

УДК 622.035

**В.В. Калюжна, к.т.н., доц.**  
*Національний технічний університет України "КПІ"*

## **АНАЛІЗ ГЕОФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ ТА РЕЗУЛЬТАТІВ ГЕОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

*(Представлено д.т.н., проф. Бакка М.Т.)*

*В основу досліджень покладені результати експериментальних геологічних досліджень сучасних геофізичних методів вивчення будови Українського кристалічного щита для визначення природних аномалій в будові вивержених порід.*

**Вступ.** Сучасні уявлення про геологічну будову Українського щита основані на складному еволюційному шляху розвитку поглядів про глибинну будову його земної кори. Поява нової геологічної концепції базується на постійному перегляді, переопрацюванні та переінтерпретації вже накопиченого величезного обсягу геолого-фізичної інформації. Але для розуміння нового необхідно вивчити те, що напрацьовано за останні десятиліття як вченими, так і виробничниками. Геологічні думки та ідеї народжуються протягом тривалого відрізка історичного часу, але кожен відрізок вносить свою рису в розуміння геологічної реальності. І тільки пізнавши й усвідомивши пройдене, виконавши визначену проєкцію на інтелектуально-технічній базі сучасного суспільного пізнання, можна йти далі в розумінні глибинної будови земної кори і, зокрема, на території Українського щита.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У вивченні глибинної будови земної кори Українського щита ведуча роль по праву належить геофізичним методам. Це сейсмометрія (до середини 80-х років – метод глибинно-сейсмічного зондування – ГЗС), а надалі – і метод загальної глибинної точки – ЗГТ, електрометрія, гравіметрія, геотермія. Нажаль, дуже слабо в 80-90-ті роки використовувались результати електромагнітних спостережень (у першу чергу, метод МТЗ), тому що геофізикам, які займалися цією проблемою, не цілком був ясний зв'язок геоспектральних аномалій з особливостями глибинної геологічної будови Українського щита.

Сейсмічні дослідження методом геолого-сейсмічного зондуванням (ГСЗ).

Проведені в 60–80-ті роки під керівництвом В.Б. Сологуба, М.О. Бородуліна, П.І. Павленкової та ін. сейсмічні дослідження виявили значення розверстування земної кори Українського щита, наявність цілого ряду границь з різними швидкісними параметрами, їхній фалментарний прояв у розрізах, появи верств зі зниженою швидкістю тощо. Хвильове поле показало складну будову ЗК, наявність глибинних розломів, існування окремих блоків ЗК з різними пружно-швидкісними параметрами і кількістю сейсмічних границь.

З огляду на специфіку спостережень за методом ГСЗ, основними елементами, котрі виділялись з перших сейсмічних побудов минулого: розділ Мохоровичича і дві верстви в консолідованому фундаменті, котрі розділені безушиною границею Конрада ( $K_2$ ). Дотримуючись модельних уявлень про поділ кори на "гранітну" та "базальтову" верстви, дослідники в "обов'язковому порядку" прагнули знайти такі особливості хвильового поля, які можна було б ідентифікувати з цією границею. Як показали роботи останніх років, границя  $K_2$  простежується фрагментарно, а її повсюдне виділення є геологічно необґрунтованим, що буде показано в результативних розділах.

Об'єктивні причини (відсутність на початковому етапі проведення робіт ГСЗ потужної обчислювальної техніки) не дозволили на всіх сейсмічних профілях перевіряти відповідність швидкісних моделей середовища спостережному полю рішенням прямої задачі сейсмозвідки. Перегляд сейсмічних матеріалів В.Б. Сологубом, М.О. Бородуліним, А.А. Трипольським та ін. показав, в цілому, що розрізи ГСЗ не завжди погоджені зі спостереженнями за допомогою годографів, що пов'язано з "ручною" інтерпретацією згладжених годографів. Відсутність надійних зведень про перенади швидкості на границях, що простежуються, чи про їх закон зміни у виділених верствах не дозволяла отримувати надійну інформацію про досліджуване середовище і тим самим знижувала вірогідність інтерпретації (підвищувала вірогідність неоднозначності).

