

<https://doi.org/10.15407/dopovidi2021.01.058>

УДК 550.834:553

**О.А. Трипільський, О.В. Тополюк,
О.О. Трипільська, О.Б. Гінтов**

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Київ

E-mail: oksana.topoliuk@gmail.com, oleg.gintov@gmail.com

Результати переінтерпретації матеріалів IV геотраверсу ГСЗ (ПК 295—400) у центральній частині Голованівської шовної зони

Представлено членом-кореспондентом НАН України О.Б. Гінтовим

Наведено результати переінтерпретації матеріалів досліджень методом ГСЗ по IV геотраверсу на відрізок ПК 295—400 з метою уточнення сейсмічного розрізу в районі Голованівського максимуму сили тяжіння. У товщі земної кори (глибини 2—60 км) були виділені точки дифракції та сейсмічні майданчики, що дало змогу суттєво уточнити дані про глибинну будову розглянутої ділянки. Уточнено положення в розрізі Тальнівської зони розломів, завдяки виділенню додаткових точок дифракції та великої кількості коротких відбиттів елементів на глибинах 2—8 км. У центральній частині розрізу (ПК 338—355) елементи горизонтального і похилого залягання (глибини 2—9 км і 24—44 км) та серія коротких крутонахилених відбивних елементів (глибини 8—26 км) формують область середовища, яка на глибинах 2—44 км за своїми характеристиками відрізняється від вмисних порід, що дало можливість простежити лістричну зону сколювання, яка безперервно простягається з глибини 8 км на ПК 355 до 44 км на ПК 304. На підставі цього, а також наявних сейсмотомографічних даних висловлено припущення, що Тальнівська зона розломів простежується до глибин 100—600 км у вигляді межі між блоками з різними швидкостями V_p , ступенями і розривами в шарі Голіцина—Гейка. З основною частиною Тальнівської зони розломів лістрична зона сколювання з'єднується поблизу денної поверхні. Згідно з наведеною переінтерпретацією даних ГСЗ по IV геотраверсу підвідний канал інтрузивного тіла гіпербазитів досить вузький на глибинах 60—33 км, і тільки починаючи з глибини 30 км і майже до денної поверхні тіло розширюється до потужності близько 15 км. Орієнтуючись на область підвищених швидкостей V_p на глибинах 2—33 км, можна припустити, що саме на цих глибинах вздовж осі центральної частини Голованівської шовної зони розташовано основне тіло інтрузії гіпербазитів і базит-дунітів, перидотитів, піроксенітів, габро, амфіболітів, густина яких перевищує густину вмисних порід на $0,1-0,22 \text{ г/см}^3$.

Ключові слова: Голованівська шовна зона, Тальнівська зона розломів, IV геотраверс, ГСЗ.

Цитування: Трипільський О.А., Тополюк О.В., Трипільська О.О., Гінтов О.Б. Результати переінтерпретації матеріалів IV геотраверсу ГСЗ (ПК 295—400) у центральній частині Голованівської шовної зони. Допов. Нац. акад. наук Укр. 2021. № 1. С. 58—64. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2021.01.058>

У роботі наведено результати переінтерпретації матеріалів, отриманих під час досліджень методом ГСЗ по IV геотраверсу на ділянці ПК 295–400. Переінтерпретацію авторами було цілеспрямовано переглянуто з метою уточнення сейсмічного розрізу в районі Голованівського максимуму сили тяжіння (ПК 320–360).

У межах Побузького гірничорудного району геотраверс перетинає Голованівський максимум сили тяжіння в широтному напрямі і проходить поряд з відомими базитовими масивами — Троянським і Тарасівським — та дещо північніше області виходу на поверхню кристалічного фундаменту аномально великої кількості (більше 100) масивів серпентинітів і перидотитів, з якими пов'язана розробка родовищ силікатного нікелю і хромітів. Це завжди надавало інтерпретації одержаних тут сейсмічних даних великої ваги.

