

Із рис. 2 видно, що на 5-му каналі добре розрізняється пара "сухі" – "підтоплені не задерновані" території. Із сіво-змінами у їх "сухому" та "підтопленому" станах ситуація складніша. Пара різних сівозмін в однаковому "сухому" стані розділяються на 7-му каналі, у "підтопленому" – на 5-му. "Відкриті водні поверхні" однаково добре виділяються на обох каналах, "урбанізовані території", навпаки, перекриваються розподілами інших класів.

**Висновок.** Застосування запропонованої характеристики інформативності каналів дозволяє об'єктивно оцінити здатність каналу до диференціації класів, визначених за станом підтоплення, в тому числі, коли класів достатньо велика кількість і в умовах нечіткої їх диференціації. Метод має перспективу як засіб попере-

дньої підготовки матеріалів перед подальшим їх використанням у задачах розпізнавання стану підтоплення території в автоматизованому режимі.

1. Жуков М.Н. Метод багатомірної статистичної фільтрації різновидової інформації для вирішення задач картування та прогнозу: Дисертація... доктора геологічних наук: 04.00.05. – К., 1997. 2. Жуков М.Н., Шафранська Н.В. Метод непараметричної класифікації в задачі прогнозування уранових родовищ гідротермального прожилково-штокеркового типу // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. Т. 1: 36. наук. праць. – 2004. – С. 103-106. 3. Жуков Н.Н. Вероятностно-статистические методы анализа геолого-геофизической информации. – К., 1975. 4. Крынов Е.Л. Спектральная отражательная способность природных образований. – М., 1947. 5. Рус У. Основы дистанционного зондирования. – М., 2006.

Надійшла до редколегії 29.01.10

## ЕКОЛОГІЧНА ГЕОЛОГІЯ

УДК 504.36:574(234.421.1)

Н. Захарій, інж. II кат.,  
М. Коржнев, д-р геол.-мінералог. наук, проф.

### СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ДЕЯКИХ ПРИРОДНИХ І ТЕХНОГЕННИХ ЧИННИКІВ ВПЛИВУ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. М.Н. Жуковим)

*Статистичний аналіз даних методами кореляційного і факторного аналізу дозволяє зробити висновок, що чинники техногенного навантаження на довкілля відображені у показниках здоров'я населення, таких як смертність та розвиток різних хвороб.*

*Statistical analysis of data by the methods of cross-correlation and factor analyses allows concluding that factors of the technogenic loading on the environment are directly reflected in the indexes of population health such as a death rate and development of different disease.*

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Україна більшою частиною території знаходиться на даний час на рубежі масштабної екологічної кризи, що спостерігається на тлі загострення загальнодержавних соціальних, економічних та екологічних проблем. За даними Інституту геронтології, в країні залишаються одними з найвищих показники дитячої та дорослої смертності в Європі.

Прогнози розвитку цієї ситуації, за дослідженнями в найбільших міських агломераціях, вкрай несприятливі (не втішні) для розвитку здорової держави. За дослідженнями провідних інститутів, прогнозні оцінки засвідчують, що в разі продовження існуючої стратегії розвитку країни наслідки набутатимуть катастрофічного масштабу. Спостерігається чітка тенденція значного зростання масштабів захворювань, на які впливають екологічні чинники [2].

Провести прямий статистичний аналіз впливу природних та техногенних чинників на здоров'я населення на даний момент часу майже неможливо. Існують (у відкритому доступі) лише статистичні дані за адміністративними регіонами України (областями та АР Крим) тільки за окремими чинниками [1], тому всі оцінки такого впливу носять характер наукових досліджень, які не виведені на рівень державної статистики.

Раніше дослідниками [3] було проаналізовано досить обмежений набір статистичних даних за 1999-2001 рр по областях України, що відносилися до видобутку мінеральної сировини, рівня водонавантаження, розвитку промисловості, викидів шкідливих речовин у повітря, скидів забруднених вод, розораності територій, їх лісистості, щільності населення, індексу розмаїття рослинності суші. За цими даними було проведено порівняння дитячої смертності та смертності населення від загальних причин. Під час цих досліджень було зроблено висновки, що перша пов'язана з промисловими викидами в повітря, скидами забруднених вод і

щільністю населення (що, в свою чергу, пов'язано з видобутком мінеральної сировини і розвитком промисловості), а друга – з розораністю територій (веденням сільського господарства). Незважаючи на неоднозначність цих висновків, вони заслуговують на увагу.