Побудова високоточних розрізів, що поєднують сейсмічні границі та ізолінії швидкостей, можлива тільки за густою мережею та тривалими спостереженнями годографа. У той же час,

слід зазначити, що наявність хвилеводів у земній корі знижує однозначність побудови швидкісних розрізів, а використання моделей з різними границями, чи з перехідними зонами призводить до різних геометричних побудов і швидкісних характеристик досліджуваного геологічного середовища.

Матеріали ГСЗ по Українському щиту [1, 2, 3, 4, 5] показують, що в земній корі спостерігається градієнто-верстове наростання швидкості з глибиною, а конкретний аналіз кінематико-динамічних характеристик хвильового поля виявив верстову структуру земної кори [6]. Земна кора в межах Українського щита характеризується областями підвищеного розверстування переважно в інтервалах 11–21 і 38–50 км, котрі умовно розділені інтервалом зі слабким розверстуванням – 26–37 км. Розверстування земної кори підтверджується матеріалами глибинного ЗГТ [7]. Розділ Мохоровичича має переважно верстову будову і об'єктивно відбиває складність переходу речовини між корою та мантією. При цьому можна припустити наявність зонперверстування порід, що характеризуються мантійними і нижньокоровими швидкостями.

**Цілі статті, постановка завдання.** При створенні комплексних геологофізичних моделей глибинних структур велике значення приділяється гравітаційному моделюванню, тому що щільність має найбільший зв'язок з речовинним складом порід земної кори та верхньої мантії. Закономірності, котрі отримані за петраціальнісними моделями для різних типів структур і блоків, були широко використані авторами [4, 5, 6, 7, 8] при різних тектонічних та геодинамічних побудовах. На першому етапі цих досліджень створювалися спрощені моделі літосфери, при яких земна кора апроксимувалася одним, двома, чи трьома верствами з постійними значеннями щільності [9].

Однак широке використання в сейсмічних дослідженнях моделей з градієнто-верстовим середовищем вимагало від гравіметристів адекватних побудов і при гравітаційному моделюванні [8], [9]. Наявні дані про зміну напружено-деформаційного та температурного станів порід земної кори і верхньої мантії припускають їхній тісний зв'язок зі щільністю і показують неможливість прийняття усереднених значень щільності по поверхні кристалічного фундаменту за середні для всієї кори, хоча такі моделі і є [10]. Тому основною метою статті є моделювання гравітаційного поля земної кори.

**Викладення основного матеріалу.** Досвід гравітаційного моделювання та спеціальні теоретичні дослідження С.С. Красовського [9], [10] показують, що регіональний фон не завжди характеризується прямим зв'язком з глибинною будовою розрізу земної кори і верхньої мантії, а має більш складну залежність. Як вважають Г.Я. Голіздра і С.С. Красовський, причиною такого явища може бути прагнення до ізостатичного зрівноважування різноглибинних щільнісних неоднорідностей земної кори. Ізостатична компенсація різноглибинних об'єктів, так само як і суперпозиція приповерхневих, згладжують гравітаційне поле, що викликає прагнення в окремих дослідників пояснити характер гравітаційного спостережного поля впливом сукупності об'єктів, відносно неглибоко поширених в земній корі. Математично, як правило, це робиться дуже легко.

При цьому, як вважає С.С. Красовський [8], [9], створюється не тільки ілюзія однорідності нижньої частини земної кори, але й інформація, що відповідає за петрографічні властивості порід її верхньої частини [10]. Тому уявлення про існування тільки приповерхневої гравітаційної верстви потужністю від 7 до 20 км не дозволяє об'єктивно пояснити всю сукупність геолого-геофізичної інформації. Отже, такі моделі не можна вважати адекватними побудови верхньої частини літосфери. Справжній дефіцит чи надлишок мас верхньої частини розрізу земної кори буде занижений чи завищений. Якщо, навіть, не враховувати перерозподіл мас за рахунок гранітизації чи підйому мантіїної речовини, тому що будуть перекручені структурно-фізичні особливості її верхньої частини і не врахована неоднорідність глибинної будови.