У попередніх інтерпретаціях сейсмічний розріз приблизно на рівні глибини залягання границі Мохо було протягнуто на захід до ПК 410 [1–5]. У подальшому під час повторного аналізу сейсмічних матеріалів ця частина розрізу була частково видалена або переглянута [6].

Загалом розріз має риси, характерні для більшості профілів ГСЗ на території Українського щита. У верхній частині розрізів на глибинах 0–14 км повсюдно спостерігаються заломлено-рефраговані хвилі P_0^K на відстані 0–80–120 км від точки збудження.

На глибинах 5–13 км на відрізку ПК 295–350 простежується шар зі зниженою швидкістю, нижче якого залягає сейсмічна границя K_2 , що являє собою підшву цього шару. За винятком зазначеного шару, швидкість у земній корі поступово і неперервно зростає з глибиною до самої границі Мохо (рисунок).

Порівняно з попередніми інтерпретаціями розглядуваної частини геотраверсу [4, 6] розріз земної кори значно уточнено.

У верхній частині земної кори (глибини 0–5 км) швидкості порівняно з їх нормальним значенням підвищені (різниця становить 0,1–0,2 км/с). З глибиною міра підвищення швидкостей поступово зменшується від 0,18 км/с на глибині 15 км до 0,04 км/с на глибині 40 км.

Швидкість у горизонтальному напрямі змінюється в основному незначно. Винятком є область ПК 340–335, де на глибинах 18–30 км спостерігаються локальні максимуми швидкостей (район глибинного розлому), що відповідають максимуму гравітаційної кривої і можуть свідчити про концентрацію на цих глибинах порід більш основного складу.

У часовому інтервалі між підшвою шару зі зменшеною швидкістю та відбитими хвилями від границі Мохо реєструються закритичні відбиті хвилі від меж, що залягають дещо нижче підшви цього шару (глибини 13–18 км). Як правило, відбиті хвилі від цих меж простежуються паралельно одна одній за відсутності інтерференції між ними (див. рисунок).

У земній корі в районі ПК 340–355 на глибинах 16–26 і 30–40 км у результаті реєстрації дифрагованих хвиль додатково виокремлено ряд точок дифракції. Глибина точок дифракції визначалася за допомогою променевої діаграми.

Встановлення додаткових точок дифракції, а також густої серії коротких сейсмічних границь дало змогу уточнити положення Тальнівської зони розломів у розрізі. На поверхні кристалічного фундаменту геотраверс перетинає її в районі ПК 350–360. Густа серія коротких сейсмічних границь простежується на схід від ПК 353.

З урахуванням положення Тальнівської зони на поверхні [7] у розрізі (див. рисунок) західне її обмеження зображене на рівні ПК 357. У межах середньої частини кори зона

