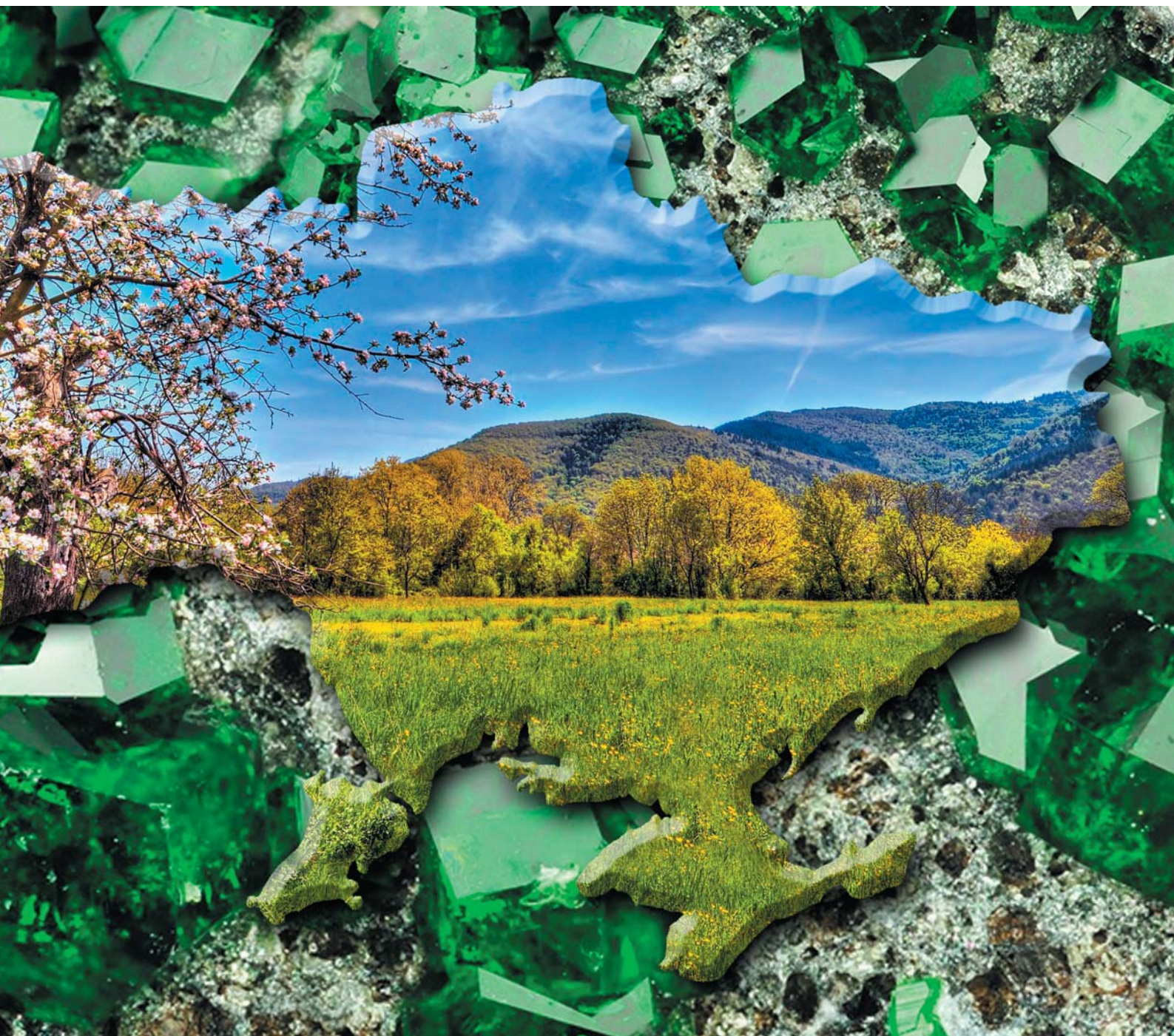


ISSN 1682-721X

# МІНЕРАЛЬНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ



НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ 2'2014

МІНЕРАЛЬНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ  
науковий журнал,  
виходить 4 рази на рік,  
червень, 2014 р.  
Видається з 01.03.1994 р.

УДК 55(477)(051)  
ББК 26.3(4УКР)Я5  
М61

**ЗАСНОВНИКИ:**

Державна служба геології та надр  
України, Український державний  
геологорозвідувальний інститут

Зареєстровано у Державній  
реєстраційній службі України,  
свідоцтво про державну реєстрацію  
серія КВ № 19022-7902ПР від  
05.06.2012 р.

**ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР:**

Сергій Володимирович Гошовський

**РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**

Михайло Валентинович Гейченко  
(заст. головного редактора)  
Світлана Олексіївна Некрасова  
(відповідальний секретар)  
Олександр Борисович Бобров  
Юрій Іванович Войтенко  
Петро Федосійович Гожик  
Іван Гаврилович Зезекало  
Леонід Васильович Ісаков  
Михайло Васильович Кочкур  
Микола Михайлович Костенко  
Михайло Дмитрович Красножон  
Євстахій Іванович Крижанівський  
Ярослав Григорович Лазарук  
Олександр Іванович Левченко  
Георгій Григорович Лютий  
Олена Ігорівна Ляшенко  
Борис Ігорович Малюк  
Володимир Сергійович Міщенко  
Олександр Володимирович Плотников  
Олександр Миколайович Пономаренко  
Василь Леонтійович Приходько  
Георгій Ілліч Рудько  
Віталій Іванович Старостенко  
Анатолій Петрович Толкунов  
Микола Васильович Фоцій  
Ігор Семенович Чуприна  
Василь Якович Шевчук  
В'ячеслав Михайлович Шестопапов  
Євген Олександрович Яковлев

Відповідальний за випуск  
Олександр Анатолійович Лисенко

У разі передруку посилання  
на "Мінеральні ресурси України"  
обов'язкове

Рекомендовано до друку  
вченою радою УкрДГРІ  
протокол № 2 від 31.03.2014 р.

Видавництво УкрДГРІ,  
свідоцтво про державну реєстрацію  
№ 182 серія ДК від 18.09.2000 р.  
04114, м. Київ, вул. Автозаводська, 78

Адреса редакції:  
04114, м. Київ, вул. Автозаводська, 78

© УкрДГРІ, 2014

2/2014

**ЗМІСТ**

Від головного редактора	3
ГОШОВСЬКИЙ С. В., КРАСНОЖОН М. Д., ЛЮТА Н. Г., ВАСИЛЕНКО А. П., КОСТЕНКО М. М. Мінерально-сировинна база України	
Стаття 1. Щодо необхідності внесення змін до Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року	4
ШАТАЛОВ Н. Н. Петрово-Гнutowский рудоносний структурний узел Приазовского мегаблока Украинского щита	8
МОКРЯК І. М. До питання про положення південно-західної границі Східноєвропейської платформи	15
ЛЕБІДЬ В. П., РАКОВСЬКА О. Л. Резерв пошуку великих родовищ вуглеводнів у Дніпровсько-Донецькому розсуві	20
РУДЬКО Г. І., ЗАХАРЧУК Ю. В., ПЕТРИШИН В. Ю. Вивчення зсувних процесів засобами геоінформаційних систем і методами дистанційного зондування Землі (на прикладі Тернопільської області)	27
ЯКОВЛЄВ Є. О. Визначальні еколого-геологічні ризики впливу видобутку сланцевого газу в нафтогазоносних басейнах України	34
ЖИКАЛЯК М. В. Л. І. Лутугін – поет і натхненний скульптор Донецького басейну	43

# ВІД ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА

Шановні читачі!

Починаючи з цього випуску, журнал “Мінеральні ресурси України” започатковує цикл статей, присвячених стану й розвитку мінерально-сировинного потенціалу нашої держави.

Мінерально-сировинна база (МСБ) України є достатньо вагомою у світовому вимірі. У надрах нашої країни виявлено майже 20 тис. родовищ і проявів корисних копалин за 98 видами мінеральної сировини, більше 3 500 родовищ розробляється.

Мінерально-сировинний комплекс забезпечує вагому частку валового національного продукту. З видобутком і використанням корисних копалин пов'язано 48 % промислового потенціалу країни і до 20 % її трудових ресурсів. Ці показники наближаються до показників розвинутих країн з потужною гірничодобувною промисловістю, де зосереджено від 20 до 40 % загальних інвестицій і до 20 % трудових ресурсів. В Європі немає держави (окрім Росії) з подібною МСБ та її впливом на економіку.

Ще два десятиріччя назад одна грошова одиниця вкладена (інвестована) в геологорозвідувальні роботи (ГРР) України в кінці року приносила до 1 000 % (!!!) прибутку у ВВП через усі галузі промисловості та сільського господарства, а один працюючий геолог сприяв утворенню 24 нових робочих місць в інших сферах виробництва. Яка галузь діяльності людства може похизуватися такими показниками?

Як відомо, геологічна галузь і створена нею МСБ є запорукою національної та енергетичної безпеки держави, її політичної незалежності.

Але, незважаючи на важливість підтримки і подальшого розвитку мінерально-сировинного комплексу, за останні 20 років значно зменшився приріст запасів з більшості стратегічних видів корисних копалин. Сьогоднішній стан уже не компенсує їх видобуток; обсяги геологознімальних, пошукових і розвідувальних робіт скоротилися в 5–20 разів. Подальше зволікання із застосуванням дієвих заходів зумовить нестачу багатьох видів мінеральної сировини, зниження рівня захисту національних інтересів. Як відомо, без власної мінерально-сировинної бази неможливий стабільний розвиток промисловості та укріплення економічних запасів країни.

Певні надії на позитивні зміни зазначеної ситуації з'явилися у 2011 році після прийняття Закону України № 3268-VI “Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази на період до 2030 року” (далі Програма). Але намічені Програмою важливі заходи щодо геологічного вивчення пріоритетних об'єктів і приросту запасів корисних копалин, обсягів і видів геологорозвідувальних робіт та їх фінансування не були здійснені. Кризові явища в геологічній галузі невпинно поглиблювалися, розбазарювання існуючої ресурсної бази не було зупинено. Законом про “Бюджет...” фінансування скоротилося в десятки разів, а кількість працюючих в галузі скоротилася з декількох десятків тисяч до 5–6 тис., а таке поняття і функція діяльності ДГС, як контроль за раціональним використанням надр, набуло швидше ефемерного ніж змістового значення. З вищезазначених фактів впливає перефразований відомий наполеонівський вислів: “Хто не хоче розвивати власну геологічну галузь сьогодні, завтра буде фінансувати чужу та оплачувати імпортовану сировину за світовими цінами”. Цей постулат підтверджується сьогодні як поглибленням нашої енергетичної залежності по газу й нафті, боротьбою за ціну на них, так і імпортом деяких видів корисних копалин, родовища яких є і в Україні. Але ми й далі ввозимо їх через кордон, часто через посередників, світових спекулянтів, сприяючи розвитку чужої геологічної галузі та збагачуючи чужу економіку.

Отже, враховуючи важливість функціонування цієї Програми, Держгеонадра України прийняла рішення щодо внесення необхідних змін і приведення показників до реального сьогодення, подальше затвердження змін і заходів до зазначеного Закону України. За дорученням Держгеонадра таку роботу виконали науковці УкрДГРІ за участі виробничих підприємств, у результаті чого підготовлено проект нової редакції Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази на період до 2030 року. Основні її положення будуть опубліковані в найближчих номерах нашого журналу. Ми сподіваємося на державну підтримку Програми і будемо вдячні Вам, шановним читачам, за участь в обговоренні, ваші зауваження і пропозиції щодо нової редакції Програми. Разом з тим ми просимо Вас висловити свою думку щодо можливих причин незадовільного стану, в якому знаходиться геологічна галузь, пропозицій щодо реформування організаційної структури державної геологічної служби, нормативно-правових засад її функціонування та інше. Маю велику надію, що з нами поділяться своїми думками як знані в галузі ветерани-науковці, викладачі ВУЗів, так і геологи нової формації, геологи, що працюють у геологічних і видобувних підприємствах різних форм власності.

УДК 553 (477)

**С. В. ГОШОВСЬКИЙ**, д-р техн. наук, директор,**М. Д. КРАСНОЖОН**, д-р геол. наук, заступник директора з наукових питань,**Н. Г. ЛЮТА**, канд. геол.-мінерал. наук, учений секретар, nlyuta@ukr.net,**А. П. ВАСИЛЕНКО**, канд. геол.-мінерал. наук, завідувач сектору, alla\_vas@ukr.net,**М. М. КОСТЕНКО**, д-р геол. наук, провідний науковий співробітник, nrsngs@ukr.net (УкрДГРІ)

# МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННА БАЗА УКРАЇНИ

## СТАТТЯ 1. ЩОДО НЕОБХІДНОСТІ ВНЕСЕННЯ ЗМІН ДО ЗАГАЛЬНОДЕРЖАВНОЇ ПРОГРАМИ РОЗВИТКУ МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОЇ БАЗИ УКРАЇНИ НА ПЕРІОД ДО 2030 РОКУ

У статті обґрунтовано необхідність внесення змін до Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року і передбачено нові тенденції в стратегії галузі та проведенні геологорозвідувальних робіт.

In the article the necessity of making alteration is reasonable for the National program of development of raw mineral-material base of Ukrain 2030 to and new tendencies are envisaged in strategy of industry and realization of geological survey works.

Національні інтереси України, її економічна і політична незалежність, підвищення добробуту громадян, як свідчить сьогодні, потребують максимального забезпечення держави мінерально-сировинними ресурсами власного видобутку. Загальновідомо, що для України мінерально-сировинний комплекс має визначальне значення, оскільки з видобуванням і використанням корисних копалин пов'язано близько половини промислового потенціалу України і до 20 % її трудових ресурсів. За запасами і видобутком залізних, марганцевих, титан-цирконієвих руд і багатьох видів неметалевої сировини наша держава донедавна посідала провідне місце серед країн світу, що забезпечувало близько 5 % світового видобутку корисних копалин і продуктів їхньої переробки на суму понад 20 млрд дол. США. Затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази (МСБ) України на період до 2030 року (далі Програма) на законодавчому рівні засвідчує усвідомлення виняткової ролі МСБ для економіки і безпеки України [1].

На сьогодні в Україні в значних обсягах ведеться видобування кам'яного вугілля (1,7 % загального видобутку у світі), залізних (4,5 %) і марганцевих (9 %) руд, урану, титану, цирконію, графіту (4 %), каоліну (18 %), бром, вохри, нерудної металургійної сировини (кварцитів, флюсових вапняків і доломітів), хімічної сировини, облицювального каменю (гранітів, габро, лабрадоритів), скляного піску тощо. В Україні видобувається так само вуглеводнева сировина, буре вугілля, торф, цементна сировина, тугоплавкі та вогнетривкі глини, сировина для виробництва будівельних матеріалів, йод, бром, питні й різноманітні мінеральні води, бурштин, дорогоцінне й напівдорогоцінне каміння, п'єзокварц тощо. Протягом останніх 10 років було підтверджено реальні можливості подальшого приросту запасів вуглеводнів, відкриття і розвідки родовищ нових для України видів корисних копалин – золота, хрому, міді, свинцю, цинку, молібдену, рідкісних і рідкісноземельних елементів, фосфоритів, флюориту, декоративного каміння тощо, з видобутком яких пов'язані потенційні

можливості нарощування експортного потенціалу нашої держави.

Однак, за оцінками деяких експертів, за низкою корисних копалин (нафтою, природним газом, вугіллям, залізною і марганцевою рудою) Україна пододала пік Хаберта (максимальний видобуток, після якого починається зниження видобутку корисної копалини) ще в середині 70-х років ХХ сторіччя. Багато в чому це зумовлено тим, що останніми роками в пошуки й розвідку нових родовищ вкладалися вкрай недостатні кошти, а багато розвіданих ще за радянських часів родовищ уже відпрацьовані. Крім того, багато видів мінеральної сировини є важковидобувними і важкобагачувальними, тобто потребують розробки і впровадження принципово нових технологій видобутку і вилучення.

Протягом останніх років через складне становище економіки держави, що зумовлює недостатні обсяги проведення геологорозвідувальних робіт (ГРР), темпи відтворення власної мінерально-сировинної бази не відповідають потребам країни. Через нестачу коштів обсяги проведення ГРР скоротилися в 5–20 разів. Починаючи з 1994 року, при-

ріст розвіданих запасів більшості стратегічних видів корисних копалин не компенсує їх видобуток. Подальше звільнення із застосуванням дієвих заходів зумовить нестачу деяких видів власної мінеральної сировини, зниження рівня захисту національних інтересів.

Варто так само зазначити, що нині, коли більшість родовищ, які лежали “на поверхні”, відпрацьовані, надзвичайно актуальним питанням є підвищення ролі геологічної науки, оскільки відкриття нових родовищ потребує залучення комплексу найсучасніших, науково обґрунтованих методів пошуку, розроблення досконаліших технічних засобів, а підвищення ефективності ГРР потребує наукового супроводу всіх стадій цих робіт. Водночас фінансування наукового супроводження геологорозвідувальних робіт за останні роки скоротилося в 10 разів і призвело до знищення наукових підрозділів і відповідних напрямів галузевої геологічної науки.

Як не парадоксально, але кризові явища в геологічному вивченні надр загострилися у 2011–2013 роках, після затвердження Програми. Значне скорочення бюджетного фінансування призвело до суттєвого зменшення обсягів і видів ГРР майже по усіх видах корисних копалин.

Таким чином, суттєві зміни, що відбулися за останній період в економіці країни, потребують внесення відповідних змін до Програми. На виконання доручення Держгеонадр України (№ 4447/01/10-3 від 14.05.13 р.) Український державний геологорозвідувальний інститут (УкрДГРІ), фахівці якого свого часу були задіяні в розробці Програми, виконав підготовку змін до документа. Необхідність цих змін обумовлена реструктуризацією геологічної галузі; скороченням обсягів фінансування ГРР; необхідністю перегляду першочергових напрямів та об'єктів; вилучення з чинного документа

заходів і завдань, що стосуються стадії розвідки; вилучення неперспективних, відпрацьованих і переданих приватним інвесторам об'єктів; першочерговою потребою удосконалення фінансування Програми тощо.

Для підготовки науково обґрунтованих змін ми надіслали листи до підприємств галузі з проханням надати інформацію про стан виконання Програми та пропозиції з її вдосконалення. Складність опрацювання і відповідно врахування отриманих пропозицій була пов'язана з тим, що більшість із них стосувалася переліку об'єктів пооб'єктних планів підприємств, а не стратегічних напрямів розвитку галузі, як це передбачено форматом документа. У цьому контексті варто зауважити, що Програма є загальнодержавною і покликана забезпечувати стратегічні інтереси і визначати відповідні напрями розвитку держави, а заходи з реалізації, у свою чергу, повинні бути підпорядковані головним напрямам робіт.

Аналіз Програми показав, що, крім поставлених завдань з перегляду першочергових напрямів та об'єктів; вилучення із заходів і завдань стадії розвідки; вилучення неперспективних, відпрацьованих і переданих приватним інвесторам об'єктів тощо чинна Програма потребує коригування у зв'язку з такими питаннями:

1. Довготерміновий характер вимагає від цього документа більшої гнучкості, можливості реагувати на виклики часу. Тому в Програмі недоцільно наводити перелік конкретних родовищ, натомість слід визначити стратегічні напрями розвитку галузі, залишивши можливість концентрації фінансів на певних об'єктах залежно від кон'юнктури ринку, особливостей розвитку технологій тощо.

2. Необхідно привести в чітку відповідність зміст основної частини Програми

(а саме розділів III і IV), додаткам, щоб кожен захід був відображений відповідним рядком у додатку 2 (Завдання і заходи з виконання Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року) і забезпечений відповідним фінансуванням.

3. Структура документа повинна бути максимально уніфікованою, інформація щодо різних видів корисних копалин повинна бути викладена в чітко визначеній послідовності, за певною схемою, наскільки це дає можливість наявна інформація.

4. Особливої уваги заслуговують такі стратегічні корисні копалини групи А, як питні і мінеральні води, які в попередньому варіанті документа не були охарактеризовані належним чином.

5. Підвищення ефективності ГРР у сучасних умовах потребує реального наукового забезпечення всіх видів і стадій цих робіт. У Програмі необхідно передбачити постійний аналіз тенденцій розвитку світового та українського ринку мінеральної сировини з урахуванням перспективних потреб економіки та стану забезпеченості мінеральними ресурсами; максимально адаптувати підходи щодо класифікації корисних копалин до європейських; обґрунтувати нові пріоритетні напрями робіт тощо.

6. У діючій Програмі недостатньо уваги приділено інформатизації геологічної галузі. Стратегічним напрямом робіт оновленої Програми повинно стати створення баз даних геологічної інформації на основі використання найсучасніших комп'ютерних технологій.

7. Необхідно розширити перелік задач регіональних робіт, результатом яких є не лише складання карт як багатопільової основи надрокористування, а й прогнозування та виявлення нових структур, площ і ділянок, перспективних на корисні копалини,

зокрема й ті, які на сьогодні в процесі коригування Програми довелося вилучити як невідповідні.

Ураховуючи вищезазначене, конкретних змін потребують майже всі розділи Програми. Так, у розділі **“Паливно-енергетичні ресурси”** потребує коригування ресурсна база, можливі пристої запасів нафти й газу, види та обсяги фінансування. Особливо це стосується збільшення ресурсної бази за рахунок нетрадиційних джерел газу центрально-басейнового типу в ДДЗ, газу сланцевих товщ, метану з газогідратів тощо.

У розділах **“Металічні корисні копалини”** та **“Неметалічні корисні копалини”** проектом внесення змін до МСБ передбачено привести класифікацію металічних і неметалічних корисних копалин відповідно до постанови Кабінету Міністрів України [2]; направити проведення пошукових робіт на вивчення нових легкодоступних геолого-промислових типів корисних копалин у корах вивітрювання: комплексних хром-нікелевих і залізо-марганцевих руд; вилучити з Програми ті види корисних копалин, які на цей час не є критично важливими для вітчизняної промисловості або у зв'язку з попередніми техніко-економічними розрахунками є неконкурентоспроможними порівняно з імпортною сировиною.

Що стосується гідрогеології, то в змінах необхідно передбачити розділ **“Підземні води”**, виділивши в ньому як окремі підрозділи: “Питні і технічні води” (мінеральна сировина категорії А) та “Мінеральні води” (мінеральна сировина категорії А).

В Україні є значний потенціал для нарощування обсягів видобування цієї сировини. Збільшення видобутку підземних вод для потреб питного водопостачання забезпечить реалізацію державної політики у сфері питної води, оскільки

її принципами є наближення вимог державних стандартів на питну воду до відповідних стандартів, прийнятих в Європейському Союзі; дотримання оптимального балансу використання поверхневих і підземних вод для питного водопостачання. Збільшення видобування мінеральних вод не лише сприятиме оздоровленню народу України, а й може значно підвищити інвестиційну та туристичну привабливість нашої держави.

Розділ **“Гідрогеологічні, інженерно-геологічні та еколого-геологічні роботи”** варто замінити на розділ **“Моніторинг екологічного стану геологічного середовища та еколого-геологічні роботи”**, відповідним чином відкоригувавши його зміст, узгодити його з Положенням про державну систему моніторингу доквілля.

У новій редакції Програми виокремлено розділ **“Регіональні дослідження території України”**, які є обов'язковою умовою функціонування цивілізованої держави і становлять основу діяльності всіх державних геологічних служб. Вони проводяться з метою вивчення геологічної будови території України і створення геологічної основи багатопільового призначення, що дає можливість оцінювати перспективи розвитку сировинної бази, поєднувати раціональне використання надр з екологічною безпекою і створювати умови для сталого розвитку держави. Цей розділ поповнений гідрогеологічним та інженерно-геологічним картуванням і геологічними роботами на шельфі Чорного та Азовського морів.

Одним з першочергових завдань Програми є забезпечення реального наукового супроводження всіх видів і стадій ГРР і розроблення новітніх методик і стандартів, адаптованих до стандартів Європейського Союзу, що

дасть змогу значно підвищити їхню ефективність та якість, забезпечити сталий розвиток держави.

Для **наукового забезпечення** виконання Програми передбачаються:

- наукова оцінка стану і прогнозування розвитку мінерально-сировинної бази на основі вивчення кон'юнктури світового та українського ринку і перспективних потреб промисловості;

- наукові дослідження, спрямовані на нарощування мінерально-сировинної бази за рахунок нетрадиційних для України корисних копалин, передусім енергоносіїв, окремих видів металічних корисних копалин тощо;

- удосконалення методик створення та науковий супровід ведення баз і банків даних геологічної інформації та укладання електронних карт геологічного змісту;

- розроблення і вдосконалення методики моніторингу та наукового супроводження надрокористування за всіма видами корисних копалин;

- наукове супроводження ГРР від прогнозу оцінки перспективних районів до пошуків і пошуково-оцінювальних робіт у межах ділянок і на конкретних об'єктах;

- проведення науково-методичних досліджень, спрямованих на підвищення ефективності геологорозвідувальних робіт щодо всіх видів корисних копалин, удосконалення чинних і розробка нових методик і стандартів, що регламентують проведення ГРР;

- розроблення та впровадження методик оцінки і прогнозування екологічного стану геологічного середовища в процесі освоєння родовищ корисних копалин з метою мінімізації негативного впливу надрокористування;

- розроблення нових та удосконалення чинних методик з регіонального вивчення надр, картографування на основі новітніх комп'ютерних технологій;

- розроблення новітніх методик технологічного збагачування руд з метою мінімізації втрат корисних компонентів і вилучення цінних компонентів з відходів гірничого виробництва;

- удосконалення технологій буріння та інтенсифікації видобутку корисних копалин;

- забезпечення наукових підприємств сучасним технічним обладнанням, приладами та апаратурою, що відповідають світовому рівню.

Фінансування досліджень для належного наукового забезпечення Програми розвитку мінерально-сировинної бази України повинно становити 15 % від загального обсягу фінансування ГРР, передбачених Програмою.

Програма потребує суттєвого доповнення в частині її **інформаційного забезпечення**.

Досвід розвинутих країн світу засвідчує, що використання сучасних геоінформаційних технологій гарантує надійне зберігання та ефективно використання геологічної інформації.

Постійна нестача бюджетного фінансування в нашій державі впродовж останніх десятиліть обумовила суттєве скорочення обсягів ГРР. За таких умов збереження і використання напрацьованих геологічної галузі за попередні десятиліття є майже єдиним джерелом інформаційного забезпечення реалізації Програми.

В Україні ведуться державні баланси запасів корисних копалин; державний кадастр родовищ і проявів корисних копалин; державний водний кадастр, створені і постійно поповнюються фонди геологічних матеріалів. Однак, незважаючи на значні кроки у впровадженні сучасних комп'ютерних технологій у практику ГРР, у цьому напрямі ще належить зробити чимало.

Нині значна частина геологічної інформації зберігається на паперових носіях, що

унеможливує її оперативне використання і з часом призводить до її фізичних втрат. Переведення геологічної інформації в цифровий формат дасть можливість набагато підвищити ефективність ГРР і зекономити значні бюджетні кошти.

Недосконале правове регулювання використання цифрової геологічної інформації не визначило порядок доступу до інформації різних користувачів. Наразі відсутній реальний інформаційний обмін між державними геологорозвідувальними підприємствами, хоча майже у всіх підприємствах створюються автономні бази даних за результатами ГРР, що проводяться на території діяльності організацій. Використання різного програмного забезпечення та відсутність єдиної структури баз даних не забезпечує можливості оперативного доступу до накопиченої геологічної інформації, а відтак і її обробки та аналізу.

Застосування новітніх методик вимагає складання електронних геологічних карт. Нині навіть карти, створені із застосуванням геоінформаційних технологій, найчастіше є проєкціями виходу геологічних утворень на поверхню, і призначені лише для візуалізації та друку на паперових носіях. Для автоматичної обробки і просторового аналізу даних, вирішення низки практичних завдань ці карти є малопридатними. Просторові елементи новітніх карт повинні бути представлені у вигляді інформаційних шарів, а карти – мати багатошарову структуру у вертикальному перерізі. Цифрові карти повинні бути інтегровані з базами даних фактичного матеріалу, структурованого таким чином, щоб користувач мав змогу отримати будь-яку інформацію з певної ділянки надр.

Роботи зі створення баз даних геологічної інформації, що ведуться на більшості геологічних підприємств, без-

умовно потребують методичного забезпечення і постійного наукового супроводу. Бази даних, створені за державні кошти на різних підприємствах галузі, повинні мати єдину структуру, бути взаємно сумісними, входити як складові частини до єдиного національного банку даних, утвореного на геоінформаційній основі, і забезпечувати можливість оперативного аналізу геологічної інформації та прийняття обґрунтованих управлінських рішень у масштабах усієї країни.

Таким чином, створення інформаційного забезпечення Програми вимагає реалізації таких заходів:

- активізація робіт з переведення геологічної інформації з паперових носіїв у цифровий формат, яка сприятиме підвищенню ефективності ГРР;

- подальше ведення державних кадастрів, балансів корисних копалин, поповнення фондів геологічних матеріалів;

- розроблення нормативно-правового забезпечення функціонування національного банку даних геологічної інформації, визначення порядку доступу до інформації;

- розроблення та впровадження нормативних і методичних документів, що регламентують складання баз даних геологічної інформації та цифрових геологічних карт та їхнє наукове супроводження;

- забезпечення підприємств геологічної галузі, що виконують роботи зі створення баз даних геологічної інформації та укладання електронних геологічних карт за рахунок державного бюджету, уніфікованими програмними засобами;

- створення розгалуженої системи – національного банку даних геологічної інформації як основи для прийняття управлінських рішень щодо розвитку мінерально-сировинної бази, оцінки можливостей розвитку та активізації

негативних геологічних процесів, а також для інформування щодо інвестиційно привабливих об'єктів.

### Висновки

Проектом змін до Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 р. передбачено нові тенденції в стратегії та проведенні геологорозвідувальних робіт, а саме:

- концентрація зусиль, зокрема фінансових ресурсів, на пріоритетних напрямках розвитку мінерально-сировинної бази; переорієнтація на ті напрямки, які дадуть змогу максимально зменшити залежність промисловості країни від ввозу сировини і розширити її експортні можливості;

- обмеження участі держави у фінансуванні повної підготовки родовищ до експлуатації, за винятком стратегічних об'єктів;

- державне фінансування дослідження надр передбачено направити на проведення пошукових і пошуково-оцінювальних робіт для виявлення інвестиційно привабливих об'єктів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України “Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року” № 4731-VI від 17.05.2012 р.

2. Постанова Кабінету Міністрів від 12 грудня 1994 р. № 827 “Про затвердження переліків корисних копалин загальнодержавного та місцевого значення” (зміни до постанови від 16 серпня 2005 р. № 747).

### REFERENCES

1. Law of Ukraine “On approval of the National Program of the mineral resource base of Ukraine for the period to 2030 y.” N 4731-VI dated 17.05.2012.

2. Decision of Cabinet Ministry is from December, 12 of 1994 y. № 827 “About approval of lists of minerals of national and local value” (changes are to the decision from August, 16 of 2005 y. № 747).

Рукопис отримано 9.06.2014.

## МІНЕРАЛЬНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ

Редакція приймає оригінальні, раніше не опубліковані статті геологічної, геолого-мінералогічної та технічної тематик.

Статті слід надсилати в друкованому (два примірники) й електронному вигляді, бажано українською мовою. Електронний варіант приймається на компакт-диску чи електронною поштою.

Обсяг однієї наукової статті – до 12 стор. машинопису через 2 інтервали (разом з табл., фото, рис. та підписами до них, бібліографічним списком, анотацією), оглядової – 6–7 стор., інформаційного повідомлення – 3–4 стор.

До рукопису необхідно додати акт експертизи й такі відомості про автора/авторів: прізвище, ім'я та по батькові (повністю); учене звання й учений ступінь; посада чи професія; місце роботи (назва установи чи організації); адреса місця роботи, номер телефону; адреса місця проживання, номер телефону, електронна адреса.

До кожної статті обов'язково навести: номер УДК, анотацію (мовою оригіналу та бажано англійською), бібліографічний список за алфавітом (оформлений відповідно до сучасних вимог), рисунки, таблиці та підписи до них (окремі файли).

Комп'ютерні макети рисунків приймаються в разі дотримання таких умов.

**Р а с т р о в а** графіка: чорно-біле зображення – \*.tif чи \*.psd (Adobe PhotoShop); повнокольорове зображення – \*.tif, \*.eps, \*.psd-формат, розрізнення 300 dpi. Кольорова модель СМΥК, чорний колір в одному каналі.

**В е к т о р н а** графіка: файли формату \*.ai, \*.eps (Adobe Illustrator) чи \*.cdr (Corel Draw). Використані шрифти мають бути подані окремо або переведені в криві. Растрову графіку до векторного макета не заносити.

- Редколегія може не поділяти думки автора.

- Автори відповідають за точність викладених фактів, даних, цитат, бібліографічних довідок, написання географічних назв, власних імен, геологічних термінів тощо.

З метою подальшого підвищення наукового рейтингу журналу та його дописувачів варто звернути увагу на таке:

1. Єдиним джерелом інформації щодо змісту статті для іноземних спеціалістів є анотація англійською мовою. Тому її обсяг може бути більшим за обсяг анотації українською (російською), оскільки за останньою найчастіше друкується повний текст тією самою мовою.

Обсяг анотації англійською мовою разом з назвою статті, ініціалами та прізвищами всіх авторів має містити мінімум 1000 знаків.

Вимоги до анотацій англійською мовою: інформативність (відсутність загальних слів); змістовність (відображення основного змісту статті та результатів досліджень); застосування термінології, характерної для іноземних спеціальних текстів; єдність термінології в межах анотації; відсутність повторення відомостей, що містяться в заголовку статті.

Прізвища авторів статей надаються в одній з прийнятих міжнародних систем транслітерації (з української – відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України № 55 від 27.01.2010 “Про впорядкування транслітерації українського алфавіту латиницею”, з російської – відповідно до “Системы транслитерации Библиотеки конгресса США”). Зазначення прізвища в різних системах транслітерації призводить до дублювання профілів (ідентифікаторів) автора в базі даних (профіль створюється автоматично в разі збігу його даних по двох публікаціях).

Для повного й коректного створення профілю автора дуже важливо наводити місце його роботи. Дані про публікації автора використовуються для отримання повної інформації щодо наукової діяльності організації і загалом країни. Застосування в статті офіційної, без скорочень, назви організації англійською мовою запобігатиме втраті статей у системі аналізу організацій та авторів. Бажано вказувати в назві організації її відомство за належністю.

2. В аналітичній системі SCOPUS потрібні прізвищні списки використаної літератури латиницею. Можливості SCOPUS дають змогу проводити такі дослідження: за посиланнями оцінювати значення визнання робіт конкретних авторів, науковий рівень журналів, організацій і країн загалом, визначати актуальність наукових напрямів і проблем. Стаття з представленим списком літератури демонструє професійний кругозір та якісний рівень досліджень її авторів.

Правильний опис джерел, на які посилаються автори, є запорукою того, що цитовану публікацію буде враховано в процесі оцінювання наукової діяльності її авторів, а отже, й організації, регіону, країни. За цитуванням журналу визначається його науковий рівень, авторитетність тощо. Тому найважливішими складовими в бібліографічних посиланнях є прізвища авторів і назви журналів. В опис статті треба вносити всіх авторів, не скорочуючи їх кількості.

Для українсько- та російськомовних статей з журналів, збірників, матеріалів конференцій структура бібліографічного опису така:

автори (транслітерація), переклад назви статті англійською мовою, назва джерела (транслітерація), вихідні дані, в дужках – мова оригіналу.

Список використаної літератури (References) для SCOPUS та інших закордонних баз даних наводиться повністю окремим блоком, повторюючи список літератури до українсько- та російськомовної частини, незалежно від того, містяться в ньому чи ні іноземні джерела. Якщо в списку є посилання на іноземні публікації, вони повністю повторюються в списку, який створюється в латинському алфавіті.

Найточнішу ідентифікацію статей з електронних журналів можна отримати, якщо навести унікальний ідентифікатор (Digital Object Identifier – DOI). За наявності в статті DOI посилання на статтю буде однозначно правильно встановлено.

УДК 551.243:553.3 (477.62)

Н. Н. ШАТАЛОВ, д-р геол. наук, старший научный сотрудник (Институт геологических наук НАН Украины)

# ПЕТРОВО-ГНУТОВСКИЙ РУДОНОСНЫЙ СТРУКТУРНЫЙ УЗЕЛ ПРИАЗОВСКОГО МЕГАБЛОКА УКРАИНСКОГО ЩИТА

(Матеріал друкується мовою оригіналу)

Приведены результаты исследования крупного структурного Петрово-Гнутовского узла в границах Приазовского мегаблока Украинского щита. Определены закономерности разломно-блоковой тектоники и ее роли в формировании рудного узла. Охарактеризованы Кальмиусская, Октябрьская и другие разломные зоны ортогональной и диагональной систем и их значение в локализации метасоматитов и уникальной рудоносной флюорит-паризитовой редкоземельной дайки. Исследован минеральный состав дайки.