Виконане С.С. Красовським узагальнення і статистичне опрацювання великого фактичного матеріалу по кристалічних породах з різних континентів (досліджено 2108 зразків при високих термодинамічних умовах, котрі характерні для відповідних глибин земної кори та верхньої мантії) показують, що є досить чітка кореляційна залежність  $\sigma = f(V)$  для кристалічних порід (ця задача вперше була сформульована і вирішена Д. Джеймсом, Т. Смітом і Дж. Штейнгартом [11]). Вона залежить від складу та ступеню метаморфізму порід і має визначену специфіку для різних геологічних регіонів [8], [9].

При цьому останніми було встановлено, що при швидкості  $V > 8,0$  км/с у жодному зі зразків щільність не була нижчою за  $3,25$  г/см<sup>3</sup>, з урахуванням РТ-умов найбільш прийнятне значення  $3,40$  г/см<sup>3</sup>. Середня щільність консолидованої земної кори складає  $2,88$ – $2,90$  г/см<sup>3</sup>. Авторами було отримане середньозважене значення цього параметра, рівне  $2,86 \pm 0,02$  г/см<sup>3</sup>.

С.С. Красовський був першим в Україні, хто розробив методикку і технологію гравітаційного моделювання градієнтно-верстових розрізів, а надалі – і тримірних.

Для отримання результатів використовуємо: 1 – швидкісні розрізи; 2 – кореляційні залежності  $\sigma = f(V_p)$  для кристалічних порід, що враховує можливі РТ-умови для глибинних структур, а також геотектонічні особливості і специфіку речовинного складу регіонів; 3 – теоретичні моделі різних блоків; 4 – оцінку та облік ізостатичного врівноважування різних блоків; 5 – сучасне матеріальне забезпечення; 6 – сукупність геолого-петролого-фізичної інформації.

В Україні гравітаційне моделювання виконане вздовж усіх профілів ГСЗ у масштабі  $1:500000$  і  $1:200000$  в дво- та тривимірних варіантах з детальним обліком щільнісних неоднорідностей в смугі  $50$ – $100$  км по обох боках від профілів (А.В. Чепунов, В.І. Старостенко, С.С. Красовський, Н.Р. Бур'ян, В.Б. Бур'янів, Г.Я. Голіздра, В.Н. Куленко, В.М. Пенашенко, П.Г. Пігуленький та ін.). При цьому ретельно моделювалась верхня частина консолидованої кори, де швидкісні характеристики окремих блоків досить диференційовані й емпірично отримані за заголеними і свердловинними даними про щільність порід.

При вивченні верхньої частини земної кори велике значення має гравітаційне моделювання, у зв'язку з його більш високою здатністю, ніж у методу ГСЗ і навіть ЗГТ. Пояснюється це тим, що глибше  $10$ – $15$  км (у багатьох блоків це сейсмічна границя  $K_2$ ) швидкісна характеристика розрізу стає менш диференційованою, тому модель земної кори при гравітаційному моделюванні представляється більш генералізованою. На таких графіках ГСЗ, де проведені дослідження ЗГТ (зокрема, VIII – геотраверс, 2 – ЗГТ), перевага надається матеріалам останніх, що дозволяють деталізувати глибинні структурні побудови. Не менш важливе значення при диференціалізації глибинних верств земної кори повинні мати і дані інтерпретації МТЗ.

