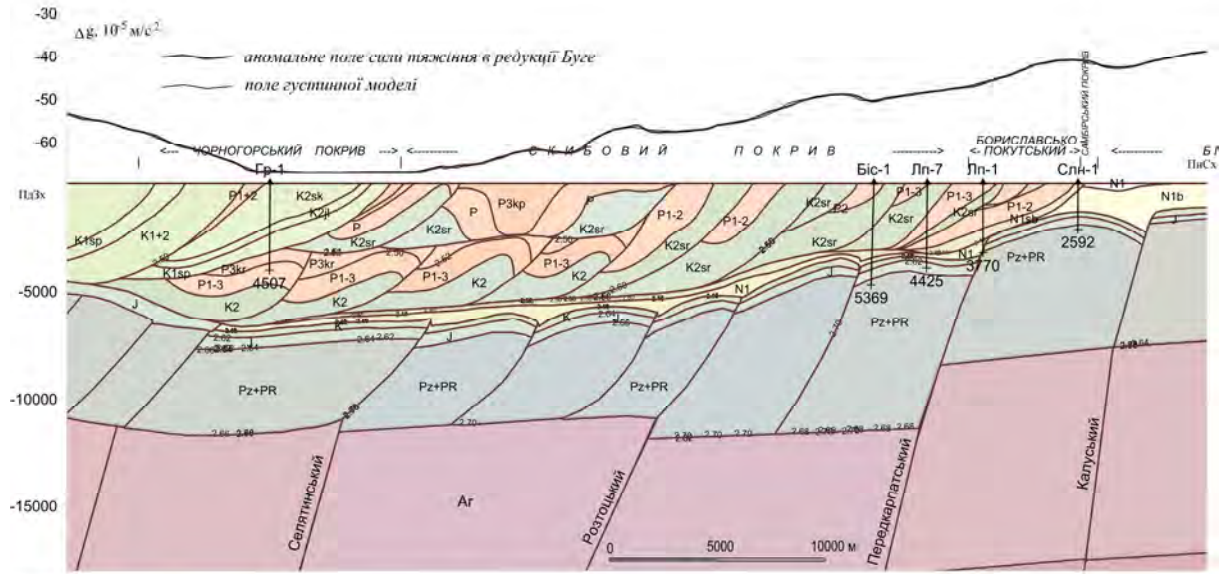


Рис. 1. Профіль Гринява-Лопушна. Геолого-гравіметрична модель.  
(Л.Мончак, С.Анікеєв, 2011)

## ГЕОЛОГО-ГРАВИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРОЕНИЯ ПОДНАДВИГА КАРПАТ

С.Г. Аникеєв, Л.С. Мончак, В.П. Степанюк, Б.Й. Маєвський

Представлена методика геолого-гравитационного моделювання на прикладі створення моделей глибокого строення Карпат. Умовлями геологічної достовірності і достовірності результатів моделювання являються використання таких параметрів апроксимационних конструкцій, швидких і точних комп'ютерних технологій, які б дозволяли працювати зі складними моделями геологічних серед, а також коли апріорна щільнісна модель формується, далі уточнюється і деталізується під впливом геологічного аналізу характеру розходжень між спостережуваним полем і модельними полями.

**Ключевые слова:** методика геолого-гравитационного моделювання; геологічний розріз; глибоке строення Карпат; комп'ютерні технології рішення прямих і обернутих задач гравіразвідки.

## GEO-GRAVITATIONAL MODELING OF THE STRUCTURE OF LODGE CARPATHIANS

S. Anikeyev, L. Monchak, V. Stepanjuk, B. Majeviskiy

In this thesis describes a method of geo-gravity modeling by creating models of the deep structure of the Carpathians. Geological conditions of consistency and reliability of simulation results are the use of such parameters approximating structures, fast and accurate computer technology that would enable work with complex models of geological environments, as well as an a priori density model is formed, further refined and is detailed under the influence of the geological analysis of the nature of discrepancies between the observed field and model fields.

**Key words:** method of geo-gravitational modelling; geological cross-section; the deep structure of the Carpathians; the computer technology for solving gravity direct and inverse.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна