

## ГЕОЛОГО-ГРАВІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУР У ПІДНАСУВІ БУКОВИНСЬКИХ КАРПАТ

*Л.С.Мончак, С.Г.Анікєєв, В.П.Степанюк, Г.О.Жученко, Т.М. Іваницький*

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 46067,  
e-mail: public@nung.edu.ua*

*Вивчення геолого-тектонічних матеріалів і морфології аномальних гравітаційних і магнітних полів дає підставу зробити висновки щодо природи піднасуву Буковинських Карпат та допомагає прогнозувати геологічну будову цієї частини Карпат за методами комп'ютерного гравітаційного моделювання.*

**Ключові слова:** гравітаційне поле, геологічна будова, прогнозування, моделювання.

*Изучение геолого-тектонических материалов и морфологии аномальных гравитационных и магнитных полей позволяет сделать выводы о природе поднадвига Буковинских Карпат и помогает прогнозировать геологическое строение этой части Карпат методами компьютерного гравитационного моделирования.*

**Ключевые слова:** гравитационное поле, геологическое строение, прогнозирование, моделирование.

*The analysis of the geological and tectonical maps with anomalies of gravity and magnetic fields allow understanding better the geological nature of Bukovin's Carpathians and on the base of this data to foreknow the geological structure of this part of Carpathian region by means of the geology-gravity modelling of computer.*

**Keywords:** gravity field, geological nature, to foreknow, to modeling.

Між Буковинськими і Покутськими Карпатами чіткої географічної границі не існує. У представлених в статті дослідженнях під Буковинськими Карпатами ми розуміємо частину Карпат, яка, в основному, знаходиться південніше р. Черемош у Чернівецькій області.

**Актуальність.** Мала результативність параметричного і пошукового буріння на нафту і газ у цьому регіоні обумовлена труднощами інтерпретації складного хвильового поля при підготовці об'єктів для нафтогазопозукових робіт. Це змушує шукати нові додаткові способи одержання інформації про наявність таких об'єктів.

**Елементи тектоніки Буковинських Карпат і гравімагнітні поля.** В аномальних гравімагнітних полях ця територія має свої особливі риси. На схемі гравітаційного поля (рис. 1) південно-східної частини Передкарпатського прогину [1] видно, що Буковинські Карпати розташовані східніше регіонального гравітаційного мінімуму, з яким пов'язаний Передкарпатський розлом, та розчленовані складною системою розломів, які оперяють Передкарпатський розлом та виникли під час зміни напрямку останнього при обході більш метаморфізованих щільних блоків порід. Водночас значно більша частина Карпат розташована західніше Передкарпатського гравітаційного мінімуму. Це знаходить своє підтвердження і на схемі зіставлення магнітного поля з тектонікою Українських Карпат [2, 3], на якій добре видно, як аномальне магнітне поле, характерне для зовнішньої зони Передкарпатського прогину, далеко заходить під насув Бориславсько-Покутської та Скибової зон Буковинських Карпат (рис. 2). Оскільки Передкарпатський розлом відділяє Складчасті Карпати від схилу Східно-Європейської платформи, є підстави стверджувати, що геологічна будова основи Буковинських Карпат

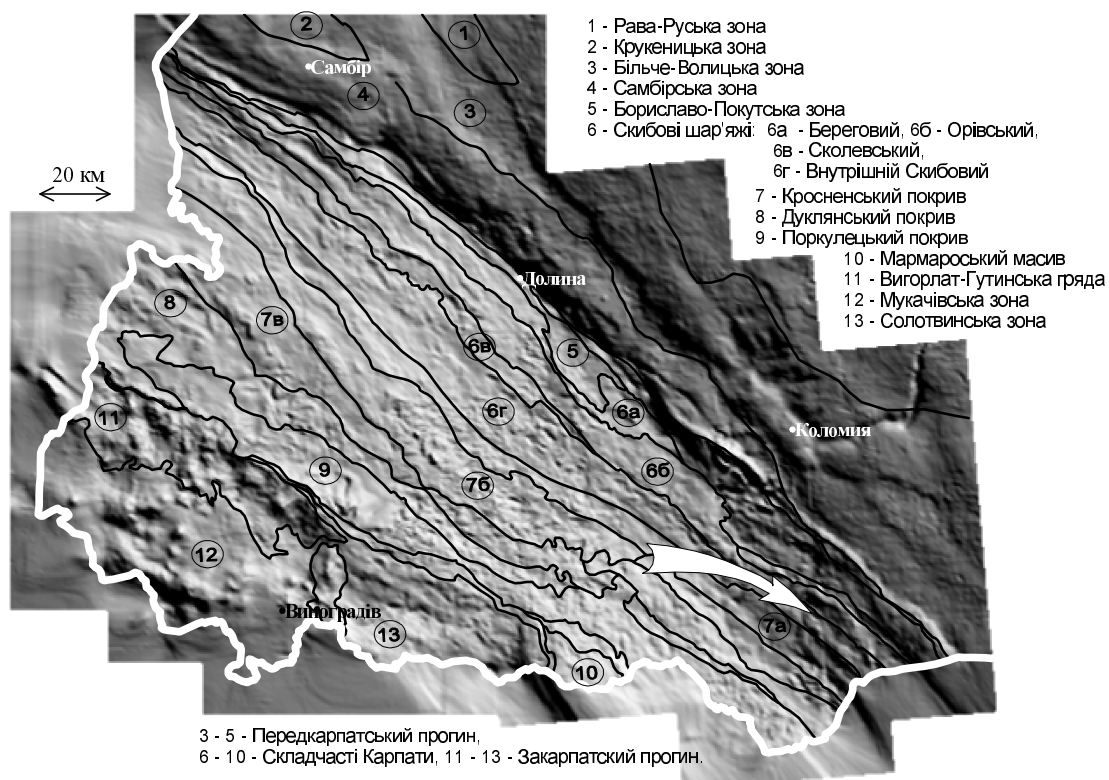
повинна бути аналогічною Зовнішній зоні Передкарпатського прогину.

Ширина цього піднасуву за гравімагнітними даними становить до 50 км і доходить до Розлучсько-Перкалабського розлому, а, можливо, і до Закарпатського. Свердловини досягли автохтонної основи на віддалі 20 км від фронту насуненого комплексу порід. Це означає, що значна частина Зовнішньої зони під Буковинськими Карпатами ще не розкрита свердловинами. Тут за даними геофізичних досліджень максимальна глибина залягання покрівлі мезозойських порід становить 6÷7 км.