Поява сучасних могутніх і швидкодіючих програмно-комп'ютерних комплектів дозволила на більш високому методичному рівні переглянути наявні результати інтерпретації та вихідну (спостережну) інформацію, відійти від необхідності інтегрування (згладжування) вихідної інформації з метою полегшення одержання загальних (усереднених) геолого-геофізичних характеристик досліджуваної глибинної будови не тільки Українського щита, але й інших різнорангових структур Східноєвропейської платформи (СЄП). Якщо на перших етапах опрацювання ця процедура, як видно, себе виправдовувала, то на сучасному – цей процес, на думку авторів, є помилковим. Поки що не існує підходів в обробці та інтерпретації геофізичних даних, які могли б дати однозначну оцінку величини внесених різних фізико-техногенних “шумів” у спостереженні геополя і, таким чином, виділити в чистому вигляді інформацію про природу досліджуваних різноглибинних об'єктів.

Спираючись на мережу профілів ГСЗ і площинні гравіметрові зйомки, в останні роки для окремих регіонів Українського щита виконано розрахунок об'ємних щільнісних моделей земної кори, що дозволило виявити і простежити зміни структурних планів різних шарів земної кори. Ці моделі дали можливість побудувати схеми потужності “гранітної”, “діоритової” та “базальтової” верств і розглянути блоки та регіональні структури Українського щита за тисами будови земної кори. Виконане в роботі зіставлення показує, що співвідношення потужностей верств кори корелюється як з областями розвитку окремих метаморфічних комплексів, так і зі ступенем поширення магматичних комплексів глибинного походження.

Для глибинних структур моделювання магнітного поля З.О. Крутиховською, І.К. Атакович, І.М. Сидіною та ін. було виконане у двох модифікаціях однорідне намагнічування великих блоків; градієнтна зміна намагніченості з глибиною, яка погоджена зі зміною швидкості і щільності за кореляційною методикою, розробленою Г.І. Карагасвим та І.К. Пашкевичем. За нижню границю магнітоактивної верстви приймається або розділ Мохо, або ізотермічна поверхня Кюрі магнетиту, якщо вона розташовується вище Мохо. На сучасному етапі 2D і 3D-моделювання по магнітному полю виконує М.І. Орлюк та ін.

**Наукові результати.** Виконаний аналіз матеріалів про намагніченість кори давніх щитів платформ призвів З.О. Крутиховську до такого висновку: верхня верства кори щитів з

потужністю 10–15 км має середньозважену намагніченість гірських порід 0,3 А/м, при її коливанні в окремих блоках від 0,1 до 0,6; у підстилюючій верстві намагніченість зростає в 5–10 разів і складає 2–4 А/м.

Виявлені позитивні зв'язки з трьома основними типами структур:

1. Найдавніші гранулітові ядра (ядра найдавнішої консолідації континентальної кори);
2. Ядра, що зазнали більш давньої переробки;
3. Шовні зони, які приурочені до стиків блоків з різною потужністю та складом кори.

Встановлене закономірне зменшення намагніченості з омолодженням віку становлення кори. Виконані дослідження показали неможливість диференціації розділу нижньої частини кори за магнітними даними, і зроблене припущення, що десь на рівні границі Мохо намагніченість різко падає, оскільки максимальною глибиною утворення феромагнітних мінералів (ізотерма поверхні Кюрі магнетиту), за експериментальними даними, вважається інтервал 50–60 км.

Розподіл температури в земній корі і верхній мантії було отримано Р.І. Кутасом на основі вирішення двомірного стаціонарного рівняння теплопровідності за обрахованою короною і мантією складовими теплового потоку. За його даними, структура і склад кори впливають на щільність теплового потоку і розподіл радіогенних джерел тепла як по площі, так і по глибині. Земна кора чітко поділяється на дві верстви. Верхня верства потужністю 7–18 км відрізняється своєю неоднорідністю, генерація тепла в ній диференційована і дозволяє пояснити всі коливання теплових потоків у межах давніх структур; у нижній – генерація тепла стабілізується і складає 0,10–0,50 мкВт/м<sup>3</sup>, зменшуючись з глибиною. Не виключено, що з глибиною неоднорідності в розподілі радіоактивних елементів у різних блоках згладжується і нижні верстви земної кори характеризуються більш низькою та рівномірною радіоактивністю. Сейсмічному горизонту К<sub>2</sub>, що характеризується зміною швидкостей від 6,3 до 6,48 км/с, відповідає теплогенерація 0,5–0,4 мкВт/м<sup>3</sup> практично у всіх блоках Українського щита. В низах кори, де  $V_p = 6,8–7,0$  км/с, генерація тепла зменшується до  $0,25 \pm 0,05$  мкВт/м<sup>3</sup>. Мантійна складова теплового потоку в межах південно-східної частини Українського щита зберігає досить стійкі значення (16–18 мкВт/м<sup>3</sup>).