**Постановка завдання.** Метою даної статті є проведення статистичного аналізу на більш широкій основі, що включає дані про захворюваність населення, підтвердження вже відомих та відкриття нових взаємозв'язків між екологічними чинниками та показниками здоров'я населення України.

**Виклад основного матеріалу.** Є певні принципи статистичного порівняння показників здоров'я населення з чинниками, які на нього впливають. Треба пам'ятати, що: 1 – не можна порівнювати чинники пізніх періодів з показниками здоров'я більш ранніх періодів; 2 – для різних чинників існує певний період (лаг) між часом його прояву у довкіллі й часом його прояву у показниках впливу на здоров'я населення. Крім того, існують так звані "сталі чинники", співвідношення яких між різними адміністративними областями не дуже змінювались за останнє десятиріччя. До них належать зосередженість промисловості, видобуток корисних копалин, лісистість і розораність територій, навіть викиди у повітря і скиди у водне середовище, які є похідними від зосередженості промисловості. Такий показник, як дитяча смертність, визначається, значною мірою, здоров'ям батьків, яке, якщо не враховувати генетичну спадковість, залежить від умов всього їхнього життя.

Тому, враховуючи це, для порівняння шляхом кореляційного аналізу до вихідної матриці було включено дані за різні періоди, починаючи з періоду 1985-1990 рр (внесення мінеральних добрив і пестицидів) до смертності з основних причин смерті і дитячої смертності за 2000, 2001, 2004, 2007 роки. Свої обмеження вносила доступність статистичних даних. Наприклад, дані про

захворюваність населення включені за 2004 р, після того, як вони були оприлюднені на сайті Міністерства екології України [4].

Усі характеристики було об'єднано в загальну матрицю після певних перетворень даних для коректного співставлення показників. А саме:

1 – *щодо даних про захворюваність населення.* Як вихідну інформацію нами було використано дані, зняті з карт, що були представлені на сайті Міністерства екології України, де захворюваність населення зображена у вигляді діапазонного районування. Оскільки статистичні дані за іншими параметрами представлені у середніх значеннях за адміністративними областями, ці дані також було переведено у середні значення кількостей хвороб (по всіх видах) на 10 000 осіб відповідно по кожній області.

2 – *щодо даних про розповсюдження небезпечних екогенних геологічних явищ.* Також з використанням ГІС-технологій було оцифровано карти розвитку цих небезпечних процесів, починаючи з даних за 2003 р [5] та заповнені таблиці зміни цих явищ по 2008 р. Після серії запитів було заповнено таблицю бази даних площами полігональних співвідношень розвитку кожного небезпечного явища (карст, підтоплення, зсуви) та адміністративних областей України. У результативній матриці статистичного аналізу присутні лише дані за ті роки, для яких спостерігається щільний кореляційний зв'язок показників.

Перелік статистичних параметрів, що були включені до вихідної матриці для статистичних розрахунків, такий:

*Природні, природно-техногенні та техногенні показники:*

1. **F** – Лісистість території, %;
2. **BDI** – Індекс розмаїття рослинності суходолу (Ю.Р. Шеляг-Сосонко, М.М. Коржнев, 2003);
3. **IAP** – Індекс самоочищення території [6];
4. **UF** – Підтоплення, км<sup>2</sup>/тис км<sup>2</sup>;
5. **LS** – Зсуви, км<sup>2</sup>/тис км<sup>2</sup>;

6. **K** – Карст, км<sup>2</sup>/тис км<sup>2</sup>;
  7. **IND** – Індекс територіального розвитку промисловості [6];
  8. **MR** – Рівень видобутку мінерально-сировинних ресурсів, т/км<sup>2</sup>рік;
  9. **Q** – Рівень водонавантаження (відношення водоспоживання до сумарних запасів поверхневих та підземних вод);
  10. **WP** – Скиди забруднених вод у млн м<sup>3</sup>;
  11. **AP** – Викиди шкідливих речовин у атмосферне повітря, тис т/км<sup>2</sup>;
  12. **Lu** – Розораність території, %;
  13. **PK** – Внесення пестицидів, кг/га на рік;
  14. **MF** – Внесення мінеральних добрив, кг/га на рік.
- Соціальні чинники та показники здоров'я населення:*
15. **P** – Щільність населення на 1 км<sup>2</sup>;
  16. **ICW** – Населення віку, молодшого за працездатний;
  17. **HCW** – Населення віку, старшого за працездатний;
  18. **IMR** – Коефіцієнти дитячої смертності (померло дітей віком до одного року на 1000 народжених);
  19. **DR** – Коефіцієнт смертності з основних причин смерті (на 100000 постійного населення);
  20. **CA** – Вроджені аномалії, тис випадків;
  21. **SB** – Хвороби органів дихання, тис випадків;
  22. **SBC** – Хвороби органів кровообігу, тис випадків;
  23. **MN** – Злоякісні новоутворення, тис випадків;
  24. **SD** – Хвороби органів травлення, тис випадків;
  25. **ID** – Інфекційні захворювання, тис випадків.