The results of the investigations for the large structural Petrovo-Hnutivian ore knot within the Near-Azovian megablock of the Ukrainian Shield are considered. The features of fault-block tectonics and its influence on the forming ore knot are defined. The Kalmius', Oktiabrsk's and other fault zones of the orthogonal and diagonal systems and their significance in the localization of metasomatites and exceptional ore-bearing fluorite-parisite rare-earth dyke are characterized. The mineral composition of dyke is analyzed.

**Вступление.** К настоящему времени в границах Украинского щита (УЩ) геологами выявлено большое количество рудопоявлений и крупных редкометалльно-редкоземельных месторождений. Наиболее уникальными и крупными среди них являются такие месторождения: Пержанское бериллия, Азовское цирконий-редкоземельных руд, Мазуровское полевошпат-редкометалльных руд, Новополтавское апатит-редкометалльное, Каранское редкометалльных руд, Шевченковское, Полоховское и Станковатское лития [1–30]. Именно они в настоящее время являются базовыми для создания редкометалльно-редкоземельной промышленности Украины. Подавляющее большинство из указанных выше месторождений за последние три десятилетия открыто в пределах Приазовского мегаблока УЩ. В связи с этим этот мегаблок следует рассматривать в качестве одной из важных редкометалльно-

редкоземельных рудоносных провинций УЩ. Петрово-Гнутовское флюорит-редкоземельное месторождение было открыто здесь одним из первых. Оно расположено в довольно живописном месте – в долине реки Кальмиус, в 20 км севернее г. Мариуполя. Рудное тело выступает на поверхность в скалистом обрыве левого склона р. Кальмиус между селами Петровское и Гнутово. Впервые как свинцово-цинковое месторождение оно было открыто местными жителями Ю. М. Журовым и Н. Таранущенко в 1936 году [10]. Геологическая разведка здесь проводилась в 1938–1939 гг. Донецкой комплексной экспедицией. Редкоземельный паразит в составе руд месторождения впервые был диагностирован в 1938 году В. И. Кузьменко [9, 10]. Специальное изучение и опробование руд Петрово-Гнутовского месторождения на редкие земли было произведено в 1940–1941 гг. партией Украинского геологического управления в составе В. И. Кузьменко, И. А. Сафюшкина и П. К. Лагутина.

Позднее Петрово-Гнутовское месторождение изучали Н. А. Елисеев, В. Г. Кушев, Д. П. Виноградов, Е. А. Марченко, Г. Г. Коньков, В. И. Влащенко, В. П. Куц, Б. С. Панов, Р. М. Полуновский, Е. И. Семенов, Ю. Ю. Юрк, В. П. Гуров, Е. К. Лазаренко, Л. Ф. Лавриненко, А. М. Стрёмовский, Н. Н. Шаталов, С. Н. Стрекозов, В. В. Васильченко, С. Г. Кривдик, В. И. Ткачук и др. [1–30].

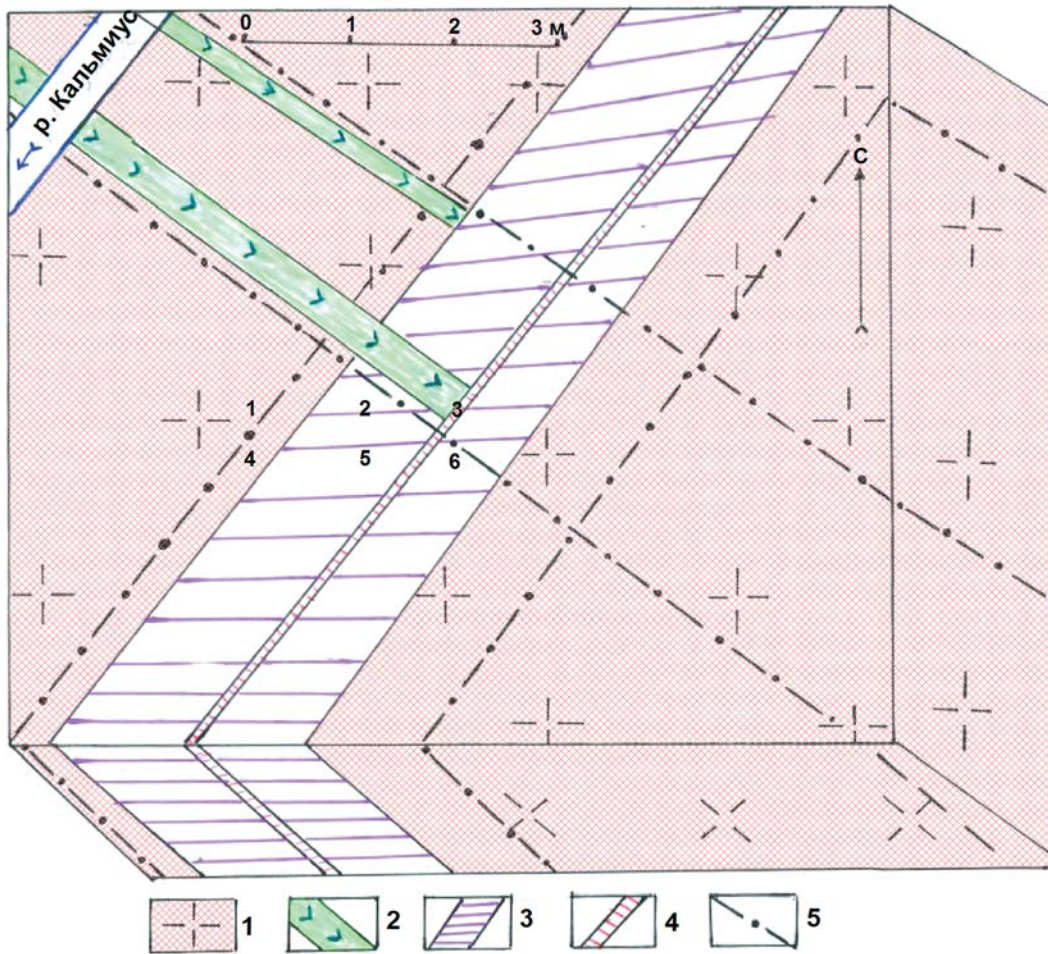
При этом на ранних этапах изучения большинство авторов рассматривали Петрово-Гнутовское редкоземельное месторождение как флюорит-карбонатную жилу гидротермального генезиса. И лишь позднее, в связи с обнаружением специфического состава и высокотемпературных образований в главной жиле, ее начали рассматривать [8, 15, 23, 29] в качестве глубинной гипабиссальной карбонатитовой дайки. Открытие Петрово-Гнутовского месторождения, следовательно, явилось как бы предвестником для обнаружения в описываемом регионе но-

вых редкометалльно-редкоземельных месторождений. Открытие Петрово-Гнутовского месторождения в тот период привлекло внимание специалистов и промышленников не только в СССР, но и за рубежом. В частности достоверно известно, что паразит-свинцово-флюоритовые руды этого месторождения интенсивно разрабатывались немецкими властями во время Великой Отечественной войны. Из данного месторождения руды тогда эшелонами вывозились в Германию.

**Структура и морфология рудного тела.** Крутопадающая флюорит-карбонатная (с паразитом) дайка при мощности от 0,3 до 3 м канавами, шурфами, скважинами и карьерообразной траншеей прослежена более 1 км по латерали и до 150 м на глубину (рис. 1). На отдельных участках пространственная ориентировка и мощность дайки варьирует. Резкие колебания мощности и наличие раздувов по простиранию иногда придают дайке неправильную форму. На отдельных участках направление дайки северо-восток 20°, общее простирание ее северо-восточное 25–30°, падение на северо-запад под углом 75–80°. По простиранию дайка сложена грубозернистыми и блоковыми массивными агрегатами темно-сиреневого флюорита, розовых фторкарбонатов и разноцветного кальцита. Главная карбонатитовая дайка (флюорит-редкоземельное месторождение) залегает в граносиенитах Кальмиусского массива. По простиранию и на глубину она сечет зону фенетизированных пироксен-роговообманковых граносиенитов.

В зальбандах дайки карбонаты представлены фарфороподобными кристаллами бурого и серого цвета, в центральных частях – грубозернистыми агрегатами белого и розо-





**Рис. 1. Геолого-структурная схема (блок-диаграмма) одного из участков Петрово-Гнутовского флюорит-редкоземельного месторождения (составил автор):**

1 – граниты и сиениты, метасоматически измененные; 2 – палеозойские дайки лампрофиров; 3 – докембрийская рудоносная флюорит-карбонатная дайка; 4 – зона милонитов в рудоносной дайке; 5 – разрывные нарушения

вого кальцита. В составе карбонатов выявлены магний, стронций, марганец и лантоноиды цериевой группы, что характерно для карбонатов щелочных пород и карбонатитов. В виде вкрапленности присутствуют сульфиды меди, свинца, цинка. Вторичные карбонаты представлены флюоцеритом, баритом, гематитом, смитсонитом и др. В позднюю стадию происходил процесс щелочно-кремниевый метасоматоза флюорит-карбонатных пород дайки с образованием массивных выделений и прожилков халцедона, вмещающих включения свежего биотита. Халцедонилиты интенсивно развиты по простиранию карбонатитовой дайки и вблизи со-

путствующих более мелких жил аналогичного состава [14, 15].

Зоны контактов рудоносной дайки с вмещающими породами тектонические, довольно резкие, нередко извилистые. В контакте с рудной дайкой выделяется узкая полоска раздробленных полевошпатовых пород, сцементированных кальцитом, флюоритом, эгирином. Висячем боку дайки, непосредственно в зоне ее контакта с вмещающими породами, прослежена зона мощностью до 5 см флюорит-карбонат-эгиринового состава.

Параллельно карбонатитовой дайке в ее висячем боку во вмещающих диаллаго-роговообманковых гранитах и сиенитах наблюдается густая сеть мелких жилок

северо-восточного простирания, представленных эгирином, щелочным амфиболом, флюоритом и кальцитом [10]. Большинство мелких жилок здесь протягиваются в северо-восточном направлении  $25^\circ$  и имеют северо-западное падение  $75-80^\circ$ . Вмещающие граниты и сиениты вдоль описываемых жилок флюорита, кальцита и эгирина также обогащены эгирином и щелочным амфиболом (кроссит-крокидолитового типа). Щелочной амфибол и эгирин проникают во вмещающие породы в виде скоплений и отдельных игольчатых кристаллов, густо прорастая полевые шпаты и часто замещая их. Они образуют извилистые прослойки и выполняют многочисленные мелкие трещи-

ны. В зоне непосредственного контакта с Петрово-Гнутовской рудной дайкой граносиениты превращены в типичный катаклазит с выделениями щелочного амфибола и эгирина [9, 10, 15]. На отдельных участках описываемого структурного узла, висячем боку дайки, вмещающие ее граносиениты мощностью до нескольких метров преобразованы на апатит-сфен-альбит-арфведсонит-эгириновые фениты с аксессуарным ильменитом, чевкинитом, цирконом, магнетитом и гематитом.

В лежащем боку дайки вмещающие сиениты интенсивно фенитизированы. Зона фенитизации достигает 30 м [15]. Фениты представлены альбитизированными и окварцованными калишпатовыми породами. В виде прожилков в них наблюдаются халцедон и эгирин. Фениты секутся многочисленными прожилками ниобийсодержащего сфена, флюорита и карбонатов. Сфен образует агрегаты крупных кристаллов и многочисленные прожилки, секущие фениты. Состав микроэлементов в минерале –  $\text{Na}_2\text{O}$  (0,26 %),  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  (0,35 %),  $\text{SrO}$  (0,02 %),  $\text{TR}_2\text{O}_3$  (1,28 %) – цериевой группы свойственен сфенам щелочных пород [8, 14, 15]. По простиранию зоны фенитизированных вмещающих пород с центральной дайкой карбонатитов наблюдаются обнажения калишпат-ильменитовых пегматоидных пород крупноблочной структуры. Кристаллы ильменита в них достигают 10 кг. Ильменит содержит  $\text{TiO}_2$  (51,31 %),  $\text{MnO}$  (6,06 %),  $\text{MgO}$  (1,99 %). По мнению Е. Я. Марченко и др. [15], ильменитсодержащие пегматоидные породы, развитые на юго-западном продолжении карбонатитовой дайки, являются наиболее ранними щелочными магматическими образованиями. Сиенит-пегматиты

обогащены титаном, а ильменит этих пород и сфен фенитов на контакте с дайкой имеют аналогичный состав микроэлементов.

**Вещественный состав рудной дайки.** Петрографические исследования свидетельствуют о том, что рудоносная дайка сложена преимущественно карбонатом (кальцитом, паризитом), флюоритом, кварцем и халцедоном. В качестве рудных минералов представлены галенит, сфалерит, халькопирит, пирит и аргентит. Вторичные минералы – лимонит, церуссит, ковеллин. Главные минералы – кальцит, флюорит и паризит – тесно сростаются между собою в массивно-зернистые агрегаты. Паризит и флюорит обособляются также в гнезда и полосы, вытянутые по простиранию дайки [9, 10, 15].

**К а л ь ц и т.** Является главным минералом карбонатов. В породе присутствуют две генерации кальцита. Более ранний кальцит образует крупные и мелкие зерна, имеет неправильную форму, прекрасно выраженную спайность и двойникование по плоскости ромбоэдра. Размер зерен – до 3 см. Окраска кальцита белая, розовая и бледно-розовая. Розовая окраска обусловлена изоморфными примесями в минерале редких земель, содержание которых увеличивается по мере нарастания интенсивности окраски: от 0,88 % в белой разности до 3 % в бледно-розовой и 7,28 % в густо-розовой; кальцит розовых тонов обнаруживается преимущественно по краям гнезд паризита [10]. Кальцит поздней генерации бесцветен, вблизи поверхности становится буроватым. Образует мелкие, совершенно прозрачные зерна и агрегаты, заполняющие сеть тонких прожилков по трещинам.

**П а р и з и т** имеет малиново-розовую окраску различных оттенков, сростается с кальцитом и флюоритом,

нередко обособляется в самостоятельные гнезда и полосы. Его твердость около 4, удельный вес – 3,6, размер зерен до 2 мм. В проходящем свете под микроскопом он бесцветный или сероватый, оптически одноосный, положительный. Цвета интерференции яркие: розовые, зеленые, синие, фиолетовые. Спайность не выражена. Показатели преломления:  $n_g = 1,755$ ;  $n_p = 1,67$ . Многие зерна паризита трещиноваты. В связи с этим наблюдается побурение зерен паризита, выраженное прямыми параллельными полосками. Зерна мелкие, призматического габитуса. Сложение агрегатов мелко- и среднезернистое. В гнездах паризита всегда присутствует кальцит, образующий с ним тесные зернистые сростания. На фоне кальцита паризит наблюдается в виде мелко рассеянных зерен и пятен, а также в виде прожилков с включенными агрегатами флюорита [10].

**Ф л ю о р и т** образует среди карбонатов гнезда, линзы, полосы, рассеянные агрегаты и зерна. По трещинам флюорит цементируется кальцитом и халцедоном. Окраска флюорита зеленая и фиолетовая различных оттенков. Преобладает темно-фиолетовый флюорит. При естественном свете окрашенный флюорит светлеет. Образует крупные зерна с ясно выраженной спайностью по плоскости октаэдра (111). Под микроскопом он бесцветен, слегка розовый или лиловый, в качестве включений содержит мелкие зерна кварца и карбонатов.

**К в а р ц** играет подчиненную роль в породе и обнаруживается лишь под микроскопом. Существует две его генерации. Ранний в виде включений мелких зерен и правильных призматических кристаллов присутствует в кальците, паризите и флюорите, а более поздний – заполняет микротрещины.

**Х а л ц е д о н** образует гнездовидные выделения, замещающие карбонаты и флюорит. В породе наблюдается в виде сети тонких прожилков.

**Р у д н ы е м и н е р а л ы.** Из первичных минералов главную роль играют галенит и сфалерит, а подчиненную – пирит и халькопирит. Вторичные минералы представлены малахитом, аргентитом, ковеллином, хризокolloй, церусситом, лимонитом, пиролюзитом.

В результате геохимических исследований мономинеральных проб кальцита, паризита и флюорита обнаружен ряд особенностей в распределении элементов-примесей, редкоземельных и редких элементов: стронция, иттрия, лантана, церия и др. В частности в паризите содержание редкоземельных элементов в среднем (по 3 пробам) достигает 55,73 %. Состав редких земель в паризитах исключительно цериевый ( $TR_{Ce}: TR_Y = 82$ ). При этом на долю церия выпадает половина содержания редкоземельных элементов. В кальците, в сравнении с паризитом, относительная роль редкоземельных элементов иттриевой подгруппы возрастает ( $TR_{Ce}: TR_Y = 6,7$ ); содержание редких земель в кальците достигает 0,7 % [11]. Высокие содержания редкоземельных элементов установлены также в флюоритах Петрово-Гнутовского месторождения – 0,12 % при соотношении  $TR_{Ce}/TR_Y = 0,26$ . Обращают на себя внимание высокие концентрации стронция в кальците (1179 г/т) и флюорите (838 г/т), что характерно для продуктивных стадий рудообразования.

**Возраст.** Время внедрения рудоносной Петрово-Гнутовской карбонатитовой дайки определяется исходя из совокупности геолого-структурных и изотопных данных. Дайка сечет гнейсомигматитовую толщу архея и протерозойские пироксен-роговообманковые граносиениты, а

сечется более молодыми дайками лампрофиров, диабазов и ортофиров [18–19]. По U-Pb соотношению возраст галенита из пород дайки протерозойский, датируется временем от 2,1 до 1,92 млрд лет [15, 18], то есть близкий к возрасту сиенитов восточно-приазовского комплекса [7]. Немного завышенное значение возраста галенита, по мнению авторов работы [15], может свидетельствовать о заимствовании древних свинцов из вмещающих пород субстрата и непосредственно указывать на глубинное происхождение пород дайки. Изотопный возраст галенита, выделенного из эгирин-флюорит-рибекитового метасоматита Петрово-Гнутовского месторождения, составляет 2 млрд лет [7, 29]. Изотопный возраст роговой обманки из прожилков вблизи дайки составляет 1,5 млрд лет [11]. Следовательно, имеющиеся геолого-структурные данные и определения изотопного возраста свидетельствуют о близости формирования пород дайки и граносиенитовых массивов Приазовья (1,9–1,8 млрд лет).

**Генезис.** Для редкоземельного оруденения Петрово-Гнутовской карбонатитовой дайки характерна определенная специфика, отображающая его первично-мантийное магматическое происхождение. Прежде всего отметим достаточно простой набор минералов – карбонаты (кальцит, паризит) и флюорит. С учетом, что указанная триада относится к наиболее фторофильным элементам, а флюорит встречается здесь в большом количестве, первичным источником редкоземельного оруденения следует считать мантийный очаг. В паризите Петрово-Гнутовской карбонатно-флюоритовой дайки значение  $\delta O^{18}$  составляет от +6,4 до +10,5 ‰, что указывает на эндогенное происхождение карбонатов. Это подтверждается данными

изотопного состава из углерода со значениями  $\delta C^{13}$  от  $-4,5$  до  $-8,6$  ‰ [20].

На высокие температуры и “глубинность” образования пород карбонатитовой дайки указывают результаты декрепитации. Максимумы на кривых декрепитации блокового флюорита фиксируются при  $480$  и  $460$  °C, а галенита – при  $465$  °C, что выше температур, полученных методом гомогенизации для флюорита ( $395$ – $365$  и  $330$ – $300$  °C – ранняя и  $270$ – $245$ – $215$  °C – поздняя генерация). На кривых декрепитации розовых карбонатитов основной массы дайки стабильно фиксируются максимумы при  $730$  и  $460$  °C [15]. Важно отметить, что фарфороподобные карбонатиты приконтактных частей дайки при нагревании не выявляют декрепитационных эффектов, что вероятно связано с ликвидацией в породе включений в процессе “закалки”. Низкотемпературные пики на кривых декрепитации и наличие включений в флюорите, который гомогенизируется при  $180$ – $120$  °C, указывают на позднегидротермальную переработку пород карбонатитовой дайки в связи с процессами щелочно-кремнивого метасоматоза [9, 10, 14, 15, 20].

О высоких температурах образования карбонатитов свидетельствует интенсивный щелочной метасоматоз в экзоконтактах дайки (альбитизация, эгиринизация, сфенизация). Флюорит, карбонаты, фтор-карбонаты основной массы являются близкими по времени образования минералами, кристаллизация которых проходила из богатых щелочно-карбонатных расплавов в крутопадающих трещинах Кальмиусского глубинного разлома. В связи с внедрением дайки карбонатитов вмещающие граносиениты Кальмиусского массива подверглись высокотемпературной метасоматической переработке и преобразова-

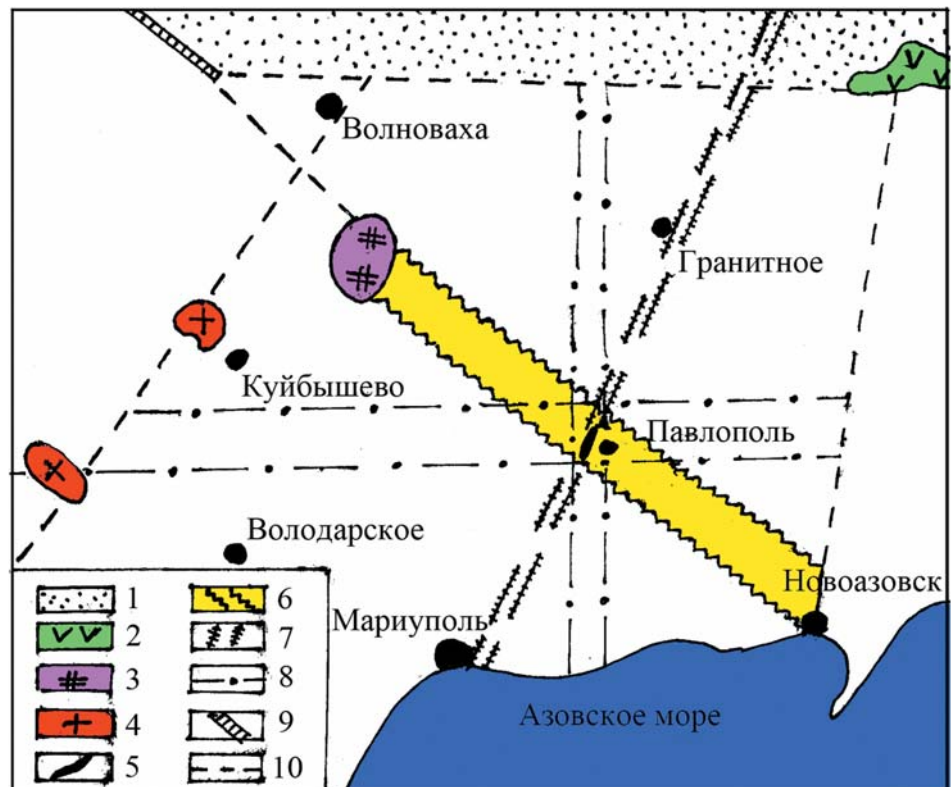
лись в фениты. Процесс низкотемпературной переработки (халцедонизации), вероятно, происходил значительно позднее. “Халцедонизация” является наложенным низкотемпературным процессом и наблюдается в участках, где нет флюорит-карбонатных даек и жил. На “глубинность” формирования пород Петрово-Гнутовской карбонатитовой дайки указывают также соотношения изотопов стронция. Приведенные данные свидетельствуют о том, что минералого-геохимические особенности описываемой дайки близки до карбонатитов жильного поля Маунтин-Пас в докембрии Калифорнии. В карбонатитах Маунтин-Пас значения отношения изотопов  $^{87}Sr/^{86}Sr$  составляют  $0,704$  [21], то есть равны среднему значению этого отношения для карбонатитов, изученных в работе [23], что указывает на глубин-

ные очаги стронция и карбонатитовую природу даек.

О принадлежности пород Петрово-Гнутовской дайки до карбонатитов свидетельствуют их пространственно-структурные соотношения с фенитами, специфический минеральный и микроэлементный состав и высокие температуры породо- и рудообразования. Широкое развитие фторвмещающих минералов (флюорит, фторкарбонаты, флюоцерит) и позднее окремнение указывают на гипабиссальный характер формирования дайки. Известно, что в массивах карбонатитов более глубинных карбонатитовых комплексов фтор концентрируется в апатитах, слюдах, а в менее глубинных фтороносных карбонатитах образует собственные минералы – флюорит и др. Важно подчеркнуть, что фенитовый тип изменений вмещающих пород, обога-

щение щелочами, титаном и фосфором, селективно цериевый состав лантоноидов флюорита и карбонатов, как и высокие температуры образования, свойственны глубинным карбонатитам, а не обычным флюоритовым жилам гидротермального происхождения [8, 21, 23].

**Геолого-структурная позиция Петрово-Гнутовского рудоносного узла.** Месторождение флюорит-редкоземельных руд локализовано в границах Петрово-Гнутовского структурного узла, размещенного на Приазовском мегаблоке УЩ, в зоне пересечения зон глубинных разломов диагональной и ортогональной систем (рис. 2). В крупном структурном узле развиты также многочисленные дайки лампрофиров, диабазов, диоритовых пофитритов и ортофитритов, которые различаются по составу, возрасту и пространственной



**Рис. 2.** Схема Петрово-Гнутовского структурного узла Приазовья (составил автор):

1 – осадочно-вулканогенные породы зоны сочленения Донбасса с Приазовьем; 2 – Покрово-Киреевская вулканогенная структура; 3 – Октябрьский щелочной массив; 4 – Екатериновский и Каменномогильский гранитные массивы; 5 – Петрово-Гнутовская паразит-флюоритовая дайка; 6 – границы Павлополь-Октябрьского дайкового пояса; 7 – Кальмиусский глубинный разлом; 8 – разломы ортогональной системы; 9 – Криворожско-Павлопольский сброс; 10 – Грузско-Еланчикская и Донецко-Гурзуфская разломные зоны

ориентировке [26–29]. Здесь же наблюдаются участки катаклаза, милонитизации и интенсивного ощелачивания вмещающих пород. Главной среди диагональных разломов является Кальмиусская тектоническая зона, поскольку на отрезке от с. Петровское до с. Гнутово она по латерали и на глубину является рудоконтролирующей структурой. Именно с ней по простиранию четко совпадает внедрившаяся из глубин Земли рудоносная флюорит-паризитовая дайка и в тот период эволюции произошло растрескивание и растяжение сформированной, сравнительно мощной, плотной и твердокристаллической земной коры Приазовского мегаблока. По данным сверхдальнего дистанционного изучения Земли Кальмиусский глубинный разлом трассируется [1, 2], в северо-восточном 25–30° направлении – от Черного моря (южнее г. Керчь) через Азовское море, Приазовский мегаблок УЩ (г. Мариуполь, пгт Гранитное) и Донбасс (восточнее г. Донецк) до Воронежского кристаллического массива (ВКМ). Ширина его на различных участках от 5 до 10 км, а длина – сотни километров (рис. 3). Описываемая зона характеризуется целым комплексом геолого-геофизических признаков глубинных разломов: имеет большую протяженность, выдержанное простирание, пересекает различные тектонические структуры древней Восточно-Европейской (ВКМ, Донбасс, Приазовский мегаблок УЩ) платформы, Северо-Азовский прогиб, Азовский вал, молодую Скифскую платформу и Черноморскую впадину. В пределах Приазовского мегаблока УЩ разлом разграничивает приподнятые и опущенные блоки земной коры с разным строением и различной глубиной залегания поверх-

ности Мохо. Здесь же в виде ступеней разлом отчетливо фиксируется также в гравитационном поле. Исследования внутренней структуры разлома в границах Приазовского мегаблока показали, что это разрывное нарушение представляет собой не узкий линейный шов, а сложную систему различно ориентированных коротких нарушений, представленных зонами расланцевания, дробления, милонитизации и метасоматоза. Эти мелкие нарушения, пересекая друг друга, образуют вдоль р. Кальмиус несколько сгущений. Один из участков с густой сетью мелких нарушений протягивается от с. Петровское до с. Гнутово,

второй – от с. Николаевка до с. Павлополь. В кинематическом плане Кальмиусский разлом классифицирован как левый сбросо-сдвиг с амплитудой горизонтального перемещения крыльев первые десятки километров [25].

По тектонической значимости, особенностям геодинамики, магматизма, минерагеническим и геолого-геофизическим характеристикам большое значение в формировании весьма сложного Петрово-Гнутовского структурного узла имеет также Октябрьский (Донской) глубинный разлом. Зона Октябрьского разлома является юго-восточным продолжением Криворож-

ско-Павловского сброса, охарактеризованного [13] в районе развития осадочных пород палеозоя Донбасса. В целом Октябрьский разлом выступает как крупное разрывное нарушение (типа сброса, сбросо-сдвига), имеющее глубинное заложение и региональное значение в структуре Приазовского мегаблока УЩ. В связи с изучением даек региона разлом был протрассирован автором статьи в юго-восточном направлении до г. Новоазовск, то есть вплоть до побережья Азовского моря [28, 29]. В районе Октябрьского щелочного массива он отчетливо фиксируется в смещениях поверхности Мохо на профи-

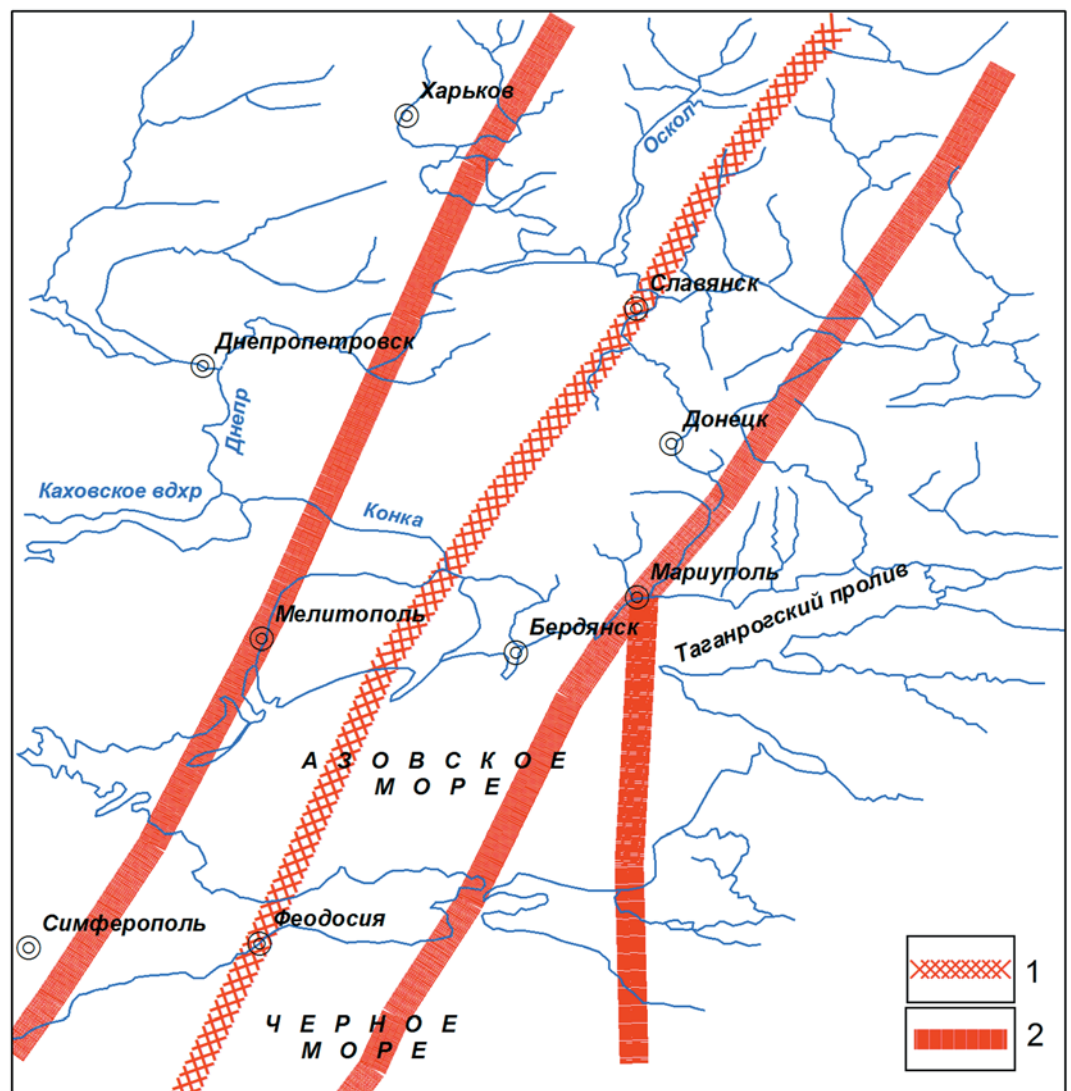


Рис. 3. Схема трассирования по аэрокосмическим снимкам Кальмиусского, Феодосийско-Славянского и Орехово-Павлоградского линейментов [2]:

1 – Феодосийско-Славянский разлом; 2 – Орехово-Павлоградский и Кальмиусский глубинные разломы

ле ГСЗ Таганрог – Днепропетровск. В северо-западном направлении 310–315° от г. Новоазовск до Октябрьского щелочного массива разломная зона четко трассируется сериями гипабиссальных даек лампрофиров, диабазов и ортофиров. Сгущение дайковых тел наблюдается по р. Кальмиус на отрезке шириной 7–8 км (села Павлополь – Николаевка). Обнажения даек встречаются также между сс. Петрово и Гнутово, балкам Чернечья, Вербовая, Калмыцкая, Терновая, являющимися правыми притоками р. Кальмиус. В связи с этим ширина роя даек в описываемом структурном узле увеличивается до 15 км. Вкрест простирания разломной зоны нами встречено не менее 100 даек. Среди них встречаются дайки субмеридиональной и субширотной ориентировки, однако значительно преобладают дайки северо-западного направления. Изученный рой даек выделен ранее автором под названием Павлополь-Октябрьского дайкового пояса [26–29]. В границах пояса количественно преобладают дайки ортофиров. Они являются наиболее молодыми палеозойскими интрузиями – секут дайки лампрофиров фанерозоя, а также диабазы, диабазовые порфириды и лампрофиры верхнего протерозоя. Юго-восточнее Петрово-Гнутовского структурного узла обломки ортофиров скважинами встречены в сравнительно широко развитых конгломератах поздне-триасового возраста [26–29]. По простиранию некоторые индивидуальные дайки Павлополь-Октябрьского пояса можно проследить до 2 км. Мощность даек лампрофиров и диабазов здесь преимущественно до 2 м (иногда 5 м), а ортофиров – до 20 м. Общая мощность даек в структурном узле составляет не менее 500 м. На отдельных участках дайки занимают до

15 % от общего объема вмещающих пород. Кроме серий даек, в описываемом структурном узле геофизическими и геологосъемочными работами обнаружены палеозойские вулкано-плутонические структуры. В частности бурением выявлен ряд вулканических аппаратов центрального типа – жерловин. Их размер – от десятков метров (балка Вербовая) до 2 км и более (Кичиксу и Кирилловская). Среди выявленных субвулканических образований преобладают ортофиры (трахиты). В непосредственной близости к флюорит-паризитовой дайке закартировано сгущение маломощных (до 1–2 м) дайковых тел лампрофиров субширотной и северо-западной ориентировки. Доизучение одного из участков развития рудоносной карбонатитовой дайки позволило установить характер пересечения и смещения фрагмента дайки лампрофиров, секущей приконтактовую зону фенетизации и флюорит-карбонатитовую дайку (рис. 1). Судя по рисунку, очевиден палеозойский сдвиг тела докембрийской карбонатитовой дайки по разлому северо-восточного простирания.

Подчиненное значение в структурном плане Петрово-Гнутовского рудного узла имеют разломные зоны субмеридиональной и субширотной ориентировки. К субмеридиональным системам трещиноватости здесь приурочены многочисленные эгириновые, эгирин-амфиболовые, флюорит-карбонатные жилы мощностью до 2 м, а к субширотным – зоны фенитов и крутопадающие маломощные (до 1 м) дайки лампрофиров с простиранием 270°.