Здатність методу зондування глибинної точки (ЗГТ) найбільш висока для земної кори. В межах Українського щита дослідження з середини 80-х були проведені під керівництвом М.О. Бородуліна, В.І. Шарова та ін. Вони виявили більш складну будову земної кори та верхньої мантії, що відбивалося в значному розверстуванні земної кори Українського щита, наявності цілого ряду границь, що мають різну потужність, кут пахилу і відбиваючі здібності, фрагментарності їхнього прояву в розрізах, появи ешелюваної границі Мохо та серій, що відбивають границі нижче неї. Але при цьому варто враховувати, що поки не завжди однозначно встановлені певні зв'язки між сполученнями відбиваючих майданчиків і конкретними геологічними об'єктами. Передбачається, що вони зв'язані чи з породами, що переверстовуються, із зонами зміни напруженого стану порід, чи з тектонічними зонами тощо. Зони, де відсутні відбиваючі майданчики, у більшості випадків можуть бути представлені інтрузивними новоутвореннями. Неможливість одержати значення швидкості в розрізі ускладнює визначення речовинного складу виділених зон. Цей метод показує, що розділ Мохо в межах Українського щита не скрізь однаково чіткий. Тому суто сейсмічна інтерпретація цих матеріалів без комплексу з іншими геофізичними методами в ряді випадків дуже крута, а, також при вивченні глибинної будови земної кори не можна спиратися тільки на матеріали ЗГТ без їхнього спільного аналізу з даними ГСЗ, МТЗ та інших геофізичних методів.

В числі основних методів, що дозволяють вивчати диференціацію речовини як по горизонталі, так і по вертикалі, знаходиться магнітотелуричне зондування (МТЗ). Дослідження, котрі були виконані І.І. Рокидянським, Т.К. Бурахович, С.М. Кулік, О.І. Уніровим, В.І. Трегубенко, І.С. Шуманом, М.М. Байсаровичем та ін. дозволили шляхом якісної та кількісної інтерпретації даних МТЗ одержати додаткову інформацію про глибинну будову Українського щита. Головною проблемою, з якою, як правило, зіткаються всі дослідники в магнітотелуричній інтерпретації, є те, що горизонтальні неоднорідності верхніх верств Землі створюють криві МТЗ. Мірою перекручування є відхилення МТ-кривої від локально-нормальної, тобто однорідної кривої, яка розрахована для вертикального перетину, що проходить через точку спостереження (М.П. Бердичівський, Л.Л. Ван'ян та ін.).

Сучасна магнітотелурика пропонує два підходи до інтерпретації кривих МТЗ, які перекручені приповерхневими ефектами. Обидва підходи вимагають попереднього аналізу,

котрий спрямований на діагностику приповерхневих ефектів і виділення реальних глибинних структур. У нашому випадку сильний гальванічний ефект створюють Дніпровсько-Донецька та Причорноморська западини. Він вишкає на високих частотах і відбиває їхню підвищену електропровідність (крайовий ефект), що спостерігається на бортах витягнутих западин. Усе це вимагає виконання повного і ретельного МТЗ кривих з метою визначення мінімально перекручених, за якими виконуються наступна їхня інтерпретація.

На підставі описаного вище були досліджені експериментальні криві магнітотелуричного зондування, що дозволили одержати додаткову інформацію про горизонтальне розверстування літосфери в її вертикальному розподілі. Перше зв'язується з багаторівневою геологічною будовою, друге – переважно з розломно-блоковою тектонікою. Були побудовані погоризонтні карти-різи ефективного питомого опору і провідності, карта для поверхні Мохо.

