НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ ІНСТИТУТ ГЕОФІЗИКИ імені С.І. СУББОТІНА

ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ МЕТОДИ ПРИ ВИВЧЕННІ РУДОПРОЯВІВ КОРИСНИХ КОПАЛИН

висувається на здобуття премії Президента України для молодих вчених

КУШНІР Антон Миколайович – доктор геологічних наук, старший дослідник, старший науковий співробітник Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України

Київ — 2022

Мета дослідження полягає у виявленні геоелектричних неоднорідностей земної кори і верхньої мантії різних геологічних структур України на основі побудови 3D моделей розподілу електричного опору за експериментальними даними магнітотелуричного зондування (МТЗ) і магнітоваріаційного профілювання (МВП); поясненні природи аномалій високої електропровідності на основі комплексного аналізу геолого-геоелектричних даних та їх вивчення як одного з факторів прояву геодинамічних процесів для пошуку перспективних на корисні копалини структур.

Для досягнення цієї мети були вирішені такі задачі:

- Збір та узагальнення геолого-геоелектричних даних, проведення експериментальних досліджень за допомогою сучасного обладнання та з використанням передових технологій спостережень;
- Вивчення основних особливостей та інтерпретація магнітотелуричних і магнітоваріаційних функцій відгуку, які отримано за допомогою різних підходів до обробки експериментальних даних;
- Побудова тривимірних моделей розподілу електричного опору земної кори і верхньої мантії та виявлення геоелектричних неоднорідностей різних тектонічних регіонів України;
- Аналіз геолого-геофізичних властивостей аномалій електропровідності та вибір найімовірнішої природи їх утворення; встановлення зв'язку зі структурними особливостями регіонів, геодинамічними обстановками і можливими проявами корисних копалин.

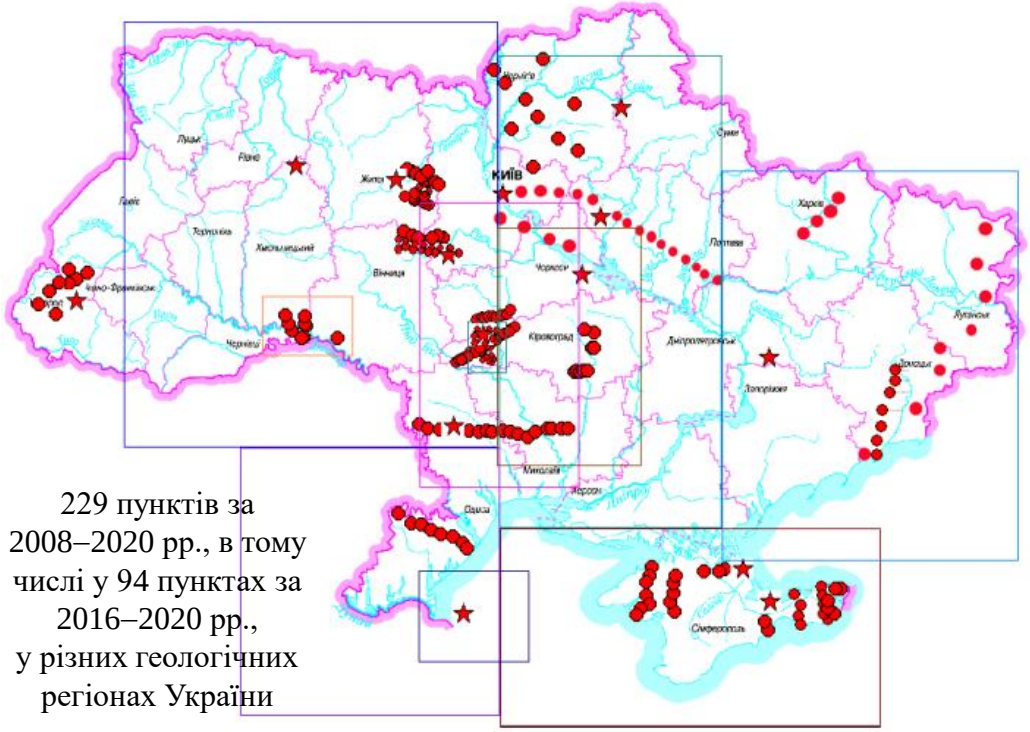
Об'єкт дослідження – земна кора і верхня мантія різновікових геологічних структур України і прилеглих до неї територій.

Предмет дослідження – геоелектричні неоднорідності структур, їх зв’язок з геодинамічним розвитком та нафто-, газо-, рудопроявами корисних копалин.

Практичне значення одержаних результатів. Найбільш важливим результатом експериментальних електромагнітних досліджень на території України можна вважати створення геолого-геофізичних моделей, що дозволило намітити контури глибинних аномалій високої електропровідності, які визначають зони глибинних розломів і границь колізій. Наявність таких глибинних регіональних аномалій, на думку провідних світових вчених, є результатом транспортування рудних компонентів і флюїдів з кори і мантії при тектономагматичній активізації (що і пояснює природу їх існування) і дає змогу прогнозувати перспективні площі на виявлення ендогенного рудоутворення шляхом проекцій глибинних високопровідних аномалій на земну поверхню.
Результати запропонованої технології електромагнітних досліджень використовуються в учбовому процесі ННІ «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Науково-практичні розробки автора застосовуються в дослідженнях Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна, УкрНДМІ (Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка), Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору та інших установах НАН України, а також у виробничому процесі ПрАТ «Геофізичне обладнання Надра», Британсько-Українській компанії «Mouchel-IRE», ТОВ «Придніпровська гірничо-хімічна корпорація».

Актуальність досліджень. Вивчення земних надр геолого-геофізичними методами дає основу для з'ясування фундаментальних питань флюїдного режиму та дегазації Землі. Насамперед вони стосуються розуміння формування та проникнення в земну кору глибинних високотемпературних флюїдів – важливого джерела для всіх наступних процесів формування вуглець-, сульфід- і залізовмісних метасоматитів, а також утворення рудних і нафтогазових родовищ. Флюїди проникають крізь літосферу по дренуючим глибинним зонам високої проникності, які часто відповідають глибинним розломам.

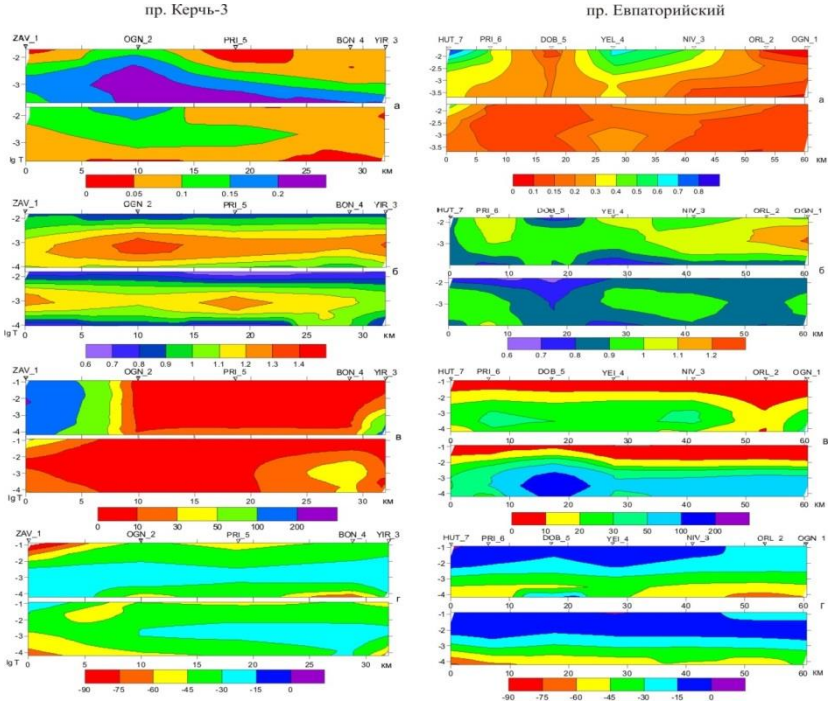
ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ МЕТОДИ ПРИ ВИВЧЕННІ РУДОПРОЯВІВ КОРИСНИХ КОПАЛИН



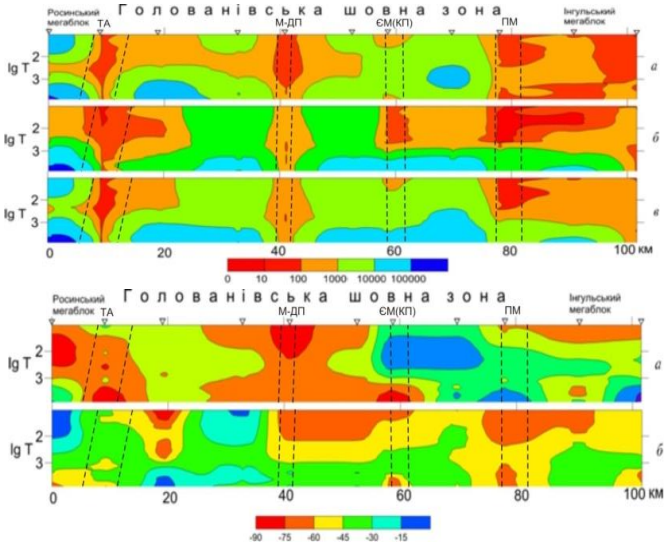
229 пунктів за 2008–2020 рр., в тому числі у 94 пунктах за 2016–2020 рр., у різних геологічних регіонах України

Оцінювання передавальних операторів МТ/МВ полів проводилось із застосуванням програмного комплексу PRC-MTMV (класичного співвідношення тензорного запису комплексного імпедансу) та PTS – продукту, заснованого на алгоритмах (Семенов, 1985). Були отримані оцінки двох локальних передаточних операторів – МТ імпедансу Z, МВ типера W_z та синхронних горизонтальних МВ операторів – повного M й аномального M_a

Крим (Бурахович, Кушнір та ін., 2016)



ГШЗ (Ширков, Бурахович, Кушнір, 2017)



Результатом вивчення природного електромагнітного поля Землі є проведення польових досліджень різних геологічних регіонів України, які стали основою для створення геолого-геофізичних моделей та дозволили визначити контури глибинних регіональних аномалій високої електропровідності.