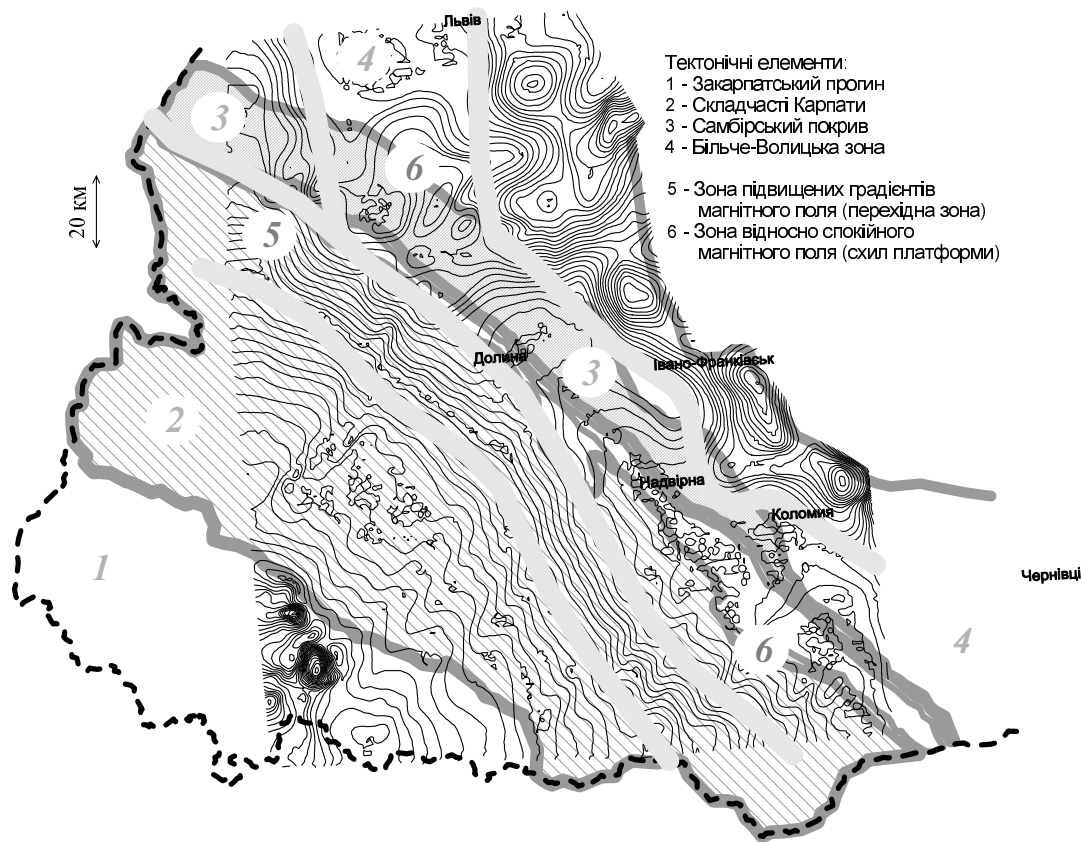
Для Буковинських Карпат за даними буріння встановлено насунений комплекс верхньокрейд-палеоген-неогенових порід та неоген-мезозойсько-палеозойські породи в автохтоні.

Аналіз даних буріння у південно-східній частині Передкарпатського прогину і піднасуву Буковинських Карпат свідчить, що не зважаючи на різкі фаціальні зміни вздовж літералі, товщина юрських відкладів у жодному місці не перевищує 595 м. Вони утворюють монокліналь із східчастою формою у перетині і мозаїчною – у плані, що було зумовлено тектонічними рухами по окремих розломах уже після формування юрських і крейдових товщ. Це повністю узгоджується із висновками Д. Дриганта [4], який провів детальний аналіз розрізів юрських відкладів. Не існує тут і прогину, який міг би бути продовженням так званого Стрийського юрського прогину, який раніше виділяли, але безпідставно [4].

Також встановлено, що на досліджуваній території повсюдно розвинуті крейдові відклади, які теж мають значну фаціальну мінливість, а їх товщини коливаються від 170 м до 470 м. Менша товщина крейдових відкладів, яка спостерігається по деяких свердловинах, є наслідком їх розмиву, особливо у прирозломних зонах.



**Рисунок 1 – Схема тектонічного районування Українських Карпат і поле сили тяжіння у рельєфно-тіншовому зображенні (за В.В. Глушком, С.С. Кругловим, 1986 р.)**



**Рисунок 2 – Зіставлення схеми магнітного поля з елементами тектоніки Українських Карпат**

Великі поздовжні розломи (переважно скиди) добре фіксуються високоградієнтними зонами гравітаційного поля. При зростанні амплітуди скиду градієнтність зростає, що підтверджується даними буріння свердловин 1-Фальків і 1-Лопушна, які розкрили один й той же розлом, але за різних його амплітуд.