Починаючи з 70-х років на початковій стадії "інтерпретації" МТЗ даних, як загальна базова модель для глибинних зондувань приймався триверстовий геоелектричний розріз землі типу "К". Перша, низькозонна верства, відповідає осадовим породам; друга, високонна, – кристалічним породам земної кори та верхньої мантії; третя, низькоомна, – провідним утворенням речовини мантії, питомий опір яких монотонно убуває від діючих сотень до одиниць ометрів у міру росту температури і тиску. Наприкінці 70-х – початку 80-х І.І. Рокитнянським були побудовані моделі за даними глобального МВЗ і МТЗ (на підставі зіставлення кривих двох методів). Він прийшов до висновку, що в інтервалі глибини 500–1200 км електропровідність моомно зростає на три порядки, астеносфера під континентами має глобальне поширення, а покрівля астеносферної верстви залягає на глибинах порядку 100 км. Її ефективна провідність досягає значень у тисячі та більше сименсів. Основним недоліком цих моделей є те, що має варіації тільки опір верхньої мантії при постійному опорі порід земної кори (без осадового чохла), що складає 1000 Ом·м. Наступні дослідження методами МТЗ, МВЗ, МВП, ГЕМЗ тощо показали значну неоднозначність за опором порід земної кори, яка для окремих районів змінюється від одиниці до сотень тисяч ометрів.

З середини 80-х років щодо природи корової провідності і, відповідно, щодо вибору базової моделі, на рівних правах стали існувати дві точки зору. Одна з них уперше запропонована А.С. Семеновим і розвинута А.А. Жамаметдиновим, пояснює різну неоднорідність електричних властивостей кристалічного фундаменту присутністю електропровідних порід. Відповідно з другою точкою зору, що розвивається Л.Л. Ваг'яном, природа корової провідності зв'язується з особливостями флюїдного (гідротермального) режиму земних надр. Прихильники першої гіпотези як базову запропонували чотирьохверстову модель геоелектричного розрізу, в якій як самостійну електричну верству виділяють електропровідні породи, що займають верхню частину кристалічного фундаменту. Ця верства одержала спеціальну назву SC (сульфідно-вуглецева). Вона має переміщну потужність, яка за МТ-даними отримана А.А. Жамаметдиновим та ін. та коливається від 0 до 15 км. Більш широке поширення в другій половині 80-х – першій половині 90-х років одержала модель електропровідності земної кори, котра була запропонована Л.Л. Ваг'яном та ін. Відповідно до неї, широка зміна параметрів опору в осадовому чохла розглядається індивідуально для кожного району та його великих структур. Геоелектричний розріз земної кори та верхньої мантії апроксимується семиверстовою моделлю, що задовільно погоджується із експериментальними даними. В залежності від теплового режиму Землі було запропоновано два основних типи геоелектричного розрізу: "холодний" – платформний – та "гарячий" – геосинклінальний. Подальший розвиток ці моделі одержали в роботах О.І. Ієрова, Л.П. Бугрімова та ін., які почали виділяти три типи зон підвищеної електропровідності земної кори. Перший тип складають області підвищеної концентрації сульфідів, магнетиту, графіту та інших металів у верхніх частинах "гранітної" верстви. Другий представляють зони, в яких відбувається повне чи часткове плавлення та гранітизація корової речовини. Їх перший осередок може знаходитися на глибинах ~100 км. Третій утворюють зони в земній корі та верхній мантії, котрі збагачені флюїдами. При цьому, як джерело утворення флюїдів, розглядається процес десерпантизації (серпентин – олівін) серпентиніму зі зменшенням об'єму, звільнений простір якого і тектонічні порушення заповнюються флюїдами. Виділені зони провідності дозволили авторам як базову для Українського щита прийняти дев'ятиверстову (десятиверстову) модель. Але при цьому необхідно відзначити, що для різних блоків Українського щита характерні різні типи дев'ятиверстового розрізу.