**Выводы.** Анализ исследований свидетельствует о том, что разломы ортогональной и диагональной (Кальмиусский, Октябрьский) систем расчленили территорию описываемого структурного узла на ряд мелких клино-

видных геоблоков, в связи с чем здесь были образованы участки с максимальной раздробленностью и проницаемостью литосферы, благоприятные для локализации метасоматитов и рудного вещества. В связи с активизацией глубинных процессов в пределах крупного структурного узла сформировался более мелкий Петрово-Гнутовский рудный узел и внедрилась уникальная флюорит-паризитовая редкоземельная дайка. Отмеченные выше особенности тектонических, магматических и метасоматических процессов (глубинность, многоэтапность, длительность, интенсивность) и вызванная этим раздробленность земной коры и глубокая дифференцированность вещества имели важное значение для образования промышленных концентраций редких земель и флюорита в границах рудного узла. Именно эти факторы определили возникновение оруденения в условиях пересечения зон глубинных разломов, где происходило длительное развитие тектономагматических и метасоматических процессов как на больших глубинах, так и в приповерхностных частях литосферы. Петрово-Гнутовский рудный узел необходимо отнести к категории уникальных по параметрам петрологии и рудоносности: высокая локальная концентрация флюорита и редких элементов, а также довольно простой минеральный состав руды. По мнению авторов работы [15], селективно цериевый состав редких земель флюорита и карбоната и фенитовый тип изменения вмещающих пород не свойственны обычным флюоритовым жилам, но характерны для даек карбонатитов. Фарфоровидные плотные зальбанды жилы трактуются как зона закалки дайки, а кальцит, флюорит и редкоземельные фторкарбонаты основной массы являются близ-

ковременными минералами, кристаллизовавшимися из богатых минерализаторами щелочно-карбонатных расплавов. Экспериментальные исследования не противоречат представлениям авторов в работе [15] и свидетельствуют о высокой (20–40 %) растворимости  $\text{La}(\text{OH})_3$  в синтетическом карбонатном расплаве [8]. Редкоземельная минерализация в составе руды представлена паризитом, играющим породообразующую роль. Во многих районах США, СНГ, Канады, Италии, Гренландии, Мадагаскара содержания данного минерала не превышают акцессорных значений. Поэтому редкоземельное Петрово-Гнутовское месторождение является уникальным не только для Украины, но и для других регионов мира.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Быстревская С. С., Шаталов Н. Н. Глубинная структура земной коры по космическим изображениям (на примере Восточного Приазовья)//Исследование Земли из космоса. 1980. № 5. С. 10–16.
2. Быстревская С. С., Кливаденко Л. Л. Феодосийско-Славянский линеймент//Докл. АН УССР. Сер. Б. 1980. № 9. С. 3–8.
3. Галецкий Л. С. Гентельвиновое оруденение – новый высококачественный тип бериллиевого сырья//Геология рудн. месторожд., 1971.13. № 3. С. 21–30.
4. Галецкий Л. С., Зарицкий А. И., Князев Г. И. и др. Субграфические сподуменовые и петалит-сподуменовые пегматиты одного из докембрийских полей//Геол. журн. 1987. № 1. С. 136–141.
5. Гурский Д. С., Чорнокур І. Г. Пержанське родовище берилію (геологія та перспективи освоєння в контексті світових і вітчизняних тенденцій розвитку мінерально-сировинної бази рідкісних металів)//Мінер. ресурси України. 2009. № 4. С. 23–32.
6. Гурский Д. С., Єсипчук К. Ю., Калінін В. І. та ін. Металічні корисні копалини. Київ. 2005. Т. 1. 710 с.
7. Елисеев Н. А., Кушев В. Г., Виноградов Д. П. Протерозойский интрузивный комплекс

Восточного Приазовья. М.-Л.: Наука, 1965. 200 с.

8. *Кривдик С. Г., Ткачук В. И.* Петрология щелочных пород Украинского щита. Киев: Наукова думка, 1990. 408 с.

9. *Кузьменко В. И.* Рідкісні землі в Петрово-Гнутовській флюорито-карбонатній жилі в Приазов'ї (Маріуполь)//Доповіді АН УРСР. 1940. № 3. С. 26–30.

10. *Кузьменко В. И.* Петрово-Гнутовское месторождение паразита (Укр. ССР)//Сов. геология 1946. № 12. С. 49–61.

11. *Куц В. П.* Особенности распределения акцессорных редкоземельных элементов в минералах Петрово-Гнутовского рудопроявления паразита//Докл. АН УССР. Сер. Б. 1971. № 10. С. 892–894.

12. *Лазаренко Е. К., Лавриненко Л. Ф., Бучинская Н. И.* и др. Минералогия Приазовья. Киев: Наукова думка, 1981. 432 с.

13. *Левентейн М. Л.* К вопросу о структуре юго-западной окраины Донецкого бассейна//Изв. АН СССР. Сер. геол., 1959. № 4. С. 91–98.

14. *Марченко Е. Я.* Об акцессорном сфене из Приазовья//Мин. сб. Львовск. геол. об-ва, 1965. № 19. Вып. 3. С. 378–380.

15. *Марченко Е. А., Коньков Г. Г., Власенко В. И.* О карбонатитовой природе Петрово-Гнутовской дайки Приазовья//Докл. АН УССР. Сер. Б. 1980. № 1. С. 24–27.

16. *Марченко Е. Я., Стрекозов С. М.* Азовская рудоносная структура докембрию Приазовья//Мінер. ресурси України. 1999. № 1. С. 34–36.

17. *Мельников В. С., Возняк Д. К., Гречановская Е. Е.* и др. Азовское цирконий-редкоземельное месторождение: минералогические и генетические особенности//Мінерал. журнал, 2000. № 1. С. 42–61.

18. *Панов Б. С., Коньков Г. Г.* Рудные древние свинцы в Восточном Приазовье//Геохимия. 1966. № 7. С. 867–869.

19. *Панов Б. С., Стремовский А. М., Бастьен Ж. Л.* Редкоземельные и редкие элементы в флюоритах Донбасса и Приазовья//Докл. АН УССР. Сер. Б. 1980. № 2. С. 29–32.

20. *Панов Б. С., Панов Ю. Б.* Рудные формации Приазовской редкоземельно-редкометаллической области Украинского щита//Мінерал. журнал, 2000. № 1. С. 81–85.

21. *Пауэлл Дж., Харли Р. М., Форбон Х. В.* Изотопный состав стронция и происхождение карбонатитов//В кн.: Карбонатиты. М.: Мир, 1969. С. 314–325.

22. *Стрекозов С. Н., Васильченко В. В., Гурский Д. С.* и др. Геологическое строение и характер оруденения Азовского месторождения//Мінер. ресурси України. 1998. № 3. С. 6–9.

23. *Фор Г., Пауэлл Дж.* Изотопы стронция в геологии. М.: Мир, 1974. 213 с.

24. *Хомяков А. П., Семенов Е. И.* Гидротермальные месторождения фторкарбонатов редких земель. М.: Наука, 1971. 133 с.

25. *Чебаненко И. И., Знаменская Т. А., Шаталов Н. Н.* Проявление сдвиговой тектоники в структуре литосферы Украины//В кн.: Сдвиговые тектонические нарушения и их роль в образовании месторождений полезных ископаемых. М.: Наука, 1991. С. 85–92.

26. *Шаталов М. М.* Деякі структурно-геологічні і вікові особливості дайок ортофірів Павлополь-Октябрьського поясу Приазов'я//Доп. АН УРСР. Сер. Б. 1980. № 10. С. 34–37.

27. *Шаталов М. М.* Перша знахідка складно побудованої дайки в Східному Приазов'ї//Доп. АН УРСР. Сер. Б. 1981. № 7. С. 34–37.

28. *Шаталов Н. Н.* К вопросу об использовании результатов дешифрирования космо- и аэрофотоснимков при изучении особенностей геологического строения Восточного Приазовья//Геол. журн., 1982. № 1. С. 68–76.

29. *Шаталов Н. Н.* Дайки Приазовья. Киев: Наукова думка, 1986. 192 с.

30. *Щербак Н. П., Артеменко Г. В., Лесная И. М.* и др. Геохронология раннего докембриума УЩ. Протерозой. Киев: Наукова думка, 2008. 240 с.

#### REFERENCES

1. *Bystrevskaia S. S., Shatalov N. N.* Abyssal earth crust structure from space images: Case of the eastern Near-Azovian area//Issledovania Zemli iz Kosmosa. 1980. № 5. P. 10–16. (In Russian).

2. *Bystrevskaia S. S., Klivadenko L. L.* Feodosiisko-Slaviansky lineament//Dokl. AN USSR. Ser. B. 1980. № 9. P. 3–8. (In Russian).

3. *Haletsky L. S.* Genthelvit mineralization as a new high quality type of beryllium mineral materials//Geologia rudnykh mestorozhdeniy. 1971. Vol. 13. № 3. P. 21–30. (In Russian).

4. *Haletsky L. S., Zaritsky A. I., Kniazev H. I.* Subgraphic spodumene and petalite – spodumene pegmatites for one of Precambrian fields//Geol. zhurnal. 1987. № 1. P. 136–141.

5. *Hursky D. S., Chornokur I. H.* Perzhanske deposit of beryllium

(Geology and perspectives of exploration in context of world and native tendencies of development of mineral raw materials base for rare metals)//Mineralny resursy Ukrainy. 2009. № 4. P. 23–32. (In Ukrainian).

6. *Hursky D. S., Yesypchuk K. E., Kalinin V. I.* Metal useful mineral. Kyiv-Lviv: Tsentr Evropy, 2005. Vol. 1. 710 p. (In Ukrainian).

7. *Yeliseev N. A., Kushev V. H., Vinogradov D. P.* Proterozoic intrusive complex of the Eastern Near-Azovian area. M.-L.: Nauka, 1965. 200 p. (In Russian).

8. *Krivdik S. H., Tkachuk V. I.* Petrology of alkali rocks of the Ukrainian Shield. Kiev: Naukova dumka, 1990. 408 p. (In Russian).

9. *Kuzmenko V. I.* Rare earths in the Petrovo-Hnutonian fluorspar-carbonate vein of the Near-Azovian area (Mariupol)//Dopovidi AN UkrSSR. 1940. № 3. P. 26–30. (In Ukrainian).

10. *Kuzmenko V. I.* The Petrovo-Hnutonian parasite deposit (UkrSSR)//Sovetskaia Geologia. 1946. № 12. P. 49–61. (In Russian).

11. *Kuts V. P.* The special aspects of distribution for rare earth elements in the minerals from the Petrovo-Hnutonian parasite ore occurrence//Dokl. AN USSR. Ser. B. 1971. № 10. P. 892–894. (In Russian).

12. *Lazarenko Ye. K., Lavrinenko L. F., Buchinskaia N. I.* Mineralogy of the Near-Azovian area. Kiev: Naukova dumka, 1981. 432 p. (In Russian).

13. *Levenshtein M. L.*, Towards the structure of the south-western margin of the Donets basin//Izvestia AN USSR. Series of geology. 1959. № 4. P. 91–98. (In Russian).

14. *Marchenko Ye. Ya.* On accessory sphenes from the Near-Azovian area//Minerology digest of the Lvov's Geological society. 1965. № 19. Issue 3. P. 378–380. (In Russian).

15. *Marchenko Ye. Ya., Konkov H. H., Vlasenko V. I.* On carbonatite character of the Petrovo-Hnutonian dyke of the Near-Azovian area//Dokl. AN USSR. Ser. B. 1980. № 1. P. 24–27. (In Russian).

16. *Marchenko Ye. Ya., Strekozov S. M.* The Azovian ore-bearing structure of the Precambrian of the Near-Azovian area//Mineralny resursy Ukrainy. 1999. № 1. P. 34–36. (In Ukrainian).

17. *Melnikov V. S., Vozniak D. K., Hrechanskoia Ye. Ye.* The Azovian zirconium – rare earth deposit: Mineralogical and genetic features//Мінерал. журнал. 2000. № 1. P. 42–61. (In Russian).

18. *Panov B. S., Konkov H. H.* Ore ancient leads in the Eastern Near-Azovian//Heokhimia. 1966. № 7. P. 867–869. (In Russian).

19. *Panov B. S., Stremovskiy A. M., Bastien Zh. L.* Rare earth and rare elements in fluorspars from the Donbas and Near-Azovian area//Dokl. AN USSR. Ser. B. 1980. № 2. P. 29–32. (In Russian).

20. *Panov B. S., Panov Yu. B.* The ore formations of the Near-Azovian rare earth – rare metal range of the Ukrainian Shield//Мінерал. журнал. 2000. № 1. P. 81–85. (In Russian).

21. *Powell J., Harley R. M., Farban H. V.* Strontium isotopic composition and carbonatite genesis//In: Carbonatites. M.: Mir, 1969. P. 314–325. (In Russian).

22. *Strekozov S. N., Vasilchenko V. V., Hursky D. S.* Geological structure and character of mineralization from the Azovian deposit//Mineralny resursy Ukrainy. 1998. № 3. P. 6–9. (In Russian).

23. *Faure G., Powell J.* Strontium Isotopes Geology. M.: Mir, 1974. 213 p. (In Russian).

24. *Khomiakov A. P., Semenov Ye. I.* Hydrothermal deposit for fluorine carbonates of rare earths. M.: Nauka, 1971. 133 p. (In Russian).

25. *Chebanenko I. I., Znamenkaia T. A., Shatalov N. N.* Manifestation of fault tectonics in the lithosphere structure of Ukraine. In: Fault tectonic dislocations and their role in the mineral deposit formation. M.: Nauka, 1991. P. 85–92. (In Russian).

26. *Shatalov M. M.* Some structural and geological age features for orthophyres dykes from the Pavlopol – Oktiabrsk belt of the Near-Azovian area//Dopovidi AN UkrSSR. Series B. 1980. № 10. P. 34–37. (In Ukrainian).

27. *Shatalov M. M.* The first finding of compound dyke in the eastern Near-Azovian area//Dopovidi AN UkrSSR. Series B. 1981. № 7. P. 34–37. (In Ukrainian).

28. *Shatalov N. N.* Towards the application of satellite and aerial imagery data for the study of geological structure characteristics of the Eastern Near-Azovian area//Geol. zhurnal. 1982. № 1. P. 68–76. (In Russian).

29. *Shatalov N. N.* Dykes of the Near-Azovian area. Kiev: Naukova dumka, 1986. 192 p. (In Russian).

30. *Scherbak N. P., Artemenko H. V., Lesnaia I. M., Ponomarenko A. N., Shumliansky L. V.* The Early Pre-Cambrian Geochronology of the Ukrainian Shield. The Proterozoic. Kiev: Naukova dumka, 2008. 240 p. (In Russian).

УДК 551.24 (477.74)

І. М. МОКРЯК, провідний геолог (ПричорноморДРГП)

# ДО ПИТАННЯ ПРО ПОЛОЖЕННЯ ПІВДЕННО-ЗАХІДНОЇ ГРАНИЦІ СХІДНОЄВРОПЕЙСЬКОЇ ПЛАТФОРМИ

На основі зібраної й систематизованої всієї наявної геологічної інформації, комплексної переінтерпретації геофізичних матеріалів та дешифрування космічних знімків у процесі проведення планомірних робіт з геологічного довивчення раніше закартованих площ масштабу 1:200 000 (ГДП-200) з подальшою підготовкою до видання поаркушної “Державної геологічної карти України для південно-західної частини Одеської області (Бессарабії)” визначено положення південно-західної границі Східноєвропейської платформи (СЄП), яка просторово збігається із зоною Мечин Північної Добруджі (Румунія). Визначено морфологічно-генетичний тип цієї структурно-тектонічної одиниці як зони глибинного розлому (шовної зони) на стику двох геоструктурних одиниць першого порядку – південно-західного краю СЄП та Мізійського серединного масиву в складі Західноєвропейської платформи (ЗЄП). Наведено характеристику цієї тектонічної одиниці: ширину зони та її протяжність, осадові структурно-формаційні й магматичні комплекси, які беруть участь в її будові. Надано характеристику структурно-тектонічних одиниць першого порядку – СЄП та ЗЄП.

Based on the collected and systematized all available geological information, a comprehensive reinterpretation geophysical materials and decryption of satellite images in the process of systematic work on the Geological tostudy previously mapped areas 1:200 000 scale (ODS-200), followed by preparation for publication letter State Geological map of Ukraine to the south-western part of the Odessa oblast (Bessarabia) determines the position of the south-western border of the East European Platform (SYEP), which spatially coincides with the zone Mechyn North Dobrogea (Romania). Defined morphological and genetic type of the structural and tectonic units – how deep fault zone (seam zone) at the junction of two units geostuctural first order – south-western edge of SYEP and Miziyskoho array in the middle of the Western European Platform (ZYEP). The characteristic of the tectonic units – the width of the zone and its extent, the structural sedimentary and igneous complexes that are involved in its structure. The characteristic structural-tectonic units of the first order – SYEP and ZYEP.

**Вступ.** Проведення планових робіт з геологічного довивчення раніше закартованих площ масштабу 1:200 000 (ГДП-200) з подальшою підготовкою до видання поаркушної “Державної геологічної карти України території південно-західної частини Одеської області (Бессарабії) й прилеглої акваторії Чорного моря” потребує чіткішого тектонічного районування території для вирішення основного проблемного питання геологічної будови цього регіону: визначення положення південно-західної границі СЄП. Надалі на основі аналізу поширення структурно-формаційних комплексів (СФК), які беруть участь в будові зазначеної території, потрібно

провести дрібніше тектонічне районування.

Результати вивчення тектонічної будови південно-західного краю СЄП на території межиріччя нижньої течії річок Прут і Дунай, з одного боку, й нижньої течії р. Дністер та однойменного лиману, з іншого боку, викладено у численних виробничих звітах і багатьох друкованих працях, але принциповим залишалося питання визначення положення границь СЄП та ЗЄП у зазначеному регіоні й наповнення їх геологічним змістом.

Перед викладом стислого огляду історії розвитку наявних уявлень про положення вказаної вище тектонічної одиниці та розглядом існуючих схем різних авторів варто згадати про критерії, якими користуються під час визна-

чення поняття платформа. Загальновизнане або принаймні визнане більшістю поняття платформа – це геологічні структури, які мають двочленну будову: фундамент і покривний чохол [5, 13]. При зарахуванні території до тієї чи іншої платформи визначальним є вік консолідації структурно-формаційних комплексів фундаменту, а глибина чи зони різкого або пологого його занурення, ускладнених системою розривних порушень, прояви магматизму та початкових фаз регіонального метаморфізму чи інтенсивність деформацій покривного чохла не вважаються визначальними, а лише свідчать про тектонічну або тектономагматичну активізацію цієї частини платформи.

Традиційно визнано, що СЄП має доверхньорифейсь-

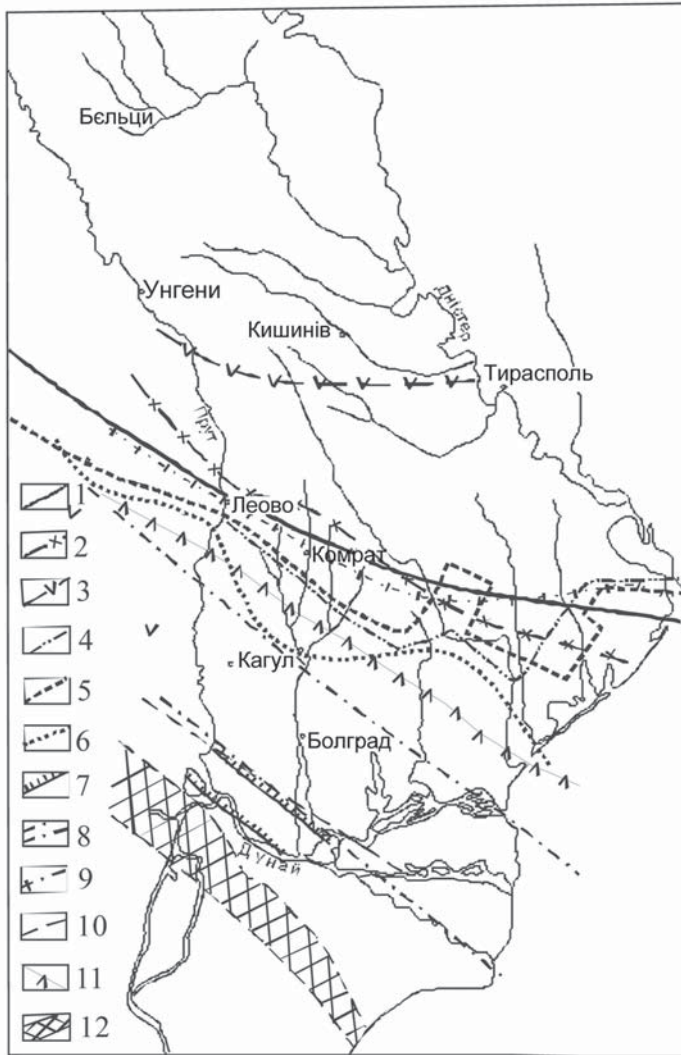
кий вік консолідації фундаменту, який сформувався впродовж декількох архей-ранньопротерозойських епох тектоногенезу [5, 13].

ЗЄП також має гетерогенний за віком консолідації фундамент, але значно молодший, де виділяються зони каледонської (ордовик – ранній девон), герцинської (пізній карбон – рання перм) та ранньокімерійської (рання юра) консолідації, серед яких вирізняються переважно у вигляді окремих брил або серединних масивів утворення байкальської та салаїрської епох консолідації (наприклад, Мізійський серединний масив) [4].

Зони зчленування геоструктурних одиниць першого порядку (різновікових платформ) повинні мати риси, притаманні для зон глибинних розломів (шовних зон): значну потужність (від декількох до перших десятків кілометрів); значну, на сотні кілометрів, протяжність, специфічний набір магматичних формацій; особливий тип деформацій та їх інтенсивність у середині самої зони; своєрідний набір геологічних формацій по обидва боки від зони зчленування геоструктур такого рангу та ін.

**Історія досліджень і критичні зауваження.** Для наочності положення південно-західної границі СЄП (за уявленнями різних авторів) наведено на схемі, запозиченої з книги І. І. Чебаненка “Розломна тектоніка України” з доповненням автора (рис. 1).

Так, І. Д. Юфштейн [2] показав південно-західну границю СЄП у межах Бессарабії у вигляді дугоподібної лінії населених пунктів сс. Леово – Комрат та далі, на південний-схід, де на південь від м. Білгород-Дністровський вона виходить на шельф Чорного моря. Границя геологічної структури, за його уявленнями, проходить повздовж зовніш-



**Рис. 1.** Положення зовнішнього краю Східноєвропейської платформи в районі межиріччя Прут–Дністер за уявленнями:

1 – І. Д. Гофштейна (1952), 2 – А. Я. Едельштейна (1958), 3 – А. В. Друмя (1958, 1959), 4 – Б. Л. Гуревича (1958), 5 – В. Б. Сологуба (1958, 1960), 6 – І. В. Висоцького (1959а), 7 – крайові разломи Добруджі, 8 – І. І. Чебаненко (1956), 9 – геологічна карта основних структурних поверхів (1989), 10 – В. А. Великанов (2000). Геологічна карта докайнозойських утворень України, 11 – Тектонічна карта України – 2007 р. за редакцією Д. С. Гурського, 12 – зона Мечин

ного краю докембрійського (доверхньорифейського) фундаменту з глибиною залягання 500–1500 м, тобто вона проведена по границі більш-менш різкого та порівняно глибокого занурення доверхньорифейського кристалічного фундаменту СЄП й не відповідає основним параметрам глибинного розлому, а є лише міжблоковим тектонічним порушенням СЄП.

А. Я. Едельштейн [15] провів південно-західну границю СЄП по лінії населених пунктів на північ від сс. Лео-

во (Румунія) – Комрат і далі, на південь від м. Білгород-Дністровський, де ця лінія виходить на шельф Чорного моря. За уявленням автора, на південний-захід від цієї лінії розміщена передгірська триасово-юрська западина. Особливості речовинного складу, а також границі поширення відкладів триасової та юрської систем свідчать, що ні триасовий, ні тим паче юрський прогин не є передгірськими западинами, а лише свідчать про їх положення, характерне для перекратонних прогинів типу

Волино-Подільської плити. Адже південно-західна й північна границі поширення триасової та юрської систем в цьому регіоні не збігаються, а утворюють самостійні структурно-тектонічні яруси як прояви ранньокімерійської й пізньокімерійської фаз тектоногенезу. Тобто границя південно-західного краю СЄП, яку провів А. Я. Едельштейн, умовна й не відповідає рангу глибинного розлому та майже повністю повторює контур лінії І. Д. Гофштейна й подібна за положенням і змістом.

А. В. Друмя [7, 8] провів границю СЄП значно північніше порівняно зі схемами інших авторів. Він вважає, що його лінія відбиває границю розділу між зовнішнім краєм докембрійської платформи та її опущеною частиною на півдні. Границя різкого занурення допізньорифейського фундаменту за даними геофізичних досліджень і даними бурових робіт проходить значно південніше й збігається із зоною ЧаDIR-Лунгського розлому. Очевидно, що виділена А. В. Друмя лінія ні за структурним положенням, ні за орієнтуванням не може вважатися границею зовнішнього краю СЄП. Безперечно, що це лінія одного з проміжних уступів на схилі платформи.

Б. А. Гуревич з М. В. Червінською [3] склали за даними геофізичних досліджень у 1957 р. “Схему тектонічних елементів південної частини межиріччя Прута й Дністра”. Границю СЄП провів Б. А. Гуревич по зоні згущення ізоаномалій зони тяжіння і, як він пише, по зоні своєрідної зміни опорних відбиваючих горизонтів, приурочених до триасових і силурійських відкладів. Проте, як видно з наведеної характеристики, це ще не край платформи, а лише внутрішній уступ на її схилі.

В. Б. Сологуб [10, 11] визначив границю (СЄП) також на підставі геофізич-

них даних. Зовнішній контур його лінії майже цілком збігається з контуром, який запропонував Б. А. Гуревич. З опису В. Б. Сологуба цієї зони очевидно, що це також не границя платформи. Порівнюючи південно-західну границю СЄП із зоною північної границі Передкарпатського прогину (вона границя платформи) на ділянці Яворів – Івано-Франківськ, В. Б. Сологуб указує, що перша характеризується флексурами, а друга великими тектонічними порушеннями типу скидів. Отже, В. Б. Сологуб, мабуть, хотів наголосити, що в зоні південно-західної границі СЄП розвиток структур ще не дійшов до стадії утворення великих скидів. Цим самим автор підкреслює свою позицію щодо основ виділення різновікових платформ, приймаючи за основний критерій лише глибину занурення фундаменту, а не вік його консолідації.

І. В. Висоцький [1] провів границю докембрійської платформи значно південніше порівняно з положенням на інших схемах. На його думку, границя платформи проходить по південному краю північного моноклінального схилу юрської западини, тобто збігається з осью частиною цього прогину. У структурно-тектонічному відношенні його лінія, як і інші, різко не виражена. Вона не є найбільшою, а отже й найголовнішою тектонічною лінією в цьому регіоні й тому не може вважатися південно-західною границею СЄП.

І. І. Чебаненко [14] розглядає південно-західну границю СЄП з позиції закономірності розвитку розломної тектоніки. Автор виділяє зовнішні й внутрішні крайові уступи СЄП. На “Схематичній карті розломної тектоніки України та прилеглих регіонів”, доданої до монографії, внутрішні усту-



пи платформи проходять у південно-східному напрямку по лінії населених пунктів Готещті – Вилкове й далі майже під прямим кутом ця лінія повертає в північно-східному напрямку. Указана структурно-тектонічна лінія розсікає всі структурно-тектонічні елементи, виділені на основі прямих геологічних спостережень і даних, отриманих під час буріння картувальних і пошукових свердловин, результатів переінтерпретацій геофізичних полів, сейсмічних досліджень, дешифрування космічних знімків та ін. Приймаючи до уваги вищевикладене, проведена лінія не може сприйматися як внутрішній край СЄП.

Зовнішній край СЄП проводиться по лінії с. Валени (Молдова) – м. Ізмаїл і далі, повздовж Георгіївського гирла (Румунія), у східному напрямку до краю аванделти р. Дунай. Ця тектонічна лінія, що проходить по території Молдови та України, сприймається як крутопадаючий на південний-захід підкид, що обмежує південно-західний борт Придобрудзького синклінарію (за уявленнями інших авторів, Придобрудзький юрський прогин) [9]. Границя повздовж Георгіївського гирла сприймається як міоценовий скид з амплітудою 400–500 м, що обмежує із заходу міоценовий прогин [9]. Загалом це тектонічне порушення не відповідає критеріям, які притаманні геологічним границям такого рівня, як південно-західний край СЄП. Зазначена лінія також не може сприйматися як границя СЄП.

На “Геологической карте структурных этажей Украинской и Молдавской ССР масштаба 1:1 000 000”, 1989 р. за редакцією А. І. Зарицького [6] південно-західна границя СЄП виділена у вигляді дугоподібної лінії, випуклої в сторону Добруджі, проходить вона по лінії населених пунктів

(з північного заходу на південний схід): Леово – Комрат, на південь від Березино – Білгород-Дністровського й далі в сторону моря. Ця лінія майже повністю збігається з лініями, які провели Б. Л. Гуревич з М. В. Червінською та окремо В. Б. Сологуб, котрі вони виділили на підставі геофізичних досліджень. У “Пояснювальній записці...” до цієї карти границя СЄП проводиться зовсім в іншому місці (с. 16): “... к юго-востоку от Устилуг-Рогатинского разлома Восточно-Европейской платформы трассируется по границе Бильче-Вольнской и Самборской зон Предкарпатского прогиба, уходит на территорию Румынии и вновь возвращается на территорию СССР, южнее г. Кагул, разделяя Прутский выступ Скифской плиты и Преддобруджинский прогиб (в его пределах установлены платформенные отложения венда и палеозоя. Далее, к востоку, зона разломов, определяющая древнюю платформу от молодой, прослеживается по шельфу Черного моря южнее о. Змеиног (где обнажены и вскрыты бурением типично платформенные разрезы силура и девона) северной части поднятия Губкина?”

На схемі структурно-тектонічного районування, яку склав В. Я. Великанов і котра додана до “Геологічної карти докайнозойських утворень України масштабу 1:1 000 000”, 2000 р. видання, південно-західна границя СЄП проведена по лінії населених пунктів: с. Котловина – м. Ізмаїл, яка просторово загалом збігається з північно-східною границею Нижньопрутського виступу доюрського СФК, що виведений на донеогеновий зріз. Ця тектонічна лінія належить до міжблокових розривних порушень підкидового типу й не відповідає критеріям глибинного розлому.

На “Тектонічній карті України масштабу

1:100 000”, 2007 р. за редакцією Д. С. Гурського, С. С. Круглова [12] південно-західна границя СЄП проведена по осьовій частині Придобрудзького прогину, який розглядається як складова частина Скіфської епіорогенної зони, він виповнений відкладами венду, силуру, девону, нижнього карбону та пермі. Ця тектонічна лінія перетинає всі геологічні границі, виділення яких ґрунтується на комплексній інтерпретації всієї наявної геологічної та геофізичної інформації. Виділення Придобрудзького крайового прогину, який сформувався перед орогеном Північної Добруджі, суперечить усій наявній геологічній інформації, тим паче, що відклади палеозою широко розвинуті в межах Нижньопрутського виступу (боурчинська світа франського ярусу; карбонатної та орлівської товщ фаменського ярусу верхнього девону). Указана вище геологічна границя проведена без достатнього аналізу інформації й не може сприйматися як південно-західна границя СЄП.

Як видно з наведеного огляду наявних уявлень про положення південно-західної границі Східноєвропейської платформи, у цьому регіоні, за уявленнями різних авторів (рис. 2), остання проведена в смузі завширшки до 150 км, що свідчить якоюсь мірою про стан справ щодо вирішення зазначеної проблеми. І як наслідок, відсутній також спільний погляд на внутрішню будову цього регіону. Наприклад, такі поняття, як Молдавська та Північноукраїнська моноклінали, Молдавська плита, Придобрудзький прогин, Скіфська плита, Скіфська епіорогенна зона, Нижньопрутський виступ, Західночорноморська западина, структурно-формаційні комплекси, структурні яруси та ін., залежно від уявлень авторів, тракту-

ються по-різному, границі між тектонічними елементами, як завжди, не збігаються. По-перше, такий стан справ щодо вирішення такого питання, як визначення південно-західної границі СЄП, пояснюється дуже складною геологічною будовою цього регіону й переходом і замиканням деяких геологічних структур за межами України на території Румунії й Молдови або виходом їх на шельфову зону Чорного моря, геологічна будова якої базується переважно на даних геофізичних досліджень і меншою мірою спирається на результати бурових робіт. По-друге, якоюсь мірою ігнорується або не застосовується комплексний підхід щодо використання всієї наявної геологічної інформації. Передусім це стосується інформації про геологічні формації й структурно-формаційні комплекси, які беруть участь у будові цього регіону, та аналізу їх поширення, характеру співвідношення різновікових стратиграфічних підрозділів; характеру регіональних стратиграфічних переривів та особливостей деформації й структурно-формаційних комплексів на колізійних етапах розвитку території (байкальська, каледонська, герцинська, ранньо- і пізньокімерійська, альпійська фази тектоногенезу); проявів вулканізму та магматизму, геологічної інтерпретації різноманітних геофізичних полів і результатів дешифрування космічних знімків різних модифікацій та ін.

**Геологічна характеристика зони зчленування СЄП та ЗЄП.** За результатами зібраної інформації на етапі проведення ГДП-200 по території межиріччя рр. Дунай та Дністер (південно-західна частина Одеської області) та інформації щодо геологічної будови суміжних регіонів межиріччя (Центральної та Північної Добруджі, південної частини Молдови та шельфо-

вої частини Чорного моря), використовуючи метод аналізу поширення структурно-формаційних комплексів, які беруть участь у будові основних структурно-тектонічних одиниць першого порядку (платформ), запропоновано структурно-тектонічну схему будови зазначеного регіону на доюрському зрізі з виділенням території, що належить до СЄП та ЗЄП й зони їх зчленування (рис. 2).

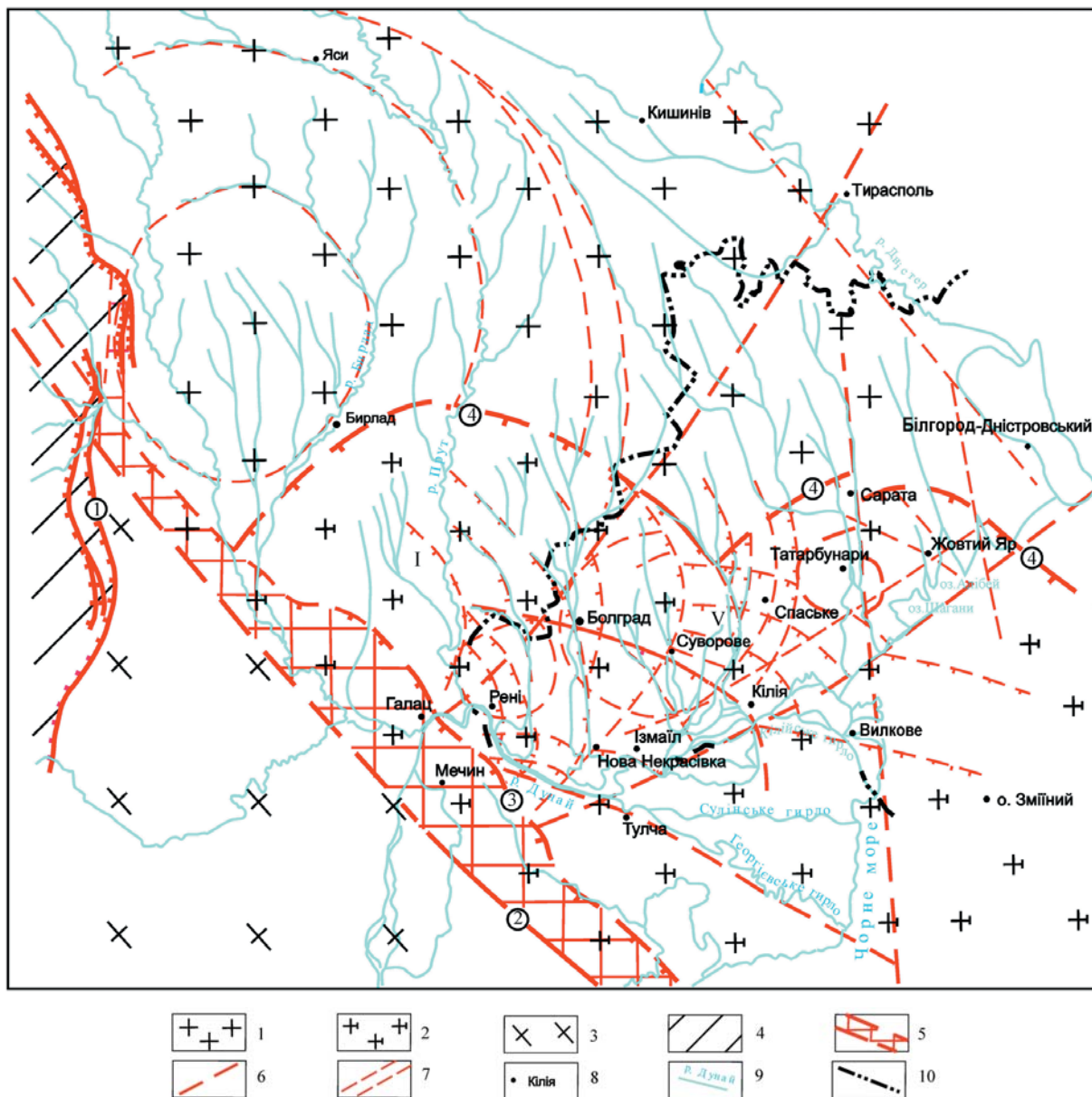
Територія, що захищена до південно-західної части-

ни СЄП, має характерну для платформи двочленну будову: доверхньорифейський кристалічний фундамент і покривний чохол. Фундамент складений інтенсивно дислокованими ультраметаморфічними утвореннями архей-ранньопротерозойського віку, він сформувався впродовж декількох архей-протерозойських епох тектоногенезу. У будові покривного чохла беруть участь венд-ранньокембрійський, силур-ранньодевонський, середньо-

девонський-ранньокам'яновугільний, пермо-тріасовий, середньо- і пізньоюрський, крейдовий, палеогеновий та неоген-четвертинний СФК.