**Коротка геологічна характеристика розрізу.** Докембрійські відклади під Буковинськими Карпатами не розкриті, але їхні уламки трапляються серед конгломератів, що свідчить про наявність їх у розрізі. Кембрійські відклади розкриті свердловинами 1-Фальків, Ковалівка-Черешенька, 2-Сегівська та іншими. Загалом це перешарування аргілітів, пісковиків і кварцитів. Порооди ущільнені, кути падіння – 27-30°, породи інколи зім'яті. Досить поширеними є силурійські відклади, які розкриті багатьма свердловинами. У верхній частині вони представлені темно-сірими сланцями з прошарками вапняків. У нижній частині переважають вапняки з прошарками аргілітів, алевролітів і пісковиків. Девонські відклади представлені строкатобарвистою товщею аргілітів, пісковиків і мергелів. Верхню частину утворюють верстви доломітів і вапняків; кути падіння порід іноді досягають 19°. У свердловинах, що пробурені поблизу крупних розломів, особливо Передкарпатського, девонські і силурійські відклади відсутні, що пов'язано з їх розмиттям. Юрські утворення представлені середнім і верхнім відділами. Середньоюрські складені переважно теригенними породами – глинами, алевролітами, пісковиками, гравелітами та конгломератами. Верхньоюрські відклади складені доломітоангідритовими породами та вапняками, іноді окременілими. Крейдові відклади розкриті багатьма свердловинами. Нижня крейда складена глинами, пісковиками і вапняками. Верхня крейда представлена піщаними мергелями, опоками і вапняками. Останні займають значну частину розрізу.

На денудованій поверхні мезозойських утворень місцями залягають палеогенові піщані породи невеликої товщини. Над ними присутні низи баденських відкладів неогену, у тому чис-

лі гіпсо-ангідритова товща. Зверху вони перекиваються насунутим комплексом моласових відкладів, складених переважно слобідськими і стебницькими товщами неогену. Вище залягають флішові породи верхньої крейди і палеогену, які зібрані у антиклінальні складки, насунені одна на одну. Товщина флішу зростає зі сходу на захід. У західній частині Буковинських Карпат на поверхню виведений також і нижньокейдовий піщаний фліш.

Докембрійські і палеозой-мезозойські породи основи Буковинських Карпат мають помітно підвищену густину порівняно з насуненим комплексом флішових і моласових утворень. Крім того, товщі верхньої частини розрізу, складеної флішовими і моласовими породами, слабо диференційовані за густиною. Такий тип геологічного розрізу є сприятливим для вивчення будови піднасуву за гравіметричними матеріалами. Збільшення товщини найменш ущільнених верхніх молас корелюється зі зростанням інтенсивності від'ємних локальних аномалій поля сили тяжіння.

**Результати геолого-гравіметричного моделювання.** На рисунках 3-5 наведено геогустинні моделі геологічних розрізів Буковинських Карпат по профілях, що проходять через ряд свердловин. Початкові геологічні моделі побудовані за даними буріння і геологічною картою [5], густини товщ підібрані за матеріалами ЗУГРЕ (м. Львів) і уточнені в процесі комп'ютерного моделювання. Також корегуванню піддавалась і геометрія товщ, але переважно у зонах тектонічних порушень. Як правило, дуже добре співпадіння спостереженого поля сили тяжіння із полем геологічної моделі досягалось уже на перших кроках моделювання, що є якісним показником можливостей геологічно змістовного гравіметричного моделювання в умовах, коли існує дефіцит даних буріння, або свердловини за межами цільових об'єктів.

Геолого-гравіметричне моделювання виконане за поперечними профілями через площі Гільче (рис. 3), Шикова (рис. 4) і площу Руська