Регіональні площинні роботи за методом МТЗ були виконані під керівництвом О.І. Інєрова, у масштабах від 1:5000000 до 1:100000 (1:500000) на території південно-східної України в 1985–1992 роках. Крок профільних спостережень складає 2–5 до 15 км, а їх густина визначалася масштабами результативних побудов і коливалася від 50x50 (25x25) км до 10x10 км. В результаті цих робіт було виконано тектонічне районування Українського щита за провідністю земної кори, встановлення закономірності в зміні характеристик геоелектричного розрізу.

**Висновок з даного дослідження та перспективи подальших розвідок у даному напрямку.** Таким чином, на підставі виконаних робіт та за електричними характеристиками земної кори центральної і південно-східної території Українського щита її можна підрозділити на великі блоки:

1. Аномально провідний Кіровоградський;
2. Особливовисокоомний Середньопридніпровський та Східноприазовський;
3. Помірковано провідні (напівпровідники) – Волино-Подільський геоблок та Західноприазовський блок другого порядку;
4. Границі між виділеними блоками земної кори, в основному, різкі і мають вертикальне чи круте падіння.

Відзначені експериментальні та лабораторні дані були використані при тлумаченні ефективних значень питомого опору і провідності у південно-східній частині Українського щита.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. *Бородумен М.А., Інєров А.И., Коваленко В.Ю.* Результаты сейсморазведки МОИГ по изучению земной коры Среднего Приднепровья (отчет по титулу 250/87 за 1987–91 гг.). Фонды ДГЭ. – Днепропетровск, 1993.
2. *Бородумен М.А.* Результаты сейсморазведывательных работ МОВ-ОГТ по изучению структурных особенностей Криворожской структурно-фациальной зоны (отчет по титулу 247/87 за 1987–1989 гг.). Фонды ДГЭ. – Днепропетровск, 1991.
3. *Бородумен М.А., Развалов А.Н., Гейко Т.С., Коваленко В.Ю., Пшулевський П.И.* Результаты сейсморазведочных работ МОВ-ОГТ на участке Рени–Одесса–Кривой Рог–Алексеевка (геотраверс УПП “Гранит”). Отчет по типу 245/88. Фонды ДГЭ. – Днепропетровск, 1988.
4. *Инєров А.И. и др.* Отчет о результатах электроразведочных работ в Приазовье массива и Среднем Приднепровье. – Днепропетровск, 1982.
5. *Инєров А.И. и др.* Отчет о региональных работах МТЗ по изучению глубинного строения Приазовского массива и Криворожской структурно-функциональной зоны в 1982 г. – Днепропетровск, 1983.
6. *Ирза А.А. и др.* Результаты подготовки геофизической основы под ГК-50 в Покрово-Киреевском р-не. – Днепропетровск, 1991.
7. *Пшулевський П.И., Берзенин Б.З., Кичурчак В.М. и др.* Результаты составления геолого-структурной карты докембрийских образований м-ба 1:200000 юго-восточной части УЩ на основе комплексной обработки и интерпретации геолого-геофизических материалов. Фонды ДГЭ “Днепрогеофизика”. – Днепропетровск, 1999.
8. *Красовский С.С.* Отражение динамики земной коры континентального типа в гравитационном поле. – К.: Наук. думка, 1981. – 264 с.
9. *Красовский С.С.* Гравитационное моделирование глубинных структур земной коры и изостадия. – К.: Наукова думка, 1989. – 248 с.
10. *Коровые аномалии электропроводности // Под ред. А.А. Жамалетдинова.* – Л.: Наука, 1984. – 160 с.

**КАЛЮЖНА** Вікторія Володимирівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри геобудівництва та гірничих технологій Інституту енергозбереження та енергоменеджменту Національного технічного університету України “КПІ”.

Наукові інтереси:

- відкрита розробка родовищ корисних копалин;
- фізичні процеси видобування блочного каменю;
- геотехнології.