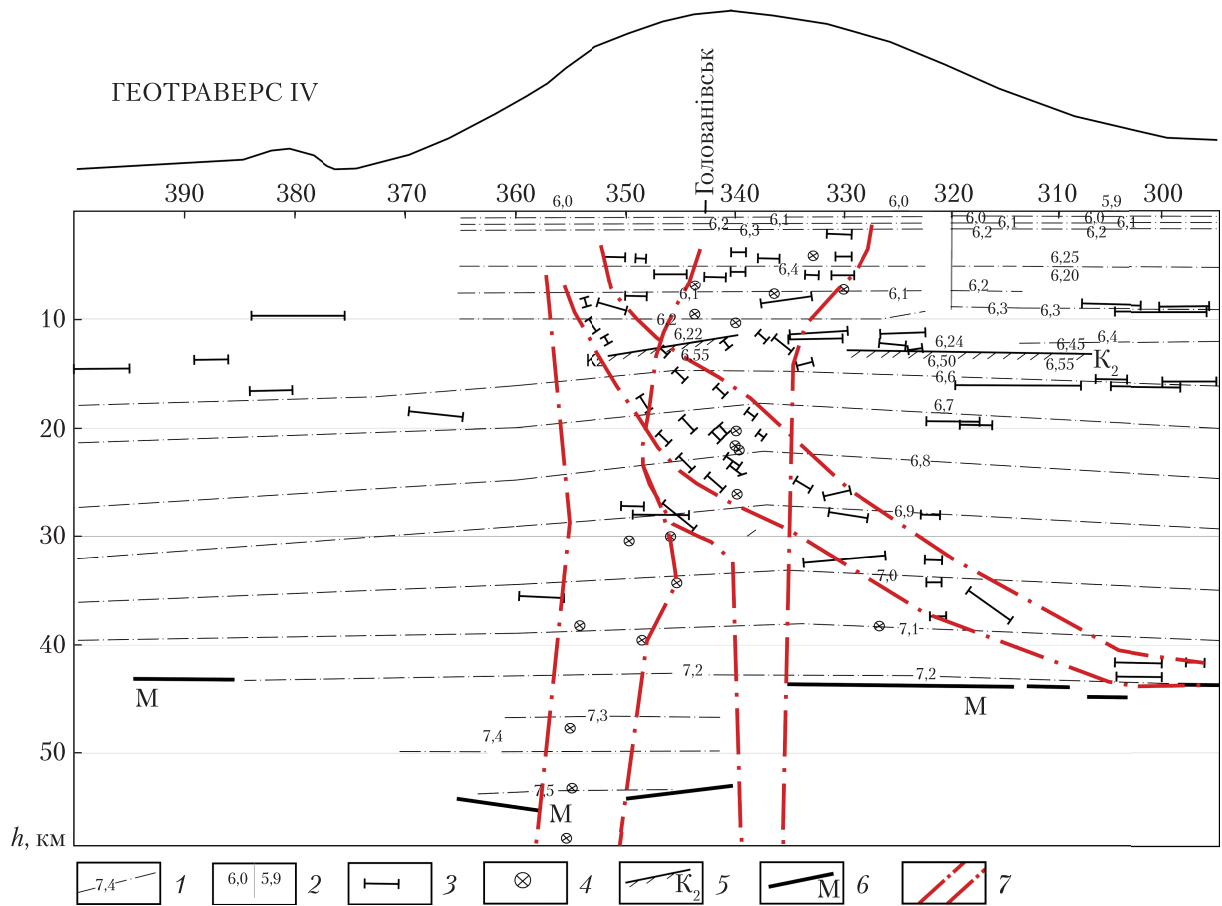


Рис. 1. Сейсмічний розріз земної кори вздовж геотранверсу IV (ПК 295–400). Умовні позначення: 1 – ізолінія швидкості V_p , км/с; 2 – умовна межа, що розділяє ділянки геотранверсу з різною початковою швидкістю; 3 – відбивні елементи в земній корі; 4 – точки дифракції; 5 – сейсмічна границя K_2 ; 6 – сейсмічна границя Мохо; 7 – глибинний розлом

не визначається через суцільну тектонічну зруйнованість Голованівської шовної зони (ГШЗ) і наявність тут ще декількох зон розломів, зокрема Ємилівської. А в нижній корі зона простежується за точками дифракції до глибини 60 км (зона розриву в поверхні Мохо) у межах ПК 345–355.

За даними [8], Тальнівська зона розломів маркує межу між Бузьким і Росинським мегаблоками з одного боку та Інгульським – з іншого. За сейсмотомографічними даними [9], ця межа простежується на перетинах $47\text{--}50^\circ$ північної широти і $30\text{--}31^\circ$ східної довготи на глибинах 100–600 км у вигляді границі між блоками з різними швидкостями V_p , ступенями і розривами у шарі Голіцина – Гейка. Тому можна вважати, що Тальнівська зона також простежується на ці глибини. На поверхні вона встановлюється за крихкопластичною деформацією порід, а на значних глибинах, припустимо, виражена структурою субвертикальної течії мантії речовини.