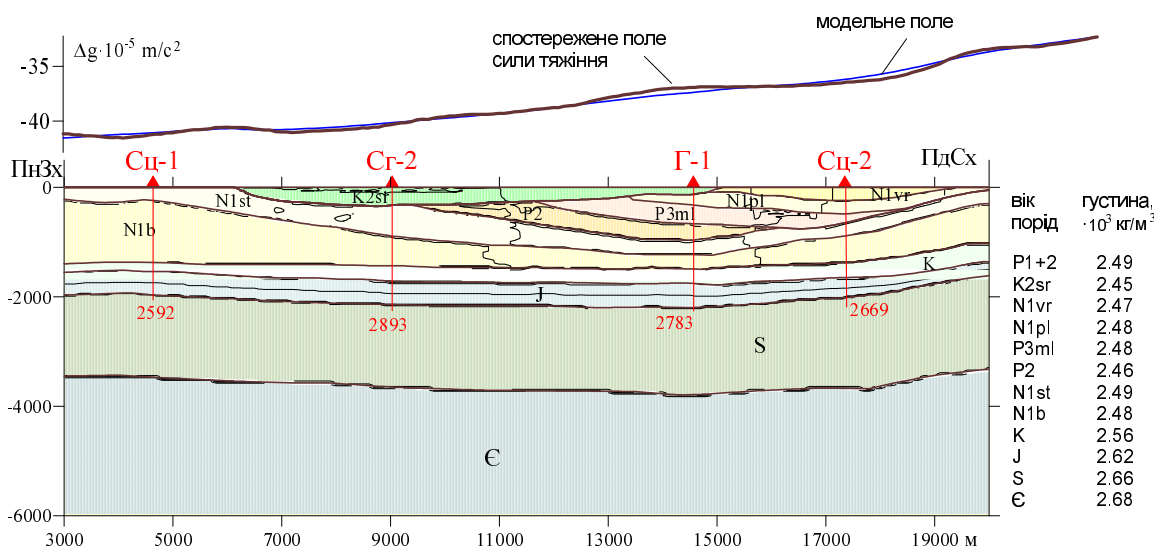


Рисунок 3 – Площа Гільче. Геологічний розріз III-III (за Л.Мончаком, 2009 р.)

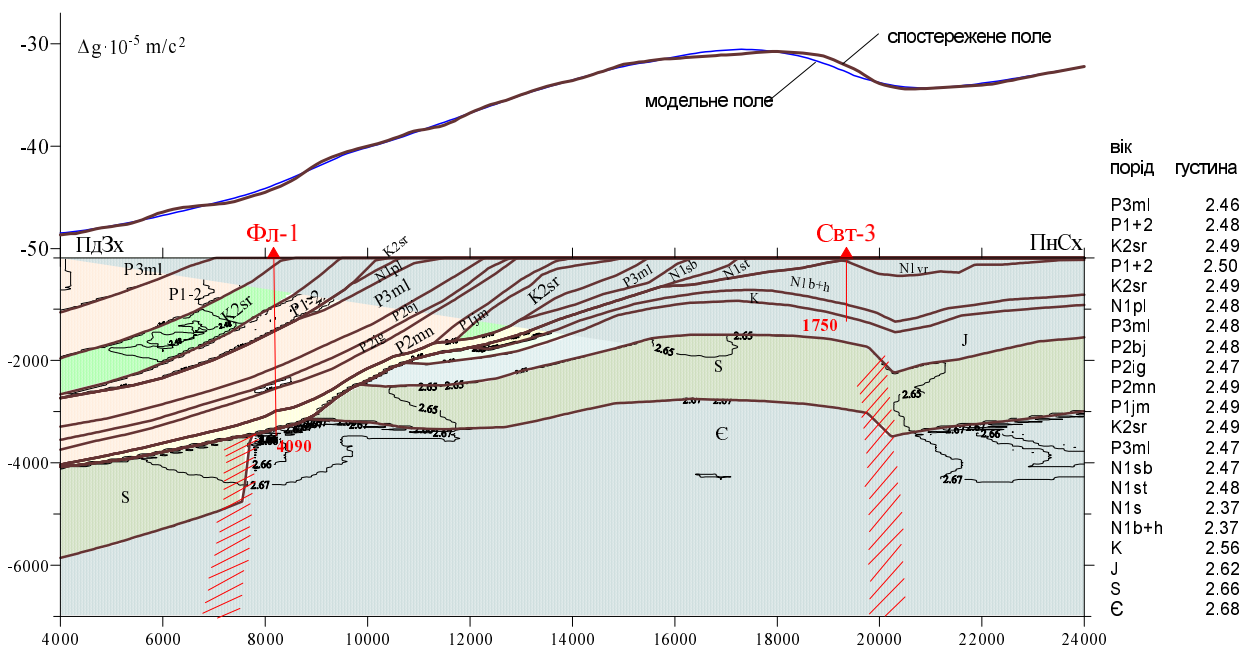


Рисунок 4 – Площа Шикова. Геологічний розріз II-II (за Л.Мончаком, 2009 р.)