При статистичній обробці всього цього блоку даних було проведено кореляційний та факторний аналіз. На кореляційній діаграмі (рис. 1) було виділено три групи чинників, які пов'язані прямими кореляційними зв'язками. Треба також зазначити, що карстові процеси не пов'язані кореляційно з жодними показниками у вибірці.

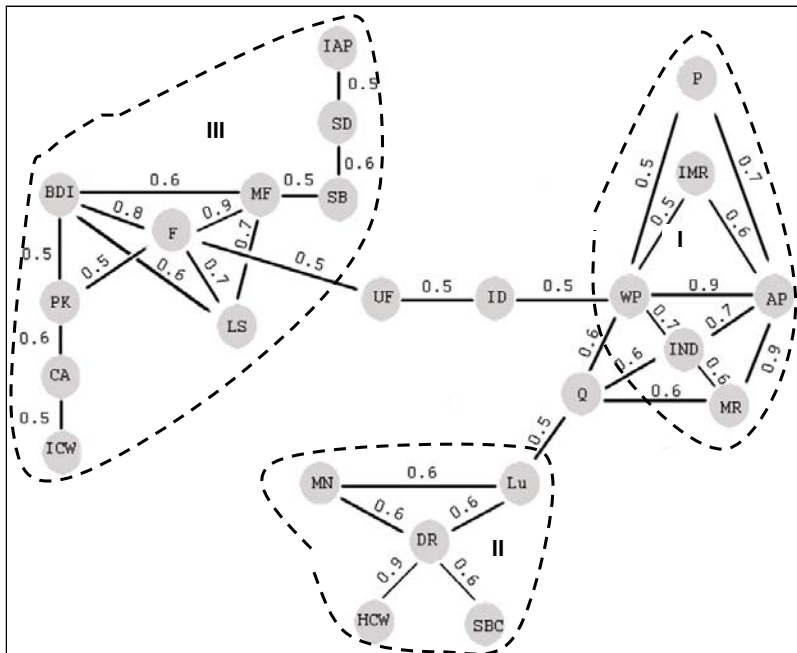


Рис. 1. Прямі кореляційні зв'язки ( $r > 0.5$ ) природних, природно-техногенних і техногенних характеристик та показників здоров'я населення адміністративних областей України (групи показників виділені за даними факторного аналізу)

Перша група відома з попередніх досліджень і є найбільшою [3]. До неї входять показники, пов'язані з розвитком промисловості – індекс розвитку промисловості, рівень видобутку мінеральної сировини, щільність населення, рівень водонавантаження, скиди забруднених вод, викиди шкідливих речовин у повітря. З двома остан-

німи показниками пов'язана дитяча смертність. Тут все зрозуміло з точки зору інтерпретації даних. Зосередження промисловості в Україні пов'язане з місцями видобутку корисних копалин, де спостерігається велика скупченість населення, а забруднення води і повітря промисловими скидами і викидами у повітря разом з соціальними

проблемами промислових районів призводить до зниження рівня здоров'я населення і, як наслідок, до підвищеної дитячої смертності. Ця група показників досить стала, її загальна конфігурація і зв'язки часто не залежать від використання даних за різні роки.

*Друга група* чинників характеризує сільськогосподарську діяльність. Основним чинником тут є розораність територій. З ним прямими кореляційними зв'язками пов'язаний такий показник здоров'я населення, як смертність від загальних причин смерті, а з нею – показник дорослого населення, онкологічні захворювання і хвороби органів кровообігу. У сільськогосподарських регіонах, що характеризуються великою розораністю територій, переважає населення віком, старшим за працездатний, серед якого природно спостерігається підвищена смертність, а серед причин цієї смертності останнім часом головними є онкологічні захворювання і хвороби кровообігу. Говорити на основі наявних даних про якісь техногенні чинники впливу на здоров'я населення не можна, якщо не вважати таким чинником саму розораність територій.