Більша частина розрізу земної кори розглядуваної ділянки геотранверсу IV характеризується, зазвичай, горизонтальним та субгоризонтальним заляганням окремих сейсмічних

границь та здебільшого поступовим зростанням швидкості з глибиною. Винятком є центральна частина розрізу (ПК 328—355), де на глибинах 8—26 км виокремлено серію крутонахилених відбивних елементів.

Слід відзначити, що за новою інтерпретацією положення крутонахилених відбивних елементів зміщено в плані на 10—15 км у західному напрямі від того місця, де вони мали б залягати у разі їх горизонтального положення. Таке відхилення супроводжується значним підвищенням інтенсивності відбиттів від цих елементів. Усі ці відбивні елементи у сукупності з елементами горизонтального залягання на глибині 2—9 км формують область середовища, яке на глибинах 2—30 км за своїми характеристиками відрізняється від вмисних порід.

Серія має одну характерну особливість — більшість нахилених осей паралельні між собою. Це означає, що пов'язані з ними відбивні елементи, найімовірніше, також паралельні між собою. З цього випливає висновок, що у товщі кристалічної земної кори виявлено структуру, складену з великої кількості відбивних елементів, які круто падають на схід і загалом залягають досить упорядковано.

Фізичну природу цих відбиттів можна пояснити таким чином. Відбиття утворюються лише тоді, коли хвиля на своєму шляху зустрічається зі зміною акустичної жорсткості середовища γ ($\gamma = \rho v$, де ρ — густина, v — швидкість, км/с). У цьому разі відбувається відбиття від границі, яка характеризує зміну акустичної жорсткості середовища. У нашому випадку це може бути поверхня окремих шарів, що розділяють середовище на окремі прошарки, швидкість у яких відмінна від швидкості на їх поверхні. За такого припущення існують фізичні передумови для утворення відбиттів від поверхонь шарів. Можна припустити, що ця серія складена частково паралельно розташованими тілами зі зниженими та підвищеними швидкостями з переважанням останніх.

Виділена серія нахилених відбивних елементів починається на глибині 8—9 км під ПК 355 і продовжується на схід на глибину 37 км під ПК 315. Це дає змогу відстежити лістричну зону сколювання, яка неперервно простягається на 44 км з глибини 8 км до поверхні Мохо під ПК 300. Максимальної потужності (до 10 км) зона набуває на глибинах 20—24 км, де вона збігається з серією крутонахилених відбивних елементів та декількох точок дифракції.

Біля поверхні виділена лістрична зона сколювання поєднується з основною частиною Тальнівської зони розломів. Тектонофізичними дослідженнями [7] у межах Тальнівської зони закартовано декілька субпаралельних зон сколювання південно-східного простягання, одна з яких і є, найвірогідніше, цією лістричною зоною, тоді як інші простежуються на глибину субвертикально. Розробляючи магнітну модель земної кори ГШЗ, І.К. Пашкевич і М.І. Бакаржієва [10] вже передбачали наявність тут лістричної зони, по якій Бузький мегаблок підсунувся під ГШЗ, або остання обдукувала на Бузький мегаблок.

У районі ПК 335—340 реєструється, як відомо, глибинний розлом, по якому границя Мохо вертикально зміщується з глибини 43 км на глибину 53 км. Крім того, у земній корі у цьому ж місці виокремлено ряд точок дифракції (див. рисунок).

На розрізі цієї ділянки геотраверсу В.Б. Соллогубом [4] було виокремлено інтрузивне тіло з підвищеною густиною в інтервалі глибин 10—50 км. Горизонтальні розміри тіла: 3—14 км на глибинах 10—20 км та 6—14 км на глибинах 20—50 км. Інтрузивне тіло, за

інтерпретацією В.Б. Соллогуба, просторово збігається з субвертикальним глибинним розломом і поступово звужується з глибиною.