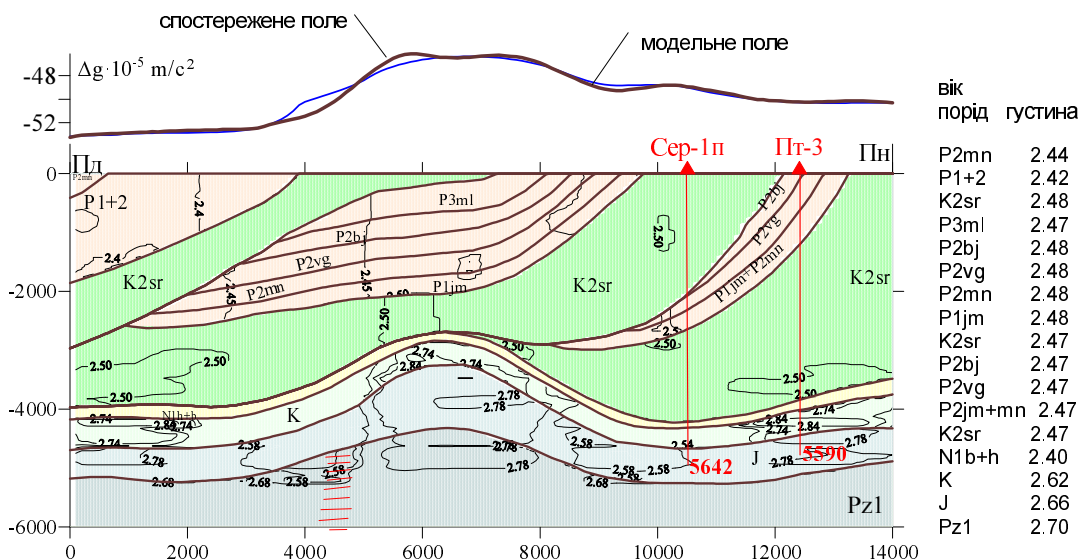


Рисунок 5 – Площа Руська. Геологічний розріз I-I (за Л.Мончаком, 2009 р.)

(рис. 5). На геогустинних моделях розрізів вказаних площ виділяються структури зі сприятливими умовами для існування пасток вуглеводнів. Так, на Руській площі існує високоамплітудне підняття по мезозойських відкладах, яке представляє значний нафтогазопошуковий інтерес.

**Параметри апроксимаційних конструкцій опису геологічних моделей.** У двовимірному варіанті геологічне середовище оптимально описується моделлю, що складається з великої кількості щільно упакованих маленьких прямокутних призм (“цеглинок”). Інтерпретаційні профілі мають довжину до 20÷25 км; моделі представляють розріз глибиною – до 6 км. Крок дискретизації за профілем – 100 м, за глибиною – 25÷50 метрів, тобто кількість елементарних комірок сягала 40000.

**Методика і комп’ютерні технології гравіметричного моделювання.** Рішення оберненої задачі гравірозвідки, тобто створення геогустинної моделі геологічного середовища і такої, яка узгоджена зі спостереженим полем сили тяжіння, може бути досягнуто за різними способами, але в основі їх є певна методика застосування комп’ютерних технологій моделювання. Найголовнішими умовами права на існування цих способів є геологічна змістовність та достовірність результатів моделювання. Такі очевидні умови можуть бути забезпечені як параметрами апроксимаційних конструкцій, так і методикою моделювання. Якщо існує досвід у інтерпретації, є достатній обсяг геолого-геофізичної інформації та відповідні технології, то найбільш геологічно обґрунтованим є підхід, за яким початкова геогустинна модель створюється, а відтак уточнюється чи деталізується під

впливом геологічного аналізу характеру розбіжностей між спостереженим полем і модельним полем (на першому кроці – полем первинної моделі, яке є результатом рішення прямої задачі) та з урахуванням геологічних передбачень (гіпотез) щодо можливої будови середовища. Такий підхід С.С.Красовський називає гравітаційним моделюванням [6] (за термінологією Є.Г.Булаха – це просте геологічне моделювання [7], за В.М.Страховим – це метод підбору і, який, на його думку, є єдиним практичним способом розв'язання обернених задач гравіметрії [8]), але для підкреслення геологічного підґрунтя нами більш прийнятно називати його *геолого-гравіметричним моделюванням*. Методика моделювання розвинута в роботах [9-10], а інструментом моделювання є комп'ютерна система “Complex.Gravity” [11].