*Третя група* чинників пов'язана з регіонами підвищеної лісистості. А це, як відомо, гірські райони Криму, Карпат та Полісся України. Ліси є за визначенням біологів "каркасом біорозмаїття" і характеризуються найбільш високим індексом розмаїття рослинності суходолу. Крім того, з вирубкою лісів у Карпатах пов'язують активізацію таких катастрофічних явищ, як повені, підтоплення, зсуви. Все це можна побачити за характером кореляційних зв'язків у цій групі чинників. Полісся України характеризується переважанням бідних на гумус, переважно дерново-підзолистих, ґрунтів (близько 55% території) на відміну від ґрунтів лісостепу і степу, де переважають чорноземи. Для ефективного використання у сільськогосподарському виробництві такі ґрунти потребують внесення мінеральних добрив і застосування пестицидів. Саме з інтенсивним використанням мінеральних добрив у 1985-1990 рр пов'язані підвищення кількості хвороб органів дихання і органів травлення, а із застосуванням пестицидів – вроджених аномалій у цій зоні. Причому останні корелюються з кількістю дитячого населення. Цікаво, що хвороби органів травлення корелюються з індексом самоочищення територій.

Питання, чому з індексом самоочищення територій корелюються певні хвороби, потребує пояснення. На думку авторів, це можна пояснити тим, що самоочищення ґрунтів (у тому числі й від мінеральних добрив і пестицидів) іде за рахунок їх промивання атмосферними і ґрунтовими водами, які внаслідок цього забруднюються, що в свою чергу спричиняє забруднення джерел питного водопостачання і, як наслідок, інфекційні захворювання та хвороби органів травлення.

Простежується зв'язок чинників третьої групи з чинниками першої (промислової) групи через інфекційні хвороби. Вони, з одного боку, пов'язані зі скидами забруднених вод промисловості у водне середовище, а з іншого – з підтопленнями в лісових регіонах. Зв'язок цих захворювань із забрудненням джерел питного водопостачання не викликає сумнівів.

Через водний чинник (водоанвантаження) пов'язані між собою також перша (промислова) і друга (сільськогосподарська) групи чинників. Це пов'язано з підвищеним водоспоживанням як для потреб промисловості, так і для потреб сільського господарства, особливо у південних регіонах зрошувального землеробства.

Виділяються три основні фактори (табл. 1, у дужках наведено факторні навантаження). Першому з них відповідають друга і третя групи показників на кореляційній діаграмі. На діаграмі  $F_1 - F_2$  точки, що його характеризують, розташовані біля різних кінців вісі  $F_1$  (рис. 2).

Цей фактор відображає природний поділ території України на лісову, лісостепову і степову зони. Другому фактору, наведеному у таблиці, відповідає перша група показників кореляційної діаграми, що характеризує розвиток промисловості. Цікава наявність третього фактору, який розділяє в його позитивну область хвороби органів дихання та травлення і внесення добрив, характерні для лісової зони, а в протилежну – водоанвантаження, розвитку промисловості та інфекційні хвороби.

**Таблиця 1**  
Основні фактори, яким відповідають групи показників (у дужках наведено факторні навантаження)

$F_1$	$F_2$	$F_3$
DR (0,97) HCW (0,89) Lu (0,84) SBC (0,73) MN (0,72)	AP (0,95) WP (0,9) MR (0,89) P (0,76) IMR (0,67) ID (0,59) IND (0,53)	IAP (0,88) SD (0,83) MF (0,66) F (0,56) SB (0,56)
-BDI (-0,8) -ICW (-0,79) -F (-0,78) -LS (-0,73) -PK (-0,71) -CA (-0,53) -MF (-0,66)		-Q (-0,61) -ID (-0,47) -IND (-0,53)