За даними тривимірного густинного моделювання [11], ступінь розділу Мохо і відповідний глибинний розлом простежуються в субмеридіональному напрямку через всю центральну частину ГШЗ. У полі аномалій Буге ступінь Мохо амплітудою до 10 км компенсується підвищеною потужністю коромантіїної суміші в опущеному західному крилі, а найбільша в межах УЩ гравітаційна аномалія (Голованівський максимум) пояснюється підняттям “базальтового” і “діоритового” шарів, пластини яких завширшки до 40 км підняті відносно суміжних на 4–10 км. Наявність інтрузивного тіла над ступенем розділу Мохо, що передбачував В.Б. Соллогуб, не фіксується через незначну потужність цього тіла.

За останнім варіантом переінтерпретації даних ГСЗ (див. рисунок) підвідний канал інтрузивного тіла гіпербазитів на глибинах 60–33 км достатньо вузький і лише починаючи з 30 км та майже до поверхні тіло розширюється до потужності близько 15 км. Саме така ширина виходів гіпербазитів на поверхню кристалічного фундаменту на ділянці південніше геотраверсу IV. Орієнтуючись на область відносно підвищених швидкостей V_p на глибинах 2–33 км (див. рисунок), можна очікувати, що саме на цих глибинах вздовж осі центральної частини ГШЗ розташоване основне тіло інтрузії гіпербазитів і базитів — дунітів, перидотитів, піроксенітів, габро, амфіболітів, густина яких перевищує густину вмісних порід на 0,1–0,2 г/см³. Біля поверхні на глибинах до 2–3 км гіпербазити серпентинізовані, через що інтенсивність гравітаційного поля в області їх виходу на поверхню трохи знижена. А в місцях виходу на поверхню кристалічного фундаменту базитів — Троянського і Тарасівського масивів — спостерігається максимальна інтенсивність Голованівської аномалії.

Таким чином, переінтерпретований розріз Голованівської ділянки геотраверсу IV значно уточнює попередні розрізи, що повинно враховуватися під час аналізу інших геофізичних даних.

Висновки

1. У результаті переінтерпретації даних геотраверсу IV на відріжку ПК 300–400 була встановлена нова серія площинок відбиттів і точок дифракції, що дало змогу значно уточнити положення в розрізі Тальнівської зони розломів та її внутрішню структуру, а також підтвердити і уточнити форму інтрузії базитів-гіпербазитів, передбачену В.Б. Соллогубом.

2. Розглядуваний відрізок геотраверсу IV характеризується особливістю, яка відрізняє його від інших частин — це серія крутонахилених відбивних елементів, що залягають на глибинах 8–26 км. З урахуванням інших нахилених і горизонтальних відбивних елементів це дало змогу простежити лістричну зону сколювання Тальнівської зони розломів, що передбачалася тут за іншими геолого-геофізичними даними.