**Підсумки.** Під Буковинськими Карпатами у мезозойських відкладах, окрім названих вище, виявлено і інші підняття, які можуть мати нафтогазопродуктивні пласти, аналогічні Лопушнянському нафтовому родовищу. В умовах, де сейсморозвідка має труднощі при інтерпретації складного хвильового поля, використання геолого-гравіметричного моделювання є ефективним засобом при розшифруванні структурної будови мезозойських порід і може бути рекомендовано для підготовки нафтогазоперспективних об'єктів під буріння.

### Література

- 1 Елементи розломної тектоніки Український Карпат за гравітаційними матеріалами / С.Г.Анікеєв, С.Г.Бабюк, В.П.Степанюк // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики: зб. наукових праць. – К.: Центр менеджменту та маркетингу в галузі наук про Землю ІГН НАНУ, 2005. – С.85-93.
- 2 Нові елементи тектоніки складчастих Карпат за гравімагнітними даними / С.Г.Бабюк, В.П.Степанюк, С.Г.Анікеєв // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2003. – №3(8). – С.26-31.
- 3 Тектоника Украинских Карпат. Объяснительная записка к тектонической карте Украинских Карпат; [Отв. ред. Круглов С.С.]; М 1:200000. – К.: УкрНИГРИ, 1986. – 152 с.
- 4 Дригант Данило. До проблеми кореляції розрізів юрських відкладів у Передкарпатті зокрема та на південно-західній окраїні Східноєвропейської платформи взагалі / Дригант Данило // Праці наукового товариства ім. Шевченка. – Львів: Тов. ім. Шевченка, 2007. – Т.ХІХ. – С. 5-17.
- 5 Геологическая карта Украинских Карпат и прилегающих прогибов; Гл. ред. Шакин В.А.; М 1:200000. – К.: УкрНИГРИ, 1976.
- 6 Вещественный состав глубинных блоков Украинского щита, Днепрово-Донецкой впадины и Донбасса по результатам объемного моделирования / [Красовский С.С., Куприенко П.Я., Красовский А.С. та інш.] // Геофизика XXI столетия: 2002 год. Сб. трудов Четвертых геофизических чтений имени В.В.Федьинского (28.02. – 02.03.2002 г., Москва). – М.: Научный мир, 2003. – С.76-82.
- 7 Булах Е.Г. Обратные задачи магниторазведки в классе тел, заданных горизонтальными пластинами / Е.Г.Булах, В.В.Прилуков // Геофизический журнал. – 1998. – № 5. – Т. 20. – С. 31-39.
- 8 Страхов В.Н. Решение обратных задач гравиметрии без решения прямых / В.Н.Страхов // Новые теоретические, алгоритмические и технологические разработки в разведочной геофизике. – Препр. – К.: Институт динамики геосфер РАН, Центр менеджмента и маркетинга в области наук о Земле ИГН НАН Украины, 2005. – С. 23-25.
- 9 Анікеєв С.Г. Методика інтерпретації гравіметричних матеріалів при довірній будові геологічних середовищ: дис. ... канд. геол. наук: 04.00.22 / Анікеєв Сергій Григорович. – Київ, 1999. – 242 с.
- 10 Анікеєв С.Г. Про методику моделювання складно побудованих середовищ в гравірозвідці / С.Г.Анікеєв // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики: зб. наукових праць. – К.: Центр менеджменту та маркетингу в галузі наук про Землю ІГН НАНУ, 2008. – С. 67-72.
- 11 Анікеєв С.Г. Комп'ютерна система рішення прямих та обернених задач гравірозвідки для 2D/3D моделей складно побудованих середовищ / С.Г.Анікеєв // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 1997. – Вип. 34. – С. 57-63. – Серія: Розвідувальна і промислова геологія.

Стаття постуила в редакційну колегію  
02.02.10

Рекомендована до друку професором  
Д.Д.Федоришиним