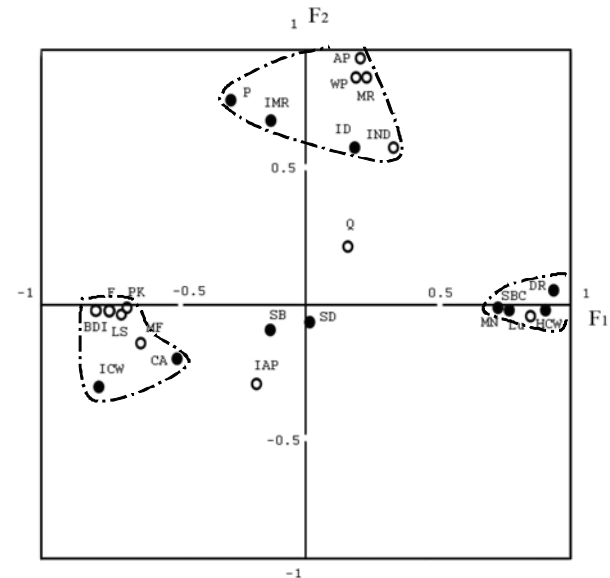


Рис. 2. Факторна діаграма в координатах  $F_1 - F_2$

**Висновки.** Таким чином, наведений аналіз статистичних даних щодо впливу природних і техногенних чинників на здоров'я населення України дозволяє зробити такі висновки:

1. Природний поділ території держави на лісову, лісостепову і степову зони обумовлює розповсюдженість у цих зонах різних типів ґрунтів, різну їх здатність до самоочищення, визначає різний ступінь сільськогосподарського освоєння та кількісні показники застосування добрив і пестицидів, забруднення якими ґрунтів і підземних вод викликає хвороби органів дихання і травлення та уроджені аномалії.

2. Одним з основних факторів впливу на здоров'я населення на території країни є концентрація промисловості, пов'язана, в основному, з місцями масового видобутку і переробки корисних копалин. Концентрація населення, викиди в повітря і скиди у водне середовище забруднювачів створюють у таких місцях складні екологічні умови і відображаються у такому показникові здоров'я, як дитяча смертність.

3. З водним фактором (підопленням, скидами забруднених вод, великим водонавантаженням) пов'язана підвищена кількість інфекційних хвороб.

4. Велика частка в структурі населення в сільськогосподарських регіонах населення похилого віку обумовлює тут підвищену смертність населення від загальних причин, серед яких переважають онкологічні захворювання і хвороби кровообігу.

1. Державний комітет статистики України. Статистичний щорічник України за 2004-2008. – К., 2005-2009. 2. Жуков М.Н., Вижева С.А. Критичний стан повітряного середовища Києва. Прогнозні оцінки впливу на 2012 рік // Геоінформатика. – 2008. – № 4. – С. 69-78. 3. Коржнев М.М. Концептуальні підходи до створення моделі загроз різноманіттю біологічних видів та систем їх оцінки / Оцінка і напрямки зменшення загроз біорізноманіттю України. – К., 2003. – С. 48-57. 4. Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій – www.mns.gov.ua. 5. Національна доповідь про стан техногенної безпеки в Україні у 2003-2008 рр. – www.mns.gov.ua. 6. Шостак Л.Б. Регулирование экономического роста в условиях природно-ресурсных ограничений. – К., 1998.

Надійшла до редколегії 02.06.10

УДК 552.53+552.2

Л. Кузів, асп.

## ДО ПИТАННЯ ПРОНИКНОСТІ ГРАНІТОЇДІВ ВОЛИНСЬКОГО МЕГАБЛОКУ ЯК ФАКТОРА ВИБОРУ ГЕОЛОГІЧНОГО СХОВИЩА РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДІВ (РАВ)

(Рекомендовано членом редакційної колегії *Д-ром геол. наук, ст. наук співр. В.А. Нестеровським*)

*Проблема безпечної ізоляції РАВ є важливою для всього людства і сьогодні існує багато підходів до її розв'язання. У контексті цих питань досить актуальним є обґрунтування проникності гірських порід. У даній статті наводиться спроба комплексного підходу до вивчення проникності з урахуванням структурних особливостей, мікромініміальності порід та елементів палеогеодинамічного, петрофізичного та петрохімічного аналізів петротипів коростенського комплексу.*

*The problem of the safe isolation the radioactive waste is a very important for all human sociality and today there are many different approaches to its solution. As used here, the basing of the permeability (transport properties) is a very actual. The attempt of the integrated research of the permeability by elements of paleogeodynamics, petrophysics, petrogeochemistry analysis for the rock of the Korostenky region and taking account of structure the rock, its microcracks is given in this paper.*

**Вступ.** Питання захоронення радіоактивних відходів (РАВ) викликає особливе занепокоєння не тільки в Україні, але і в інших країнах-виробниках атомної енергії. Підхід до його розв'язання, враховуючи принципи сталого розвитку суспільства, розробляється в усіх аспектах – екологічному, науковому, суспільному, економічному, і значною мірою розглядається власне безпечність захоронення РАВ.