3. Показано, що інтрузія гіпербазитів-базитів у межах Голованівської шовної зони утворює тіло розмірами в розрізі близько 15 км завширшки і 30 км по вертикалі без урахування підвідного каналу. Таке тіло потрібно враховувати у подальших кількісних геофізичних розрахунках.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Соллогуб В.Б., Трипольский А.А. Некоторые данные о глубинном строении земной коры по профилю Таганрог – Кировоград. *Геофиз. сб. АН УССР*. 1969. Вып. 31. С. 5–24.
2. Соллогуб В.Б., Чекунов А.В., Трипольский О.А. Тектонічне районування Українського щита в світлі даних глибинних геофізичних досліджень. *Геол. журн.* 1972. **32**, вип. 4. С. 3–10.
3. Субботин С.И., Соллогуб В.Б., Чекунов А.В. Строение и эволюция земной коры Украины и сопредельных регионов. Тектоника в свете новых данных и представлений. *Геофиз. сб. АН УССР*. 1976. Вып. 70. С. 13–45.
4. Соллогуб В.Б. Литосфера Украины. Киев: Наук. думка, 1986. 184 с.
5. Трипольский А.А., Гейко В.С., Ливанова Л.П., Трипольская В.А., Цветкова Т.А. Сейсмическая модель земной коры. *Литосфера Центральной и Восточной Европы. Геотраверсы IV, VI, VIII*. Киев: Наук. думка, 1988. С. 13–25.
6. Трипольский А.А., Шаров Н.В. Литосфера докембрийских щитов северного полушария Земли по сейсмическим данным. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2004. 159 с.
7. Гинтов О.Б., Ентин В.А., Мычак С.В., Павлюк В.Н., Зюльцле В.В. Структурно-петрофизическая и тектонофизическая основа геологической карты кристаллического фундамента центральной части Голованевской шовной зоны Украинского щита. *Геофиз. журн.* 2016. **38**, № 3. С. 3–28. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v38i3.2016.107777>
8. Гинтов О.Б., Орлюк М.І., Єнтин В.А., Пашкевич І.К., Мычак С.В., Бакаржієва М.І., Шимків Л.М., Марченко А.В. Структура західної і центральної частини Українського щита. Співні питання. *Геофиз. журн.* 2018. **40**, № 6. С. 3–29. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v40i6.2018.151000>
9. Гейко В.С., Цветкова Т.А., Шумлянская Л.А., Бугаенко И.В., Заец Л.Н. Региональная 3-D Р-скоростная модель мантии Сарматии (юго-запад Восточно-Европейской платформы). *Геофиз. журн.* 2005. **27**, № 6. С. 927–939.
10. Гинтов О.Б., Мычак С.В., Пашкевич И.К., Бакаржиева М.И., Лазаренко О.Е. Докембрий Украинского щита и тектоника плит. *Очерки геодинамики Украины*: Старостенко В.И., Гинтов О.Б. (ред.). Киев: Изд. “ТОВ. “Підприємство “ВІ ЕН ЕЙ”, 2018. С. 377–402.
11. Старостенко В.И., Куприенко П.Я., Макаренко И.Б., Савченко А.С., Легостаева О.В. Трехмерная плотностная модель земной коры центральной части Голованевской шовной зоны Украинского щита. *Геофиз. журн.* 2018. **40**, № 3. С. 27–53. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v40i3.2018.137172>

Надійшло до редакції 16.11.2020

REFERENCES

1. Sollogub, V.B. & Tripolsky, A.A. (1969). Some data on the deep structure of the Earth's crust along the Taganrog–Kirovograd profile. *Geofiz. sb. AN USSR*, Iss. 31, pp. 5–24 (in Russian).
2. Sollogub, V.B., Chekunov, A.V. & Tripolsky, O.A. (1972). Tectonic zoning of the Ukrainian shield in the light of data of deep geophysical investigations. *Geol. Zhurn.*, 32, Iss. 4, pp. 3–10 (in Ukrainian).
3. Subbotin, S.I., Sollogub, V.B. & Chekunov, A.V. (1976). The structure and evolution of the earth's crust of Ukraine and adjacent regions. *Tectonics in the light of new data and views. Geofiz. sb. AN USSR*, Iss. 70, pp. 13–45 (in Russian).
4. Sollogub, V.B. (1986). *Lithosphere of Ukraine*. Kiev: Naukova Dumka (in Russian).
5. Tripolsky, A.A., Geiko, V.S., Livanova, L.P., Tripolska, V.A. & Tsvetkova, T.A. (1988). Seismic model of the earth's crust. In *Lithosphere of Central and Eastern Europe. Geotraverses IV, VI, VIII* (pp. 13–25). Kiev: Naukova Dumka (in Russian).
6. Tripolsky, A.A. & Sharov, N.V. (2004). *Lithosphere of the Precambrian shields of the northern hemisphere of the Earth according to seismic data*. Petrozavodsk: Karelian Research Centre RAS (in Russian).
7. Gintov, O.B., Yentin, V.A., Mychak, S.V., Pavlyuk, V.N. & Zultsle, V.V. (2016). Structural-petrophysical and tectonophysical base of geological map of crystalline basement of the central part of Golovanevsk suture zone of the Ukrainian Shield. *Geofiz. Zhurn.*, 38, No. 3, pp. 3–28 (in Russian). <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v38i3.2016.107777>
8. Gintov, O.B., Orlyuk, M.I., Yentin, V.A., Pashkevich, I.K., Mychak, S.V., Bakarzhieva, M.I., Shimkiv, L.M. & Marchenko, A.V. (2018). The structure of the western and central parts of the Ukrainian shield. *Contro-*