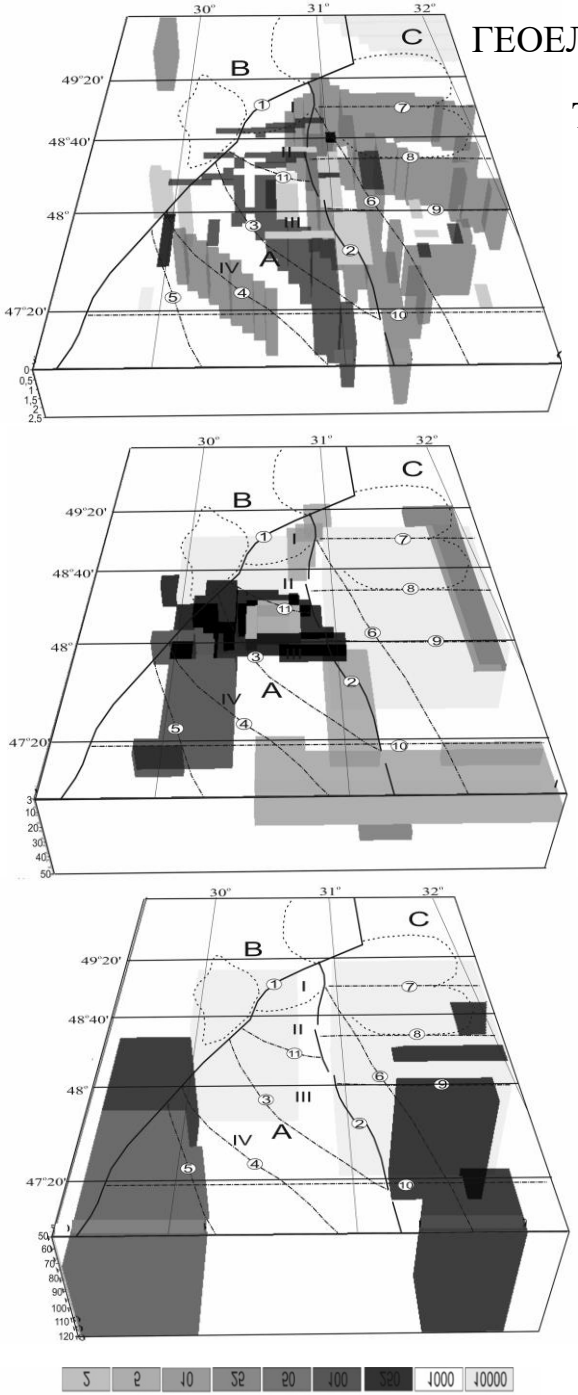
При розрахунках електромагнітного поля застосовано пакет програмного забезпечення Mtd3fwd (Mackie et al., 1999), який дає можливість 3D моделювання геологічного середовища шляхом кінцево-різницевого рішення системи рівнянь Максвелла в інтегральній формі.

Проблема електромагнітної індукції в Землі полягає в тому, що локальні аномалії створюють суттєві ефекти далеко за межами аномальних областей. Така ситуація ускладнює інтерпретацію даних і побудову моделей, оскільки помилки в одному пункті можуть бути компенсовані даними, отриманими в іншому пункті. Крім того, більшість об'єктів пошуку в рудній і структурній електророзвідках зазвичай є складними тривимірними структурами, тому основним способом аналізу та інтерпретації експериментальних даних залишається тривимірне моделювання.

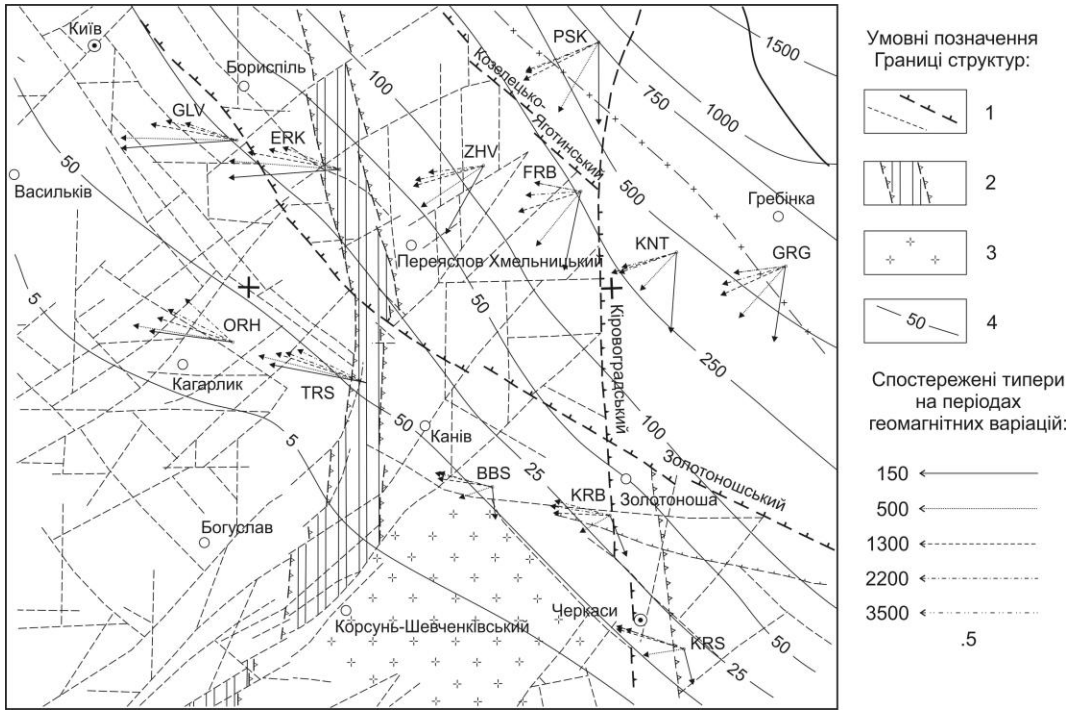
Чисельне моделювання (або рішення прямих задач електродинаміки) стало найбільш потужним і доступним апаратом для аналізу реальних задач глибинної і розвідувальної геоелектрики.

На сьогоднішній день з використанням сучасного польового матеріалу побудовано різні тривимірні моделі як регіонального характеру (східної частини Українського щита і Донбасу; західної частини Українського щита; центральної частини Українського щита, яка пов'язана переважно з Кіровоградської аномалією електропровідності), так і локальні моделі (Кіровоградського рудного поля, Голованівської шовної зони, Тарасівської та Троянківської структур, Могилів-Подільської сейсмонебезпечної ділянки, о-ва Зміїний).

ГЕОЕЛЕКТРИЧНІ НЕОДНОРІДНОСТІ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА ТА ЙОГО СХИЛІВ



Тривимірна геоелектрична модель земної кори та верхньої мантії Голованівської шовної зони (Бурахович, Кушнір та ін., 2018, 2019)



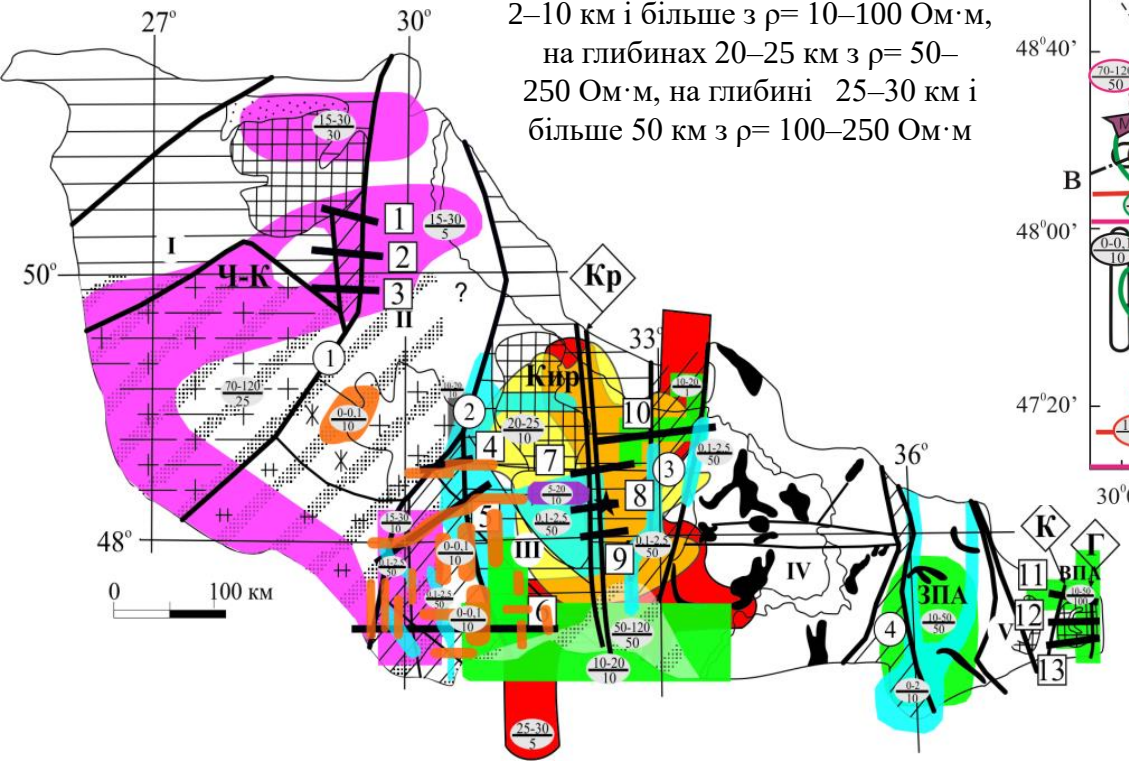
ЯТЗ (Кушнир, Бурахович и др., 2017)