Територія, що належить до ЗЄП, також має гетерогенний за віком формування фундамент, але значно молодший, де виділяються зони каледонської (ордовик – ранній девон), герцинської (пізній карбон – рання перм) та ранньокімерійської (рання юра) консолідації, серед яких виділяються переваж-

но у вигляді окремих брил або серединних масивів утворення байкальської та салаїрської епох тектонічної активізації. Так, у цьому регіоні ЗЄП представлена Мезійським (Центрально-добрудзьким масивом байкалід) [4]. Покривний чохол ЗЄП представлений відкладами юри, крейди, палеогену, неогену та четвертинної системи. Зона зчленування виділених структурних одиниць першого порядку просторово збігається із зоною



**Рис. 2.** Тектонічна схема зони членування Південно-Західного краю Східноєвропейської платформи із Західноєвропейською платформою на доюрському зрізі

Східноєвропейська платформа: 1 – Молдавська плита; 2 – Бессарабсько-Північночорноморська плита; 3 – Західноєвропейська платформа; 4 – альпійська складчаста споруда – Східні Карпати; 5 – розривні порушення першого порядку – зона глибиного розлому (зона Мечин); 6 – другого порядку; Східнокарпатський насув 1, Печеняга-Кам'яна 2, Лункавіца-Консул 3, Чадир-Лунга 4; 7 – третього та четвертого порядків; 8 – населені пункти; 9 – гідрографічна сітка; 10 – державний кордон України

Мечин (Північна Добруджа на території Румунії).

Зона Мечин, за даними румунських геологів, простежується у вигляді смуги завширшки 15–20 км північно-західного простягання й простежується впродовж 100 км. У північно-західному напрямку (рис. 2) район м. Галац (Румунія) занурюється під Південнокарпатський передгірський прогин міоценового віку закладання. У південно-східному напрямку цей район виходить на північно-західну частину шельфу Чорного моря, де за геофізичними даними простежується до північної границі Західночорноморської структури й де зрізується зоною розривного порушення північно-східного напрямку. Зона Мечин розділяє Центральнодобрудзький виступ байкалід Мізієського середнього масиву (брили) від палеозой-тріасового прогину й складена переважно відкладами палеозою та верхнього рифею потужністю до 500 м – філіт-кварцитова серія (венд – кембрій), серія глинистих сланців і вапняків (силур), нижньодевонська серія, карпелітова формація (нижній карбон). На окремих ділянках мечинських гір Меджина-Мірча Воде та Орліга-Сервіе на денну поверхню виходять кристалічні сланці мезозональної фації, які розглядаються окремими авторами як доверхньорифейські [4]. Ці сланці представлені амфіболітами, амфіболітовими сланцями, слюдяними сланцями з мусковітом і біотитом та білими сланцюватими кварцитами, які залягають на розгнейсованих гранітах доверхньорифейського віку. Подібні породи беруть участь у будові синклінальних структур фундаменту СЄП. Відклади зони Мечин дуже сильно зім'яті в складки, метаморфізовані на початкових фазах регіонального метаморфізму, прорвані масивами різноманітних

гранітів, інтродованих як до формування карпелітової формації карбону, так і після її становлення, розбиті густою сіткою розривних порушень. Вищевикладене свідчить: у зоні Мечин на денну поверхню виведені глибокометаморфізовані утворення фундаменту СЄП та нижня частина розрізу її покривного чохла; південно-західна границя зони Мечин по розлому Печеняга-Кам'яна контактує з Центральною Добруджею, у будові якої беруть участь зелені сланці, імовірно, рифейського віку; північно-східна границя зони обмежена розломом Лункавіца-Консул [4]. Зона Мечин на космічних знімках досить чітко ідентифікується з південним-південно-східним продовженням лінеамента Торнквіста-Тейссейра.

Як видно з наведеного огляду, зона Мечин має ширину до 15–20 км і простежується в північно-західному напрямку впродовж 100 км, у самій зоні на денну поверхню виведені СФК, характерні для фундаменту СЄП та нижньої частини розрізу покривного чохла, які в південно-західній частині по розривному порушенню Печеняга-Кам'яна контактують із зеленими сланцями верхнього рифею Мізієського середнього масиву [4]. Зона прорвана масивами різноманітних гранітів каледонського й герцинських етапів тектоногенезу та розбита густою сіткою розривних порушень. За наведеними параметрами зона Мечин відповідає рангу глибинного розлому, в межах якого проходить південно-західна границя СЄП, котра на цьому відрізку контактує з Мізієським середнім масивом ЗЄП.

#### Висновки.

1. Територія межиріччя Прут – Дунай і р. Дністер з однойменним лиманом, південно-західна частина шельфу Чорного моря та Північ-

на Добруджа в регіональному тектонічному плані належать до південно-західного схилу СЄП.

2. Південно-західна границя СЄП проходить по зоні Мечин Північної Добруджі (Румунія), де вона контактує з Центральнодобрудзьким середнім масивом байкалід ЗЄП.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. *Высоцкий Н. В.* Схема структуры Добруджинской области//Советская геология. 1959. № 9. С. 132–136.
2. *Гофштейн И. Д.* Схема тектоники Бессарабии. БМОИП. 1952. Т. 27. № 6. С. 39–44.
3. *Гуревич Б. Л.* Геологический журнал АН УССР. 1958. Т. 18. № 5. С. 36–46.
4. Гид экскурсий г. Добруджа. Карпато-Балканская геологическая ассоциация. Бухарест, 1961. 92 с.
5. Геологический словарь: В 2 т. М.: Недра, 1973. 450 с.
6. Геологическая карта основных структурных этажей Украинской ССР и Молдавской ССР. Масштаб 1:1 000 000. Объяснительная записка/В. Г. Чередищенко, В. А. Великанов, А. Л. Демехин и др. К.: ЦТЭ, 1989. 126 с.
7. *Друмя А. В.* Геологическая структура Центральной и Южной Бессарабии. К.: Из-во АН УССР, 1958. 164 с.
8. *Друмя А. В.* Геологическая структура Центральной и Южной Бессарабии. ДАН УССР. 1959. № 8. С. 881–884.
9. *Мокряк І. М.* та ін. Державна геологічна карта України масштабу 1:200 000. Аркуші L-35-XIII (Ізмаїл), L-35-XXIX (Тулча). К.: УкрДГРІ, 2006. 119 с.
10. *Сологуб В. Б.* Труды ИГН АН УССР. Сер. геофиз. 2 издание. 1958. К.: Изд-во АН УССР. 426 с.
11. *Сологуб В. Б.* Тектоника передовых прогибов альпийской геосинклинальной области и сопредельных районов Европейской части СССР (по данным геофизических исследований). К.: Изд-во АН УССР, 1960. 310 с.
12. Тектонічна карта України масштабу 1:1 000 000. Пояснювальна записка. Укладачі С. С. Круглов, Ю. О. Арсірій, В. Я. Великанов та ін. К.: УкрДГРІ, 2007. 96 с.
13. *Хаин В. Е.* Региональная геотектоника: Внеальпийская Европа и Западная Азия. М.: Недра, 1977. 360 с.

14. *Чебаненко І. І.* Розломна тектоніка України. К.: Наукова думка, 1966. 178 с.

15. *Эдельштейн А. Я.* О тектонике юга Днестровско-Прутского междуречья//Геология и разведка. 1958. № 4. С. 68–72.

#### REFERENCES

1. *Vysotskyi N. V.* Dobruja area structure scheme//Soviet geology. 1959. № 9. P. 132–136. (In Russian).
2. *Gofshytayn I. D.* Bessarabia tectonics scheme. BMOIP. 1952. 27. № 6. P. 39–44. (In Russian).
3. *Gurevich B. L.* Geological journal SA Ukrainian SSR. 1958. 18. № 5. P. 36–46. (In Russian).
4. *Inovich V.* Excursion guide, m. Dobruja. Carpathian-Balkan geological association. Bucharest, 1961. 92 p. (In Russian).
5. Geological dictionary: In 2 volumes. Moscow: Nedra, 1973. 450 p. (In Russian).
6. *Cherednichenko V. G., Velikanov V. A., Demehin A. L.* i dr. Geological map of basic structural levels of Ukrainian SSR and Moldavian SSR. Scale 1:1 000 000. Explanatory Notes. Kyiv: CTE, 1989. 126 p. (In Russian).
7. *Drumya A. V.* Geological structure of Central and Southern Bessarabia. Kyiv: SA Ukrainian SSR. 1958. 164 p. (In Russian).
8. *Drumya A. V.* Geological structure of Central and Southern Bessarabia. DAN Ukrainian USSR. 1959. № 8. P. 881–884. (In Russian).
9. *Mokryak I. M.* та in. State geological map of Ukraine. Scale 1:200 000. L-35-XIII (Izmail). L-35-XXIX (Tulcea). Kyiv: Ukr. DGRI, 2008. 119 p. (In Ukrainian).
10. *Sologub V. B.* IGN SA Ukrainian SSR. Geophysics. Iss. 2. Kyiv, 1958. 426 p. (In Russian).
11. *Sologub V. B.* Foredeep tectonics of Alpine geosyncline region and adjacent area of European USSR (according to geophysical research). Kyiv: SA Ukrainian SSR, 1960. 360 p. (In Russian).
12. *Kruglov S. S. Arsiy U. O., Velicanov B. J.* та in. Tectonic map of Ukraine. Scale 1:1 000 000. Explanatory notes. Kyiv: UkrDGRI, 2007. 96 p. (In Ukrainian).
13. *Hain V. E.* Regional tectonics: Beyond Alpine Ewrap and Western Asia. M.: Nedra, 1977. 360 p.
14. *Chebanenco I. I.* Rupture tectonics of Ukraine. Kyiv: Naukova dumka, 1966. 178 p. (In Ukrainian).
15. *Edelshteyn A. J.* South Dniester-Prut interfluvial tectonics//Geology and prospect. 1958. № 4. P. 68–72. (In Ukrainian).

Рукопис отримано 21.05.2014.

УДК 553.981/982.04

В. П. ЛЕБІДЬ, канд. геол.-мінерал. наук, Почесний розвідник надр, vplebid@ukr.net,  
О. Л. РАКОВСЬКА, науковий співробітник (УкрДГРІ, м. Чернігів)

# РЕЗЕРВ ПОШУКУ ВЕЛИКИХ РОДОВИЩ ВУГЛЕВОДНІВ У ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОМУ РОЗСУВІ

У Дніпровсько-Донецькому розсуві виділені першочергові ділянки для проведення геологорозвідувальних робіт з метою пошуку родовищ вуглеводнів у нижньому нафтогазоносному комплексі на виступах фундаменту. Передбачається, що тут можуть бути поклади зі значними запасами вуглеводнів.

In the Dniiper-Donets tension for carrying out of exploration of the purpose of search hydrocarbons fields the lower oil and gas sector in foundation flange. It is not excepted that here can be find pools with considerable oil reserves.

## Постановка проблеми та реальні способи її вирішення

За останнє десятиріччя у Східному нафтогазоносному регіоні України (СНГР) не виявлено жодного великого за запасами родовища вуглеводнів. Тому, щоб відкрити великі за запасами родовища вуглеводнів, пропонується розпочати їх пошук у нетрадиційних пастках **нижнього нафтогазоносного комплексу (НК)**. Перспективи нафтогазоносності НК, що в Дніпровсько-Донецькому розсуві (ДДР) представлений в основному породами поверхневої частини кристалічного фундаменту (КФ) та перевідкладеними схиловими відкладами кори вивітрянання й базальних шарів осадового чохла, на *регіональному рівні* вже оцінені позитивно [1]. Модель їх нафтогазонакопичення у НК автори розглядають як результат взаємопов'язаних глибинних процесів занурення ДДР та синтезу ВВ-флюїдів [2]. Вона, як і нафтогазононакопичення у верхніх нафтогазоносних комплексах (ВК), має три складові: генерацію, консервацію та збереження. Генерація флюїдів, за нашими уявленнями,

відбувається в смузі розтягу гранітної кори ДДР [1, рис. 1]. Впливає висновок [1, 2], що *головними шляхами міграції глибинних вуглеводнів у ДДР слугують в основному корові лістричні скиди*, які виступають з'єднувальними каналами з вуглеводнегенеруючими деструктивними смугами розсуву. Міграція, а потім і консервація вуглеводнів віддзеркалюються в нелінійному геодинамічному процесі формування прирозломних зон лістричних скидів [1], які в ДДР з'єднуються зі смугами розтягу й пластичних деформацій. У періоди сейсмічних потрясінь їх *прирозломні зони стають "прозорі", а потім суттєво змикаються, консервуючи ВВ-флюїди*. Зберігаються поклади вуглеводнів (ВВ) серед щільних КФ у тупикових пастках та нетрадиційних пастках олістостромного типу в структурі облямування виступів кристалічного фундаменту (ВКФ). Була зроблена попередня *локальна оцінка нафтогазоносності* окремих ділянок пошуку [2, 3], які розміщені на технічно доступних сьогодні глибинах для буріння. Доведено, що ВКФ і насамперед їх *схили контролюють у НК основні зони нафтогазононакопичення* [1].

Для вивчення статистики відкриттів різних за запасами родовищ ВВ О. Е. Конторович запропонував використати закон Парето. Згідно з цим законом відкриття унікальних і великих за запасами родовищ ВВ відбуваються *на перших етапах вивченості регіону*. Потім (на первинно освоєних нафтогазоносних ділянках) виявленими залишаються в основному малорозмірні родовища. Ми підтвердили розрахунками правомірність такої залежності й для ДДР під час відкриття продуктивних склепінних пасток у ВК [4]. Стратегія пошуку родовищ тоді ґрунтувалася на ідеології, яка містила в собі три елементи: органічну гіпотезу походження вуглеводнів, антиклінальну теорію пасток та сейсмозрозвідку як інструмент їх пошуку. На її підґрунті виникла проста й досить ефективна методика пошуку й розвідки родовищ ВВ. Було доведено, що у ВК майже всі великі родовища вуглеводнів виявлені ще у 80-ті роки ХХ століття [4]. Вивчення ж НК практично тільки розпочинається, бо нині ще обговорюється стратегія його опосередкування й продуктивність нетрадиційних пасток все ще залишається terra incognita. Тому тут *унікальні й великі*

за запасами родовища ВВ, виходячи як із спорідненості земель нафтогазононакопичення, так із закономірності відкриттів, *з'являться вже в перші роки їх активного пошуку*. Важливо, щоб цей пошук був *самостійним*, бо природні резервуари нижнього й верхніх нафтогазоносних комплексів у плані майже не зіставляються. У НК вони розміщуватимуться зазвичай у субвертикальній площині розрізу нетрадиційних пасток. Перспективи пошуку на схилах ВКФ *значних за запасами родовищ вуглеводнів ґрунтуються ще й на тому, що утворюються ці схили часто глибинними лістричними скидами*, де прирозломні зони є шляхами міграції абіогенних вуглеводнів. У подібних умовах була пробурена свердловина Юліївська-2, яка в прирозломній зоні горстоформуючого лістричного скиду [5] виявила у КФ промисловий поклад вуглеводнів. Правомірність нафтогазонасиченості цього структурного елемента виступу стверджується й тим, що в нижньому карбоні над диз'юнктивними схилами ВКФ (внаслідок вертикальної міграції глибинних ВВ-флюїдів) *сформувалися родовища зазвичай з високими модулями геотемператур і пластових тисків* [2], що може бути ознакою вертикальної міграції глибинних вуглеводнів.

Сьогодні добробут України безпосередньо залежить від забезпечення її власними вуглеводнями. Цю проблему вчасно *не вирішить нетрадиційний газ* навіть за всіх сприятливих обставинах його видобутку [6], бо для отримання державою енергетичної незалежності *підуть десятки років*. Тому існує нагальна потреба *за наступні 1-3 роки виявити в Україні нові великі родовища вуглеводнів*. У СНГР вирішення цієї проблеми (за необхідного державно-

го фінансування пошукових робіт) пропонується завдяки опошукуванню *нетрадиційних пасток НК на схилах виступів кристалічного фундаменту*. Як показав аналіз, тут існує велика кількість перспективних об'єктів пошуку вуглеводнів. У статті розглянуті лише ті пошукові об'єкти, які розміщені не на "поза межних" глибинах та, за нашим переконанням, мають певні переваги в плані аргументації прогнозу їх продуктивності. Зважаючи на викладений матеріал, ми не поділяємо погляд, що гіпотеза органічного походження нафти й газу сьогодні, "как и в прошлом, более эффективно выполняет прогнозные задачи для еще неразведанной части ресурсов" [7]. Навпаки, на сьогодні на сучасній стадії вивченості регіону, коли *фонд нерозвіданих склепінних пасток майже вже вичерпано*, вона в низці випадків *стримує або неправильно орієнтує пошук нових родовищ*. Основні запаси вуглеводнів у НК будуть розміщені не в склепінних пастках, а в складно побудованих різнотипних нетрадиційних пастках з наступними особливостями їх будови.

#### **Морфогенетичні типи пасток і пропозиції щодо їх виявлення та опошукування**

1) **Літолого-стратиграфічні пастки у підсольових відкладах девону**. У внутрішній частині ДДР докембрійський фундамент безпосередньо перекривають малопотужні підсольові відклади, які датуються кінцем середньопочатком пізньодевонського часу. Вони складені в підшві палеошпатовими й кварцовими пісковиками, а в покрівлі – глинистими та глинисто-карбонатними утвореннями. Потужність підсольових відкладів інколи сягає кількох сотень метрів. Колекторські властивості цих порід оцінюються досить позитивно. Так, пісковики нижньої териген-

ної товщі за умови вилуговування карбонатного цементу можуть мати пористість до 20 %, а тріщинно-кавернозні колектори глинисто-карбонатної товщі – відкрити пористість до 15 % [8]. Схили ВКФ є ідеальними зонами стратиграфічного й літологічного клинення базальних осадових порід. Герметичні пастки тут з'являються тоді, коли гіпсометрія схилу ВКФ та поверхня клинення девонських підсольових відкладів у плані утворюють *замкнутий контур*, а в їх покрівлі залягатиме товща *девонської солі* з ідеальними флюїдотривкими властивостями.

2) **Гравітектонічні пастки на схилах ВКФ**. Про існування на схилах гравітектонічних пасток, що пов'язані з продуктами руйнування КФ (піщано-грубоуламкові аркози) різноманітними зсувами та олістостромами, О. Ю. Лукін указував ще в 1976 році [9], але їх вивчення так і не розпочалося. Сучасні схилі відклади вимірюються десятками й навіть сотнями мільйонів кубічних метрів порід. За результатами модельного експерименту [10] у підніжжі ВКФ схилі пастки матимуть видовжений сегментоподібний абрис прилягаючих до розлому структур з випуклістю вбік суміжної депресії. Згідно з принципом актуалізму про схожість геологічних процесів минулих й сучасної епох розвитку, схилова пастка могла виникнути в результаті дії континентальних і підводних палеообвалів і палеозсувів крихких порід. За складом схилі утворення дуже неоднорідні: від щебеню й жорстви до блоків і брил різноманітних за розмірами та вмістом зруйнованих порід. Їх ємнісно-фільтраційні параметри в регіоні ще не достатньо вивчені. Пустотний простір тут може складатися колекторами тріщинного, порового, кавернозного та змішаного типів. Для

схилі пасток виділяється три основні стадії їх утворення [11]. На *першій стадії* під дією тектонічних рухів, вивітрювання та інфільтрації формується структура непереміщених порід, які згодом завдяки зовнішнім провокуючим чинникам обвалюються й зсовуються до підніжжя ВКФ. Вони зазвичай представлені продуктами руйнування гранітів і гнейсів – *грубозернистими аркозами*, що складені з кварцу, польових шпатів та цементуючої (глинистої чи карбонатної) речовини. На *другій стадії* схилі накопичення частково лінійно літифікуються, а крихкотілі продукти руйнування схилу перестають рухатись. Алевро-глинисті (найрухливіші) утворення на цій стадії змістились у периферійну частину, а пустоти між окремими блоками й уламками корінних порід заповнилися жорсткою й щебенем. У покривній частині олістостромного тіла залягає, як зазвичай, *шар аркозових пісковиків*. *Остання стадія* формування схилі вихідних відкладів пов'язана з виникненням латерального й бокового екранів пастки, які на рівні підсольових відкладів будуть складені надійною покривкою нижньої соленоносної товщі девону.

3) **Вторинно розуцілені резервуари (ВРР)** у *приповерхневій частині КФ*. Внутрішня зона облямування виступів формується з покривного розрізу КФ. Деякі дослідники покрив цих утворень називають зоною "загартування" фундаменту, тоді як ми її зараховуємо до *покривної покривки*, потужність якої може сягати 100 й більше метрів. Виникнення покривних покривок (зон цементації) на ВКФ відбувається: а) *в разі зниження температурного режиму*, коли в покрівлі КФ інтенсивність низькотемпературних гідротермально-метасоматичних процесів у розуцілених ко-

рінних породах зменшується до повного їх зупинення, що є передумовою для припинення формування вторинних колекторів; б) унаслідок *розвантаження внутрішніх напруг монолітних порід*, яке веде до зменшення міграційних тисків глибинних флюїдів і, як наслідок, до зімкнення розривів, тріщин та макротріщин. Тектонічна тріщинуватість, що залишилася, зосереджується в прирозломних зонах виступоформуючих порушень. Вони утворюють *складний нелінійний геодинамічний режим вторинних порово-каверно-тріщинуватих резервуарів*, які ототожнюються з можливими шляхами міграції глибинних вуглеводневих флюїдів. За аналізом розкритих свердловинами розрізів фундаменту виділено три типи ВРР [5]. Перший (**жилний**) пов'язаний з крізою субвертикальною флюїдопровідною системою КФ, для якої характерна *нелінійна природа зміни умов розтягу й стиснення*. Бортовими екранами для ВРР слугують стінки щільних порід КФ, а покривними флюїдоупорами – елювіальні та осадові глини. Варто передбачити досить складну внутрішню будову цих резервуарів. Нелінійні гідротермодинамічні зміни, що відбуваються в зонах вторгнення глибинних флюїдів, є причиною формування у ВРР *дискретних тіл з різними петрофізичними властивостями*, де породи-колектори, щільний КФ та провідні товщі між собою складно упорядковані. Другий (**штокверковий**) тип ВРР формується, коли міграційної напруги ВВ-флюїду недостатньо, щоб повністю прорвати вертикальний опір кристалічних порід. Тоді в їх масиві виникають *крутонахиліні ізольовані (тушкові) резервуари*. У ВРР пустотний простір займають порово-каверно-тріщинні колектори, які виникли під час тектонічної тріщинуватості та гідро-

термально-метасоматичного вилуговування корінних порід. Третій – **квазіпластовий** (менш поширений) – тип ВРР може виникнути, коли міграційна напруга ВВ-флюїду не здатна подолати вертикальний опір гірських порід та коли її розвантаження (за сприятливих обставин) відбувається вибірково як в субвертикальному, так і в субгоризонтальному напрямках. Субгоризонтальна розрядка міграційних напруг відбувається через гідророзриви, й вторгнення високонапірних флюїдів відбувається по площинах сланцюватості, надвигових зривах тощо. Усі ці явища досить сприятливі для формування лінзоподібних квазіпластових резервуарів. У місцях, де флюїди не можуть подолати опір порід, виникають *тупикові вуглеводневі пастки*.

Завершуючи стислу характеристику можливих ВРР, варто ще раз наголосити: а) на схилах ВКФ будуть розвинуті переважно жильні й жильно-штокверкові пастки вертикальної та субвертикальної орієнтації; б) вони можуть ґрунтуватися в певні споріднені тектонічні й гідродинамічні зони, а в їх підшві варто очікувати водогазонафтовий контакт; в) як свідчить світовий досвід, у ВРР реально можна натрапити на *поклади з високими дебітами вуглеводневої сировини*.

Сучасні геофізичні пошукові методики дають змогу ще до початку буріння отримати відомості (хоча й з певною часткою схематичності) про тріщинуваті зони й навіть про наявність пасток у поверхневому розрізі КФ. Вони можуть бути виявлені *сейсморозвідкою 3Д*, бо розуцілені породи мають найменші граничні швидкості. Тому сейсморозвідвальні роботи дають хоча й слабку, але фіксовану інформацію про пустотілі зони в КФ. Суттєве доповнення до характеристики внутрішнього стану КФ надають і

*широкосмугові акустичні профілі*, а за результатами *гравімагнітної зйомки* можна отримати основні відомості про розломно-блокову тектоніку, речовинний склад та пустотний простір у КФ. На відміну від осадових порід-колекторів, де матрична пористість, як зазвичай, на декілька порядків вища за тріщинну, у тектонокластитах такі співвідношення матимуть набагато складніший характер. Під час *підготовки перспективних об'єктів до оцінного буріння* було б доцільно старі геофізичні матеріали, за якими вони прогноуються, деталізувати за сучасними пошуковими методиками. Тому першочергове завдання галузевої науки й виробничників полягає у *відпрацюванні сучасних достовірних комплексних методик щодо виявлення та опощування нафтогазонасичених інтервалів розрізу КФ*. Потім ці дані уточнюються вже за результатами геофізичних досліджень свердловин та вивченням кернів.

**Методика опощування в НК продуктивних пасток, яку ми запропонували [5]**, ґрунтується на тому, що в структурі облямування виступів *існує тісний парагенезис природних резервуарів в осадовому чохла й покривному розрізі докембрію*. Спільне розміщення цих пасток пояснюється взаємопов'язаними послідовно діючими чинниками їх формування: контрастні глибинні тектонічні рухи → розуцілення кристалічного фундаменту → руйнування схилів ВКФ → клинення на схилах осадових порід → виникнення різноманітних продуктивних пасток, які збігаються між собою в просторі й часі. Отже, опощування пасток, що зародилися за спільних палеотектонічних і палеогеографічних обставин, *можна виконати одночасно за умов буріння* похило спрямованих

*оцінних свердловин [5]*. Зрозуміло, що таке поєднання цілей принципово відрізнятиметься від подібного одночасного опощування, яке нині практикується, коли розміщення свердловин підпорядковане завданням пошуку й розвідки покладів у склепінних пастках осадового чохла. Ця різниця пояснюється тим, що, з одного боку, диз'юнктивні схили ВКФ є вірогідними зонами живлення глибинними ВВ-флюїдами, а з другого – на них існують сприятливі умови для формування гравітектонічних та ЛСК-пасток, а у внутрішній прирозломній тріщинуватій зоні КФ – продуктивних ВРР. Отже, запропоноване поєднання пошукових завдань відбувається за умов, коли не виділяється панівний тип пастки, для вивчення якого закладена свердловина, бо на першому етапі пошуку всі пастки на схилі ВКФ мають рівні прогнозні можливості. Крім того, в умовах відсутності достовірних методів прогнозування ВРР і незадовільного стану вивченості їх будови та ємнісно-фільтраційних властивостей, при проходці похило спрямованою свердловиною КФ по нормалі до простягання виступоформуючого розлому можна в щільних породах підсікти всі або більшість крутонахилених тіл тектонічної тріщинуватості. Для більш упевненого пошуку ВРР доцільно задіяти буріння з похило спрямованого стовбура декількох *радіальних розсішок*, запропонувавши технологію, яка використовується під час видобутку сланцевого газу. А щоб запобігти сплюсненню тектонічних тріщин, що можливе при штучному знятті свердловиною частини статичних напруг, необхідно виконати їх *ніскострумне клинення*. Отже, перевага запропонованої методики опробування пріоритетних об'єктів полягає в тому, що свердловини буритимуться

для одночасної рівнозначної оцінки нафтогазоносності як ВРР, так і споріднених з ними екзогенних нетрадиційних пасток, що локалізують на еродованих схилах ВКФ і мають високу прогнозну оцінку нафтогазоносності.

#### **Деякі пріоритетні об'єкти пошуку родовищ у нижньому нафтогазоносному комплексі Дніпровсько-Донецького розсуду**

Для *центральної частини північної пришовної зони ДДР* у НК можна виділити такі перспективні ділянки пошуку нетрадиційних пасток: Східномолодовську, Північноновотроїцьку, Північноберестівську, Східнокачанівську, Західнорибальську, Північноборовенківську, Західноанастасівську, Південнолиповодолинську та Радужну. У майбутньому на цій території (за умови цільових пошуків), безумовно, буде виявлено ще цілу низку нових перспективних об'єктів пошуку покладів вуглеводнів. Нині, на нашу думку, нафтогазоносність НК з найменшим пошуковим ризиком можна оцінити на *Східномолодовському, Східнокачанівському та Західнорибальському об'єктах*.

*Східномолодовський об'єкт* приурочений до ерозійного схилу Охтирського ВКФ [3]. За гіпсометрією КФ Охтирський виступ представлений геміантиклінальною, яка прилягає до крайового порушення. Еродований виступ має своє продовження на Північному плечі ДДР [3, рис. 4]. У підніжжі диз'юнктивного схилу ВКФ прогноується гравітектонічна пастка, що в розрізі матиме покривно-клиноформний вигляд і складний обрис у плані. Парагенетично з олістостроною, але вже на підвищеному в межах плеча блоці КФ, формується можливий продуктивний ВРР. Найменший пошуковий ризик на цьому об'єкті пояснюється тим, що, *по-перше*, його про-

гнозування ґрунтується не тільки на аналізі геофізичного матеріалу, а й на даних буріння свердловин. Це дало змогу уточнити простягання, кут падіння та амплітуду крайового порушення, що є основними структурними елементами під час прогнозування в підніжжі тектонічного схилу нетрадиційних пасток. Крім того, під час побудови використані результати комплексних досліджень методом спільної глибинної точки (МСГТ) та кореляційним методом відхилення хвиль (КМВХ), які були виконані на Охтирському полігоні (С. Н. Стівба, 1989 р.) для вдосконалення методу відхилених хвиль. По-друге, Східномолодовський пошуковий об'єкт (за прогнозом нафтогазоносності КФ, який ми зробили) оцінюється як високоперспективний [3, рис. 3]. І, **по-третє**, промислову продуктивність розрізу КФ, що вивчатиметься, уже доведено на північному замиканні Охтирського ВКФ, якому відповідає Чернечинсько-Хухринська площа Північного плеча ДРР. Так, у свердловині Хухринська-9 (покрівля КФ з 3201 м, вибій на глибині 3350 м) при перфорації з інтервалу 3213–3225 м на 10-міліметровому штуцері отримано нафти 242 м<sup>3</sup>/д, газу – 120 тис. м<sup>3</sup>/д; з інтервалу 3230–3250 м – нафту з мінералізованою водою дебітом 3,5 м<sup>3</sup>/д; з інтервалу 3260–3315 м – нафту з пластовою водою дебітом 1,5 м<sup>3</sup>/д [12]. За описом керн КФ представлений: в інтервалі 3245–3340 м – катаклазитами й метасоматитами по біотитових плагіогранітах та гранодіоритах; у інтервалі 3340–3345 м – біотитовими плагіогранітами. Для оцінки нафтогазоносності цокольного розрізу пропонується на Східномолодовській площі виконати сучасні геофізичні дослідження та за їх результатами уточнити координати похило спрямованої

свердловини. Орієнтовне її розміщення з вертикальним стовбуром 4200 м і субгоризонтальною врізкою понад 500 м показане в праці [3, рис. 4]. Похило спрямована свердловина дасть можливість в оптимальному місці розбудувати морфологічно споріднені нетрадиційні пастки в схилових відкладах осадового чохла та приповерхневого розрізі КФ. Зразу ж після нижньосольової товщі девону свердловину варто бурити з повним відбором керн, що необхідно для правильної діагностики схилових відкладів та морфокинематичних і петрофізичних досліджень у приповерхневому фундаменті.

Наступні два пріоритетні об'єкти (*Східнокачанівський і Західнорибальський*) розміщені на протилежних схилах Охтирського ВКФ, який є видовженою флексуроподібною геміантикліналлю. На цих площах природомі зони КФ, що зіставляються з корінням основних структуроформуючих скидів [13, рис. 1, 2], є, за нашим переконанням, шляхами вертикального живлення ВВ-флюїдами молодих за віком пасток, які сформувалися на Качанівській та Рибальській солянокупольних структурах. Отже, на схилах ВКФ, до яких і приурочені ці зони деструкції, варто передбачити можливий розвиток у НК продуктивних пасток. Тут сприятливі умови не тільки для формування тупикових пасток у КФ, але й для олістостром площинно-клиноформного виду, що виникають унаслідок обвальних і зсувних процесів, та для утворення пасток літолого-стратиграфічного клинення підсольового девону. Для підготовки об'єктів до буріння в праці [13, рис. 1 та 3] виділені площі, де необхідно виконати детальні комплексні сучасні геофізичні дослідження та показане орієнтовне положення рекомендованих свердловин. Вертикальні їх

стовбури мають розкрити шукані поклади в цокольному розрізі осадового чохла, а субгоризонтальні врізки – найбільшу товщину прирозломних зон КФ по нормалі до їх простягання. Свердловини пропонується бурити на рубежі “поза межних” глибин – 5500–6000 м, довжина субгоризонтальних врізок – не менше 500 м.

На *північному заході ДДР* можна виділити в НК такі перспективні ділянки пошуку нетрадиційних пасток: Північноядутівську, Північнокинашівську, Північнокурненівську, Північногайворонську, Північноталалаївську, Північноплужниківську, Південногайворонську, Південномонастирищенську, Мартинівську, Північномонастирищенську, Іллінецьку, Красненківську, Кукшинську та інші. Пріоритетними, на нашу думку, тут варто вважати *Північнокинашівський та Північноталалаївський пошукові об'єкти*. Перший розміщений на схилі Кинашівського ВКФ, що прилягає до північної шовної зони ДДР [14, рис. 2]. Підставою для прогнозування на ньому продуктивних ВРР є той факт, що у свердловині Шаповалівська-301 під час випробування КФ за допомогою ВПТ з інтервалу 2927–2917 м одержано приплив пластової води з розчиненим (до 40 %) вуглеводневим газом. Рекомендована оцінно-пошукова свердловина, орієнтовна глибина якої не перевищуватиме 4050 м, а горизонтальна врізка – понад 500 м, розкриє КФ у значно кращих умовах, ніж Шаповалівська-301 – на півкілометровій довжині по горизонталі та на глибині майже 2 км від його покрівлі. Отже, горизонтальною врізкою свердловина пройде по фундаменту більше, ніж Шаповалівська-301 вертикальним стовбуром. Причому за допомогою радіальних розсічок породи КФ будуть вивчатись у горизонтальній смузі за-

вширшки в декілька десятків метрів. На схилі Кинашівського ВКФ існують сприятливі умови й для формування в НК продуктивних пасток олістостром-клиноформного виду та парагенетично пов'язаних з ними ЛСК-пасток на рівні підсольових відкладів девону [14, рис. 2]. Побічним показником їх продуктивності є той факт, що в підсольовому девоні (свердловина Кинашівка-1) по на шаруваннях у теригенно-карбонатній товщі спостерігалися плівки легкої нафти (інтервали 3307–3314 та 3344–3352 м) та примазки густої нафти (інтервал 3231–3256 м). Важливо що пріоритетний об'єкт буде розміщений гіпсометрично вище свердловини Кинашівка-1, у цокольному розрізі якої вже виявлені прямі ознаки продуктивності.

Матеріали стосовно *Північноталалаївського* пріоритетного об'єкта розглядаються вперше, і тому для аргументованого обґрунтування наведено необхідні геологічні побудови (рис. 1, 2, 3, 4). На сьогодні на Ядутівсько-Талалаївській ділянці виявлено в базальних верствах осадового чохла найбільшу кількість нафтогазобітумних проявів [15, рис. 3]. Ця ділянка з півночі обмежена крайовим розломом, а з півдня зіставляється зі смугою ділатансії Лоевсько-Плинського глибинного розлому (рис. 1). Ширина її досягає 40, а довжина – 100 й більше кілометрів. Нафтогазобітумні прояви тут приурочені до теригенних і карбонатних відкладів міжсольового комплексу нижньофаменського під'ярусу й підсольових нижньофранських утворень. Базальні породи інколи насичені рухомою нафтою, але частіше це окислені нафти й бітуми. На сході Ядутівсько-Талалаївської зони, де умови збереження вуглеводнів значно поліпшуються, у нижньому карбоні виявлені Великобубнівське, Талала-

ївське, Нинівське, Ромашівське, Матлахівське, Північно-ярошівське й Скороходівське нафтові та нафтогазоконденсатні родовища.