Проведення досліджень з метою вибору геологічних середовищ, придатних для захоронення РАВ, відіграє важливу роль у розв'язанні цієї проблеми. Згідно з рішеннями МАГАТЕ, прийнятими більшістю розвинених країн, реально існуючим шляхом надійного захоронення РАВ є їх ізоляція у геологічних формаціях. Найбільш оптимальними з них виступають кристалічні породи, зокрема, граніти. Одними з найбільш сприятливих для захоронення РАВ є кристалічні породи Волинського мегаблоку внаслідок їх близького розташування до території Чорнобильської атомної електростанції (ЧАЕС).

При обґрунтуванні безпеки системи захоронення при виборі геологічного сховища РАВ значну увагу приділяють проникності гірських порід. Під проникністю тут розуміють не тільки здатність гірської породи фільтрувати через себе речовину, а й пропускати газу, енергію тощо. Термін "проникність" об'єднує характеристики цілого ряду показників: склад породи, її структура та текстура, набір фізичних характеристик.

До основних факторів проникності, які знаходять певне відображення у складі, структурі, фізичних властивостях породи – статичних (об'ємна та мінеральна густини, намагніченість) та динамічних (пористість, пружні характеристики, теплопровідність та ін.) – слід додати також структурно-тектонічні та геодинамічні умови формування порід: стиснення, розтяги, переміщення та ін.

Впродовж останніх років у галузі петрофізичних досліджень, завдяки розвитку її "динамічного" напрямку [11], з'явилась додаткова можливість дослідження проникності за рахунок вивчення взаємозв'язку властивостей гірських порід, які найбільше відображають палеогеодинамічні умови формування порід. Це стало можливим у зв'язку з комплексним розглядом, перш за все, "структурно-чутливих" петрофізичних характеристик, створенням ряду

реперних геолого-петрофізичних палеогеодинамічних класифікацій, зокрема, для гранітоїдних порід [12].

Ключовим принципом геологічної ізоляції є забезпечення утримання системою природних та інженерних бар'єрів радіонуклідів до тих пір, поки їх активність не впаде нижче прийнятних рівнів [14]. Тому основне завдання полягає в обґрунтуванні найменшої проникності гірських порід на мікрорівні. З точки зору фізичних властивостей гранітоїдів, це забезпечують такі ознаки, як висока щільність (мінеральна, об'ємна густина), велика теплоємність, мала теплопровідність, мала пористість [10, 12]. Згідно з В.Д. Ломтадзе: "Вивчення фізико-механічних властивостей гірських порід тільки тоді повноцінне, коли воно комплексне, тобто коли воно супроводжується повним вивченням петрографічних особливостей" [8]. Тому, разом із фізичними властивостями гірських порід, що характеризують їх мінімальну проникність, перевагу надають породам: однорідним за мінеральним складом, рівномірнозернистим (дрібно-середньозернисті відміни порід), масивним за текстурою. Крім того, до порід, призначених для визначення їх придатності для системи захоронення РАВ, за вищенаведеними характеристиками, має додаватись інформація про їх просторове розповсюдження та геометричні розміри тіл.

Треба відмітити, що публікації у контексті питань визначення проникності гранітоїдів у зв'язку з вибором об'єктів для захоронення здебільшого відсутні.

**Метою роботи** є вивчення проникності гранітоїдів Волинського мегаблоку як одного з критеріїв коректного вибору геологічного сховища РАВ за допомогою комплексного геолого-петрофізичного аналізу.

Об'єктом досліджень були основні петротипи гранітоїдів Волинського мегаблоку, зокрема, коростенського комплексу.

У статті використано фактичні дані ПНДЛ фізико-хімічних досліджень гірських порід геологічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

**Виклад основного матеріалу.** Коростенський комплекс детально описаний у багатьох роботах [6, 7, 9 та ін.]. Він представлений утвореннями однойменного плутону, що розташовані у східній частині Волинського мегаблоку і являє собою в плані ізометричне тіло з розмірами по ширині 150 км, по меридіану – 110 км, загальною площею 12 000 км<sup>2</sup> [16]. З глибиною тіло