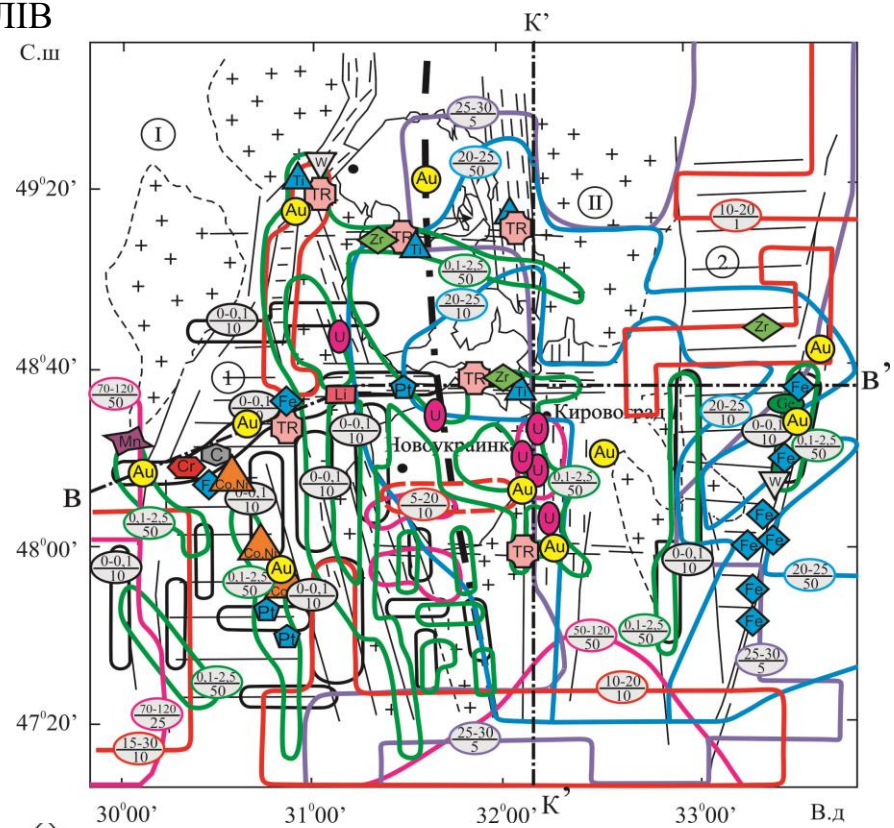
За результатами геоелектричних досліджень можна говорити про малоймовірне існування підвищеної електропровідності у вузькій північній частині ГШЗ – Ядлово-Трактемирівській зоні (ЯТЗ), що може бути підтвердженням гіпотези (Щербаков, 2005) про те, що ЯТЗ являє собою пластину, що висунута в обмежений міжблоковий простір в умовах стиснення. У таких геодинамічних обстановках утворення аномалій електропровідності малоймовірне (Wannamaker 2001, 2005).

ГЕОЕЛЕКТРИЧНІ НЕОДНОРІДНОСТІ УЩ ТА ЙОГО СХИЛІВ

3D моделі УЩ (Бурахович, Кушнір та ін., 2018, 2019)

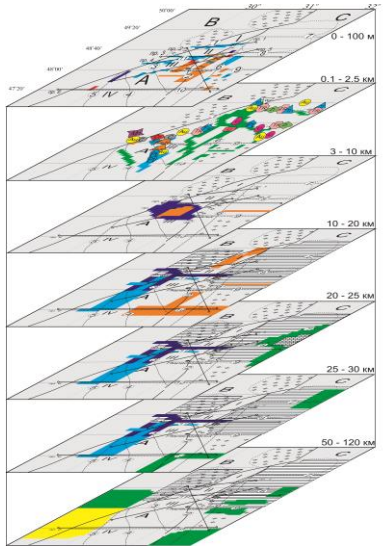
Центральна частина УЩ характеризується складною геоелектричною будовою та проявляється з поверхні до глибин 2–10 км і більше з ρ= 10–100 Ом·м, на глибинах 20–25 км з ρ= 50–250 Ом·м, на глибині 25–30 км і більше 50 км з ρ= 100–250 Ом·м





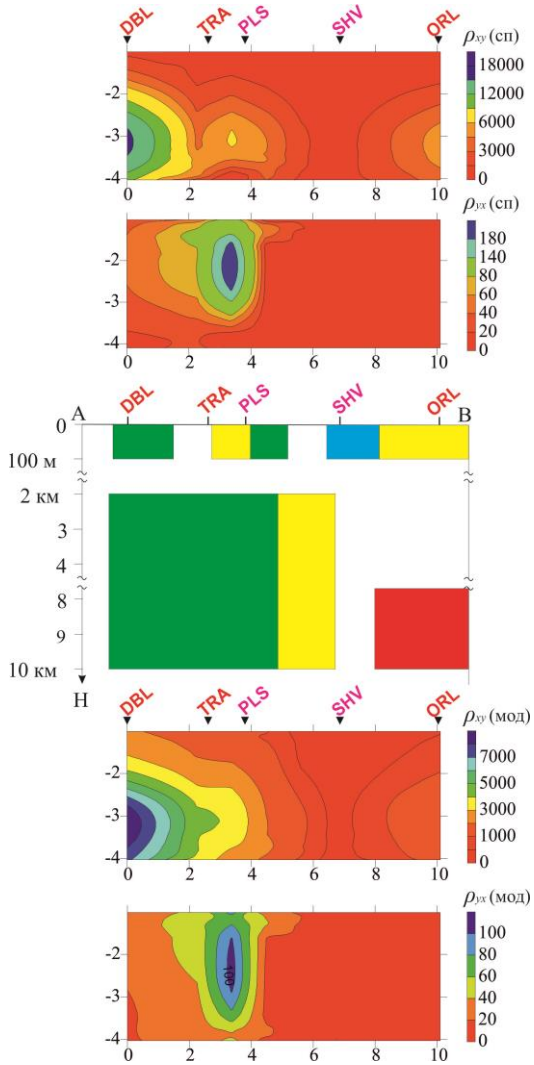
Результат геоелектричних досліджень – численні локальні і регіональні аномалії електропровідності, наявність низькоомних глибинних аномалій, приурочених до зон метасоматозу вздовж протяжних зон розломів; сполучення низькоомних аномалій з металогенічними рудними вузлами і геохімічними аномаліями.

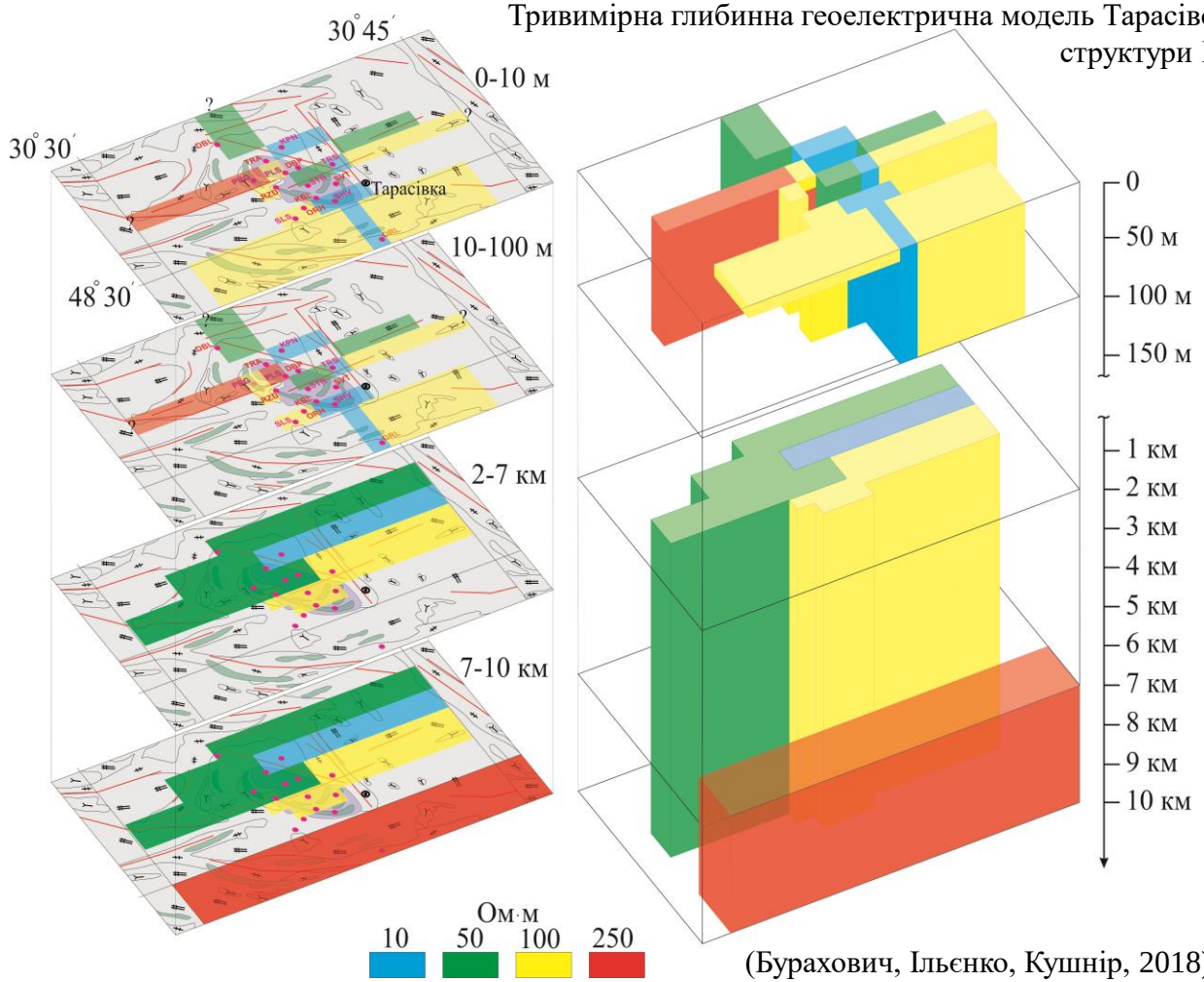
Тектонічне районування центральної частини Українського щита, аномалії електропровідності в земній корі та мантії і рудні родовища корисних копалин (Бурахович, Кушнир, Ширков, 2015)