Для вибору пріоритетної ділянки пошуку продуктивних пасток побудована схематична карта перспектив нафтогазоносності КФ (рис. 2). Не будемо торкатися методики її складання (вона детально розглядалась у праці [3]), укажемо лише, що висо-

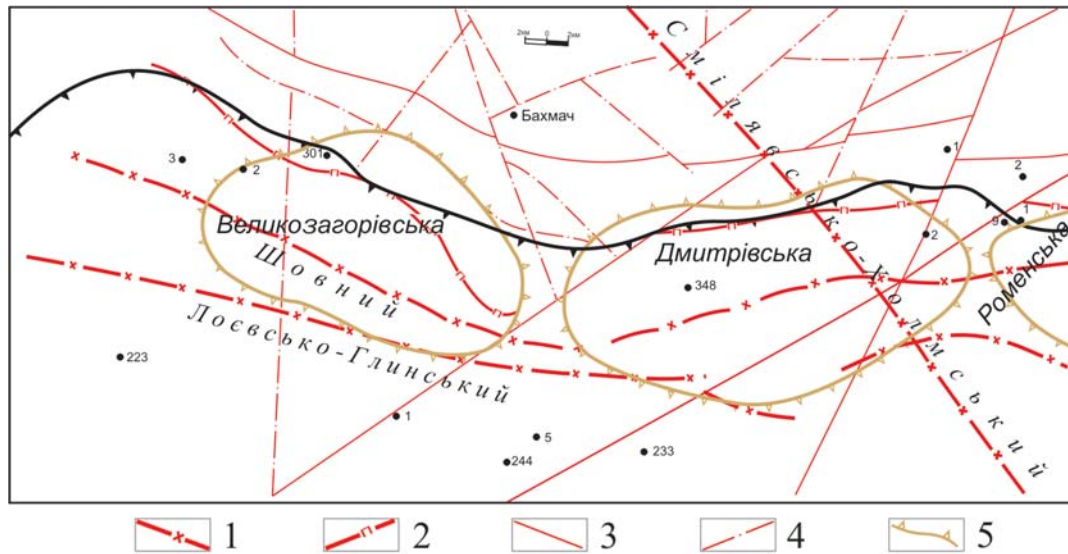
коперспективні ділянки НК (від 3 до 5 оцінних балів) приурочені до зближених центриклінальних замикань Дмитрівської та Роменської вулканоструктур, з якими в осадовому чохла зіставляється Талалаївський ВКФ та його схили (рис. 1, 2). Оцінний показник тут досягає 5 балів. Талалаївський виступ розміщений у зонах ділатансії Шовного та Лоевсько-Глинського розломів ман-

тійного закладення (рис. 3). Може бути, що на цій ділянці в приповерхневому розрізі КФ сформуються ВРР штокверкового чи жильного типів не тільки на схилах ВКФ, а й у його *склепінні*. У структурі облямування (огортання) виступу беруть участь схилі відклади олістостром-клиноформного виду, що нагромаджуються в його підніжжя. Крім того, схили ВКФ є ідеальними міс-

цями літологічного й стратиграфічного клинення підсольових відкладів девону. Тому на підготовчому етапі треба провести переінтерпретацію всього геолого-геофізичного матеріалу. Це дасть можливість вибрати найліпшу ділянку для виконання сучасних комплексних геофізичних робіт, що складатимуться як мінімум з детальної досліджень сейсморозвідки 3D та високоточної гравімагніторозвідки масштабу 1:10000.

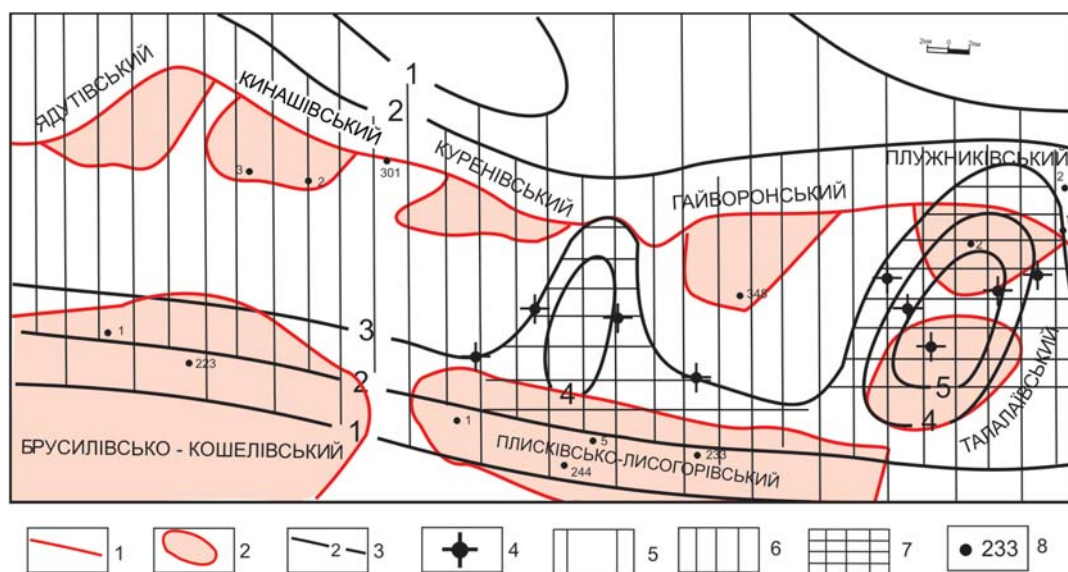
На сьогодні в Ядугівсько-Талалаївській зоні найпривабливішим є *Північноталалаївський пошуковий об'єкт*, що розміщений між схилами однойменного та Плужниківського ВКФ (рис. 3, 4). Він, по-перше, зіставляється з трасуванням Шовного розлому мантийного закладення (за Т. Нечаєвою, 2000 р.), по-друге, на його площі існують найсприятливіші умови для формування потужних схиліх пасток (рис. 4). І, по-третє, над східною частиною пошукового об'єкта в нижньокам'яновугільних відкладах уже виявлене *Ромашівське нафтове родовище*, формування якого, на нашу думку, безпосередньо пов'язане з вертикальною міграцією глибинних ВВ-флюїдів, шляхом живлення яких був диз'юнктивний схил ВКФ. На цьому об'єкті, площа якого 40–50 км<sup>2</sup>, під час проведення сейсморозвідки відстань між поперечними профілями має бути не більшою ніж 500 м. Причому доцільно відпрацювати сеймопрофілі за програмою 3D, бо, як відомо [16], за цими результатами можна якісніше закартувати не тільки схилі та ЛСК-пастки, але й зони підвищеної порожнечі в приповерхневому КФ.

**Попередня вибіркова оцінка нафтогазоносного потенціалу нижнього нафтогазоносного комплексу**  
Прогнозні ресурси (speculative) НК для північного заходу ДДР, які ми підрахува-



**Рис. 1.** Основні елементи розломної тектоніки та кільцеві вулканотектонічні структури на Ядугівсько-Талалаївській ділянці (за матеріалами ДП “Укргеофізика”, ДП “Північгеологія”)

Тектонічні порушення: 1 – мантийного закладення; внутрішньокорові та нез’ясованого генезису; 2 – Північне крайове; 3 – регіональні; 4 – другорядні; 5 – контури кільцевих вулканотектонічних структур за аналізом потенційних полів



**Рис. 2.** Схематична карта прогнозу перспектив нафтогазоносності докембрію на Ядугівсько-Талалаївській ділянці:

1 – Північне крайове порушення; 2 – контури ВКФ за даними КМПХ; 3 – ізолінії прогнозованої “ваги” нафтогазоносності; 4 – точки перетину розломів мантийного закладення; площі, де перспективи КФ оцінюються як: 5 – помірні; 6 – перспективні; 7 – високоперспективні; 8 – свердловини, що розкрили КФ



ли в режимі експрес-методу [2], дорівнюють 675,6 млн т умовних одиниць палива. Ще більша щільність прогнозних ресурсів у центральній частині розсуву й зокрема на Роменсько-Охтирській ділянці [3], бо, на відміну від

попередньої, тут в осадовому чохла зосереджений значний потенціал ВВ-флюїдів, а це чіткий показник високих нафтогазоперспектив цоколю ДДР. Зазначимо, що дотримуючись сучасної дуалістичної концепції генезису нафти

й газу, ми віддаємо пріоритет глибинним ВВ-флюїдам. Тому в основу методології ресурсної оцінки НК покладені не нафтогазогенеруючі прогини, а ділянки можливого живлення глибинними вуглеводнями, якими, за нашим переконанням, будуть прирозломні зони на схилах виступів і блоків КФ, насамперед тих, що пов'язані з регіональними лістричними скидами розтягу ДДР [1].

Попередню локальну оцінку ресурсної бази пріоритетних об'єктів, що розглядаються, можна виконати способом аналогового порівняння з подібним морфогенетичним типом пастки на Юліївській площі, де у КФ вже доведена її промислова нафтогазоносність [5]. Тому під час підрахунку нафтогазоносного потенціалу за категорією Д2-локалізовані скористаємось принципом геологічних аналогій, урахувавши, що всередині розсуву тектонічні рухи були значно контрастніші, ніж на його плечі (Юліївський полігон), тому амплітуда їх вимірюється не сотнею метрів, а кілометром і більше. Отже, й руйнування схилів тут має бути масштабнішим.

На нашу думку, коефіцієнт аналогії в 5 одиниць при цьому порівнянні варто вважати досить поміркованим. Безумовно, такі аналогові порівняння досить проблематичні, але нині фактичний матеріал ще не дає можливість запропонувати точніший спосіб прогнозної оцінки нових для регіону об'єктів пошуку. За найпесимістичнішим варіантом підрахунку прогнозні ресурси на Північноталалаївському пріоритетному об'єкті становитимуть приблизно 25–27 млн т, а на Північнокачанівському – приблизно 14–16 млн т нафтового еквівалента. Дещо більша локальна оцінка для Східномолодовського пошукового об'єкта. Шанс, що на цих об'єктах передбачувані ресурси підтвердяться, залежатиме не стільки від правильно виконаної прогнозної оцінки, скільки від якісної підготовки об'єктів до оцінного буріння та вдалого їх випробування.

Більш впевнено оцінюються локальні перспективи нафтогазоносності на Качанівській й Рибальській склепінних пастках, у НК варто очікувати відкриття скупчень вуглеводнів до десяти й більше умовних одиниць видобувного палива [13]. Тобто тут вуглеводнева сировина (за сприятливих обставин консервації та збереження) має бути як мінімум співрозмірною із запасами в антиклінальних пастках ВК. Модель дорозвідки, яку ми запропонували, не зіставляється в плані з відповідними продуктивними пастками ВК, хоча вона й має спільне джерело живлення глибинними ВВ-флюїдами. Тому на Східнокачанівському та Західнорибальському пріори-



Рис. 3. Схематична структурна карта по покрівлі кристалічного фундаменту (за даними буріння та ДП "Укргеофізика"):

1 – глибинні розломи; 2 – локальні розломи; 3 – прогнозовані смуги пошуку нетрадиційних пасток; 4 – зони втрати відбиттів КМПХ; 5 – орієнтоване положення рекомендованої свердловини; 6 – лінія профілю А-А'

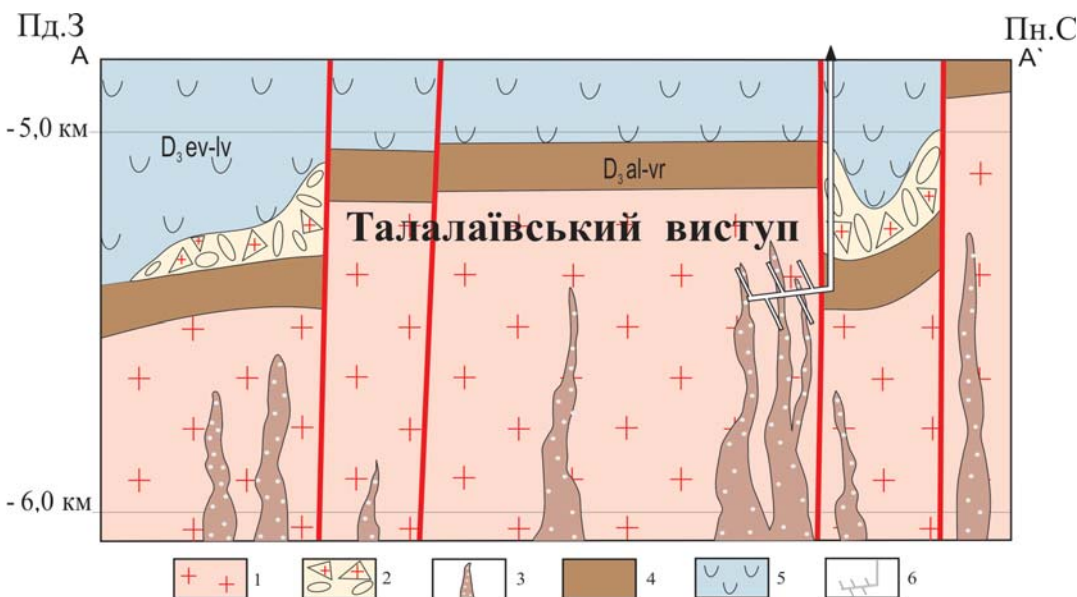


Рис. 4. Геологічний профіль по лінії А-А':

1 – кристалічний фундамент; 2 – нетрадиційні пастки олістостром-клиноформного виду; 3 – вторинно розущільнені резервуари у КФ; девонські породи; 4 – підсолюві; 5 – нижньоосолюві; 6 – похило спрямована свердловина, що рекомендується

тетних об'єктах передбачається насправді *відкриття* (може бути, що й **значних за запасами**) нових родовищ вуглеводнів.

Досить вірогідно, що оцінні свердловини, які рекомендуються пробурити, у НК розкриють продуктивні розрізи. Безумовно, нині повної впевненості у відкритті родовища ( $P=1$ ) не існує, бо можливе відкриття покладу першою свердловиною дорівнює 0,6 (Габриелянц та інші, 1985 р.). Зрозуміло, що, виходячи з аналогового порівняння оцінних об'єктів з єдиним еталонним зразком, *прогнозувати відкриття великих за запасами родовищ нереально*. До того ж, таке порівняння взагалі буде неправомірним, бо великі родовища матимуть аномальні (ураганні) показники нафтогазоносності (аномальні величини пустотного простору, високі дебіти вуглеводневої сировини тощо). Таке відкриття якоюсь мірою можна передбачити лише за умови якісної підготовки площі до буріння та за результатами випробування оцінної свердловини.

#### Висновки

1. У статті наведено далеко не весь фонд першочергових ділянок. Вони, наприклад, безумовно існують на мисоподібному Білоцерківському ВКФ, середня ширина якого 30–35 км, довжина понад 60 км, а склепінна частина піднята (щодо схилів) майже на кілометр. Білоцерківський ВКФ, що виконує роль певного структурного замикання Кременчуцької протерозойської зеленокам'яної гілки, має домінуючу глибину занурення 3,0–4,5 км. Перспективні ділянки пошуку тут будуть виявлені насамперед на схилах Петрівського, Миргородського, Багачанського ВКФ та на диз'юнктивно побудованих бортах Ромданівської й Красногорівської западин. Тому *пропонується розпочати у СНГР науково-*

*дослідні роботи (НДР) для виявлення в НК фонду всіх першочергових об'єктів пошуку родовищ.*

2. Зважаючи на ситуацію, що склалася в Україні, настав час переходити від обговорення переваг пошуку вуглеводнів у нетрадиційних пастках НК до їх розвідки. Але на ці роботи у влади сьогодні немає коштів. Тому існує нагальна потреба в залученні на нафтогазовий ринок країни компаній, які мають гроші й володіють передовими технологіями буріння та видобутку вуглеводневої сировини. Основним стимулом для залучення інвестора мають бути прозорі й зрозумілі правила співпраці. Лише за результатами конкретних робіт з'явиться реальна передумова одержання в ДДР дешевої конкурентоспроможної вуглеводневої сировини. Цілком можливо, що *в результаті цих ГРР можуть бути відкриті великі за запасами родовища. Для цілеспрямованого науково обґрунтованого пошуку в СНГР родовищ необхідно розпочати НДР щодо оцінки перспективних ресурсів НК та щодо обґрунтування цього нового для регіону напрямку ГРР.*

3. Разом з тим за умови всіх сприятливих обставин більшість пошукових об'єктів через технічні причини в найближчий час не будуть у роботі, хоча автори й упевнені, що на "поза межних" глибинах існуватимуть потужні продуктивні ВРР. Згадаємо, як приклад, результати буріння Кольської свердловини. Вона на глибині понад 10 км розкрила численні пустотілі тріщини, по яких рухався водяний пар з високими концентраціями метану. У 1992 році на глибині 12 262 м буріння її припинене, хоча за технічними можливостями свердловину можна було заглибити до 14 й навіть 15 км. Причина банальна – минув той час, коли гроші в розвідувальній

геології витрачалися на вирішення наукових завдань. Сучасні програми надглибокого буріння сьогодні не такі амбітні, бо мають на меті конкретні практичні інтереси. Останніми роками потужні світові видобувні компанії вже всерйоз починають цікавитися цими глибинами. Так, у 2007 році китайська промисловість випустила устаткування для буріння надглибоких (до 12 000 м) свердловин. У США вже нині видобуток ВВ з глибини 6–7 км став звичною справою. Незабаром і Росія розпочне качати вуглеводневу сировину з таких глибин. Не завадило б і нам *звернути увагу на великі глибини, насамперед тому, що в КФ можна натрапити на потужні високодебетні поклади.*

4. Варто зазначити, що в практиці ГРР ще відсутні загальноприйняті критерії пошуку родовищ у приповерхневій частині фундаменту. Як вважає академік О. Ю. Лукін, у нафтогазовій геології на сьогодні намітилися лише контури вчення про нафтогазоносність кристалічних масивів і вивчення їх як самостійних об'єктів пошуку поки ще не розпочалось. У майбутньому вирішення багатьох геологічних завдань здійснюватиметься за допомогою *новітніх технологій*. Таким технологічним кроком стане, як нам здається, внутрішнє зондування (сканування) надр, коли родовища вуглеводнів шукатимуться за допомогою *методів телепортації*, що досить реально за стрімкого розвитку квантової оптики. У відпрацьованні методів квантового сканування якраз українська наука займає у світі передові позиції. Нанороботи, які матимуть навігаційний модуль і модуль сенсорного зв'язку, виконуватимуть моніторинг виділеного об'єкта для виявлення ВВ-флюїдів, їх фазових характеристик тощо.

*Але ефективність таких досліджень безпосередньо залежатиме від правильно побудованої геологічної моделі шуканого покладу вуглеводнів, що й обговорюється в цій статті.*

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Лебідь В. Що заважає вагомим відкриттям у Східному нафтогазоносному басейні України//Геолог України. 2011. № 1. С. 60–66.
2. Гладун В. В. Схили виступів фундаменту – перспективні об'єкти пошуку вуглеводнів на Чернігівщині/В. В. Гладун, О. Ю. Зейкан, Б. Л. Крупський, В. П. Лебідь та інші//Нафтова і газова промисловість. 2010. № 1. С. 4–9.
3. Лебідь В. П. Об'ямування схилів виступів фундаменту – перспективний об'єкт пошуку вуглеводнів на Роменсько-Охтирській ділянці//Геолог України. 2010. № 3. С. 49–56.
4. Арсирій Ю. А. Математическое моделирование новых промышленных скоплений углеводородов в Днепро-Донецкой впадине/Ю. А. Арсирій, Б. П. Кабышев, В. П. Лебедь и др.//Доклады АН УССР. 1981. № 8. С. 3–5.
5. Лебідь В. П. Будова вторинних резервуарів та особливості пошуку нафтогазоносних пасток на кристалічному фундаменті на структурах юліївського типу/В. П. Лебідь, О. Ю. Лукін, В. В. Макогон та ін.//Збірник наукових праць УкрДГРІ. 2007. № 2. С. 279–287.
6. Лебідь В. Про передбачувану рентабельність вуглеводневої сировини на Південно-Харківському мегарезервуарі/В. П. Лебідь, О. Л. Раковська//Геолог України. 2013. № 3. С. 79–86.
7. Кабышев Б. П. Осадочно-флюидодинамическая концепция нафтидогенезиса/Б. П. Кабышев, Ю. Б. Кабышев//Тези Міжн. наук.-прак. конф. Чернігів. 2001. С. 12–15.
8. Нефтегазоносность. Геология и нефтегазоносность Днепро-Донецкой впадины. К.: Наукова думка, 1989. 204 с.
9. Лукін А. Е. Перспективы поисков неантиклинальных залежей нефти и газа в Днепро-Донецкой впадине/А. Е. Лукін//Сов. геология. 1976. № 8. С. 14–25.
10. Лебідь В. П. Прогнозування малоамплітудних підняття і склепін палеопідняття методами імітаційного моделювання в умовах ДДЗ/В. П. Лебідь,

В. А. Іванишин//Мінеральні ресурси України. Київ, 2000. № 2. С. 34–38.

11. *Лебідь В. П.* Обґрунтування пошуку нового типу вуглеводневих пасток//В. П. Лебідь//Збірник наукових праць УкрДГРІ. 2007. № 4. С. 184–188.

12. *Чебаненко И. И.* Нефтегазоперспективные объекты Украины. Нефтегазоперспективность фундамента осадочных бассейнов//И. И. Чебаненко, В. А. Краюшкин, В. П. Клочко и др. К.: Наукова думка, 2002. 295 с.

13. *Лебідь В. П.* Модель розвідки Качанівського й Рибальського родовищ//В. П. Лебідь//Збірник наукових праць УкрДГРІ. 2012. № 4. С. 40–49.

14. *Лебідь В. П.* Перспективний комплекс глибинних вуглеводневих пасток на Чернігівщині//В. П. Лебідь, В. А. Іванишин//Зб. наук. праць Міжнар. конф. “Новітні досягнення геодезії та геоінформатики”. Чернігів, 2012. С. 213–219.

15. *Лебідь В. П.* До проблеми нафтогазоносності виступів фундамента Дніпровсько-Донецького розсуду//Мінеральні ресурси України. 2007. № 4. С. 35–39.

16. *Левянт В. Б.* Выделение в фундаменте зон трещиноватых пород методами сейсморазведки 3D//В. Б. Левянт, В. А. Шустер//Геология нефти и газа. 2002. № 2.

#### REFERENCES

1. *Lebid V.* What prevents the discovery of significant oil and gas basins in the Eastern Ukraine//*Geolog Ukrayiny*. 2011. № 1. P. 60–66. (In Ukrainian).

2. *Gladun V. V., Zejkan O. Yu., Krupskyy B. L., Lebid V. P.* in. The slopes of the performances of the Foundation – perspective objects in search of hydrocarbons in Chernihiv region//*Naftova i gazova promyslovist*. 2010. № 1. P. 81–86. (In Ukrainian).

3. *Lebid V. P.* Slopes bordering the basement – a promising object of finding hydrocarbons in Romenskiy-Okhtyrsk area//*Geolog Ukrayiny*. 2010. № 3. P. 49–56. (In Ukrainian).

4. *Arsirij Ju. A., Kabyshev B. P., Lebid V. P.* i dr. Mathematical modeling of new industrial hydrocarbon accumulations in the Dnieper-Donets Basin//*Doklady AN USSR*. 1981. № 8. P. 3–5. (In Russian).

5. *Lebid V. P., Lukin O. Yu., Makogon V. V.* in. Secondary structure features of reservoirs and finding oil and gas traps in the crystalline basement structures on yuliyivskoho type//*Zbirnyk nauko-*

*vykh prats UkrDGRI*. 2007. № 2. P. 279–287. (In Ukrainian).

6. *Lebid V. P., Rakovska O. L.* About the anticipated profitability of hydrocarbons in South Khar'kov mega tank//*Geolog Ukrayiny*. 2013. № 3. P. 79–86. (In Ukrainian).

7. *Kabyshev B. P., Kabyshev Ju. B.* Sedimentary fluid dynamic concept naftidogenesis//*Tezy Mizhn. nauk.-prak. konf. Chernigiv*. 2001. P. 12–15. (In Russian).

8. Petroleum potential. Geology and petroleum potential of the Dnieper-Donets Basin. K.: *Naukova dumka*, 1989. 204 p. (In Russian).

9. *Lukin A. E.* Prospects searching non-anticlinal oil and gas deposits in the Dnieper-Donets Basin//*Sov. geologija*. 1976. № 8. P. 14–25. (In Russian).

10. *Lebid V. P., Ivanysyn V. A.* Prediction of small-amplitude rises and vaults paleopidnyat simulation modeling methods in terms of DDB//*Mineralni resursy Ukrayiny. Kiev*, 2000. № 2. P. 34–38. (In Ukrainian).

11. *Lebid V. P.* Justification search for a new type of hydrocarbon traps//*Zbirnyk naukovykh prats UkrDGRI*. 2007. № 4. P. 184–188. (In Ukrainian).

12. *Chebanenko I. I., Kraju-shkin V. A., Klochko V. P.* i dr. Oil and gas perspective objects Ukraine. Naftogaz promising foundation sedimentary basins. K.: *Naukova dumka*, 2002. 295 p. (In Russian).

13. *Lebid V. P.* Model Kachaniv's'kyi additional exploration and Ry'bal's'kogo fields//*Zbirnyk naukovykh prats UkrDGRI*. 2012. № 4. P. 40–49. (In Ukrainian).

14. *Lebid V. P., Ivanysyn V. A.* A promising set of deep hydrocarbon traps in Chernihiv//*Zb. nauk. prats Mizhnar. konf. "Novitni dosyagnennya geodeziyi ta geoinformatyky"*. Chernigiv, 2012. P. 213–219. (In Ukrainian).

15. *Lebid V. P.* On the problem of oil and gas the basement Dnieper-Donets sliding//*Mineralni resursy Ukrayiny*. 2007. № 4. P. 35–39. (In Ukrainian).

16. *Levjant V. B., Shuster V. A.* Allocation in fundamental areas treschnovatosty breeds methods seysmorazvedky 3D//*Geologija nefi i gaza*. 2002. № 2. (In Russian).

УДК 624.131.1+ 528

**Г. І. РУДЬКО**, д-р геол.-мінерал. наук, д-р геогр. наук, д-р техн. наук, професор, голова Державної комісії України по запасах корисних копалин,

**Ю. В. ЗАХАРЧУК**, аспірантка КНУ імені Тараса Шевченка,

**В. Ю. ПЕТРИШИН**, головний геолог відділу Державної комісії України по запасах корисних копалин, geology1982@ukr.net

## ВИВЧЕННЯ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ ЗАСОБАМИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ І МЕТОДАМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ (НА ПРИКЛАДІ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

У праці показано можливості аналізу даних цифрового рельєфу засобами ГІС для виявлення й аналізу умов і чинників формування зсувних процесів і, як результат, побудови аналітичних карт. А також висвітлено можливості космічної зйомки для виявлення зсувних процесів.

The paper presents an analysis possibilities of digital terrain data by GIS-technologies, which in turn makes it possible to analyze the conditions and dangerous factors of exogenous processes, such as landslides and building analytic maps. Also highlighted features satellite imagery to detect landslides.

**Постановка проблеми (актуальність досліджень).** На сьогодні особливо актуальною постає потреба розробки методик вивчення розвитку екзогенних геологічних процесів (ЕГП) дистанційними методами, зокрема за допомогою космічної зйомки та обробки отриманих даних засобами ГІС-аналізу. Цього потребують як фінансові реалії сьогодення, так і технічний стан, і фізичні можливості заgonу з вивчення ЕГП, громіздкість сформованої режимної мережі з вивчення зсувів, селей і карсту та часто її малоінформативність, високі витрати на обслуговування цієї мережі, а також приголомшливий розвиток сучасних технологій для вирішення різногалузевих завдань. Подібним чином надані пропозиції фахівців ДП “Західукргеологія” щодо необхідності переходу на якісно новий етап регіонального стаціонарного вивчення ЕГП, а саме:

1. Широке використання дистанційних методів дослідження території (дешифрування різномасштабних аерофотознімків різних років стосовно масштабу 1:200 000 для регіонального рівня обстежень і стосовно масштабу 1:50 000 для локального рівня обстежень).

2. Польова зв'язка даних дешифрування з винесенням

Рукопис отримано 2.04.2014.

© Г. І. Рудько, 2014

на карту всіх проявів ЕГП (зсуви, карст, селі, ерозія як площинна, так і лінійна, деградація ґрунтів, переформування русел річок тощо). Продовжити поповнення кадастру вищезгаданих явищ.

3. Під час опрацювання результатів досліджень акцентувати увагу на кількісній обробці матеріалів за допомогою ЕОМ.

Розвиток небезпечних геологічних процесів вивчається за допомогою аналізу їх умов і чинників, які вводяться в імітаційні моделі, що за відповідної обробки забезпечують прийняття управлінських рішень з раціонального використання геологічного середовища. Так в останні роки фахівці ДП “Західургеологія” створили, уточнили й поповнили базу даних фактографічної і картографічної інформації по окремих видах ЕГП, виконане районування території досліджень за розвитком підтоплення, зсувних і карстових процесів, виконане районування території за можливістю виникнення надзвичайних ситуацій (НС), унаслідок активізації ЕГП, впроваджене ГІС геологічного забезпечення Урядової інформаційно-аналітичної системи з питань надзвичайних ситуацій (УІАС НС) по території Закарпатської, Тернопільської, Івано-Франківської, Чернівецької областей. У результаті виконаних робіт був побудований комплект карт масштабу 1:200000 на цю територію за можливістю виникнення НС, зумовлених зсувами і карстовими процесами, карти районування за умовами розвитку зсувів і підтоплення. Складені кадастри зсувів і карсту. Проте аналіз матеріалів попередніх і сучасних досліджень свідчить про недостатню вивченість території Тернопільської області щодо поширення, умов і чинників формування зсувних процесів порівняно з

іншими областями західного регіону України, зокрема Івано-Франківської і Чернівецької областей, і порівняно з іншими генетичними типами екзогенних процесів, зокрема карстових. Кадастр зсувів на територію області неповний, а локалізація всіх зсувних процесів не відображена на карті. Таким чином, назріла необхідність і можливість вивчення умов і чинників формування зсувних процесів і районування території за ступенем зсувопроектнебезпечності засобами ГІС-аналізу й методами дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Для дослідження були використані космознімки з апарата Landsat 7 ETM+ і програмний продукт їх дешифрування й обробки Erdas Imagine 2011. Уся база картографічної і табличної інформації оброблялася і зберігалася в середовищі MapInfo Professional 6.0 та успішно була трансльована в середовище ArcGis 10.1 для подальшого картографічного і статистичного аналізу з використанням модулів Spatial Analysis, Statistical Analysis, 3D Analysis.

**Вклад основного матеріалу.** В останні роки дані цифрового рельєфу (ЦР, DEM – *Digital Elevation Model*) стають відкритішими. Їх використання пов'язане з сучасними комп'ютерними технологіями створення ГІС і дає абсолютно унікальний інструмент для аналізу самих різних природних явищ. У лютому 2000 року за 11 днів NASA була проведена радарна топографічна зйомка (*Shuttle adar topographic mission* – загальноприйняте скорочення SRTM) більшої частини території земної кулі, за винятком самих північних (> 60) і південних широт (> 54), а також океанів. Обсяг зібраної інформації становив більше 12 терабайт даних, а їх обробка продовжується до цього часу. Частина цієї інформації знаходиться у вільному доступі.

Сьогодні найпопулярніші дані SRTM 4: вихідні дані поширюються квадратами розміром 1×1, при максимально доступному розрізненні 3 кутові секунди (~ 90 м). Дані є простим 16-бітним растром (без заголовка), значення пікселя відповідає висоті над рівнем моря в обраній точці, а значення -32768 відповідає відсутності даних (“no data”). Дані на територію північніше 60-тої широти були підготовлені у 2009 р. Можна перерахувати такі основні напрями використання цифрового рельєфу в наукових і практичних цілях: візуалізація рельєфу і створення 3D моделей; побудова гідромережі; аналіз територій, що піддаються затопленню в період паводка; побудова карт тіньового рельєфу для аналізу розривної тектоніки; аналіз територій, сприятливих для пошуку розсіпних родовищ золота [5].

На рис. 1 з первинних файлів DEM, перетворених в систему координат UTM (*Universal Transverse Mercator*), зібрана територія Тернопільської області. ArcGIS 10.1 надає різні можливості для створення цифрових моделей рельєфу (ЦМР) за допомогою модулів ArcView, ArcScene. В ArcView можна створювати тільки плоскі моделі й моделі тіньового рельєфу. ArcScene – спеціалізований 3D-переглядач, який є частиною ArcGIS 3D Analyst, дає можливість ефективно управляти 3D-даними ГІС, проводити аналіз, редагувати 3D-об'єкти, створювати шари з 3D-властивостями, а також 3D-об'єкти за існуючими двовимірними даними. ArcGIS підтримує векторні і растрові дані. Векторні можуть бути драпировані по підстилаючій поверхні рельєфу. На рис. 2 показано приклад накладання знімків мозаїки Landsat 7 ETM+ і 3D-поверхні. Оперуючи ознакою z-фактор (*vertical exagge ratio*) для шару DEM, можна робити рельєф більш чи менш контрастним.

У цій праці показано спроби з'ясувати можливості ГІС-технологій для виявлен-

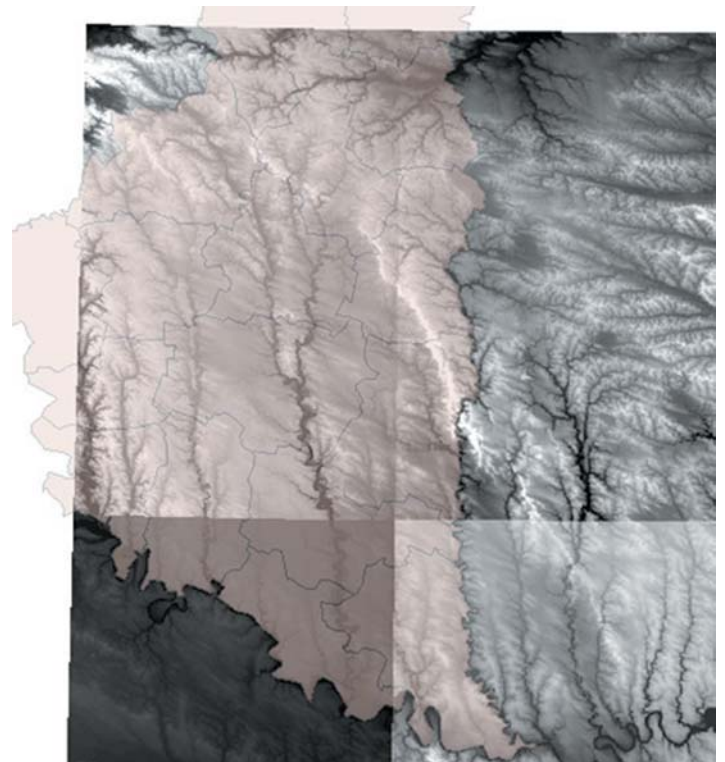
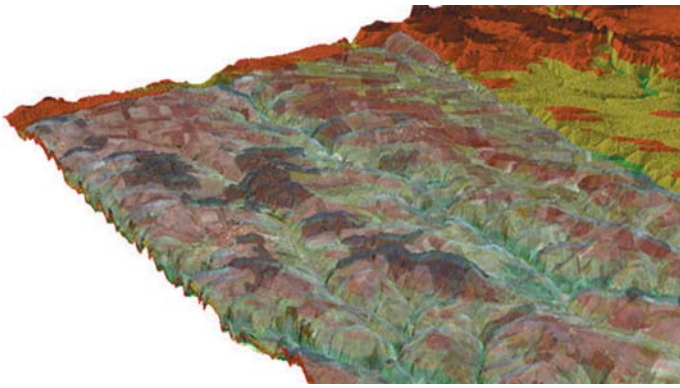


Рис. 1. Дані SRTM – цифровий рельєф території Тернопільської області



**Рис. 2.** Накладання знімка мозаїки Landsat 7 ETM+ (прозорість 40 %) на 3D-поверхню

ня процесозсувонебезпечних територій, за допомогою аналізу й математичних операцій даних цифрового рельєфу й візуалізації та оверлейного аналізу інших чинників, що сприяють розвитку та активізації зсувів.

Головними чинниками, які сприяють розвитку й активізації зсувів, є:

- геоморфологічні: крутість схилів, висота схилів або вертикальна розчленованість поверхні, горизонтальна розчленованість рельєфу (щільність ерозійних форм рельєфу на одиницю площі), експозиція схилів;

- геологічні: особливості залягання й поширення літолого-стратиграфічних комплексів і генетичних типів відкладів (їх потужність, виходи на денну поверхню);

- тектонічні й сейсмічні: наявність і відстань від тектонічних розломів до схилів, загальний бал сейсмічності території;

- гідрогеологічні: глибина залягання рівня ґрунтових вод, виходи підземних вод на схилах (джерела розвантаження підземних вод), наявність і глибина залягання місцевих водотривів;

- ландшафтні: тип рослинного покриву (ліси, пасовища, луги, сільськогосподарські угіддя) на схилах, його наявність чи відсутність;

- техногенні: наявність житлової чи промислової забудови, шляхів сполучення, відстань до них, підрізання

схилів тощо;

- наявність інших екзогенних геологічних процесів: карстових, ерозійних.

Аналіз геоморфологічного чинника було реалізовано за допомогою програми ArcGIS 10.1 у декілька етапів. На базі даних цифрового рельєфу (SRTM) (абсолютних відміток поверхні) при використанні певних модулів і функцій були створені похідні цифрові карти:

- крутість схилів (рис. 3) за допомогою модуля Spatial Analyst Tools – Surface – Slope;

- експозиції схилів (рис. 4) за допомогою модуля Spatial

Analyst Tools – Surface – Aspect;

- висоти базисної поверхні за допомогою модуля Spatial Analyst Tools – Surface – Hydrology;

- вертикальної розчленованості рельєфу (висоти схилів) за допомогою модуля Spatial Analyst Tools – Map Algebra – Raster Calculator (рис. 6).