- versial issues. *Geofiz. Zhurn.*, 40, No. 6, pp. 3-29 (in Russian). <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v40i6.2018.151000>
9. Geiko, V.S., Tsvetkova, T.A., Shumlyanskaya, L.A., Bugaenko, I.V. & Zaets, L.N. (2005). Regional model 3-d P-speed mantle of Sarmatia (south-west of the East-European platform). *Geofiz. Zhurn.*, 27, No. 6, pp. 927-939 (in Russian).
10. Gintov, O.B., Mychak, S.V., Pashkevich, I.K., Bakarzhieva, M.I. & Lazarenko, O.E. (2018). Precambrian Ukrainian shield and plate tectonics. In *Essays on geodynamics of Ukraine* (pp. 377-402). Kiev: "LLC "Predpriyatiye "VI EN EY" (in Russian).
11. Starostenko, V.I., Kuprienko, P.Ya., Makarenko, I.B., Savchenko, A.S. & Legostaeva, O.V. (2018). Three-dimensional density model of the Earth's crust of the central part of the Golovanivskaya suture zone of the Ukrainian shield. *Geofiz. Zhurn.*, 40, No. 3, pp. 27-53 (in Russian). <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v40i3.2018.137172>

Received 16.11.2020

O.A. Trypolsky, O.V. Topoliuk, O.O. Trypolska, O.B. Gintov

S.I. Subbotin Institute of Geophysics of the NAS of Ukraine, Kyiv

E-mail: oksana.topoliuk@gmail.com, oleg.gintov@gmail.com

RESULTS OF THE REINTERPRETATION OF MATERIALS OF IV GEOTRAVERSE OF NHS (PK 295-400) IN THE CENTRAL PART OF THE HOLOVANIVSK SUTURE ZONE

This work provides the reinterpretation results of the research outcomes with the DSS method on geotransverse IV on section PK 295-400 in order to clarify a seismic section in the Holovanivsk area of high gravity. A number of points of diffraction and seismic sites have been identified in Earth's crust (at a depth of 2-60 km), which gives an opportunity to considerably specify the data on the deep structure of the studied area. The position in a section of the Talnivska fault zone is clarified due to the identification of additional points of diffraction and a large number of short reflective elements at a depth of 2-8 km. In the central part of the section (PK 338-355), horizontal and inclined elements (at the depths of 2-9 km and 24-44 km) and a series of short steeply inclined reflective elements (at depths of 8-26 km) form the area of the medium which at the depth of 2-44 km differs in its characteristics from the host rocks. This allowed tracing the listric shear zone that stretches continuously from a depth of 8 km on PK 355 to 44 km on PK 304. All this, as well as available seismotomographic data, allows us to suppose that the Talnivska fault zone is traced up to depths of 100-600 km as a boundary between blocks with different V_p velocities and degrees and gaps in the Golitsyn–Geiko layer. The listric shear zone is connected to the main part of the Talnivska fault zone near the surface. According to the given re-interpretation of GSS data on geotransverse IV, the supply channel of the intrusive body of hyperbasites is rather narrow at depths of 60-33 km, and starting only from depth of 30 km and almost to the surface the body expands up to 15 km in width. Focusing on the area of increased V_p velocities at a depth of 2-33 km, one can assume that the main intrusive body that consists of hyperbasites and basite-Dunites, peridotites, pyroxenites, gabbro, and amphibolites, the density of which exceeds the density of rocks by $0.1-0.22 \text{ g/cm}^3$, is located at these depths along the axis of the central part of the Holovanivsk suture zone.

Keywords: *Holovanivsk suture zone, Talnivska fault zone, IV geotransverse, NHS.*