ГЕОЕЛЕКТРИЧНІ НЕОДНОРІДНОСТІ УЩ ТА ЙОГО СХИЛІВ

Тривимірна глибинна геоелектрична модель Тарасівської структури ГШЗ



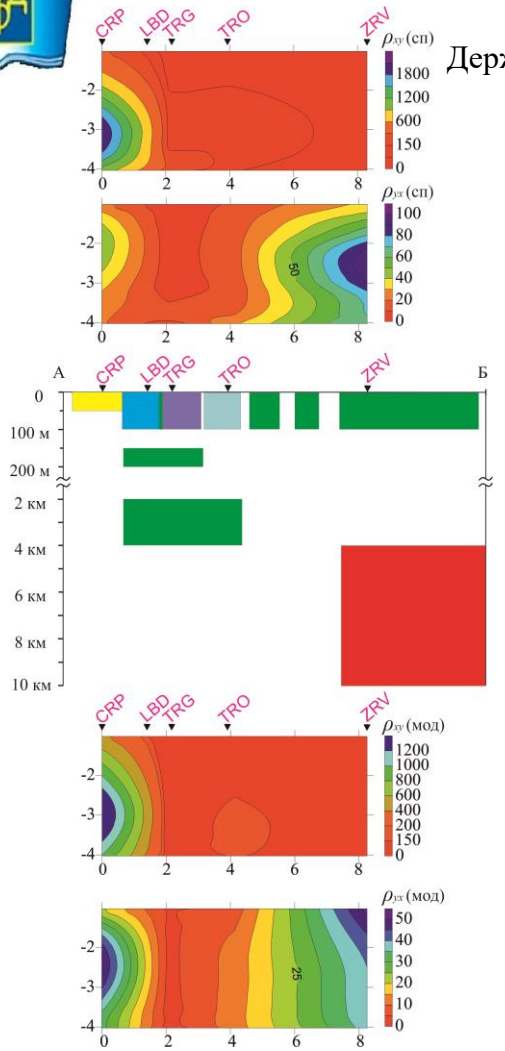


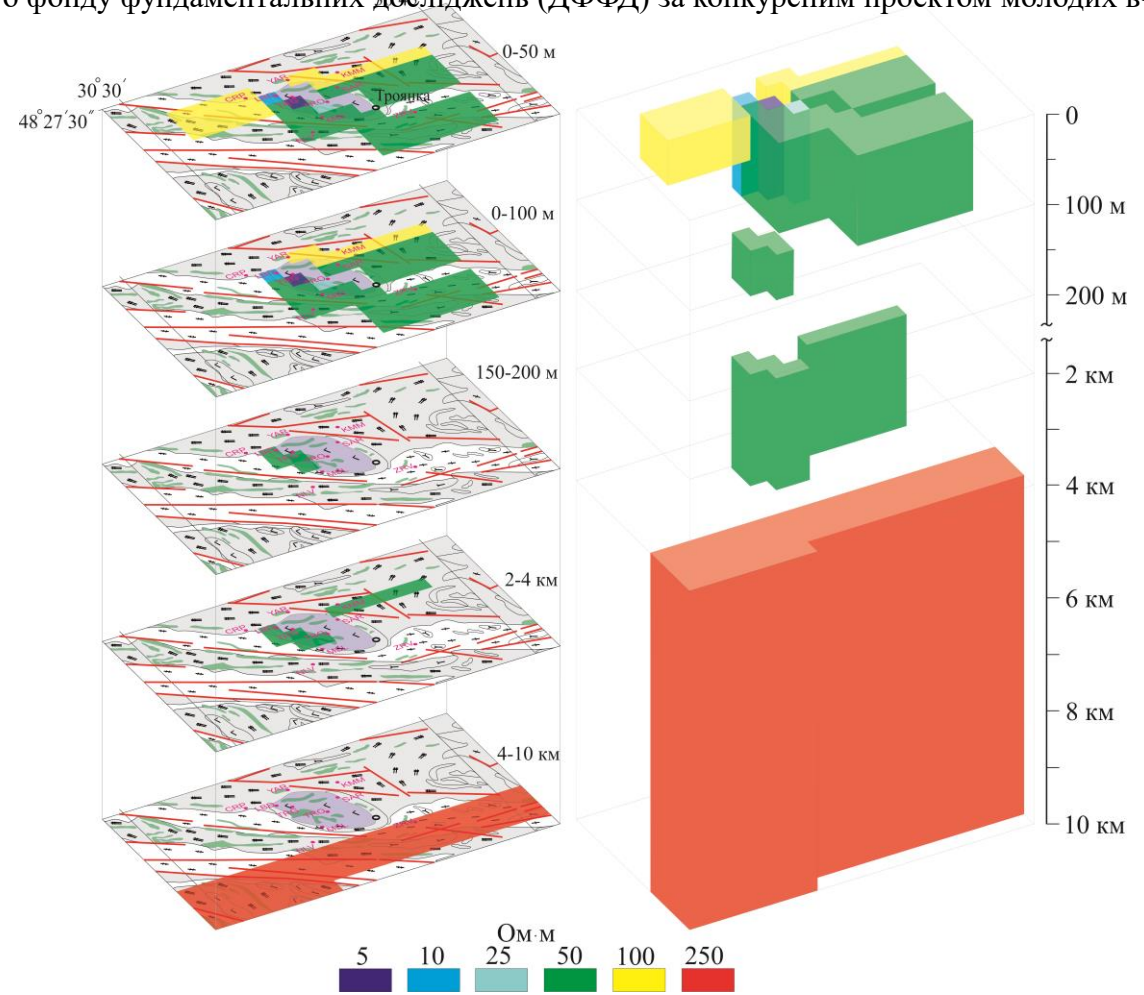
(Бурахович, Ільєнко, Кушнір, 2018)

За результатами тривимірного моделювання Тарасівська структура фрагментарно проявляється в низькому електричному опорі, її субширотно перетинають електропровідні зони з різним ρ, в яких саме низькі значення від 10 на півдні до 100 Ом·м на півночі знаходяться в її границях. У вертикальному розрізі її можна представити у вигляді кількох шарів: перший – електропровідний з ρ=10–250 Ом·м – з поверхні до 10–100 м, імовірніше, пов'язаний не тільки з високою електропровідністю поверхневих осадових відкладів, але і з зоною дезінтеграції порід кристалічного фундаменту; другий – високого опору з ρ = 10000 Ом·м – зі 100 м до 2 км, можливо, представлений однорідною недиференційованою товщею; третій – електропровідний з ρ = 10–250 Ом·м – з 2–3 км до 10 км та 7–10 км з ρ=250 Ом·м, імовірно, може пояснюватись особливим складом порід земної кори на цих глибинах (графітизацією, сульфідизацією та ін.) або флюїдизацією різного походження. Все частіше за останніми даними природу аномалій розглядають як результат спільної діяльності електронного та іонного типів електропровідності.

ГЕОЕЛЕКТРИЧНІ НЕОДНОРІДНОСТІ УЩ ТА ЙОГО СХИЛІВ

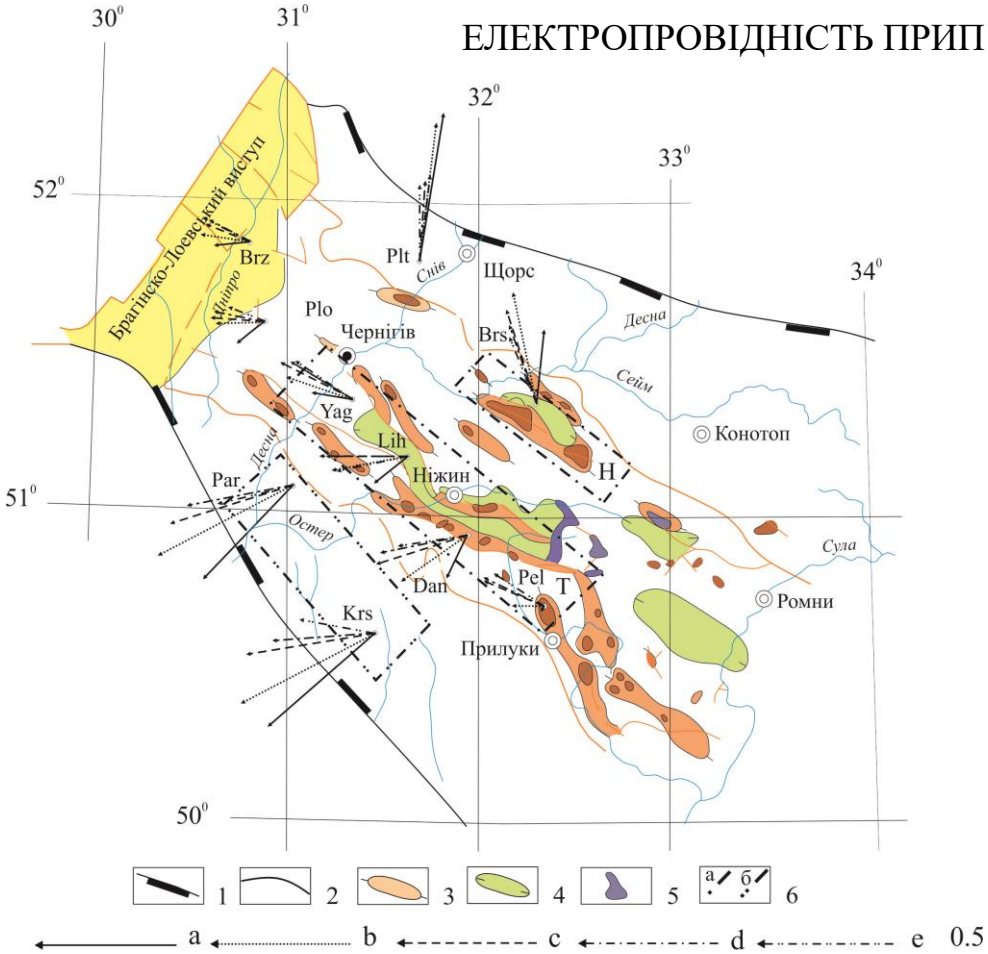
3D модель Троянківської структури ГШЗ (дослідження проведено при грантовій підтримці Держаного фонду фундаментальних досліджень (ДФФД) за конкурсним проектом молодих вчених)





Згідно з результатами 3D моделювання Троянківська структура проявилася на різних глибинних ярусах: перший – електропровідний з ρ=5–100Ом·м – з поверхні до 100 м, відповідає двом гальванічно не з’єднаним провідникам, що простягаються з північного заходу на південний схід і змінюють свій напрямок на субширотний в східній частині планшета, розмежовуючи Троянківську структуру на північну з ρ= 50–100 Ом·м та добре провідну південну з ρ=5–50 Ом·м частини; другий – електропровідний з ρ=50 Ом·м, 150–200 м, знаходиться в межах структури та відповідає її південно-західній границі; третій – високого опору з ρ=10000 Ом·м – із 200 м до 2 км; четвертий – електропровідний з ρ=50 Ом·м – на глибинах 2–4 км проявляється в межах південно-західної границі та у вигляді субширотного провідника у північно-східній; п’ятий – електропровідний з ρ=250 Ом·м відповідає глибинам 4–10 км.

ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ ПРИП’ЯТЬСЬКО-ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

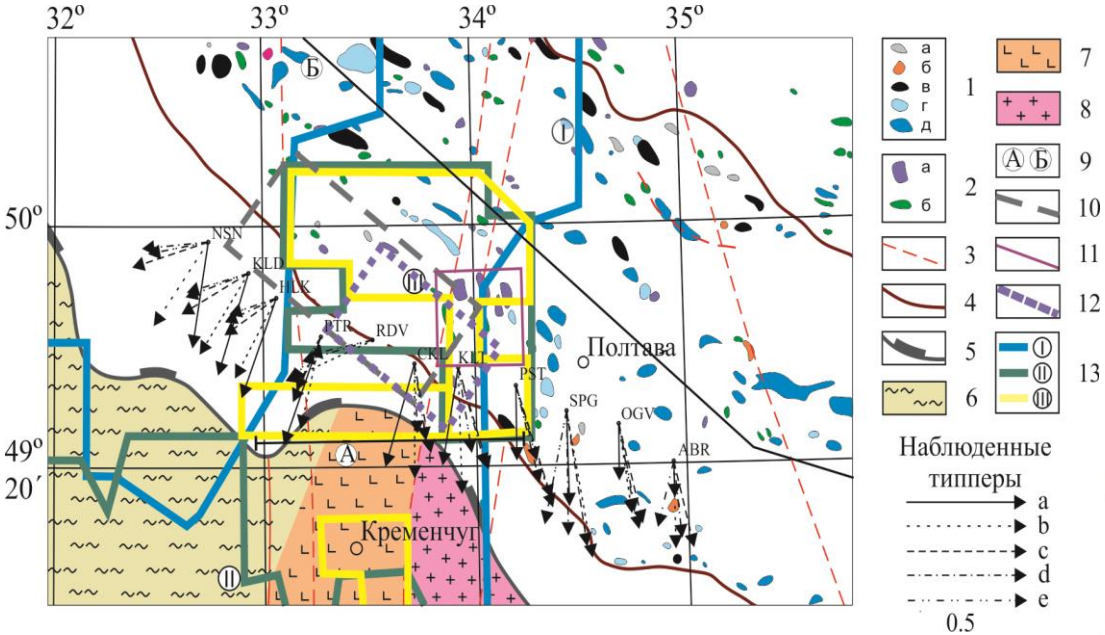


Розташування пунктів МТЗ і МВП досліджень (2013 р.) на оглядовій тектонічної карті (Обзорная…, 1984): 1 – південна і північна границі бортів ДДЗ; 2 – межа ДДЗ; 3 – позитивні структури (вали, купольні підняття); 4 – негативні структури (прогини, улоговини); 5 – соляні штоки; 6 – контури неглибоких аномалій електропровідності за даними якісної інтерпретації експериментальних спостережень (глибина верхньої кромки *h*: а – 3–5км, б – 8 км). Перспективні на нафтогазоносність райони: Т – Талалаївська, Н – Ніновська за даними (Старостенко и др., 2015). Комплексні індукційні стрілки для періодів варіацій геомагнітного поля Землі: a – 150 c, b – 400 c, c – 1200 c, d – 2000 c, e – 3500 c.

Результати геоелектричних досліджень свідчать про наявність декількох аномалій електропровідності, що відповідають як глибинним об'єктам 30–40 та 18 км (наприклад, східному закінченню Прип'ятської аномалії електропровідності), так і неглибоким об'єктам у верхній частини фундаменту (3–5 км), витягнутим уздовж осі Чернігівського блока, і близько 8 км на його південному борту.

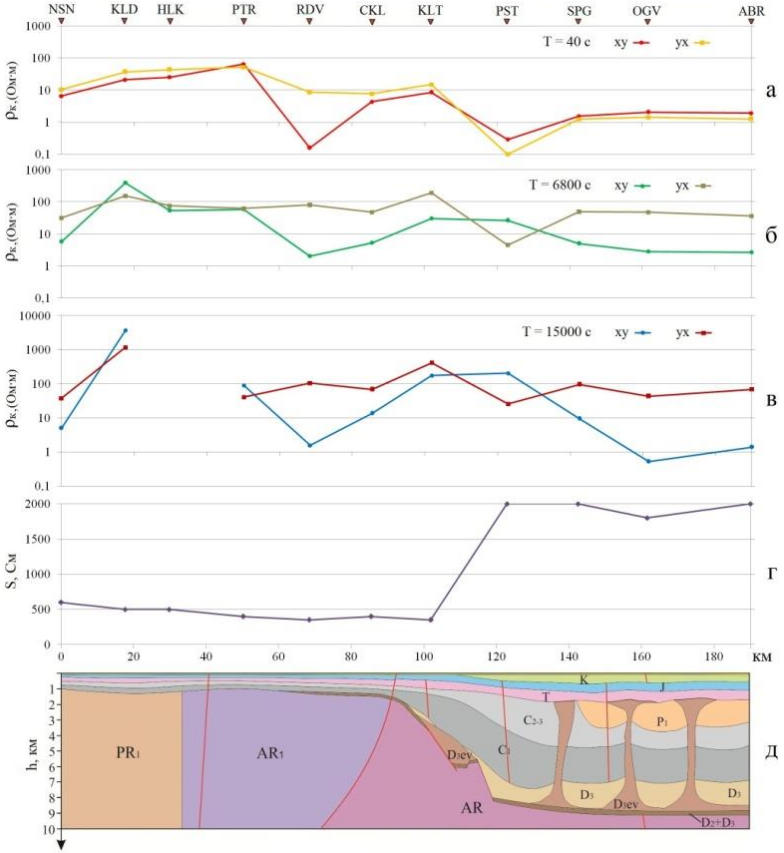
Поклади нафти і газу тут пов'язують з палеозойським осадовим чохлом і докембрійським фундаментом. Чернігівський блок Дніпровсько-Донецької западини не розглядається як перспективний на нафтогазоносність район, але в його межах виділено дві площі – Талалаївську і Ніновську. Їх надра характеризуються перетином активізованих розломів різної орієнтації, а також аномальною потужністю коромантійної суміші і розущільнених областей на поверхні фундаменту і на глибині 20–30 км.

ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ ПРИП'ЯТЬСЬКО-ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ



ДДЗ (Бурхович, Кушнір, Ільєнко, 2018)

Електропровідність південного борту центральної частини ДДЗ характеризується аномаліями питомого електричного опору ρ < 30 Ом·м на глибинах від 10–25 км і ρ < 10 Ом·м в інтервалі глибин 25–30 км, в ореолі яких знаходяться Глидинцівська та Підгородська площі, перспективні на вуглеводні.

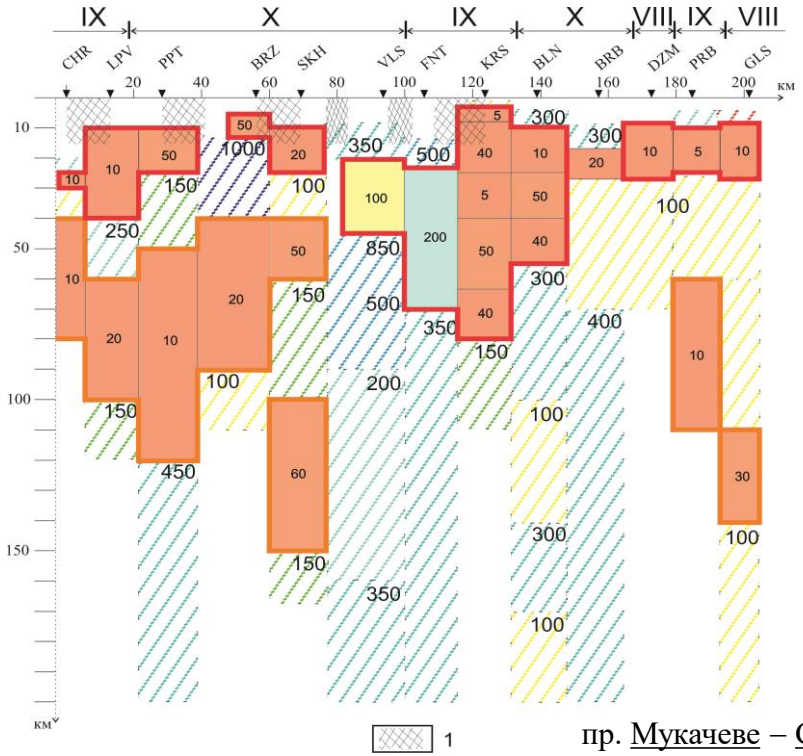


Профільні графіки $\rho_п$ для періодів.

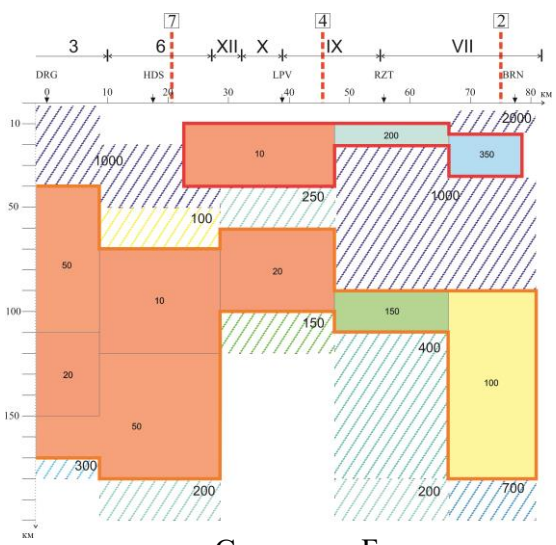
Оглядова тектонічна карта з розташуванням на ній пунктів МТ/МВ досліджень: 1 – родовища (а – нафтові, б – нафтогазові, в – нафтогазоконденсатні, г – газові, д – газоконденсатні); 2 – нафтогазові об'єкти (а – підготовлені, б – розвідані); 3 – розривні порушення; 4 –скиди, що оконтурюють центральну частину ДДЗ; 5 – контур ДДЗ; 6 –Інгульський мегаблок (раннього протерозойського віку); 7 – Інгулецько-Криворізька шовна зона (архей-протерозойського віку); 8 –Середньопридніпровський мегаблок (середньоархейського віку); 9 – профілі (А – АМТЗ-2; Б – уздовж центральної частини ДДЗ); 10 –прогнозна нафтогазоперспективна Глидинцівська площа у фундаменті ДДЗ; 11 – Підгородська площа, перспективна на вуглеводні (Шеремет и др., 2016); 12 – прогнозна нафтогазоперспективна площа, виділена за профілем Несено-Іржавець–Абрамівка; 13 – Кіровоградська аномалія електропровідності з виділеними глибинними аномаліями питомого електричного опору (менше 30 Ом·м): I – глибина 25–30 км; II – 20–25 км; III – 10–20 км. Спостережені типери (ReW) для періодів геомагнітних варіацій: a – 150 c; b – 450 c; c – 1000 c; d – 2000 c; e – 3500 c.

ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

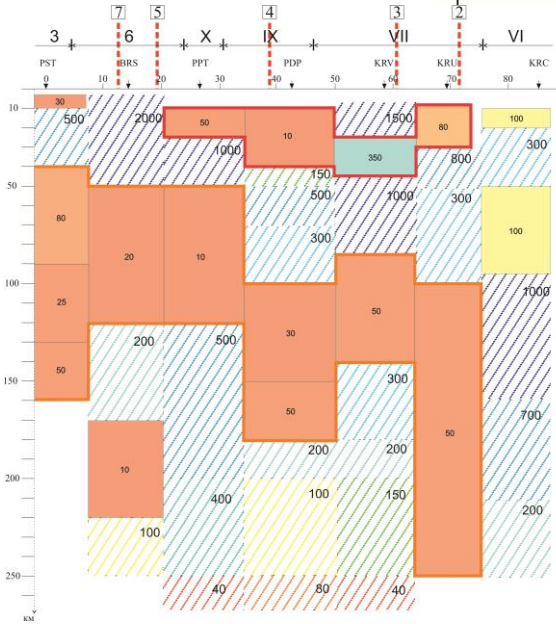
пр. Карпатський

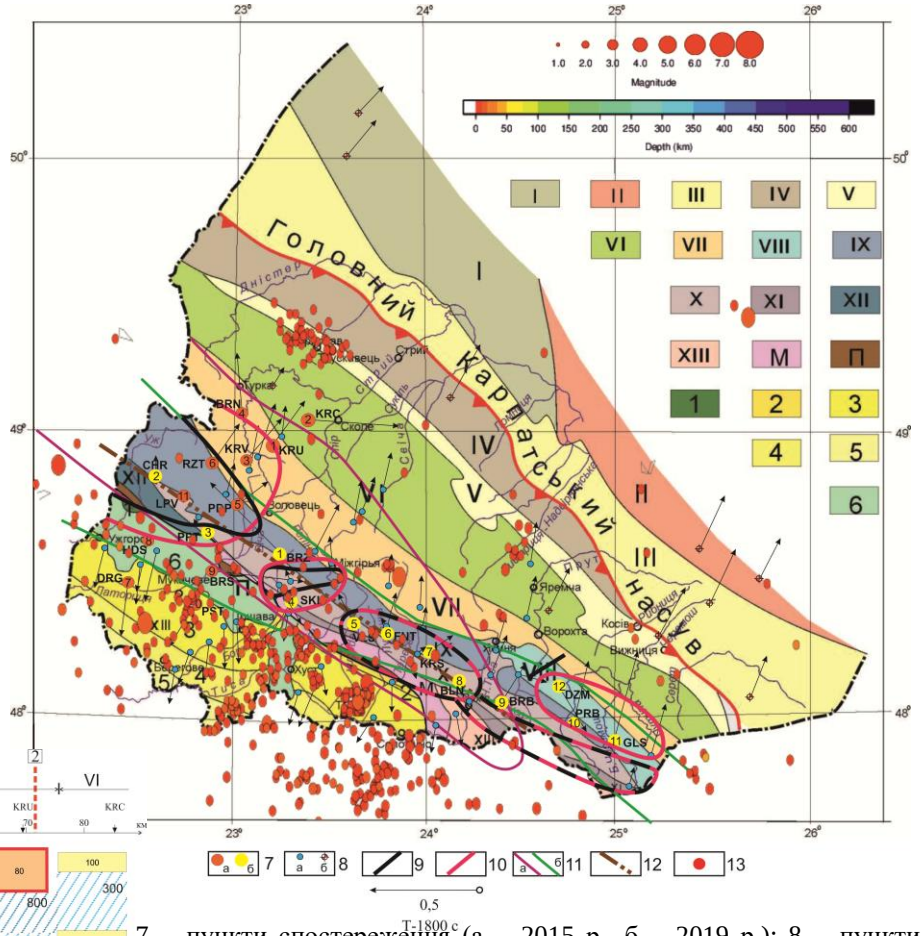


пр. Мукачеве – Сколе



пр. Середнє – Бориня

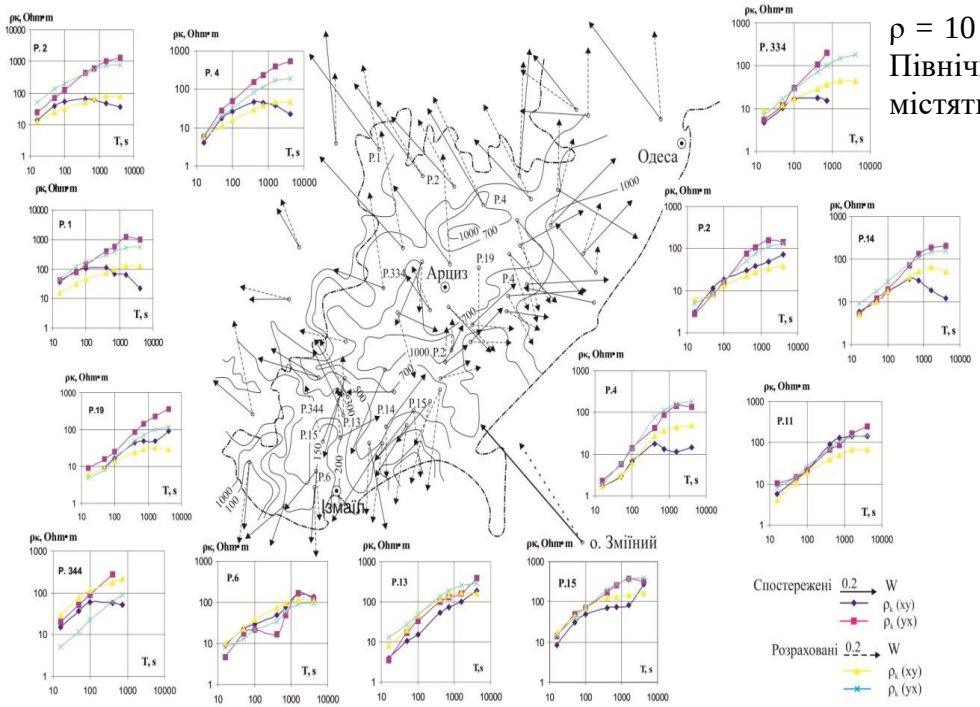


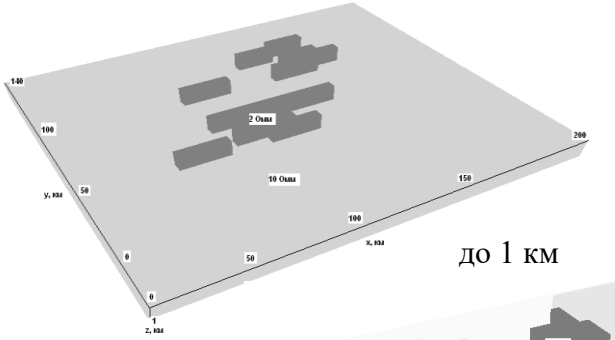

Magnitude
Depth (km)
Головний Карпатський насув
Дністер
Прут
Тисса
Сян
Вісла
Сколе
Бурка
Ужгород
Мукачеве
Івано-Франківськ
Яремча
Ворохта
Косів
Вижниця
Берегово
Хуст
Міжгір'я
Свалява
Тячів
Сучава
Сторожинець
Чернівці
Снятин
Коломия
Заліщики
Тернопіль
Бережани
Золочів
Стрий
Самбір
Дрогобич
Борислав
Калуш
Івано-Франківськ
Рокитне
Ізяслав
Шепетівка
Новоград-Волинський
Житомир
Київ
Вінниця
Бар
Могилів-Подільський
Ямпіль
Ананьїв
Кіровоград
Умань
Черкаси
Полтава
Кременчук
Миргород
Лубни
Ромни
Суми
Конотоп
Шостка
Чернігів
Ніжин
Прилуки
Бровари
Фастів
Біла Церква
Канів
Корсунь-Шевченківський
Звенигородка
Умань
Кіровоград
Олександрія
Знаменка
Миколаївка
Ізмаїл
Кілія
Рені
Болград
Кагул
Комрат
Кишинів
Бендери
Тирасполь
Одеса
Білгород-Дністровський
Іванівка
Херсон
Миколаївка
Ізюм
Харків
Лозова
Сєвєродонецьк
Луганськ
Ясинувата
Донецьк
Маріуполь
Бахмут
Слов'янськ
Краматорськ
Дніпропетровськ
Кривий Ріг
Нікополь
Запоріжжя
Мелітополь
Бердянськ
Маріуполь
Ялта
Сімферополь
Феодосія
Керч
Севастополь
Євпаторія
Джанкой
Армянськ
Перекоп
Чорне море
Азовське море
Дніпровський лиман
Дніпровський лиман
Дунайський лиман
Тендрівська коса
Кінбурнська коса
Арабатська стрілка
Сивашська коса
Перекопський перешийок
Кримський півострів
Кримські гори
Кримський перешийок
Керченський півострів
Керченська протока
Азовське море
Сиваш
Чорне море

ГЕОЕЛЕКТРИЧНІ НЕОДНОРІДНОСТІ ПІВНІЧНОЇ ДОБРУДЖІ ТА ПЕРЕДДОБРУДЗЬКОГО ПРОГИНУ

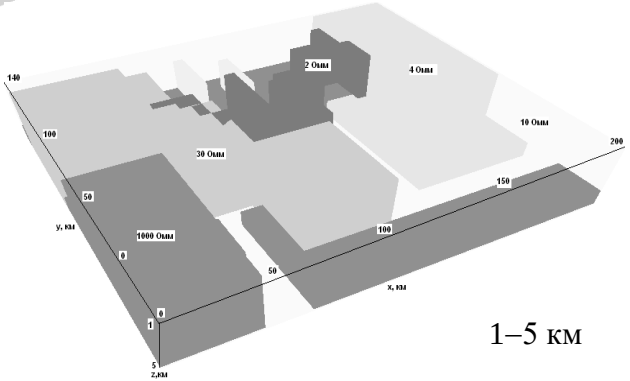
(Старостенко, Бурахович, Кушнир и др., 2013)

Північна Добруджа і Переддобрудзький прогин проявилися на різних глибинних рівнях від поверхні до 10 км з ρ = 2–10 Ом·м, 10–60 км з ρ = 10 Ом·м, 20–100 км з ρ = 25 Ом·м та 110–160 км з ρ = 70 Ом·м. Північно-західна частина Чорноморського шельфу та о. Зміїний містять субширотний провідник на глибинах 20–100 км з ρ = 25 Ом·м.