Побудова поверхні місцевого базису ерозії проводилася в декілька етапів.

I. Виділення дренажної мережі і розбивка її на порядки в ArcMap 10.1, Spatial Analysis Tools – Hydrology:

1. Заповнення безстічних порожнин DEM (Fill).

2. Розрахунок напрямку стоку. На вхід подається карта, отримана на етапі 1 (Flow Direction).

3. Розрахунок дренажної мережі з розбивкою на порядки. На вхід подається растр напрямків стоку, отриманий на кроці 2 (Stream Order).

4. Перетворення дренажної мережі у векторний формат. На вхід подається дре-

нажна мережа і растр напрямків стоку (Stream to Feature).

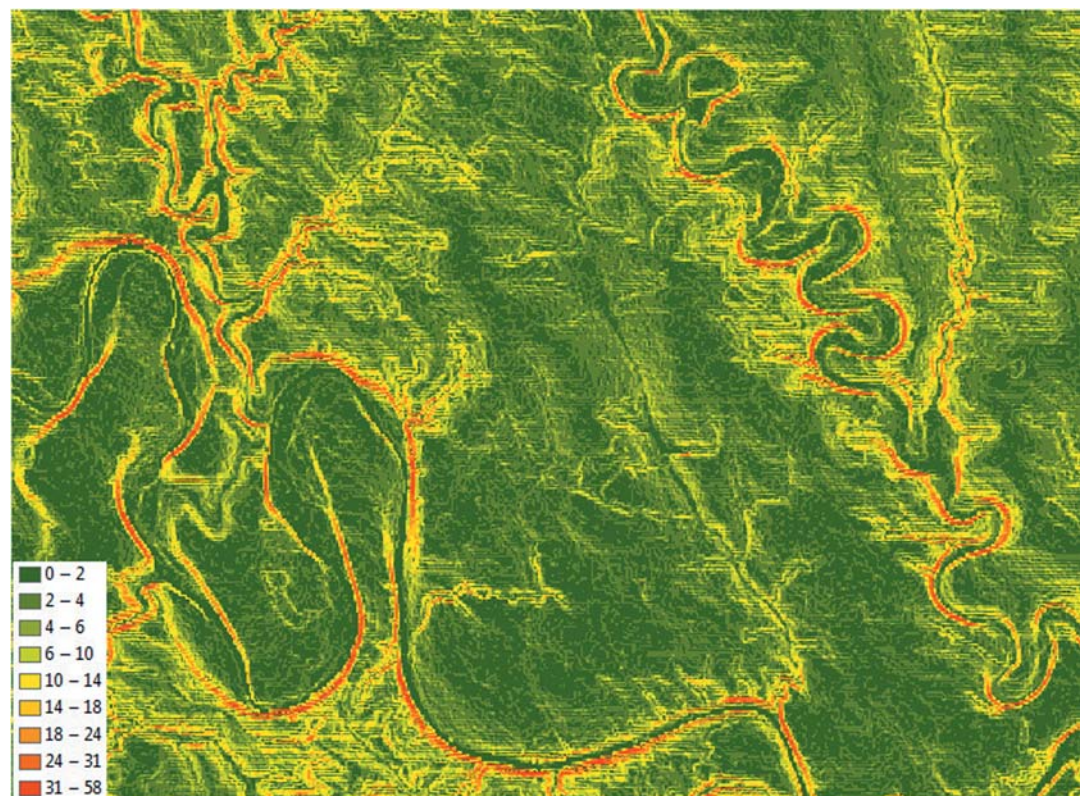
5. Об'єднання розрізних частин потоків в одну лінію з метою зменшення розміру файлу (рис. 5) (Data Management Tools – Generalization – Dissolve).

II. Побудова поверхні місцевого базису ерозії (Spatial Analysis Tools – Interpolation):

6. Перетворення об'єднаного векторного шару дренажної мережі, отриманої в пункті 5 у точкові об'єкти (Data Management Tools – Features – Feature to Point).

7. Пропищення значень висот DEM у точки (Spatial Analysis Tools – Extraction – Extract Value to Point).

8. Перетворення шару точкових об'єктів, отриманого в пунктах 7, у растрову поверхню, що власне й буде поверхнею місцевого базису ерозії (Spatial Analysis Tools – Interpolation). Для проведення інтерполяції програма пропонує такі методи: сплайн (Spline), крігінг (Kriging), найближчого сусідства (Natural Neighbor), зважених



**Рис. 3.** Карта крутості схилів

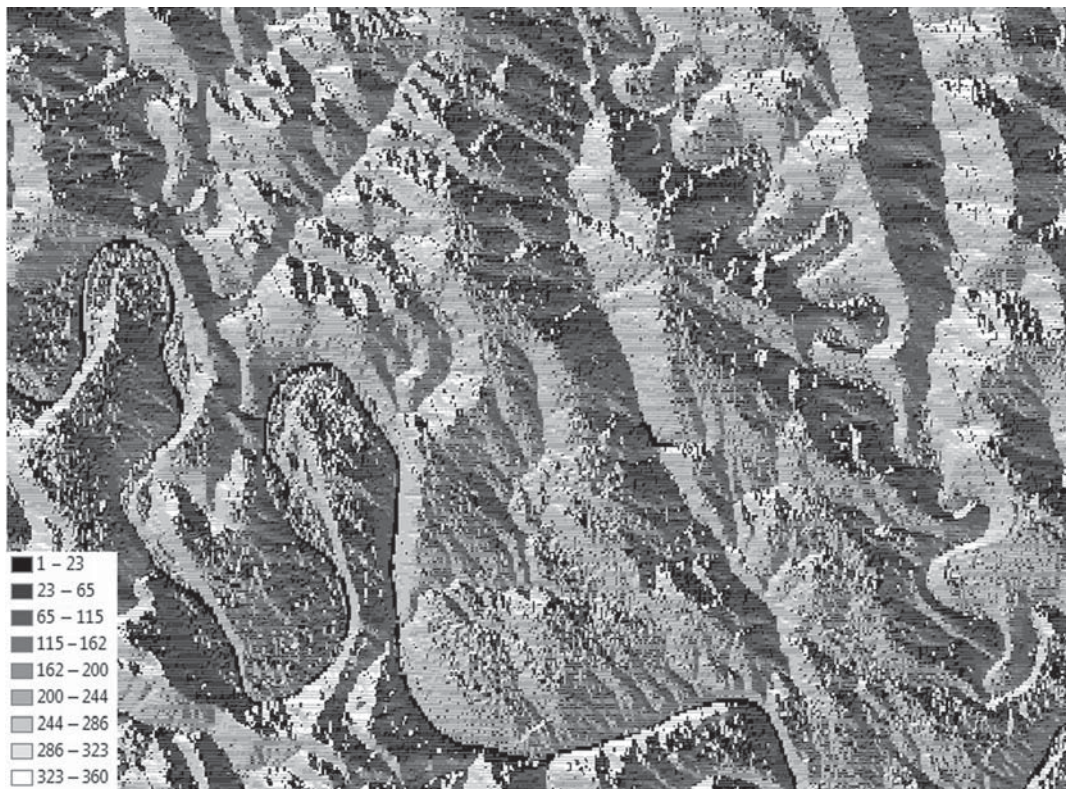


Рис. 4. Карта експозиції схилів

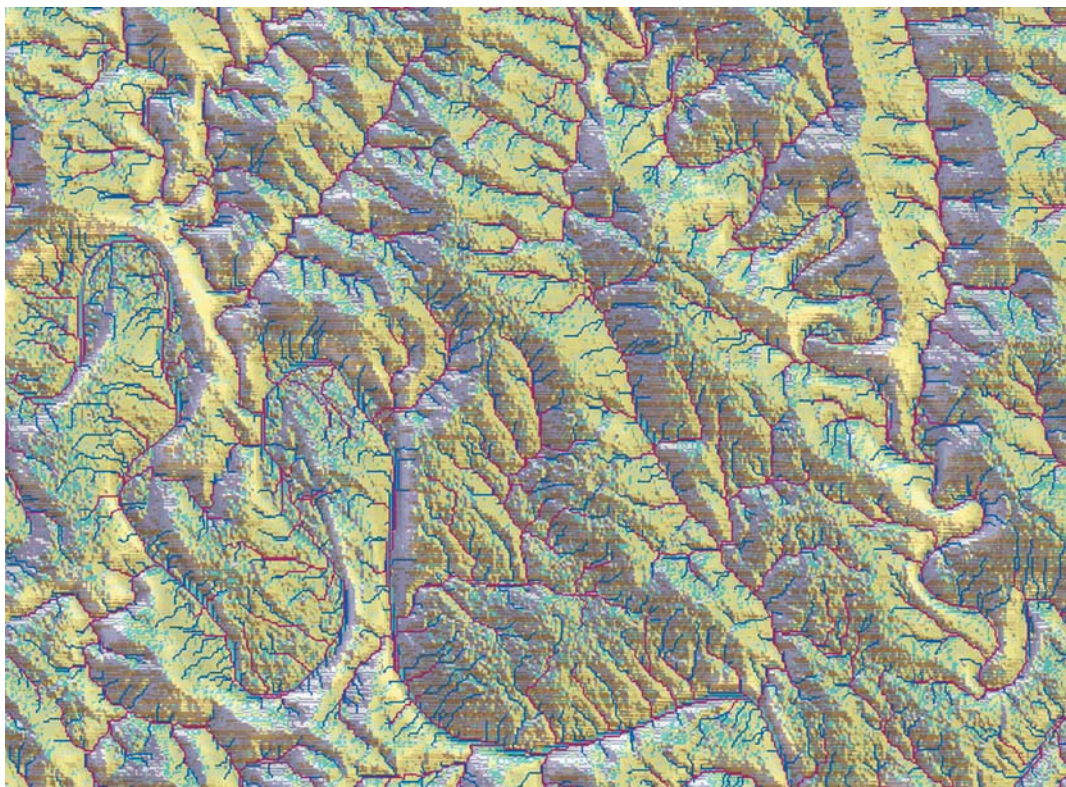


Рис. 5. Дренажна сітка, розділена на сім порядків (підключено 3, 4, 5, 6, 7 порядки)

відстаней (IDW). Не зупиняючись детально на кожному з методів, способом порівняльного аналізу поверхонь усіма запропонованими методами вибір було зроблено на користь методу Kriging.

III. Побудова карти вертикальної розчленованості рельєфу (висоти схилів): Spatial Analysis Tools – Map Algebra – Raster Calculator (рис. 6). Побудову карти вертикальної розчленованості рельєфу було

реалізовано за допомогою тематичної операції віднімання поверхні місцевого базису ерозії від поверхні рельєфу (абсолютних відміток).

Для виявлення потенційно зсувонебезпечних схилів

з погляду природних, а зокрема геоморфологічних, характеристик було здійснено перекласифікацію карти крутості схилів і карти вертикальної розчленованості рельєфу на бали за принципом: схилам з найбільшим значенням крутості і території з найвищою вертикальною розчленованістю при-суювалися найвищі бали. У подальшому способом математичної операції “підсумовування” карти крутості схилів і карти вертикальної розчленованості було отримано карту потенційно зсувонебезпечних ділянок, на яку для кращої візуалізації накладено карту експозиції схилів (рис. 7а, 8), де червоними точками показано зсувні процеси. Локалізація зсувів переносилася з картографічних матеріалів до звіту про вивчення сучасних ЕГП на території західних областей УРСР за 1980–1982 рр., масштабу 1:200 000 (відповідальний виконавець Д. М. Радецький). Достовірність деяких із них була підтверджена польовими дослідженнями на території Борщівського району Тернопільської області фахівцями Інституту інженерно-технічних розвідувальних “Гал-ПНТР” та Інститут прикладної географії в межах “Обласної програми моніторингу зсувних процесів на 2007–2010 рр.”; згідно з якою до 2010 року повинні були складені карти зсувної небезпеки на територію області [6]. Так само під час польових досліджень були виявлені нові ділянки активізації зсувних процесів. Для повноцінного аналізу потенційно зсувонебезпечних ділянок на цю карту було винесено векторні шари певних літолого-стратиграфічних комплексів, а так само границі поширення водотривів, зокрема міоценових глин тиранської світи і мергелів верхнього силуру; лінії розломів та інші тектонічні порушення; джерела виходу

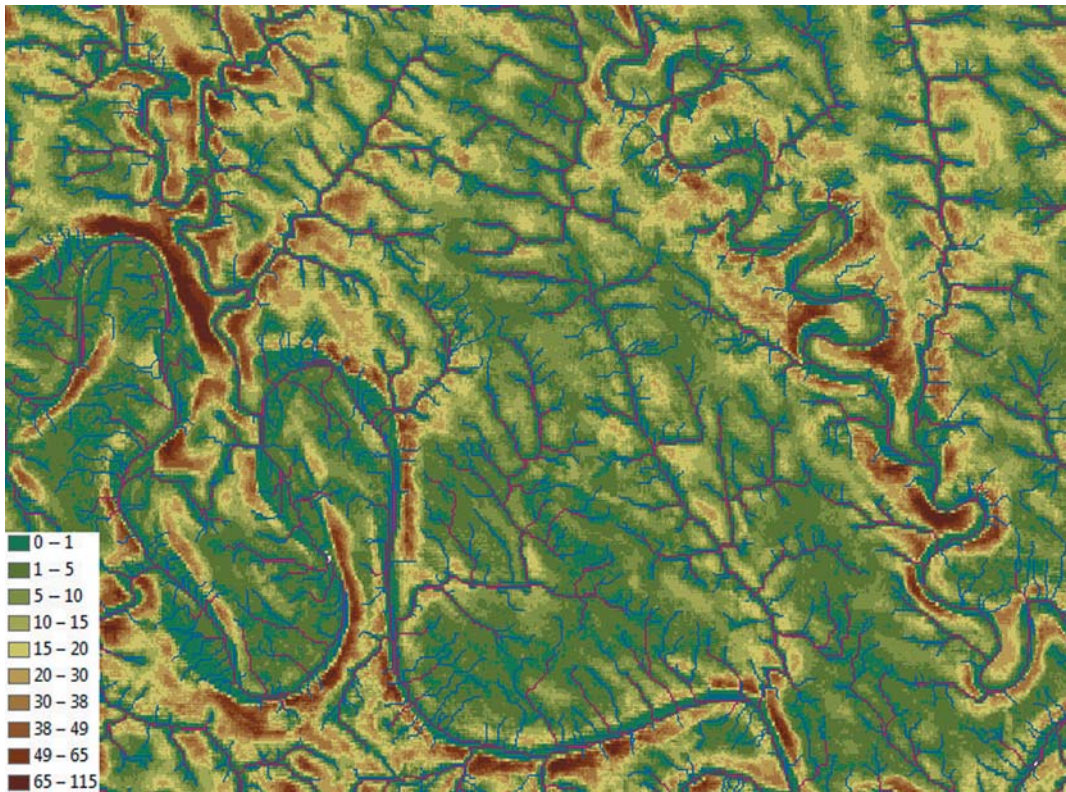


Рис. 6. Карта вертикальної розчленованості рельєфу

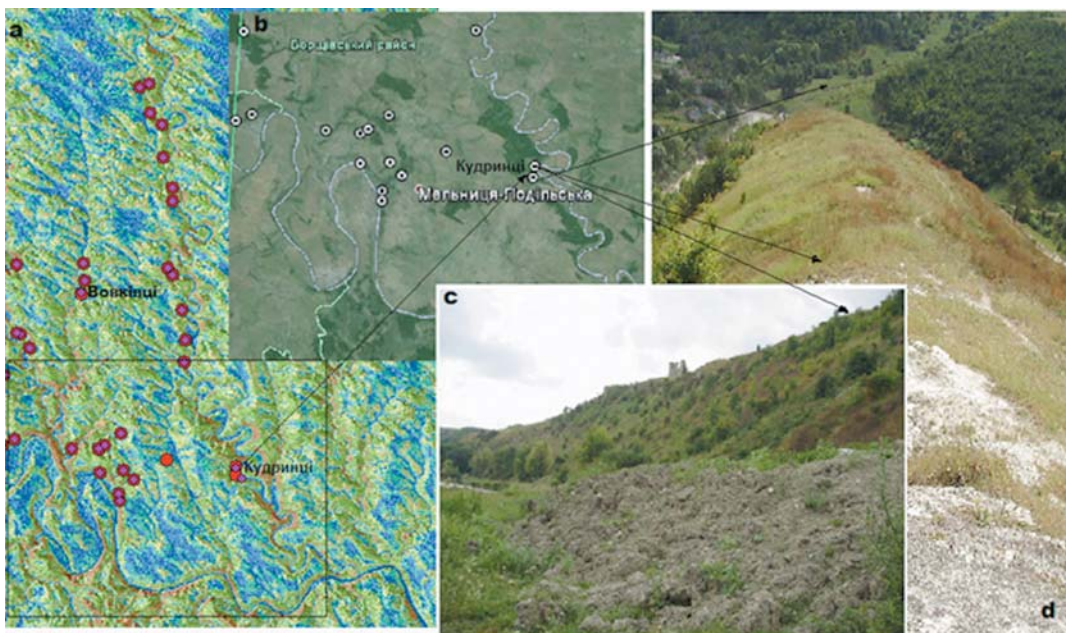


Рис. 7. Карта стійкості схилів, масштаб 1:400 000

підземних вод; шляхи сполучення та об'єкти житлової і промислової забудови. Чималу роль у стійкості схилів відіграє ландшафтний чинник.

Сучасні ГІС високого класу, в яких присутні модулі для аналізу зображень, дають чудову можливість аналізу рослинного покриву поверхні і його зіставлення з іншими

об'єктами на поверхні. Показовим у цьому відношенні є система ERDAS IMAGINE, призначена безпосередньо для аналізу даних дистанційного зондування Землі, поданих у растрових форматах. Система здатна виконувати такі функції як візуалізація та імпорту даних, геометрична корекція, покращення зображень, ГІС-аналіз, дешиф-

рування образів, створення карт, тривимірна графіка, віртуальні просторові образи й багато іншого. Відомо, що характерною ознакою рослинності та її стану є спектральна відбивна здатність, що характеризується великими відмінностями у відображенні випромінювання різних довжин хвиль. Знання про зв'язок структури і стану

рослинності з її відбивною здатністю дає змогу використовувати космічні знімки для ідентифікації типів рослинності та їх стану. Зокрема для оцінки стану рослин широко використовуються вегетаційні індекси. У праці [7] зазначено як технічна, так і описова сторона застосування нормалізованого диференціального вегетаційного індексу (NDVI) для класифікації знімка середньої роздільної здатності з апарата Landsat 7 ETM+ на класи за величиною вегетаційних показників рослинності. Проте для вирішення цілей імовірності виникнення та активізації зсувних процесів нас більше цікавило питання наявності рослинного покриву та його виду. Для цього достатньо застосувати процедуру некерованої класифікації (*Raster – Unsupervised – Unsupervised classification*), що й було реалізовано на базі можливостей програмного продукту ERDAS IMAGINE 2011. З огляду на пору року для класифікації було обрано космічний знімок отриманий у листопаді. У результаті класифікації знімок було розбито на дев'ять класів (рис. 9) і накладено на карту потенційно зсувонебезпечних ділянок, отриманої на базі операцій із цифровими даними рельєфу (рис. 10). Цікаво відзначити, що в осінній сезон рослинність зберігається саме на схилах річкових долин. Спостерігаються часті випадки, що саме на ділянках відсутності рослинного покриву на схилах відбувається активізація зсувного процесу за наявності так званого trigger-фактора, тобто причини, що грає роль спускового механізму (здебільшого це надмірна кількість атмосферних опадів). Можливості накладання і локалізація всіх вищезазначених векторних шарів у подальшому дає можливість застосувати аналітично-інформаційну систему про-

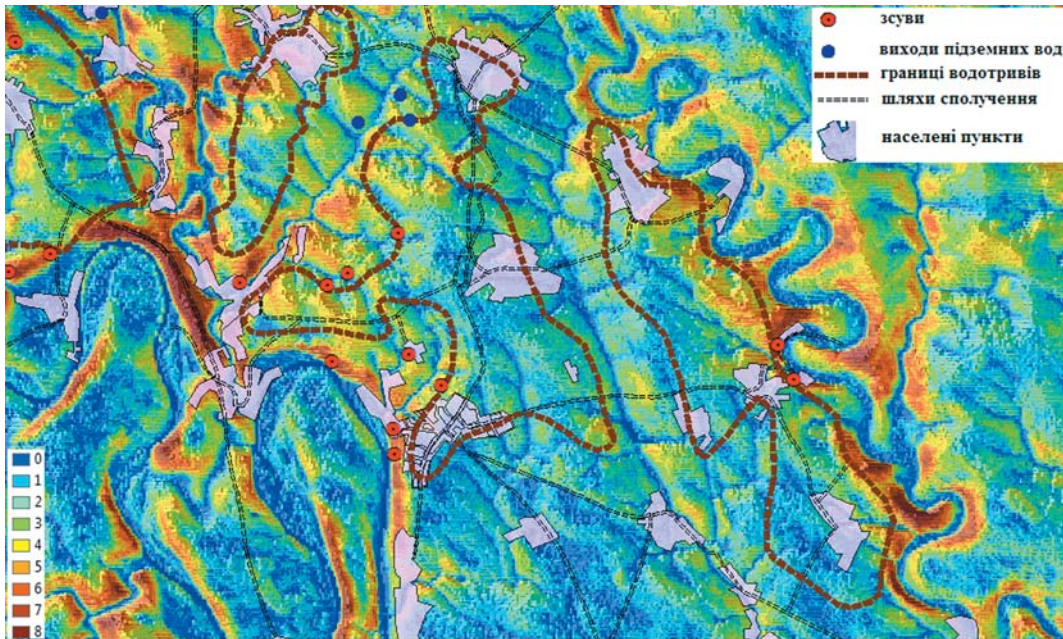


Рис. 8. Збільшений фрагмент карти потенційно зсувонебезпечних схилів (масштаб 1:125 000) на територію Борщівського району Тернопільської області

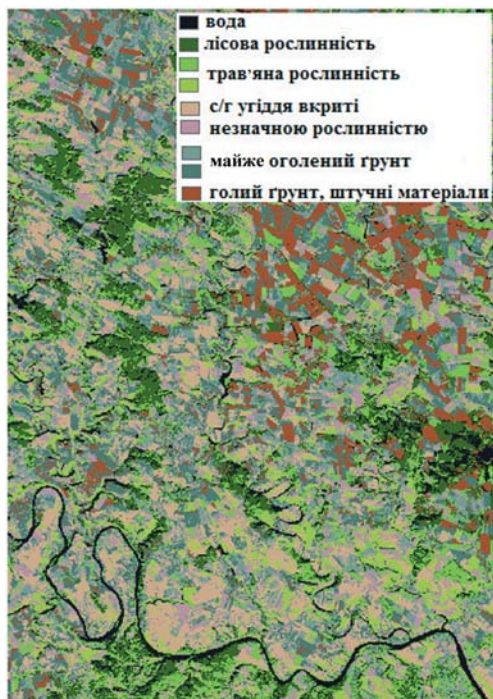


Рис. 9. Результати процедури некерованої класифікації космознімка з апарата Landsat 7

гнозування розвитку зсувних процесів, основу на використанні визначеної закономірності ймовірності розвитку зсувних процесів при комплексній взаємодії природно-техногенних чинників, яку розробили автори, зокрема Е. Д. Кузьменко, Є. І. Крижанівський, О. М. Карпенко та інші, досить детально описану в статті [4]. Про можливо-

сті космічної зйомки різного типу для виявлення зсувів та інших небезпечних процесів на схилах, карстових провалів, просядок тощо хочеться навести результати досліджень Державного науково-виробничого центру "Природа", що проводив дослідження на території Тернопільської області. Найявний у ДНВЦ "Природа" архів космічних

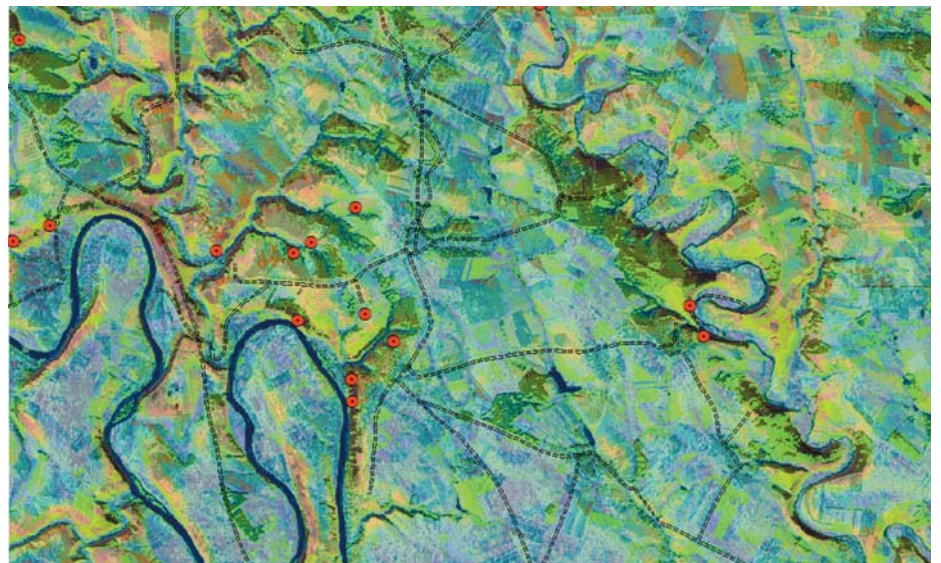


Рис. 10. Розкласифікований космознімок накладений на карту потенційно зсувонебезпечних ділянок (прозорість 40 %)

знімків дає можливість досліджувати екзогенні процеси в динаміці, використовуючи матеріали 1984–1986 рр. (здебільшого космічні знімки з апарата "Ресурс"), 1996–1999 рр. (знімки із супутників "Spot-3", "Landsat-4,5", "ERS"), 1999–2003 рр. ("Landsat-7") і 2004–2007 рр. (знімки з апаратів "IRS", "QuickBird"). Космічні знімки дали змогу обстежити морфологію, рослинний покрив, особливості побудови і навіть відшарування гірських порід, а також безпосередньо віддешифру-

вати п'ять зсувонебезпечних ділянок.

У результаті були побудовані декілька карт і поверхонь, які дають змогу розподілити територію міста за ступенем небезпеки виникнення зсувів і прогнозувати положення окремих зсувонебезпечних ділянок [8]. Результати досліджень можливостей космознімків високої роздільної здатності (QuickBird, IKONOS) з метою виявлення зсувів показують, що найкраще виділяються зсуви великих розмірів, з добре вираженими морфометричними елементами – стінками відриву у вигляді цирків чи амфітеатрів, тілом цирку чи декількома тілами, що утворюють зсувні тераси на схилах. Тобто якнайкра-

ще на знімках розпізнаються зсуви-блоки (детрузивні зсуви), а також зсуви-глетчери. Зсуви-потоки дешифруються на знімках залежно від розміру і наявності рослинності, ґрунтового покриву та інших маскуючих чинників. Неактивний зсув-потік невеликих розмірів в умовах поширення деревної рослинності чи на забудованій території виявити за даними дешифрування інколи дуже складно. Надійними ознаками є: виходи підземних вод на схилах чи біля підніжжя, відслонення водо-



тривких шарів, морфологічні особливості схилів (улоговини у верхній частині схилу, горбиста поверхня), помітні зміни рослинності. Ділянки розвантаження підземних вод дуже добре виділяються на знімках в інфрачервоному діапазоні [3, 6]. Проте з огляду на розвиток новітніх технологій, а зокрема інформаційно-пошукових систем і геопорталів, можливий такий метод перевірки наявності зсуву на схилах за запропонованою картою. На сьогодні існує низка програмних продуктів, здатних визначити зв'язок картографічної геопросторової інформації з просторовими даними, що являють собою космознімки високого роз-



Рис. 11. Вигляд зсувного схилу на космічному знімку Spot, джерело: сервер Google Earth, с. Возківці, Борзівський район

різнення популярного сервера Google Earth. Так ділянки, які з погляду геоморфології відображені на карті як потенційно зсувонебезпечні, були відзначені точковими об'єктами з обов'язковою просторовою прив'язкою. За допомогою вже вище зазначеної системи ERDAS IMAGINE 2011 було реалізовано накладання шару точкових об'єктів відповідно до їх координатних даних на космознімки сервера Google Earth (рис. 7b, 11). Таким чином, з'явилася можливість виявлення зсувного процесу на схилах за допомогою космічних знімків високої роздільної здатності, зокрема з апарата Spot.

### Висновки

На сьогодні можливості ГІС-аналізу й методів дистанційного зондування Землі дають потужний комплекс різноманітних модулів для вирішення різногалузевих задач. Програмний модуль для роботи з растровими поверхнями ArcGIS Spatial Analyst дає можливість аналізувати характеристики поверхні, а також інтерполювати просторово розподілені дані для візуалізації та аналізу процесів. Побудова поверхні вертикальної розчленованості рельєфу і поверхні крутості

схилів дала можливість оцінити потенційно зсуво-небезпечні території з погляду геоморфології, а можливості накладання векторних шарів дали змогу оцінити вплив як техногенного чинника, так і літолого-стратиграфічних умов. Програмний пакет ERDAS IMAGINE, розроблений спеціально для обробки та аналізу даних дистанційного зондування, надає можливість оцінки і впливу ландшафтних умов на формування зсувних процесів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Козак П. Звіт про інженерно-геологічне довивчення території Чернівецької, Івано-Франківської, Тернопільської та частково Закарпатської областей з метою геологічного обґрунтування протизсувних заходів і геологічного забезпечення УІАС НС за 2001–2006 рр. Звіт ЛГРЕ ДП “Західукргеологія”. Львів, 2006. 223 с.

2. Гаврилюк Я. Звіт про результати регіонального і стаціонарного вивчення сучасних екзогенних геологічних процесів на території Тернопільської, Чернівецької та Івано-Франківської областей за 2001–2006 рр. Звіт ЛГРЕ ДП “Західукргеологія”. Львів, 2006. 126 с.

3. Аристов М. В. Применение данных космических съемок в инженерной геологии и геодинамике: старые методы неприменимы в новой реальности//Геопрофиль. 2010. № 2 (11). 56 с.

4. Кузьменко Е. Д. Прогноз розвитку зсувних процесів як фактор забезпечення надійної експлуатації трубопроводів/Е. Д. Кузьменко, Є. І. Крижанівський, О. М. Карпенко, О. М. Журавель//Розвідка та розробка нафт. і газ. родовищ. 2005. № 4 (17). С. 24–35.

5. Костин А. В. Цифровая модель рельефа (Методы создания и направления использования)//Наука и техника в Якутии. 2011. № 1 (20).

6. Степчук В. М. Выявление и картографирование оползней в Тернопольской области/ В. М. Степчук, М. В. Аристов, Р. А. Спица//Геопрофиль. 2009. № 3 (6). 56 с.

7. Захарчук Ю. В. Застосування методів дистанційного зондування Землі для оцінки динаміки розвитку карстових процесів/Ю. В. Захарчук, І. В. Тишаєв//Інформатика: теоретичні та прикладні аспекти. XI Міжнародна конференція, 14–17 травня 2012. Тези доповіді. К., 2012. Диск (CD-ROM).

8. Використання космічних знімків для прогнозування зсуво- та карстонебезпечних ділянок у містах Тернопільської області.

### REFERENCES

1. Kozak P. Report on engineering-geological additional appraisal in Chernivtsi, Ivano-Frankivsk, Ternopil and partially Transcarpathian region for the purpose of geological study on landslide control and geological software “UIAS NS” during 2001–2006 years. Zvit LHRE DP “Zakhidukrheolohiia”. Lviv, 2006. 223 p. (In Ukrainian).

2. Havryliuk Ya. Report on the

results of a regional and stationary study of modern exogenous geological processes within Ternopil, Chernivtsi and Ivano-Frankivsk regions for 2001–2006 years. Zvit LHRE DP “Zakhidukrheolohiia”. Lviv, 2006. 126 p. (In Ukrainian).

3. Aristov M. V. Use of space-based surveys in engineering geology and geodynamics: old methods are not applicable in the new reality//Heoprofil. № 2 (11). 2010. 56 p. (In Russian).

4. Kuzmenko E. D., Kryzhanivskiy Ye. I., Karpenko O. M., Zhuravel O. M. Development forecast for landslides as an ensuring factor for reliable pipelines operation//Rozvidka ta rozrobka naft. i haz. rodovysch. 2005. № 4 (17). P. 24–35. (In Ukrainian).

5. Kostin A. V. Digital relief model (Methods of creation and ways of use)//Nauka i tekhnika v Yakutii. 2011. № 1 (20). (In Russian).

6. Stepchuk V. M., Aristov M. V., Spitsa R. A. Identification and mapping of landslides within the Ternopil region//Heoprofil. 2009. № 3 (6). 56 p. (In Russian).

7. Zakharchuk Yu. V., Tishayev I. V. Application of Earth remote sensing to assess the dynamics of karst processes [electronic resource]//Heoinformatyka: teoretichni ta prykladni aspekty. XI Mizhnarodna konferentsiia, 14–17 travnia 2012. Tezy dopovidi. K., 2012. Dysk (CD-ROM). (In Ukrainian).

8. The use of satellite images in order to forecast dangerous for landslide and karst areas in the cities of Ternopil region. (In Ukrainian).

Рукопис отримано 13.03.2014.

УДК 351.82

Є. О. ЯКОВЛЄВ, д-р техн. наук, головний науковий співробітник (Національний інститут стратегічних досліджень, Київ, Україна), yakovlev@niss.gov.ua

# ВИЗНАЧАЛЬНІ ЕКОЛОГО-ГЕОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ВПЛИВУ ВИДОБУТКУ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ В НАФТОГАЗОНОСНИХ БАСЕЙНАХ УКРАЇНИ

Викладено результати дослідження чинників екологічного впливу технології фрекінгу з видобутку сланцевого (shale gas) і центрально-басейнового (tight gas sand) газу на геологічне середовище Східного та Західного нафтогазоносних басейнів України. Обґрунтовано розрахункові схеми щодо оцінки еколого-геологічного впливу технології фрекінгу на горизонти підземних прісних і мінеральних вод і ризику техногенних землетрусів.

Considered in the article are results of investigations the factors of ecological influence the fracking technology of extraction the shale gas and tight gas sands on geological media within the Eastern and Western oil-gas bearing basins of Ukraine. In the article substantiated the estimation schemes for evaluation of fracking technology ecological influence on the underground fresh and mineral water layers and level of risk of technogenic earthquakes.

## Вступ

За оцінками провідних учених, сучасна економіка України відрізняється аномальним енерго-ресурсоспоживанням, питомі параметри якого в 3–5 разів перевищують показники розвинених країн. Значною мірою це пов'язано з переважанням гірничодобувної, сировинно-перероблюючої, металургійної та хімічної галузей [1–5].

Середньорічне споживання паливно-енергетичних ресурсів становить до 80 млн т вугілля, 48 млрд м<sup>3</sup> газу, 12 млн т нафти. При цьому до 75 % споживання вуглеводнів базується на імпорті, що формує чинник загрози національній безпеці. Крім того, провідні нафтогазоносні басейни (НГБ) України мають високій рівень освоєння наявних ресурсів вуглеводнів, який становить відповідно для Східного НГБ більше 65 %, Західного НГБ – 45 %.

За оцінками фахівців Держгеолслужби Мінприроди та Національної академії наук України (проф. Г. І. Рудько, проф. С. В. Голубовський, канд. геол.-міне-

рал. наук Н. Г. Люта, проф. М. М. Коржнєв, проф. М. А. Фесик, проф. В. С. Міщенко), в розвинутих гірничодобувних районах (Донбас, Кривбас, Центрально-український уранорудний, Східний і Західний НГБ та ін.) більшість шахт і кар'єрів і нафтогазодобувних свердловин досягли критичних глибин (1,5; 0,4 і 3,5–5,0 км відповідно) і характеризуються аномальними величинами енергоемності видобутку мінерально-сировинних ресурсів (МСР) на одиницю продукції, незворотними порушеннями та екологічно небезпечними рівнями забруднення навколишнього середовища з одночасною деградацією біосфери.

Таким чином, подальший розвиток гірничодобувного комплексу України за умов ринкової економіки та зростання конкуренції в надрокористуванні пов'язаний з пошуком нових власних джерел енергетичних ресурсів, в першу чергу вуглеводневих, які мають найбільшу здатність транспортування до об'єктів споживання та знижений екологічний вплив [1–4].

Принципово нова схема розвитку структури видобутку та використання вуглеводневої енергосировини у світі сьогодні формується на досвіді США з освоєння ресурсів сланцевого та центрально-басейнового газу (shale gas, tight gas sands) на основі використання технології фрекінгу (fracturing). Фрекінг-технологія (ФТ) базується на високоенергетичному гідророзриві (точніше гідродробленні) слабопроникних газонасних порід з наступним нагнітанням у них великих обсягів водно-піщаних хімічних сумішей. При цьому, як буде доведено далі, багатьма прибічниками видобутку сланцевого газу, не враховуються такі чинники впливу ФТ на екологічні параметри підземної гідрогеосфери:

– тиск у сотні атмосфер і більше з метою гідродроблення непроникних порід і створення в них просторово-розвинутих проникних тріщин;

– нагнітання в тріщинний простір токсичних водно-піщано-хімічних розчинів з метою фіксації проникності тріщин і десорбції газових сполук;

– розвиток глибинних високоенергетичних зон гідрогеомеханічних напруг із ризиком техногенних землетрусів і деформацій наземних інженерних споруд (потенційно-небезпечних об'єктів);

– формування у фрекінг-зоні (ФЗ) проникних тріщин завдовжки до 500–600 м (до 2 % від загальної кількості); враховуючи вимірювання довжини тріщин ФЗ за даними акустичного каротажу, їх фактична протяжність може бути більшою на 30–50 %, що суттєво підвищує ризик гідравліко-фільтраційного зв'язку ФЗ з проникними тектонічними структурами та вищезалеглими горизонтами прісних вод.

Порівняльний аналіз порушеності геологічних структур НГБ США та України свідчить про складність тектонічної будови останньої і знижену ізолюваність горизонтів питних вод від висхідної гідрогеоміграції із ФЗ залишків токсичних технологічних розчинів і мінералізованих вод глибоких газонасичених товщ. Варто відзначити також потенційну небезпеку впровадження в Україні фрекінг-технології, яка зумовлена її простим уподібненням з традиційним гідророзривом у відносно проникних шарах вільномігруючих газу й нафти.

За попередніми оцінками родовища сланцевого газу (СГ) більш-менш рівномірно поширені в надрах більшості держав нашої планети, що створює умови динамічного зростання в наступні роки їх ефективного використання за умови дотримання технологічних та екологічних параметрів безпеки [2–4, 9, 11, 12].

## 1. Регіональні перспективи видобутку сланцевого газу в Україні

На історичному шляху формування власної ресурсної бази вуглеводневого палива Україна пройшла складний шлях від повного

забезпечення ними власних потреб до держави, яка в кінці ХХ сторіччя має дефіцит вуглеводневої сировини та її велику частку в складі імпорту. Значна залежність економічного розвитку України від зовнішніх джерел енергопостачання вимагає від керівництва держави все активніше займатися питаннями енергодиверсифікації. Однією зі складових цього процесу є розробка нових родовищ вуглеводнів, зокрема сланцевого газу й газу щільних колекторів тощо. Щодо СГ привабливим є факт формування його покладів у межах більшої частини територій Східного і Західного НГБ України, а також наявність розвинутої мережі газопроводів, які можуть забезпечити оперативну доставку видобутого газу. Крім того, це виключає витрати значних коштів для будівництва нових трубопроводів [8, 9, 11, 12].

У квітні 2011 року було оприлюднено аналіз Американської інформаційної енергетичної агенції (U.S. EIA) "Світові ресурси сланцевого газу: аналіз 14 регіонів за межами США". Відповідно до цього документа Україна має досить великі запаси сланцевого газу, поклади якого за геолого-економічними оцінками підрозділів НАН України і Держгеолслужби Мінприроди України є перспективними для промислового освоєння (табл. 1).

Водночас загальнодержавний баланс запасів традиційних вуглеводнів у межах геологічних структур України (Східний, Західний, Південний НГБ) виглядає досить напруженим (табл. 2). Геолого-ресурсна і геолого-економічна складність сучасного видобутку нафти, газу і газоконденсату переважно пов'язана з розробкою малих і глибоких родовищ [5, 7-9, 11, 12].

На території України розглядаються два перспективних регіони з покладами

сланцевого газу: Дніпровсько-Донецький (Східний НГБ) і Люблинський (Західний НГБ) із запасами

1,36 трлн м<sup>3</sup> і 4,22 трлн м<sup>3</sup> відповідно (рис. 1).

Із цих 5,58 трлн м<sup>3</sup> СГ в кінцевому випадку можуть

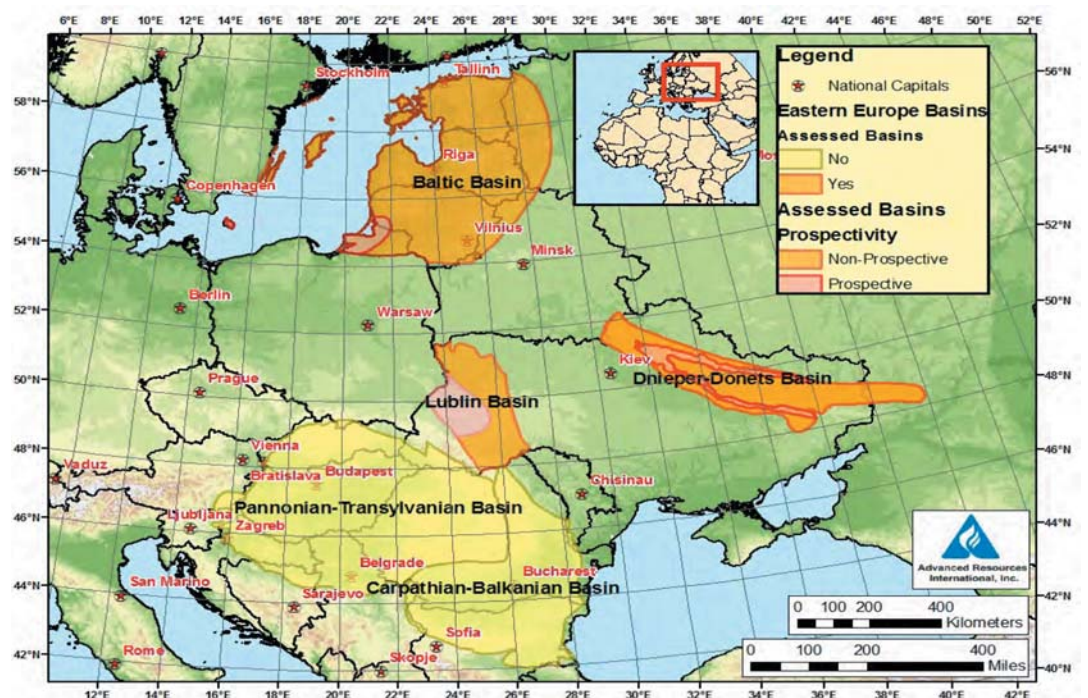
бути технічно вилучені 1,2 трлн м<sup>3</sup> (до 20%), що дасть можливість суттєво посилити власну енергоресурс-

**Таблиця 1. Порівняння запасів сланцевого газу в країнах Європи з наявними запасами природного газу, виробництвом і споживанням**

Держави	2009 р. ринок природного газу, млрд м <sup>3</sup>			Доведені запаси природного газу, млрд м <sup>3</sup>
	виробництво	споживання	імпорт (експорт), у %	
Франція	0,85	49,00	98 %	56,66
Німеччина	14,45	92,63	84 %	175,64
Нідерланди	79,04	48,72	(62 %)	1388,10
Норвегія	103,40	4,53	(2156 %)	2039,66
Великобританія	59,21	88,10	33 %	254,96
Данія	8,50	4,53	(91 %)	59,49
Швеція	-	1,13	100 %	
Польща	5,95	16,43	64 %	164,30
Турція	0,85	35,13	98 %	5,67
Україна	20,40	44,19	54 %	1104,82
Литва	-	2,83	100 %	
Інші	13,60	0,27	50 %	76,77

**Таблиця 2. Баланс запасів вуглеводнів у геологічних структурах України**

Регіони	Розвідані запаси (станом на 2009 р.)			Видобуток з початку роботи		
	Нафта, млн т	Газ, млрд м <sup>3</sup>	Газоконденсат, млн т	Нафта, млн т	Газ, млрд м <sup>3</sup>	Газоконденсат, млн т
Україна	112	1014,5	61,7	315,4		72,6
Східний	65,5	810,7	56,3	205,1		68,6
Західний	40,1	132,8	2,6	110,0	298,2	2,7
Південний	6,4	71,0	2,8	0,3	29,9	1,3



**Рис. 1. Схема розміщення басейнів сланцевого газу в Європі**

ну базу вуглеводнів в Україні. За умови використання лише технічно доступного сланцевого газу, на рівні споживання 2013 року, доведених запасів цих ділянок вистачить на 35–40 років.

## 2. Оцінка еколого-гідрогеологічної небезпеки техногенних змін стану геологічного середовища в процесах видобутку сланцевого газу

Як було показано вище, видобуток СГ пов'язаний із техногенним створенням просторово-розвинутих зон високопроникної тріщинуватості в стиснутих газодонасичених шарах, які залягають на глибині 3,0–4,5 км і більше. Для цього використовується фрекінг-процес (ФП), який відрізняється від традиційного гідророзриву високоенергетичним гідрогеомеханічним впливом на слабопроникні газодонасичені шари способом нагнітання в горизонтальні (до 1,0–1,5 км і більше) або нахилені свердловини суміші з води (96–97 %), піску (1,5–2,0 %), хімічно- і поверхнево-активних речовин (ПАР).

Аналіз технологічних параметрів ФП (тиски, динаміка пружно-пластичної деформації фрекінг-зони, тріщиноутворення та ін.) свідчить, що до основних еколого-техногенних загроз і геолого-економічних ризиків промислової розробки родовищ сланцевого газу в нафтогазоносних структурах України, порівняно з традиційними газовими родовищами, можна зарахувати такі:

1) великі енергетичні (гідрогеодеформаційні) та фізико-хімічні впливи на глибокі горизонти геологічного середовища, для чого необхідні потужне обладнання, висококваліфікований персонал, нормативно-правова адаптація сучасних технологій і дуже суттєві інвестиції;

2) формування об'ємно-просторової мережі га-

зоводопроникних тріщин, довжина яких у плані варіює від 250–350 м (до 90 %) до 500–600 м (2–3 %), що значно підвищує ризик гідравліко-фільтраційного зв'язку з водопроникними ділянками тектонічних порушень і регіональних водотривів (“гідрогеологічні проникні вікна”);

3) скорочений термін ефективного функціонування – до 3–8 років – свердловин на СГ (для порівняння – свердловини з видобутку вільного газу функціонують 15–20 і більше років);

4) підвищена агресивність сланцевого газу до металу призводить до скорочення терміну експлуатації газопроводів до 2 разів і зменшення їх енерговіддачі (за досвідом промислового видобутку, транспортування та використання в США);

5) зменшення окупності інвестицій до 10–12 років (у ряді регіонів США реальна собівартість сланцевого газу сягає 212–283 дол. на 1 тис. м<sup>3</sup>) порівняно з 5–7 роками при видобутку традиційного газу;

6) на відміну від газоносних площ США, де технологічні параметри геологічного середовища вивчені дуже добре і є сприятливими для видобутку (глибина 1,5–3,0 км, незначна тектонічна порушеність, знижена міцність порід), площі поширення відкладів зі сланцевим газом в Україні не досліджені настільки, щоб можна було з високою вірогідністю оцінювати запаси і витрати на видобуток способом побудови вірогідних геолого-економічних і бізнес-моделей, тим більше, що собівартість сланцевого газу сильно залежить від глибини та структурно-геодинамічних умов видобутку [5, 6, 7–12];

7) небезпека довгострокового забруднення підземної гідросфери, зокрема стратегічно важливих горизонтів прісних вод питної

якості та родовищ лікувальних мінеральних ресурсів унаслідок формування під час використання фрекінг-процесу деформацій регіональних водотривів, техногенних тріщинно-проникних зон із великою кількістю (тис. м<sup>3</sup>) токсичних технологічних сполук, радону та природних радіонуклідів, які здатні до міграції в підземні і поверхневі джерела питногосподарського водопостачання;

8) розвиток локальних деформацій денної поверхні і техногенних сейсмогеофізичних явищ (глибинні гідрогеомеханічні поштовхи або землетруси);

9) суттєві збільшення еколого-техногенних навантажень на існуючу інженерну інфраструктуру, які зумовлені вилученням значних земельних площ під шляхову, трубопровідну та складську інфраструктуру, виконанням до 4500–5500 рейсів дизельних великовантажних автомобілів на кластер (кущ) із шести свердловин, використанням з ризиком подальшого забруднення великих обсягів водних ресурсів (4–20 тис. м<sup>3</sup> на одну видобувну свердловину).

Для забезпечення об'ємного розвитку високопроникної тріщинуватості попередньо виконується просторовий кульовий простріл пристовбурового породного масиву горизонтальних свердловин на глибину до 0,5–0,7 м з наступною закачкою в складі технологічного розчину піску та ПАВ. Об'єм закачки технологічного розчину під час ФП у 100–120 м секції горизонтальних свердловин сягає 600–1500 м<sup>3</sup>, а витрати часу 3–7 годин; при цьому величина тиску  $P_0$  переважно визначається двома складовими: геостатичним тиском (вагою) вищезалеглих порід та їх міцністю на розрив перпендикулярно нашаруванню  $\sigma_{\perp}$ , таким чином

$$P_0 = \gamma h + \sigma_{\perp}$$

де  $\gamma$ ,  $h$  – відповідно середня об'ємна вага та товщина шару порід, що залягають вище горизонту СГ,  $\gamma = 2,2$  т/м<sup>3</sup>, розрахункове значення  $h = 3000$ – $5000$  м;

$\sigma_{\perp}$  – значення міцності осадових ущільнених порід на розрив перпендикулярно нашаруванню; за дослідними даними  $\sigma_{\perp} = 150$ – $250$  кг/см<sup>2</sup> (15–25 МПа).

Відповідно до вищевведених параметрів тиск ФП сягає 800–1400 кг/см<sup>2</sup> (80–140 МПа), що забезпечує просторовий розвиток газо-водопроникних тріщин, інжекцію в їх простір 150–250 м<sup>3</sup> кварцового піску на одну видобувну свердловину для забезпечення довгострокового збереження розкриття та газодопроникнення тріщин.

Варто відзначити, що реологічне (дуже повільне) стискання тріщинно-порового простору ФЗ зменшує в часі її проникність і тому відбувається збільшення питомої щільності видобувних свердловин на родовищах СГ (до 6–15 сверд./км<sup>2</sup>). Це призводить до створення в продуктивних горизонтах регіональних пластово-тріщинних систем і зон деформацій регіональних перекиваючих водотривів з ризиком їх локальних руйнувань. Дія вищезазначених чинників зумовлює суттєві порушення рівноваги гідродинамічних тисків, проникності та швидкостей фільтрації в товщах поширення СГ, які належать до зон уповільненого водообміну (ЗУВ) високомінералізованих вод (300–350 г/дм<sup>3</sup>). Наслідком цього є формування ризиків їх техногенної міграції до вищезалеглих горизонтів прісних вод (до 1–3 г/дм<sup>3</sup>) зони активного водообміну (ЗАВ).

Загалом у процесі техногенної еволюції гідрогеофільтраційної системи ФЗ можна виділити три фази:

1) просторового розвитку за умови пружно-пластичних

деформацій уздовж стовбура горизонтальної або пологонахиленої свердловини мережі проникних тріщин, відкритість яких фіксується піщаним матеріалом при одночасному заповненні токсичним технологічним розчином; у процесі розвитку фрекінг-тріщинуватості існує ризик руйнівних деформацій вищезалеглих слабопроникних шарів і периферійного розвитку гідравліко-фільтраційного зв'язку ФЗ з проникними тектонічними зонами. Останнє є основою формування інжекційного висхідного потоку токсичних технологічних забруднень до прісноводних горизонтів ЗАВ;

2) площадна висхідна гідрогеоміграція у вигляді повільного дифузійно-конвективного потоку залишків маломінералізованих технологічних розчинів під впливом їх зменшеної густини ( $\gamma_{\text{лв}} = 1000 \text{ кг/м}^3$ ) порівняно з мінералізованими ( $M = 300\text{--}400 \text{ кг/м}^3$ ) поровими розчинами ( $\gamma_{\text{лв}} = 1200 \text{ кг/м}^3$ ) і реологічного (уповільненого) скорочення тріщинного простору ФЗ; екологічно небезпечною складовою цієї фази розвитку ФЗ можна вважати поступове забруднення порових розчинів вищезалеглих горизонтів ЗУВ і ЗАВ;

3) розвиток у ФЗ гідрогеодеформаційного поля пружних напружень з накопиченням потенційної енергії та ризиком нерівномірних рухів породних блоків (прояв техногенних дрібнофокусних землетрусів) і деформацій денної поверхні.

Далі наводяться орієнтовні аналітичні оцінки часових та енергетичних показників вищезазначених ефектів еволюції ФЗ з урахуванням гідрогеофільтраційних і геодинамічних процесів.

1. *Ризик формування гідравліко-фільтраційного зв'язку ФЗ з проникними тектонічними структура-*

*ми оцінюється за результатами дешифрування матеріалів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) і визначення "питомої щільності" мережі лінеаментних структур (рис. 2, 3).*

За результатами математичної обробки знімків ДЗЗ у районі першої по-

шукової свердловини (акад. В. І. Лялько, д-р геол. наук О. Т. Азімов) на Юзівській площі питома щільність лінеаментних зон становила  $0,25 \text{ км/км}^2$ .

Лінійна щільність техногенної тріщинуватості ФЗ у типовому кластері (США, штат Пенсильва-

нія) із шести горизонтальних свердловин (рис. 4) становить  $1,5\text{--}3,0 \text{ км/км}^2$ , тобто від 6 до 12 разів більше.

Результати розрахунку за вищенаведеною схемою свідчать про суттєве зростання вразливості забрудненню горизонтів прісних підземних



Рис. 2. Фрагмент "Карта розривних порушень та основних лінеаментів у зоні дослідної свердловини на сланцевий газ (Юзівська площа, Харківська обл.)" М 1:1 000 000 [М. А. Крилов та ін., 1988]



Рис. 3. Збільшений фрагмент схеми результатів регіонального структурного дешифрування радіолокаційних даних ДЗЗ на фоні синтезованого сканерного багатозонального КЗ LANDSAT ETM+ із супутника "LANDSAT-7" від 01.06.2002 р. (сьомий, четвертий і другий канали, псевдокольори; акад. НАНУ В. І. Лялько, д-р геол. наук О. Т. Азімов)

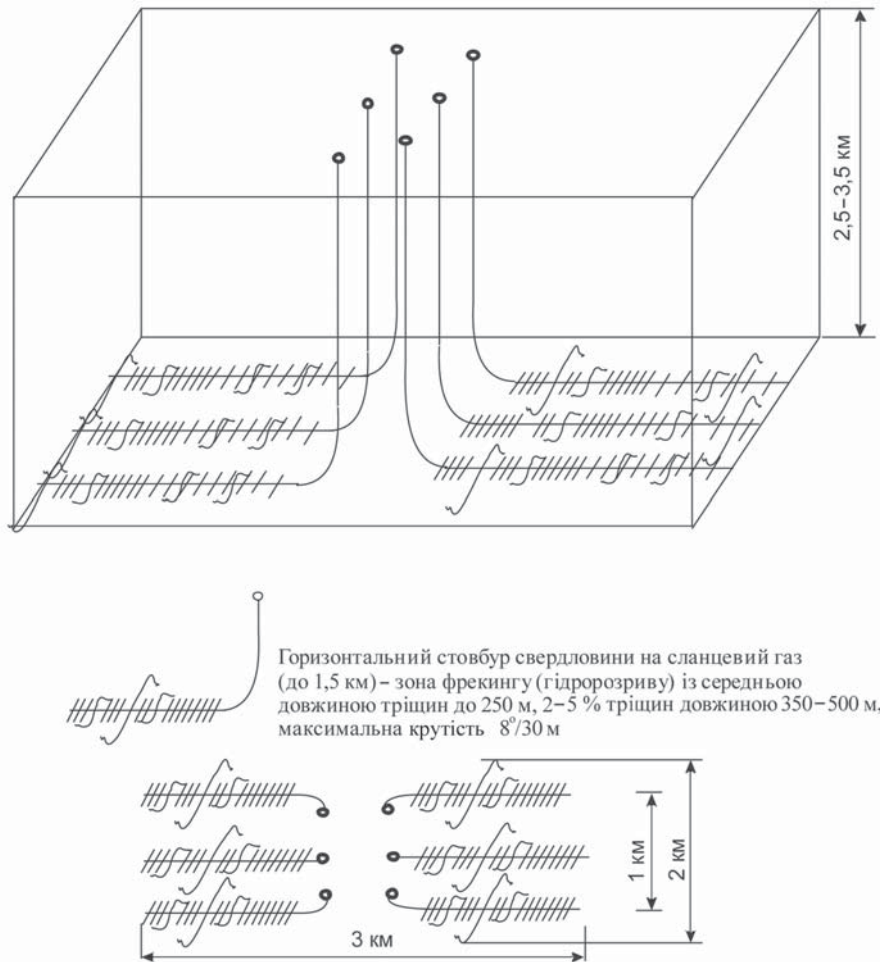


Рис. 4. Типова схема кластера видобувних свердловин на сланцевий газ (штат Пенсільванія, США)

вод у межах НГБ унаслідок дії чинників фрекінг-процесу. Наявні регіональні оцінки за даними математичного моделювання водо-теплопереносу (акад. НАНУ В. І. Лялько, акад. НАНУ В. М. Шестопапов, канд. геол.-мінерал. наук Д. Р. Литвак, канд. геол.-мінерал. наук Г. Г. Лютий та ін.) з урахуванням регіональних значень проникності ( $K_r = (1 \div n) \cdot 10^{-4}$  м/добу) та активної пористості ( $n_r = 10^{-3} - 10^{-4}$ ) тектонічних зон дають можливість виконати орієнтовний розрахунок часу висхідної міграції забруднень  $t_m$  із фрекінг-зони на глибині  $H_{фз} = 3000$  м до ґрунтового водоносного горизонту (ГрВГ).

Згідно із залежністю Дарсі  $t_m \approx H_{фз}^2 / V_m$ , де  $V_m$  – середня швидкість висхідної міграції забруднень технологічного розчину. Середнє значення  $V_m$  може бути розраховано

но за рівнянням  $V_m = K_r i / n_r$ , де  $i$  – градієнт висхідного потоку в гідравліко-фільтраційній системі “зона фрекінгу – проникна тектонічна структура”.

Допускаючи лінійне зниження в часі тиску у фрекінг-зоні від початкового ( $P_0 = \gamma_n H + \sigma_{\perp}$ ) до гідростатичного, під час якого зупиняється вивільнення сланцевого газу, визначимо середню величину тиску висхідної міграції

$$P_{сер} = [(\gamma_n H_{фз} + \sigma_{\perp}) + H_{фз}] / 2,$$

де  $\gamma_n$  – об’ємна густина порід,  $\gamma_n \approx 2,2 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>;

$H_{фз}$  – середня глибина фрекінг-зони (процесу);  $H_{фз} = 3000$  м = 300 МПа (гідростатичний тиск прісної води);

$\sigma_{\perp}$  – міцність сланцево-газоносних порід на розтягання (розрив) перпендикулярно нашаруванню; за літературними даними

$\sigma_{\perp} \approx 30$  МПа (300 кг/см<sup>2</sup>).

Відповідно до вищенаведених даних величина градієнта висхідної міграції буде дорівнювати  $i = P_{сер} / H_{фз} = [(\gamma_n H_{фз} + \sigma_{\perp}) + H_{фз}] / 2 H_{фз} = [(660 + 300) + 300] / 2 \cdot 300 \approx 2,1$ , а час досягнення ГрВГ  $t_m = H_{фз}^2 / (k_i / n_r) = 3000^2 / [(10^{-4} \cdot 2,1) / (10^{-3} \div 10^{-4})] \approx 14,2 \cdot 10^3 \div 1420$  діб  $\approx 40 \div 4$  років.

Варто відзначити, що орієнтовні оцінки часу можливої висхідної міграції технологічних забруднень із ФЗ збігаються з терміном експлуатації фрекінг-зони ( $t_m \geq 5$  років) і з проявами в США на родовищах СГ численних локальних забруднень підземних і поверхневих джерел водопостачання ( $t_m > 20 \div 30$  років).

2. *Орієнтовний час площадної висхідної міграції технологічних забруднень ФЗ крізь суцільний породний*

масив оцінюється за умови, що рушійним чинником висхідної гідрогеоміграції в цьому випадку є різниця густини прісноводного технологічного розчину ( $\gamma_{пв} = 1000$  кг/м<sup>3</sup>) і мінералізованих порових розчинів газомісних порід ( $\gamma_{пор} = 1200$  кг/м<sup>3</sup>).

При глибині фрекінг-зони  $H_{фз} = 3000$  м і лінійному зниженні різниці щільності в інтервалі “зона фрекінгу – ГрВГ” середнє значення градієнта висхідної фільтрації становитиме  $i_{ф} = (\gamma_{пор} - \gamma_n) H_{фз} / 2 H_{фз} = (1,2 - 1,0) / 2 = 0,1$ . За формулою Дарсі час висхідної фільтрації в суцільному породному масиві становитиме  $t_{пм} = H_{фз}^2 / [(k_m \cdot i_{ф}) / n_{пм}]$ ,

де  $k_{пм}$  – середня проникність суцільного породного масиву від фрекінг-зони до ГрВГ;  $n_{пм}$  – активна пористість суцільного породного масиву (за даними лабораторних досліджень і математичного моделювання глибоких горизонтів ЗУВ, зокрема полігонів захоронення токсичних стоків  $n_{пм} = 10^{-3}$ ; за формулою Тіма-Каменського  $k_{пм} = H_{фз}^2 / [(m_{пр} / k_{пр} + m_0 / k_0)]$ ,

де  $m_{пр}$  – товщина проникних шарів,  $m \approx 500$  м,

$k_{пр}$  – середній коефіцієнт фільтрації проникних шарів,  $k_{пр} = 2,0$  м/добу;

$m_0, k_0$  – відповідно середні значення товщини і коефіцієнтів фільтрації слабопроникних (розділяючих) шарів (т. зв. регіональних водотривів); сумарна товщина  $m_0 = (3000 - 500) \cdot 2500$  м,  $k_0 = (2 \div 5) \cdot 10^{-5}$  м/добу (за даними А. Б. Климчука, щодо проникності карстово-продних систем).

Тоді  $k_{пм} \approx 3000 / [(500/2) + (2500 / (2 \div 5) \cdot 10^{-5})] = 2,4 \cdot 10^{-5} \div 6 \cdot 10^{-5}$  м/добу, а орієнтовний час висхідної (дифузійно-конвективної) міграції технологічних забруднень крізь суцільний породний масив становитиме  $t_{пм} = 3000^2 / [(2,4 \cdot 10^{-5} \div 6 \cdot 10^{-5}) \cdot 10^{-1}] / 10^3 = 2500 \div 63000$  діб  $\approx 70 \div 170$  років. Варто взяти до уваги, що в умовах ГС існує мож-

лівість значного зниження концентрації забруднень за рахунок впливу сорбції і регіонального руху підземного потоку в системі горизонтів ЗАВ.

Отримані оцінки швидкості висхідної міграції технологічних забруднень по проникних тектонічних зонах (від перших років до десятиків) і крізь суцільний породний масив (від десятиків до сотень років) є орієнтовними, враховуючи високу ймовірність прискорення висхідних потоків унаслідок утворення в зоні фрекінгу газво-водної емульсії, в'язкість якої в десятки разів менша. Тому прискорений висхідний рух із ФЗ високопроникної емульсії з вуглеводневих газів, мінералізованих вод і залишків токсичних розчинів є чинником, який здатний призвести до зміни структури газогеохімічного поля у верхній зоні геологічного середовища, в першу чергу внаслідок прискореної міграції газів по тектонічних і послаблених (лінеаментних) зонах.

Таким чином, виявлення в початковій фазі проведення фрекінг-процесу зміни фонової структури приповерхневого газогеохімічного поля є ознакою порушення гідрогеофільтраційної ізоляваності ФЗ, а так само небезпеки забруднення горизонтів прісних підземних вод і поверхневих водних об'єктів.

*Ризик геопросторового забруднення підземної гидросфери на площах видобутку СГ* уявляється доцільним додатково оцінити за консервативною балансовою схемою співвідношення об'єму води для розчину забруднень  $Q_{бр}$  до безпечних концентрацій  $C_{гдк}$  з об'ємом порових розчинів  $V_{пор}$ , які залишають вище ФЗ

$$Q_{бр} = V_{бр} / C_{гдк} \leq V_{пм} \cdot n_{пм},$$

де  $V_{бр}$ ,  $V_{пм}$ ,  $n_{пм}$  – відповідно питомі об'єми остаточних токсичних розчинів у ФЗ і порових вод у перекриваю-

чому ФЗ породному масиві  $m^3/km^2$ ; за даними праць [2, 3],  $V_{бр} \sim 400 m^3/km^2$ , у більшості випадків  $C_{гдк} \sim 1,0-0,1 mg/dm^3$  (відносна частка  $10^{-6}-10^{-7}$ ), при глибині ФЗ = 3000 м  $V_{пм} = 3 \cdot 10^9 m^3/km^2$ ;

$n_{пм}$  – загальна пористість порід вище ФЗ,  $n_{пм} = 0,2$ .

З результату вирішення вищенаведеної балансової залежності виходить, що

$$Q_{бр} = 400 / (10^{-6} - 10^{-7}) = 4 \cdot 10^8 - 4 \cdot 10^9 m^3, \text{ а об'єм порових вод вище ФЗ}$$

$$V_{пм} \cdot n_{пм} = 3 \cdot 10^9 \cdot 0,2 = 6 \cdot 10^8 m^3.$$

Таким чином, залишки технологічних розчинів у ФЗ в окремих випадках здатні до довгострокового забруднення підземних вод ЗУВ і ЗАВ.

З метою визначення площ ділянок, які мають мінімальний ризик забруднення підземних і поверхневих вод під час використання технології фрекінгу, нами була виконана геопросторова оцінка співвідношення площ оптимальних кластерів видобувних свердловин на сланцевий газ і питомої щільності лінеаментів за даними ДЗЗ (рис. 2-4). Отримані результати засвідчили, що екологічно безпечні (майже непорушені) ділянки з видобутку СГ у межах Юзівської площі становлять 60-65 %, а Одеської – 45-55 %, що зумовлено підвищеною тектонічною порушеністю останньої.

Отримані дані дають змогу зробити висновок про доцільність випереджаючого районування територій пошуково-розвідувальних робіт на сланцевий газ за геодинамічною стійкістю на основі комплексного аналізу матеріалів ДЗЗ і газогеохімічної зйомки.

### **3. Накопичення потенціальної енергії у фрекінг-зоні та ризик техногенних землетрусів під час видобутку сланцевого газу**

У загальному плані землетрус на сучасному етапі дослідження належить до процесів транзиту енергії в

літосфері або локалізованих вибухів механічної енергії, яка поширюється в радіальних напрямках від джерела (фокусу).

Майже до 50-60-х років ХХ ст. землетруси розглядалися як природні явища, яким передують поступове зростання підвищених напруг з наступним переміщенням ділянок породного масиву з боків тектонічного розлому. Останніми десятиріччями в межах ряду країн Азії, Америки, Європи (Індія, 1967; Туркменістан, 1984; Україна, Кривий Ріг, 2007) мали місце землетруси в місцях будівництва великих водосховищ, видобутку газу і великих обсягів рудної сировини з техногенними порушеннями напружено-деформованого стану і змінами потенційної енергії верхньої зони літосфери.

У межах України до активних геодинамічних структур належать Західний і Східний НГБ. За даними карт загального й детального сейсморайонування в межах України виділяються зони з силою землетрусів від 8 до 4 балів, причому їх бальність зменшується з Південно-західного та Південного регіонів у північному напрямку [13].

Ураховуючи наближеність Західного НГБ до сейсмоактивної зони Вранча (Румунія) та наявність у Карпатському регіоні місцевих джерел землетрусів, сила місцевих природних сейсмопоштовхів може сягати 6-7 балів шкали МСК-64. Східний НГБ за результатами сейсмогеофізичних спостережень має природну сейсмічність у 4-5 балів, але при підвищеній щільності тектонічних лінеаментних і солештокових структур. Останнє може бути ознакою формування полів концентрації механічних напруг і підвищеної чутливості до техногенних змін напружено-деформованого стану

глибоких горизонтів геологічних структур.

У геодинамічному відношенні видобуток сланцевого й затисненого газу із слабопроникних колекторів способом використання ФТ супроводжується масштабними збільшеннями тиску внаслідок нагнітання великих об'ємів технологічних розчинів із швидкоплинними (години, доби) змінами первинного напружено-деформованого стану породного масиву.

Циклічне проведення фрекінг-процесу на кластерах видобувних свердловин у межах геологічних структур НГБ і техногенне дезінтегрування порід з активними тектонічними порушеннями здатне зумовити нерівномірне вивільнення з глибинних зон породного масиву техногенної потенційної енергії. Це може відбуватися у вигляді техногенно-сейсмічних поштовхів різної інтенсивності з наступними деформаціями денної поверхні, ризиком активізації зсувних, карстових, просядкових процесів, які мають велике поширення в межах Юзівської та Одеської площ першочергового видобутку СГ. До речі, активізацію даних екзогенних геологічних процесів ми спостерігаємо в зонах впливу видобутку корисних копалин, будівництва водосховищ та інших складних природно-техногенних систем (Донбас, Кривбас, Карпатський регіон).

Беручи вищенаведене до уваги, нами виконані оцінки техногенної сейсмогеологічної небезпеки на ділянках видобутку СГ за умови використання ФТ з урахуванням додаткових надходжень потенційної енергії в процесі гідрогеомеханічних деформацій глибоких горизонтів геологічного середовища.

У загальному плані кількість потенційної енергії

у фрекінг-зоні дорівнює  $E_{\text{пот}} = P_{\text{фп}} \cdot V_{\text{ф}}$ ,

де  $P_{\text{фп}}$  – середній тиск фрекінг-процесу, для глибини 3000 м  $P_{\text{фп}} = 90$  МПа ( $900 \text{ кг/см}^2$ );

$V_{\text{ф}}$  – середній об'єм закачки технологічного розчину у свердловину з тиском  $\rho_{\text{фп}}$ ,  $V_{\text{ф}} \approx 10 \cdot 10^3 \text{ м}^3$ ;

$E_{\text{пот}} = 90 \cdot 10^6 \text{ Па} \cdot 10^4 \text{ м}^3 \approx 0,9 \cdot 10^{12} \text{ Дж}$ .

Згідно із залежністю, що наведена в праці [7], вищезазначений енергетичний рівень струшування (подрібнення) породного масиву є еквівалентним землетрусу магнітудою 3,5–4,0 (4–5 балів шкали МСК-64). Варто відзначити, що подібний рівень сейсмострушувань на ділянках видобутку сланцевого газу відзначався в США, Англії та полігонах захоронення токсичних стоків (США, Росія та ін.).

Окрім того, геодинамічний режим територій першочергового видобутку СГ у межах Східного й Західного НГБ великою мірою порушений видобутком мінеральної сировини, підземних вод, регіональним розвитком процесів підтоплення, зсуво-карстоутворення, які збільшують вплив сейсмопоштовхів на 1–2 бали.

#### 4. Шкала екологічних ризиків під час видобутку сланцевого газу

Видобуток СГ на основі фрекінг-технології призводить до формування просторово-розвинутих складних ПТГС, які мають різний рівень змін навколишнього, в першу чергу геологічного, середовища. Виходячи з цього, уявляється доцільним розглянути основні різновиди екологічного ризику, які пов'язані з видобутком СГ у нафтогазоносних басейнах України, в межах яких розвинуті Дніпровсько-Донецький і Волино-Подільський артезіанські басейни з великими запасами питних і мінеральних лікувальних вод.

У загальному плані з чинниками техногенного впливу ФТ пов'язано кілька різновидів екологічного ризику, головними серед яких є такі:

1) ризик небезпечного порушення гідрогеодинамічної рівноваги і хімічного забруднення глибоких горизонтів геологічного середовища, активізація взаємодії підземної та поверхневої гідросфери;

2) ризик активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів, критичних деформацій поверхні і потенційно небезпечних об'єктів;

3) ризик погіршення безпеки життєдіяльності внаслідок забруднення джерел питно-господарського водопостачання, ґрунтів та сільгосппродуктів.

Характер прояву вищенаведеного переліку екологічних ризиків може бути доволі різноманітним унаслідок впливу суттєвих невизначеностей технологічного, економічного та соціального змісту. Тому нами наведено узагальнений розподіл основних груп екологічних ризиків, пов'язаних з техногенними змінами геологічного середовища, як основного “депо” наслідків використання ФТ.

Наведений далі в “Шкалі екологічних ризиків під час використання технології фрекінгу в процесі будівництва, експлуатації та ліквідації свердловин на сланцевий газ” (табл. 3) розподіл ризиків за балами є відносно умовним і пов'язаним з динамікою технологічного процесу розкриття родовища СГ і змінами його геомеханічних, гідрогеодинамічних, геофізичних і фізико-хімічних параметрів.

Під час розробки вищенаведеної “Шкали екологічних ризиків...” брали до уваги такі методичні положення:

– зростання величини екологічного ризику (бала оцінки) відповідно до тех-

нологічних фаз формування життєвого циклу фрекінг-процесу;

– впровадження в Україні концепції “прийнятного ризику” у зв'язку з неможливістю використання концепції “нульового ризику” за умови переважання регіонів з високим техногенним навантаженням на довкілля.