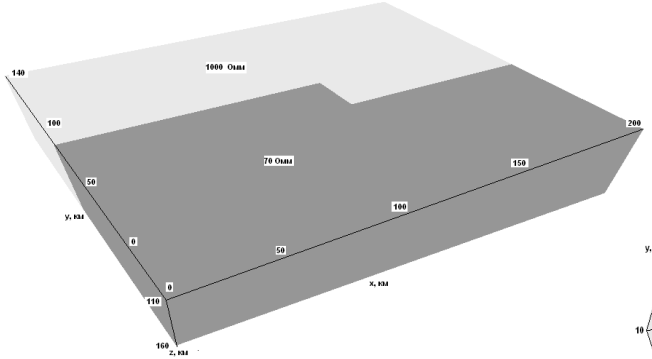




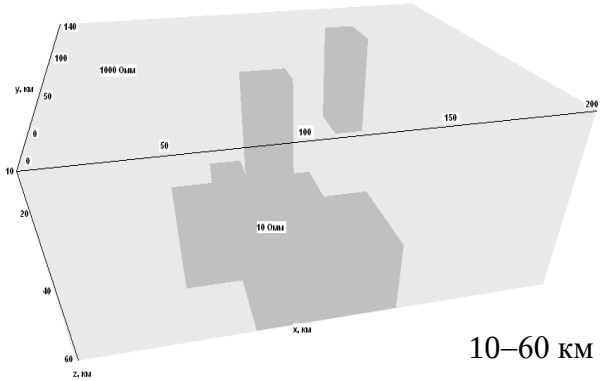
до 1 км



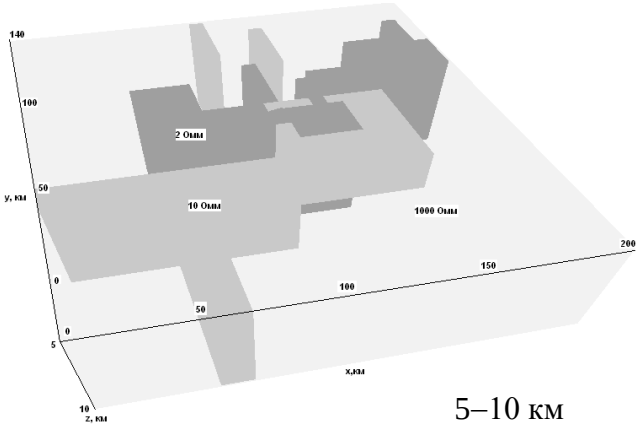
1–5 км



110–160 км



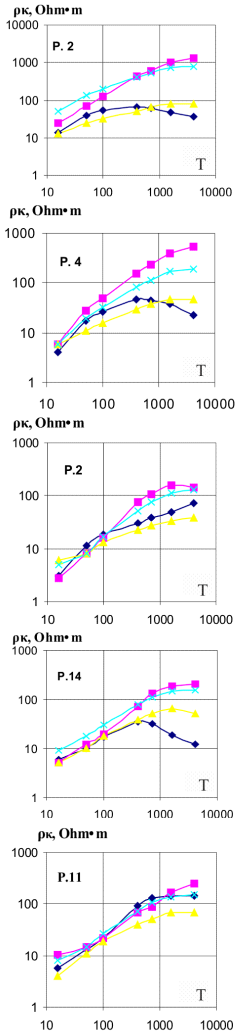
10–60 км

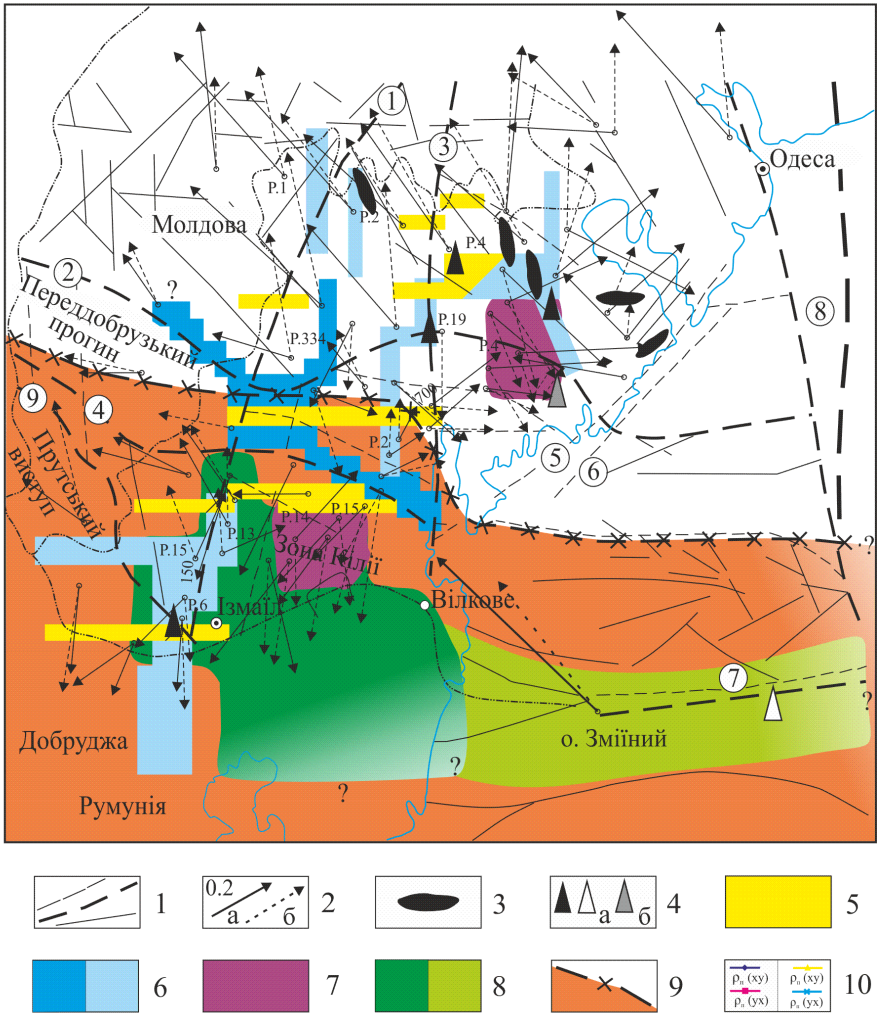


5–10 км

ГЕОЕЛЕКТРИЧНІ НЕОДНОРІДНОСТІ ПІВНІЧНОЇ ДОБРУДЖІ ТА ПЕРЕДДОБРУДЗЬКОГО ПРОГИНУ

(Burakhovych, Kushnir et al., 2015)



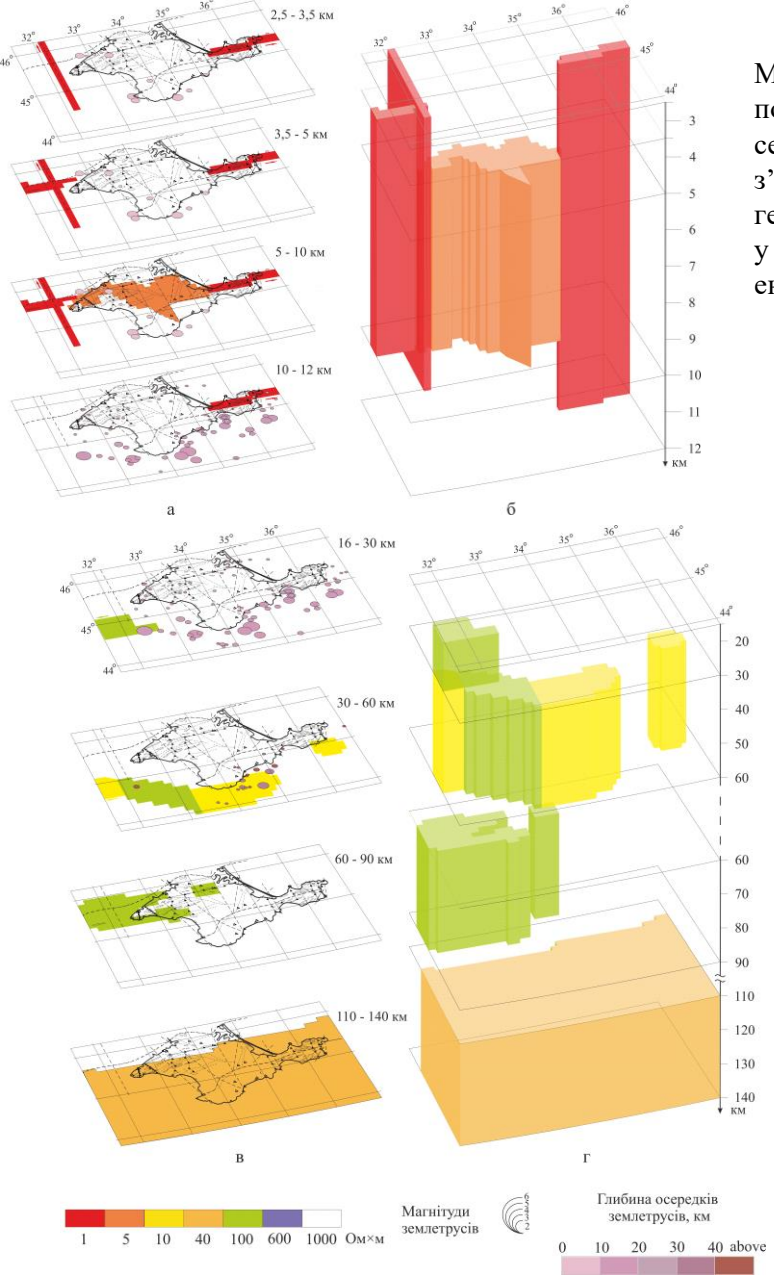


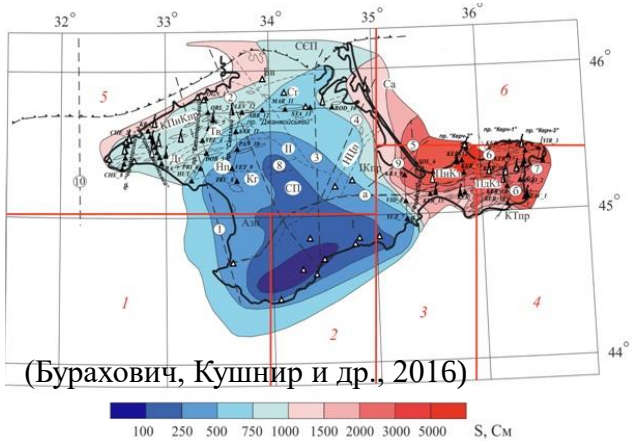
Уперше для північної Добруджі і Переддобрудзького прогину та прилеглих територій побудовано детальну тривимірну геоелектричну модель земної кори та верхньої мантії. Виділено аномалії високої електропровідності від поверхні земної кори і до верхньої мантії. Витягнуті на сотні кілометрів провідники приурочені до глибинних електропровідних розломів різного рангу і їх перетинів: Фрунзенському, Саратському, Болградському та ін. Шар високої електропровідності виділено у Південному борту Переддобрудзького прогину, що залягає на глибинах нижньої кори і верхів верхньої мантії. Північний борт Переддобрудзького прогину характеризується розподілом електропровідності у верхній мантії таким же, як і у Східноєвропейській платформі, в той час як Південний схил відрізняється від Північного електропровідною структурою на глибинах від 110 до 160 км. З огляду на підвищений тепловий потік, аномалії електропровідності у верхній мантії і на різних глибинах кори, позитивну аномалію магнітного і гравітаційного поля в цій області, підняття покрівлі нижньої мантії, присутність низькошвидкісної мантійної області, електропровідність регіону можна пов'язати з глибинними флюїдними системами.

Просторове розташування аномалії високої електропровідності Переддобрудзького прогину і Добруджі: 1 – глибинні розломи різного рангу (цифри у кружках: 1 – Фрунзенський, 2 – Чадир-Лунгський, 3 – Саратський, 4 – Болградський, 5 – Алібейський, 6 – Чорноморський, 7 – Сулинський, 8 – Одеський, 9 – Кагульсько-Ізмаїлівський); 2 – типери для періодів геомагнітних варіацій 400 с (а – спостережені, б – розраховані); 3 – нафтоперспективні ділянки; 4 – нафтогазові родовища (а), Східносаратське родовище (б); 5–8 – аномалії електропровідності (5 – h = 0–1 км, ρ = 2 Ом·м; 6 – h = 1–10 км, ρ = 2, 10 Ом·м; 7 – h = 10–40 км, ρ = 10 Ом·м; 8 – h = 40–60 км, ρ = 10 Ом·м; h = 20–100 км, ρ = 25 Ом·м); 9 – північна границя шару (h = 110–160 км, ρ = 70 Ом·м); 10 – приклади спостережених та розрахованих параметрів $\rho_п$.

ГЕОЕЛЕКТРИЧНІ НЕОДНОРІДНОСТІ КРИМСЬКОГО РЕГІОНУ

Моделі дозволяють зрозуміти походження і механізми сучасної сейсмічності, дають основу для з'ясування фундаментальних питань генезису рудоутворення для пошуків у надрах Землі мінеральних та енергетичних ресурсів.




ССП
КТиКпр
Ст
Ка
Кр
Ст
Ц
Ц
Ц

Наукова новизна одержаних результатів та висновки:

1. Отримано нові експериментальні дані методами МТЗ і МВП за допомогою сучасного обладнання з використанням передових технологій спостережень у межах окремих ділянок УЩ, ДДЗ, Донбасу, Північної Добруджі, Переддобрудзького прогину і Криму. Обробку виконано різними програмними комплексами, здійснювалося оцінювання двох локальних передаточних операторів – МТ імпедансу Z, МВ типера W_z і синхронних горизонтальних МВ операторів – повного М й аномального M_a, побудованих у вигляді кривих МТЗ, параметрів МВП, профільних графіків та псевдорозрізів.

2. Виявлено геоелектричні неоднорідності в різних геологічних структурах земної кори і верхньої мантії України, які характеризуються аномально низькими та аномально високими значеннями електричного опору:

• земна кора Східно-Приазовського мегаблока характеризується аномальною електропровідністю та приурочена до Грузько-Єланчицької і південної частини Кальміуської зон розломів на глибинах біля 10–50 км, ρ <100 Ом·м;

• центральна частина УЩ характеризується складною геоелектричною будовою та проявляється з поверхні до глибин 2–10 км і більше з ρ= 10–100 Ом·м, на глибинах 20–25 км з ρ= 50–250 Ом·м, на глибині 25–30 км і більше 50 км з ρ= 100–250 Ом·м;

• в надрах Ятранського блока ГШЗ базит-метабазитові утворення проявилися на різних структурних поверхах – Тарасівська структура з поверхні до 100 м та на глибині 2–10 км з ρ= 10–250 Ом·м, тоді як Троянківська від поверхні до 200 м та на глибині 2–10 км з ρ= 5–250 Ом·м;

• Брагінсько-Лоєвський виступ і Чернігівський блок ДДЗ характеризуються значною мінливістю верхньої кромки провідників від 18–40 км у північно-західному напрямку до 3–5 км в осьовій частині;

• північний борт Бєлгородсько-Сумського мегаблока характеризується аномальною провідністю на глибинах верхньої мантії в інтервалі глибин 50–160 км;

• електропровідність південного борту центральної частини ДДЗ характеризується аномаліями питомого електричного опору ρ < 30 Ом·м на глибинах від 10–25 км і ρ < 10 Ом·м в інтервалі глибин 25–30 км;

• геоелектричні неоднорідності Українських Карпатах від Закарпатського прогину до Скибових покривів: в земній корі до глибин 35–40 км – ρ < 350 Ом·м; висока електропровідність верхньої мантії, виділеої як загальне поглиблення верхньої кромки на північний схід від 40–60 км (Закарпатський прогин) до 90–100 км (Кросненський покрив), ρ = 10–150 Ом·м;

• Північна Добруджа і Переддобрудзький прогин проявилися на різних глибинних рівнях від поверхні до 10 км з ρ = 2–10 Ом·м, на 10–60 км з ρ = 10 Ом·м, на 20–100 км з ρ = 25 Ом·м, на 110–160 км з ρ = 70 Ом·м;

• північно-західна частина Чорноморського шельфу та о. Зміїний містять субширотний провідник на глибинах 20–100 км з ρ = 25 Ом·м;

• надра Кримського регіону характеризуються провідниками на глибинах 2,5–12 км, ρ = 1 Ом·м; 5–10 км, ρ = 5 Ом·м; 30–60 км, ρ = 10–100 Ом·м; 60–100 км, ρ = 10–100 Ом·м.

3. За результатами геоелектричних досліджень можна говорити про малоймовірне існування підвищеної електропровідності у вузькій північній частині ГШЗ – Ядлово-Трактемирівській зоні (ЯТЗ), що може бути підтвердженням гіпотези І.Б. Щербаков про те, що ЯТЗ являє собою пластину, що висунута в обмежений міжблоковий простір в умовах стиснення. У таких геодинамічних обстановках утворення аномалій електропровідності малоймовірно.

4. Вперше виділено аномальні зони та побудовано тривимірні моделі базит-метабазитових утворень (Тарасівського та Троянківського масивів) Ятранського блока ГШЗ. Показано, що такі структури в геологічних границях в аномальній електропровідності не проявилися. Але розломі зони, які оконтурюють та перетинають їх, виявилися складними аномальними об'єктами як у плані, так і за глибиною. Визначено, що в геоелектричному відношенні токові структури двох масивів суттєво відрізняються. Об'єднуючою рисою обох структур є низькі значення ρ від 5 до 100 Ом·м саме у їх геологічних границях. Високу електропровідність приповерхневої частини можна пояснити не тільки високою електропровідністю поверхневих осадових відкладів, але і зоною дезінтеграції порід кристалічного фундаменту, тоді як аномальність глибинної частини можна пояснити особливим складом порід земної кори (графітизацією, сульфідизацією та ін.) або флюїдизацією різного походження. Все частіше за останніми даними природу аномалій розглядають як результат спільної діяльності електронного та іонного типів електропровідності.

5. У межах геологічних утворень ДДЗ і Донбасу підтверджено результати 3D геоелектричного моделювання та висновки про положення регіональних аномалій електропровідності. Крім того, нові експериментальні дані дозволили підтвердити і деталізувати раніше виділені перспективні нафтогазоносні площі – Глидинцівську, Підгородську, Талалаївську та Ніновську, що знаходяться у фундаменті ДДЗ і супроводжуються аномаліями електропровідності на різних глибинних рівнях. Їх надра характеризуються перетином активізованих розломів різної орієнтації, а також аномальною потужністю коромантійної суміші і розущільнених областей на поверхні фундаменту 3–8 км, в земній корі 20–30 км та у верхах верхньої мантії. Природа аномалій електропровідності, з одного боку, може бути пов'язана з підвищеною проникністю порід, в області яких розвиваються флюїдні системи, де виникає міграція флюїдів, що сприяє утворенню родовищ вуглеводнів, з іншого боку, пояснюється як результат «вуглеводневого дихання Землі».

6. Уперше для північної Добруджі і Переддобрудзького прогину та прилеглих територій побудовано детальну тривимірну геоелектричну модель земної кори і верхньої мантії. Виділено аномалії високої електропровідності від поверхні земної кори і до верхньої мантії. Витягнуті на сотні кілометрів провідники приурочені до глибинних електропровідних розломів різного рангу і їх перетинів: Фрунзенського, Саратського, Болградського та ін. Шар високої електропровідності виділено у Південному борту Переддобрудзького прогину, що залягає на глибинах нижньої кори і верхів верхньої мантії. Північний борт Переддобрудзького прогину характеризується розподілом електропровідності у верхній мантії таким же, як і СЕП, в той час як Південний схил відрізняється від Північного електропровідною структурою на глибинах від 110 до 160 км. З огляду на підвищений тепловий потік, аномалії електропровідності у верхній мантії і на різних глибинах кори, позитивну аномалію магнітного і гравітаційного полів у цій області, підняття покрівлі нижньої мантії, присутність низькошвидкісної мантійної області, електропровідність регіону можна пов'язати з глибинними флюїдними системами.

7. Уперше виділено аномалії електропровідності в земній корі та верхній мантії Кримського півострова, представлені субвертикальними і субгоризонтальними структурами на різних глибинних поверхах від 2 до 100 км. Показано, що поза межами півострова спостерігається як неоднорідна земна кора, так і верхня мантія у вигляді регіональної Тарханкутської аномалії електропровідності, західної границі Західно-Кримського розлому та витягнутої області між Георгіївським розломом і Суліно-Тарханкутською зоною розломів. На південному-сході яскраво проявилася ізометрична аномалія електропровідності в зоні нафтового родовища Субботіна.

Дякую за увагу!