#### 5. Висновки і рекомендації

1. Фрекінг-технологія є досконалою технологією щодо вилучення вуглеводнів із глибоких шарів (3,5–5,0 км) слабопроникних порід способом їх гідрогеомеханічного подрібнення і створення високопроникних довгоіснуючих (до 5–8 років) зон, заповнених механічними домішками і токсичними технологічними розчинами.

2. Створення глибинних високопроникних фрекінг-зон призводить до довгострокових порушень геомеханічної цілісності, гідрогеофільтраційної та геоенергетичної рівноваги глибоких горизонтів геологічного середовища.

3. Видобуток сланцевого газу на основі фрекінг-технології супроводжується формуванням у глибоких горизонтах на великих площах (сотні-тисячі квадратних кілометрів) техногенних проникних високонапірних зон. Їх особливістю є збільшення проникності глибоких водоносних горизонтів і формування висхідної міграції токсичних забруднень із фрекінг-зони в горизонти прісних підземних вод та поверхневі водні об'єкти (ріки, озера, джерела).

4. Площинне формування під час видобутку сланцевого газу високопроникних тріщинних зон призводить до гідрогеофільтраційної і геохімічної перебудови глибинних горизонтів високомінералізованих вод зони уповільненого водообміну та багаторазової активізації їх взаємодії з вищезалеглими прісноводними горизонтами

та поверхневими водними об'єктами.

5. Тріщинно-поровий простір фрекінг-зон є колектором великих залишкових об'ємів токсичних технологічних розчинів, які здатні до масштабного просторово-часового забруднювального впливу на горизонти прісних вод і поверхневі водні об'єкти.

6. Провідними шляхами прискореної міграції токсичних технологічних забруднень із зон техногенного тріщиноутворення під час видобутку сланцевого газу є проникні тектонічні порушення, які найвірогідніше діагностуються за матеріалами ДЗЗ і газогеохімічних зйомок.

Беручи до уваги великий енергопотенціал сланцевого газу в межах нафтогазоносних структур Східного й Західного регіонів України, їх значну структурно-тектонічну порушеність, техногенну навантаженість і підвищену екологічну чутливість геологічного середовища до механічних, фізичних і хімічних чинників впливу фрекінг-технології, уявляється необхідним виконання:

1. Випереджаючої оцінки тектонічної порушеності (суцільності) породного масиву в межах сланцево-газоносних структур на базі аналізу матеріалів ДЗЗ і визначення природної (фонові) структури газогеохімічного поля ділянок пошуково-розвідувальних робіт на сланцевий газ.

2. Удосконалення структури моніторингу параметрів газогеохімічного поля, рівневого і хімічного режиму підземних і поверхневих вод, геохімічного стану ландшафтів у межах родовищ сланцевого газу.

3. Дослідження сорбційно-десорбційних властивостей мінерального скелета і порових розчинів породного масиву над зоною фрекінгу з метою визначення захисної



Таблиця 3. Шкала екологічних ризиків під час використання технології фрекінгу (frace making) у процесі будівництва, експлуатації та ліквідації свердловин на сланцевий газ (shale gas)

Бал аварійної події	Гіосфера	Технологічний зміст аварійної події	Провідний екологічний чинник аварійної події	Можливий рівень усунення еконаслідків аварійної події	Просторово-часова характеристика екологічних наслідків
1	Наземна поверхня, окремі технологічні блоки проммайданчику бурової	Руйнування інженерної інфраструктури, без виходу забруднень за межі проммайданчику (витоки палива, мастильних матеріалів, реагентів)	Короткочасове (до 1–3 місяців) забруднення ґрунтів, приземної атмосфери, можливо ґрунтових вод (локальне)	Майже повний	Обмежене остаточно забруднення ґрунтів, підстиляючих порід
2	Наземна поверхня, окремі технологічні блоки проммайданчику або їх угруповання	Порушення регламенту експлуатації або руйнування кількох елементів інженерної інфраструктури з виходом забруднень за межі проммайданчику	Довгострокове (до 1 року) наднормативне забруднення ґрунтів, поверхневих вод, підстиляючих порід, ґрунтових вод за межами проммайданчику	Майже повний	Тимчасове хімічне забруднення діянок водозбірних ландшафтів, поверхневих і підземних вод, погіршення умов земле-водокористування в прилеглих містах і селищах
3	Підземна гідрогеосфера (середня глибина до 2,0–3,0 км)	Вертикальний стовбур свердловини до зони викривлення – поглинання бурового розчину, деформації стовбура, обрив обсадних колон, неякісна цементация затрубного простору	Забруднення водоносних горизонтів прісних і мінералізованих вод, погіршення ізольованої здатності регіональних водоносних і захищеності підземних і поверхневих вод від забруднення	Значний (іноді до повного)	Обмежене забруднення підземної гіросфери, зокрема прісноводних горизонтів зони активного водообміну (ЗАВ) і наближених підземних водоносів
4	Підземна гідрогеосфера (середня глибина до 3,0–3,5 км)	Ризик розкриття в зоні викривлення стовбура свердловини нестійких (порущених) порід, поглинання технологічного розчину	Локальне забруднення горизонтів мінералізованих вод зони уповільненого водообміну (ЗУВ) і ризик перетоку забруднень до горизонтів питних вод ЗАВ	Частковий	Обмежене довгострокове забруднення порід і горизонтів мінералізованих вод і ризик уповільненої міграції забруднень до водозабірних споруд
5	Підземна гідрогеосфера (глибина 3,5–5,0 км)	Ризик розкриття стовбурами горизонтальних (середня довжина 1,5–2,0 км) або полого-нахилених свердловин тектонічних прониклих зон з висхідною міграцією мінералізованих вод у горизонти прісних вод ЗАВ	Прискорена міграція технологічних розчинів, хімічних сполук, токсичних хімічних елементів до горизонтів прісних вод, підземних і поверхневих водоносів	Частковий	Небезпека міграції забруднень у горизонти підземних вод зон уповільненого та активного водообміну, об'ємне геохімічне забруднення геологічного середовища

Бал аварійної події	Геосфера	Технологічний зміст аварійної події	Провідний екологічний чинник аварійної події	Можливий рівень усунення еконаслідків аварійної події	Просторово-часова характеристика екологічних наслідків
6	Підземна гідрогеосфера (глибина 3,5–5,0 км)	Виконання технологічних процедур фрекінгу зі створенням у геостатично стиснутих породах об'ємної системи прониких тріщин з нагнітанням водно-піщаних хімічних розчинів	Підвищена ймовірність гідравлічно-фільтраційної інжекції водно-піщаних хімічних розчинів і мінералізованих вод ЗУВ у прісноводні горизонти ЗАВ і поверхневі водні об'єкти (зокрема у вигляді водно-газової високо-проникної емульсії)	Украї обмежений	Ризик прискореної висхідної міграції водно-газової емульсії з технологічних забруднень і мінералізованих вод по тектонічних та ослаблених зонах з формуванням розсереджених ділянок забруднення підземних і поверхневих водо-заборів. Можливі локальні деформації поверхні та сейсмо-струшування, погіршення умов експлуатації складних інженерних споруд (трубопроводів, залізниць, мостів та ін.)
7	Підземна гідрогеосфера (глибина 3,5–5,0 км)	Висхідна гідрогеоміграція із зони фрекінгу низькоцінних технологічних розчинів (питома густина 1,0 г/дм <sup>3</sup> ) крізь гідрогеофільтраційне поле мінералізованих вод ЗУВ (питома густина 1,2 дм <sup>3</sup> при мінералізації 300–350 г/дм <sup>3</sup> )	Розвиток довгострокового процесу конвективно-дифузійного забруднення горизонтів ЗУВ і ЗАВ залишків технологічних розчинів унаслідок реологічного стиснення зони фрекінгу. Ризик формування техногенних порушень рівноважного водо-енергообміну горизонтів ЗУВ і ЗАВ	Майже унеможливлений	Формування довгострокової уповільненої висхідної гідрогео-міграції техногенних і природних забруднень із залишкових ділянок фрекінг-камор і глибоких горизонтів з можливістю територіального стійкого забруднення підземних і поверхневих водо-заборів

здатності геологічного середовища на ділянках видобутку сланцевого газу.

4. Розробки математичних моделей техногенно-геологічних систем (ТГС) “зона фрекінгу – геологічне середовище” з метою визначення гранично-припустимих параметрів фрекінг-процесу на стадіях геолого-пошукових та експлуатаційних робіт, а також прогнозу довгострокового впливу залишків токсичних технологічних розчинів у фрекінг-зоні на якість підземних і поверхневих вод.

5. Дослідження з розробки нормативно-правової та науково-методичної бази щодо використання фрекінг-технології під час геологічного вивчення та експлуатації родовищ сланцевого газу.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Адаменко О. М. Екологічні проблеми розвідки і видобутку сланцевих газів на Олеській площі. Екологічне та збалансоване ресурсористування. 2013. № 2 (8). С. 4–12.
2. Довгий С. О., Євдошук М. І., Коржнев М. М. та ін. Енергетично-ресурсна складова розвитку України. Київ: Ніка-Центр, 2010. 263 с.
3. Якушенко Л. М., Яковлев Є. О. Перспективи видобутку сланцевого газу в Україні: екологічні аспекти. Аналітична записка НІСД, 2012. 12 с.
4. Рябцев Г. Л., Сапегін С. В. (ред.). Сучасні проблеми державної політики у сфері видобутку нетрадиційних вуглеводнів в Україні. Київ: НТЦ “Психея”, 2012. 239 с.
5. Довгий С. О., Коржнев М. М., Курило М. М. та ін. Екологічні ризики, збитки та раціональні межі використання надр в Україні. Київ: Ніка-Центр, 2012. 316 с.
6. Лялько В. І., Попов М. А. Спутниковые методы поиска полезных ископаемых (2-е изд.). Киев: Карбон-ЛТД, 2012. 436 с.
7. Ломниця П., Розенблют Э. (ред.) Сейсмический риск и инженерные решения. Москва: Недра, 1981. 683 с.
8. Рудько Г. І. (ред.) Геолого-економічна оцінка родовищ корисних копалин України та проблеми надрокористування//Зб. наукових праць. Київ-Чернівці: Букрек, 2013. 307 с.

9. Шестопалов В. М. (ред.) Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. Водообмен в гидрогеологических структурах и Чернобыльская катастрофа: в 2-х книгах. Киев: Карбон-ЛТД, 2001. 860 с.

10. Лукін О. Ю., Шукін М. В. Проблеми нафтогазоносності великих глибин/Проблеми нафтогазоносності глибоко занурених горизонтів осадових басейнів України//Зб. наук. праць. Івано-Франківськ: Факел, 2005. С. 18–21.

11. Price L. C. Organic geochemistry of core samples from an ultra-deep hotwell (300°C, 7 km)// Chemical Geology. 1982. Vol. 37. № 3/4. P. 215–228.

12. Тожик П. Ф. и др. Нефть и природный газ на континентальном склоне Европы//Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2010. № 1. С. 5–47.

13. ДБН В.1.1-12.2006. Будівництво у сейсмічних районах України.

#### REFERENCES

1. Adamenko O. M. Ecological problems of exploration and production of shale gas in Oleskiv area. Environment and Sustainable resource management. 2013. № 2 (8). P. 4–12.
2. Dovgii S. A., Yevdoschuk M. I., Korzhnev M. N. and others. Energy-resource potential the development of Ukraine. Kyiv: Nick Center, 2010. 263 p.
3. Yakushenko L. M., Yakovlev E. A. Prospects for shale gas in Ukraine: ecological aspects. Analytical Brief, NISS, 2012. 12 p.
4. Riabtsev G. L., Sapegin S. V. (eds.). Recent problems in state policy of the extraction of unconventional hydrocarbons in Ukraine. Kyiv: STC “Psyche”, 2012. 239 p.
5. Dovgii S. A., Korzhnev M. M., Kurylo M. M. and others. Environmental risks, damages and limits of rational use of mineral resources in Ukraine. Kyiv: Nick Center, 2012. 316 p.
6. Lyalko V. I., Popov V. A. Satellite methods of mineral exploration (2nd ed.). Kyiv: Carbon-Ltd, 2012. 436 p.
7. Lomnitsy C., Rozenblyut T. (eds.). Seismic risk and engineer decision. Moscow: Nedra, 1981. 683 p.
8. Rud'ko G. I. (eds.). Geological and economic evaluation of mineral deposits of Ukraine and subsoil problems//Zbirnyk naukovykh prats. Kyiv-Chernivtsi: Bukrek, 2013. 307 p.
9. Shestopalov V. M. (eds.). Water exchange in hydrogeolo-

gical structures of Ukraine. Water exchange in hydrogeological structures and Chernobyl accident: 2 books. Kiev: Carbon-LTD, 2001. 860 p.

10. *Lukin A. Yu., Shchukin M. V.* Problems of hydrocarbon bearing formations of great depths/Problems hydrocarbon deeply embedded layers of sedimentary basins of Ukraine//Zbirnyk naukovykh prats. Ivano-Frankivsk: Fakel, 2005. P. 18–21.

11. *Price L. C.* Organic geochemistry of core samples from an ultra-deep hotwell (300 °C, 7 km)// *Chemical Geology*. 1982. Vol. 37. № 3/4. P. 215–228.

12. *Gozhyk P. F.* and others. Oil and naturel gas on the continental slope of Europe/Geology and mineral resources of World Ocean. 2010. № 1. P. 5–47.

13. DBN V.1.1-12.2006. Construction in seismic regions of Ukraine.

УДК 92:93/99 (477.61/62)

**М. В. ЖИКАЛЯК**, канд. геол. наук, генеральний директор ДРГП “Донецькгеологія”

## Л. І. ЛУТУГІН – ПОЕТ І НАТХНЕНИЙ СКУЛЬПТОР ДОНЕЦЬКОГО БАСЕЙНУ

Стаття присвячена видатному вченому-геологу, талановитому досліднику надр Донецького басейну Л. І. Лутугіну у зв'язку із 150-річчям з дня його народження. Розглянуті основні етапи та особливості створення детальної геологічної карти-моделі Донбасу, інноваційні підходи й досягнення з прикладної геології та гірничої справи вугільних родовищ, його невичерпні організаційські здібності, прогресивні демократичні погляди й принципи. Особистість Л. І. Лутугіна цікава своєю багатогранністю, новаторством та сподвижністю як дослідника та як ученого-геолога з людським серцем, демократа й патріота.

The article is devoted to the outstanding scientist-geologist, talented researcher of Donetsk basin subsoil, L. I. Lutugin in connection with the 150th anniversary of his birthday. It discusses the main stages and peculiarities of creation of detailed geological map - model of Donbass, as well as innovative approaches and achievements of the scientist in the field of applied Geology and mining engineering of coal deposits, his inexhaustible organizational skills, progressive democratic views and principles. Personality of L. I. Lutugin is interesting by its versatility, innovation and selfless devotion as classical researcher, and as someone with kind heart, democrat and patriot.

### Вступ

Видатний дослідник надр Донецького басейну Лутугін Леонід Іванович народився в небагатій купецькій сім'ї 4 березня 1864 року в м. Петербурзі. Середню освіту здобув у реформатському училищі й після дворічної підготовки вступив до Петербурзького гірничого інституту, який закінчив за першим розрядом у 1889 р.

Після закінчення Петербурзького гірничого інституту молодий талановитий геолог був направлений на роботу в Геологічний комітет – тоді єдиний урядовий заклад, який займався вивченням геології та корисних копалин [4]. Уже за перші геологічні дослідження вододілу між верхів'ями рік Печори і Вичегди Л. І. Лутугіну була присуджена велика срібна медаль. Але найважливіша доленосна робота

Леоніда Івановича розпочалася влітку 1892 року в Донецькому басейні, спочатку під керівництвом Ф. М. Чернишова, а з 1897 р. самостійно. Тому ім'я Л. І. Лутугіна як вченого й геолога-новатора нерозривно пов'язане зі створенням першої детальної геологічної карти Великого Донбасу та заснуванням всесвітньо відомої донецької школи геологів-вугільників.

Його титанічна праця в Донецькому басейні є прикладом життєвого подвигу та інновацій стосовно методики польових досліджень, виконаних картопобудов, комплексної оцінки вугільних басейнів, раціонального видобування та використання вугілля. І саме, зважаючи на це, прикро, що в 2011 році, в період абсолютної централізації виконавчої влади в Україні вихідцями з Донбасу та їх киявськими васалами й з мовчазної згоди чиновників від геології, була скасована галузева нагоро-



Леонід Іванович Лутугін  
(1864 – 1915)

да – медаль ім. Л. І. Лутугіна. Тому нині важливо не тільки віддати належне генію вугільної геології з нагоди його 150-річного ювілею, а насамперед відновити моральні цінності та стимули в галузі геології й надр, надати статусу державних основним галузевим нагородам і забезпечити стале функціонування державних регіональних геологічних підприємств та галузі загалом. Саме в цьому нас переконує громадянський та науковий приклад Леоніда Івановича як самовідданого патріота й сподвижника.

### Детальна геологічна карта Великого Донбасу – вінець наукової творчості Л. І. Лутугіна

У 1892 році Гірничий департамент на вимогу гірничих промисловців півдня Росії запропонував Геологічному комітету провести в Донбасі детальне картування кам'яно-вугільних відкладів для точної

документації й дослідження вугільних пластів усього басейну та підрахунку запасів вугілля. Детальне геологічне знімання Донецького басейну доручили Ф. М. Чернишову, Л. І. Лутугіну та М. І. Лебедеву під загальним керівництвом Ф. М. Чернишова. Топографічною основою для цієї роботи була прийнята одностороння карта (масштаб 1:42000) з горизонталлями через чотири сажени та допоміжними через дві сажени. При цьому Донецький басейн був розділений на 65 планшетів площею до 420 км<sup>2</sup> кожний [1, 3]. Л. І. Лутугін розпочав роботи в 1893 р. на півночі Донбасу в районі м. Лисичанська, а М. І. Лебедев – у басейні р. Кальміусу, південніше ст. Рутченкове [2].

Природна відслоненість корінних порід у Донбасі з характерними виходами пластів вугілля вздовж широко розвинутої мережі балок і річок та виступаючі кам'яністі гривки вапняків і щільних пісковиків на вододілах між ними давали багатий фактичний матеріал для геологічного картування, дослідження та пізнання Великого Донбасу. Л. І. Лутугін, ретельно вимірюючи й досліджуючи відслонення кам'яновугільних порід, виносив їх на топографічну карту з відображенням елементів гірничої геометрії, простежував одні і ті само пласти від відслонення до відслонення, від балки до балки та відтворював у моделі складну геологічну будову ділянки, площі або району, обов'язково доповнюючи карту виходів пластів системними геолого-маркшейдерськими спостереженнями в підземних гірничих виробках. Виконані дослідження й побудови були настільки точними, що коли пізніше, у радянські часи, виконувалося детальне інструментальне геологічне знімання промислових районів Донбасу в масштабі 1:5000, тільки в окремих випадках відзначалися розходження не більше 0,5–2,0 м у

нанесенні маркуючих горизонтів порівняно з геологічними картами, які склав Л. І. Лутугін та його співробітники [2, 4].

Наприкінці 1894 р. М. І. Лебедев покинув Донецький басейн. До детального геологічного знімання був залучений М. М. Яковлев, якому доручили дослідження верхнього карбону, строкатобарвистих пермокарбонівих і хемогенних пермських відкладів. У складі цього верхньопалеозойського комплексу М. М. Яковлев виділив чотири світи, серед яких дві нижні – араукаритову й мідистих пісковиків – як перехідні від карбону до пермі він зарахував до пермокарбону, а вапняково-ломітову й соленосну світи – до нижньої пермі [2].

На VII Міжнародному геологічному конгресі вперше були продемонстровані результати детального геологічного знімання Донецького басейну. Ф. М. Чернишов та Л. І. Лутугін усю 12-кілометрову товщу донецького карбону розчленували на три відділи, а кожний відділ на світи. Нижній відділ був розчленований на сім світ ( $C_1^1-C_1^7$ ), середній на шість ( $C_2^1-C_2^6$ ), а верхній на три ( $C_3^1-C_3^3$ ). За підшошу кожної світи були прийняті характерні потужні вапняки, які зазвичай легко пізнаються в полі. При цьому граничні й внутрішньосвітні вапняки були позначені великими, а вугільні пласти малими латинськими буквами [2, 3].

За майже 22 роки геологічних досліджень Донецького басейну Л. І. Лутугін разом зі своїм помічником, спадковим лисичанським шахтарем М. С. Горловим обійшов більшу частину Великого Донбасу – до 22000 км<sup>2</sup>, устиг вивчити 200 пластів і 20 прошарків вугілля [3, 4].

Л. І. Лутугін розробив всевітньо відому комплексну методикою геологічного знімання ( картування) вугленос-



**Фото. Пам'ятник геологу Л. І. Лутугіну – досліднику Донецького вугільного басейну. Місто Лутугине**

них товщ, яка нині називається *донецькою* або *лутугінською*. Він створив вітчизняну школу геологів-вугільників (П. І. Степанов, В. І. Яворський, О. О. Гапеев, Б. Ф. Мефферт, В. І. Соколов та інші), а вугільну геологію обґрунтував як прикладну науку [4].

На основі досліджень Л. І. Лутугіна та вже оформлених карт виходів вугільних пластів на замовлення Ради гірничих підприємств півдня Росії була складена оглядова геологічна карта Донецького басейну в масштабі 1:126000, яка в оригіналі демонструвалася в 1911 р. на Міжнародній Туринській ви-

ставці. За складання цієї карти Леоніду Івановичу була присуджена велика золота медаль [1, 2].

Видання підготовлених планшетів детальної геологічної карти масштабу 1:42000 розпочалося в 1910 р. За 1910–1915 роки було опубліковано вісім детальних планшетів з пояснювальними текстами на зворотній стороні геологічних карт. Перша світова війна затримала видання всіх планшетів і зведених порайонних записок, і тільки в 1927–1931 роках учні та послідовники Л. І. Лутугіна змогли опублікувати решту планшетів, які

були підготовлені під його керівництвом.

Аналізуючи збережені комплекти цих детальних геологічних і топографічних карт, віддаєш належне не тільки високому професіоналізму їх авторів і скрупульозності відображення окремих деталей та елементів, а переконуєшся, що карти є безцінним історичним, науковим та культурним надбанням світового значення. Детальність проведення основних горизонталей через чотири сажени, допоміжних – через дві та деталізованих – через одну сажень дає можливість розглядати топографічну основу до Лутугінських геологічних карт як базову історичну довідку стану земної поверхні Донбасу на початку його промислового освоєння. Із урахуванням непопорушеності ґрунту й незначної забудови поверхні великої історичної цінності набувають закартовані триагуляційні та топографічні пункти, кургани, джерела та колодязі, шурфи й перші бурові свердловини, хутори та шахти з розподілом за паровим, кінним або ручним підйомними механізмами тощо. Уже нині в районах інтенсивного видобування вугілля й підтоплених територій електронні копії детальних топографічних карт та карт виходів пластів, складених у 1910–1915 роках, можна переводити в метровий формат і зіставляти їх з горизонталями та станом поверхні в передвоєнний період і теперішній час.

### **Новатор інженерної геології та гірничої справи**

Л. І. Лутугін як активний працівник науково-технічної комісії Товариства гірничих інженерів та редактор “Вістей...” цього товариства популяризував передові новаторські ідеї з прикладної геології та гірничої справи. Вивчаючи умови формування вугільних родовищ і пластів, пояснював часту циклічну зміну порід у вугленосній товщі коливальними рухами

земної кори та визначив залежність якості вугілля від ступеня його метаморфізму (катагенезу порід).

Складена в 1911 р. оглядова геологічна карта Донецького басейну в масштабі 1:126 000 дала змогу також підійти до вирішення інших надзвичайно важливих проблем вугільної геології. Л. І. Лутугін вважав, що дослідження вугільної речовини вугільних пластів має здійснюватися в тісному взаємозв'язку з детальним геологічним вивченням вугільних родовищ, площ та басейну загалом. Тому в 1912 р. він подає на розгляд у Гірничий департамент доповідну записку “Організація дослідження вугілля Донецького басейну”, в якій детально розробив методику відбору та підготовки проб, програму хімічних досліджень, елементарного та технічного аналізу вугілля, золи й коксу, визначення форм сірки й легких компонентів [3].

Л. І. Лутугін не раз відзначав, що сама природа Донбасу підказала ключ до скарбів своїх надр. Насамперед він звернув увагу на періодичне повторення порід донецького карбону, яке проявляється в закономірному перешаруванні вапняків, пісковиків, сланців та вугілля, й на те, що найбільш витриманими та постійними за потужністю є вапняки й пласти вугілля. Ніде, ні в жодній країні невідоме до сих пір подібне за тривалістю та повнотою суміщення морських і континентальних осадів, яке спостерігається в Донецькому басейні. На підтвердження цього колишній учитель Л. І. Лутугіна – академік О. П. Карпінський – відзначав, що в Донецькому басейні ми маємо єдиний неповторний історичний документ, який ведеться послідовно й безперервно самою природою через весь кам'яновугільний період, документ, розпочатий ще до наступу цього періоду та завершений після його закінчення [2, 4].

В умовах, коли абсолютна більшість видобутого в Донбасі коксівного вугілля промисловцями використовувалася для енергетичних цілей або як моторне паливо в паровозах, Л. І. Лутугін виступив з критикою, заявивши, що Донецький басейн експлуатується без урахування його природних особливостей і наявних запасів вугілля, через це найбільш дефіцитні марки в майбутньому будуть виснажені. Тому, на його думку, необхідно ввести громадський контроль за видобуванням вугілля в Донбасі [4].

Багато вугільних шахтарудників, приречених на вимирання, Л. І. Лутугін після ретельного геологічного дослідження, точних та обґрунтованих рекомендацій повертав до життя, до активної експлуатації й рентабельного вуглевидобутку. Так, на заяву одного шахтовласника, що на його руднику закінчився донецький вугільний пласт, Леонід Іванович відповів, що його інженери обманюють і що донецькому вугіллю кінця не видно. Одночасно він пообіцяв, що втрачений пласт обов'язково знайде. І знайшов його продовження після розлому на незначній глибині всього за чотири дні [4]. Причому із ще більшою потужністю в один сажень (1,067 м).

Незважаючи на протидію донецьких вугільних промисловців, авторитет Л. І. Лутугіна зростав з кожним роком, і тому незабаром він став незамінним геологом-експертом. При цьому свої висновки та рекомендації цей видатний геолог завжди надавав безкоштовно. Через це створилася така ситуація, коли банки Донбасу не видавали грошей гірничим промисловцям без висновку Л. І. Лутугіна та без його підпису, який засвідчував благонадійність того чи іншого вугільного родовища [3].

В останні роки життя, зважаючи на величезний авторитет, надзвичайно фахові й точні висновки та

рекомендації, Л. І. Лутугіна неодноразово запрошували до складу правління того чи іншого вугільного підприємства. Але оскільки у своїй геологічній роботі він завжди був поза будь-якими чисто грошовими інтересами, то добродушно віджартовувався: “Нет, уж увольте, – говорил он одному крупному промышленнику, – жить мне осталось недолго, наворовать я много не успею, а некролог себе испорчу...” [4].

От якби була можливість завчасно ознайомлювати з цими словами всіх керівників і чиновників від геології, особливо за останні 10 років, коли послідовно вітчизняна геологічна галузь доводилася ними до самознищення, а колективи геологів до рабського існування! Але, на превеликий жаль, на сьогодні маємо те, що маємо. Проблема цивілізації еліт характерна в Україні не тільки для галузі геології та надр, але й для всього чиновницького апарату як загальнодержавного, так і регіонального та місцевого рівнів.

Натхненна праця Л. І. Лутугіна у сфері геології вугільних родовищ не обмежувалася межами Донецького басейну. Він досліджував Ткварчельське родовище вугілля на Кавказі, відвідав та виявив велике тектонічне порушення на Тквибульському родовищі, ознайомився з вугільними родовищами східного схилу Уралу і так званого Киргизького степу. В останні неповні два роки життя до самої кончини в ніч з 16 на 17 серпня 1915 року Л. І. Лутугін тісно пов'язав свою геологічну долю з Кузнецьким басейном, де в нових умовах застосував свою методику та весь величезний досвід, накопичений у Донецькому басейні. Це дало змогу вже після другого сезону досліджень обґрунтувати збільшення запасів вугілля в Кузбасі в 20 разів порівняно з раніше виконаними оцінками [4].

Підсумовуючи викладене, можна впевнено стверджувати, що Л. І. Лутугін заклав підвалини та базові принципи моніторингу вуглевидобування в Донбасі. А враховуючи високий професіоналізм, глибокі знання особливостей геологічної будови окремих родовищ і районів, чесність та активну громадянську позицію, його, без сумніву, можна вважати не тільки головним дослідником надр Донбасу, але й першим аудитором та супервайзером раціонального промислового освоєння Донецького басейну.

### Геолог за професією та демократ за переконаннями

Л. І. Лутугін був не тільки видатним геологом світового рівня, але й визначним громадським діячем. Його часто називали вченим-геологом з людським серцем. Він ненавидів самодержавство, царських чиновників, пригнічення трудового люду та інтелігенції, сковування їх творчих сил і світогляду. Упродовж усього життя Л. І. Лутугін відкрито висловлював і захищав свої демократичні погляди. Під час викладання з 1897 до 1904 рр. в Петербурзькому гірничому інституті курсу історичної геології разом з прогресивною частиною професорів інституту Л. І. Лутугін непохитно підтримував справедливі вимоги студентів, які боролися за демократизацію та свободу вищої школи [1, 2].

На знак протесту проти придушення студентського руху в інституті та звільнення 50-х студентів Л. І. Лутугін разом із п'ятьма іншими професорами в кінці березня 1904 року покидає Петербурзький гірничий інститут. Царський уряд згодом змушений був звільнити директора-диктатора цього інституту Д. П. Коновалова та прийняти на навчання всіх виключених студентів, і тільки після цього восени 1906 року Л. І. Лутугін

з іншими професорами повертається до інституту [2]. Але після розгону Другої Державної думи та активної участі у виборчій компанії до Третьої Державної думи Л. І. Лутугін 2 листопада 1907 р. наказом уряду був звільнений з Геологічного комітету за так званім “3-м пунктом”, тобто без пояснення причини звільнення. Через півроку, в травні 1908 р., Лутугін був вимушений піти з Петербурзького гірничого інституту й стати “вільним геологом” [2, 4].

У важкі роки століпінської реакції Л. І. Лутугін бере активну участь у створенні професіональних спілок інтелігенції, очолюючи в них найбільш демократичні групи. Особливо значну роль він відіграв у організації Спілок інженерів, техніків та економістів. Завдяки діяльності Л. І. Лутугіна на посадах заступника голови Російського технічного товариства і віцепрезидента Вільного економічного товариства було організовано низку заходів щодо вирішення проблем прикладної геології та розвідувальної справи, міського й сільського облаштування, машинобудування та металургії, пом'якшення важких економічних потрясінь, оцінки масштабу й наслідків зростаючого безробіття, а також будівництва притулків та харчових пунктів для біженців, хворих та поранених [4].

Як секретар науково-технічної комісії він організував доповіді, в яких аналізувалися торгові договори з Німеччиною, стан водозабезпечення Петербурга та золоторудної промисловості Сибіру. Брав участь у земському русі. У 1903–1905 роках Л. І. Лутугін входив до “Союзу визволення” та співпрацював у журналі “Визволення”. У 1905 році бере участь у з'їзді, на якому була заснована Демократична партія, а він був обраний членом її центрального комітету, але невдовзі вийшов з партії [1, 3].

У промовах Леонід Іванович неодноразово підкреслював, що головне зло життя в царській Росії – це невідповідність політичних і економічних форм управління інтересам народу і закликав до боротьби із самодержавством та хижацьким освоєнням Донбасу. Із властивим йому сарказмом відзначав, що окремі власники на граничних межах ділянок спотворюють вугільні родовища більше, ніж складчастість, скиди та інші тектонічні порушення, лишаючи в майбутньому можливості здійснювати раціональне видобування вугілля відповідно до гірничого мистецтва, особливостей та характеру покладів [4].

Невичерпна енергія творчої людини, окриленої натхненням, особливо проявлялася в спілкуванні з творчою аудиторією. У багатьох документальних спогадах та оповіданнях відзначається, що Л. І. Лутугін був дотепним співрозмовником із сильно розвинутим почуттям гумору. Він досконало володів даром красномовності і був не просто хорошим оратором, а справжнім трибуном, промови якого приголомшували слухачів.

### Висновки та уроки історії

Безумовно, головною працею Л. І. Лутугіна є геологічна модель Донбасу, яку він створив з десятків тисяч досліджених натурних елементів, а зменшивши натуру в 24000 разів, не оминув при цьому ні однієї деталі. Опубліковані за роки дослідження надр Донбасу 63 журнальні статті-звіти й понині можуть служити настановою, геологічним статутом та еталонним взірцем, як здійснювати детальне геологічне знімання та як вивчати й розвідувати “поклади сонця” в донецькій землі. Л. І. Лутугін обґрунтував необхідність пошуків та розвідування металургійного (коксівного) вугілля, що стало головною програмою подальших до-

сліджень його талановитих учнів і послідовників, а також визначив залежність якості вугілля від ступеня його метаморфізму та особливостей геологічної будови вугленосних басейнів.

Основною рисою Л. І. Лутугіна як вченого, професора та всевітньо відомого дослідника вугільних родовищ і басейнів був непохитний погляд на науку не як на абстрактне академічне захоплення, а як на натхненну творчу працю, яка має служити на потреби людини й завжди в остаточному вигляді мати на меті та здійснювати конкретні практичні цілі.

Життєвий подвиг і безмежна відданість улюбленій роботі, високий професіоналізм і патріотизм, порядність та людяність Л. І. Лутугіна і нині є прикладом для теперішнього та майбутніх поколінь дослідників надр Великого Донбасу.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Данилевський В. В., Повх І. Л. Леонід Іванович Лутугін – дослідник Донбасу. Київ: Державне видавництво технічної літератури, 1950. 102 с.
2. Выдающиеся ученые горного института: 1773–1948. М.: Металлургиздат, 1951. С. 59–72.
3. Лутугин Л. И. Избранные труды по геологии Донецкого бассейна. Киев: Изд-во АН УССР, 1956. 219 с.
4. Яворский В. И. Лутугин Леонид Иванович и его методика геологических исследований. Новосибирск: Новосибирское книжное изд-во, 1956. 70 с.

### REFERENCES

1. Danilevsky V. V., Povh I. L. Leonid Ivanovich Lutugin – Donbass researcher. Kyiv: State Publishing House of Technical Literature, 1950. 102 p.
2. Prominent scientists of Mining Institute: 1773–1948. M.: Metallurgizdat, 1951. P. 59–72.
3. Lutugin L. I. Selected papers on the geology of Donetsk Basin. Kyiv: Publishing house of Acad. of Science Ukr. SSR, 1956. 219 p.
4. Jaworski V. I. Lutugin Leonid Ivanovich and his method of geological studies. Novosibirsk. Novosibirsk book publishing, 1956. 70 p.

Рукопис отримано 18.03.2014.

## ПРИГЛАШЕНИЕ

### *Международный геологический форум “Актуальные проблемы и перспективы развития геологии: наука и производство (ГЕОФОРУМ-2014)”*

*Украина, г. Одесса, 7–13 сентября 2014 года*

Министерство экологии и природных ресурсов Украины  
Государственная служба геологии и недр Украины  
Национальная Академия наук Украины  
Украинский государственный геологоразведочный институт  
Всеукраинская общественная организация “Ноосфера”

### Уважаемые коллеги!

Приглашаем Вас принять участие в работе Международного геологического форума “Актуальные проблемы и перспективы развития геологии: наука и производство (Геофорум-2014)”, который состоится в г. Одесса (Украина) с 7 по 13 сентября 2014 года. На нашем комплексном мероприятии будут рассмотрены приоритетные и перспективные вопросы взаимодействия между наукой, производством, финансовым сектором, системой образования и государственным управлением в геологической отрасли.

### ТЕМАТИКА ФОРУМА

В рамках форума планируется проведение Международных научно-практических конференций:

- “Актуальные проблемы геологии, прогноза, поисков и оценки месторождений твердых полезных ископаемых”
- “Актуальные вопросы мониторинга и научного сопровождения недропользования и геологической экспертизы (Геомониторинг-2014)”
- “Современные сейсмические и другие геолого-геофизические методы при поисках месторождений нефти и газа в условиях сложно построенных структур (Сейсмо-2014)”
- “Перспективы использования альтернативных и возобновляемых источников энергии (REU-2014)”

### ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ ФОРУМА

*Председатель:*

Гошовский Сергей Владимирович, д-р техн. наук, УкрГГРИ, Киев

*Члены оргкомитета:*

Жикаляк Николай Васильевич, канд. геол. наук, ДРГП “Донецкгеология”, Донецк

Зинчук Николай Николаевич, д-р геол.-минерал. наук, ЗЯНЦ АН РС (Я), Мирный

Зурьян Олег Владимирович, УкрГГРИ, Киев

Ковалёв Дмитрий Михайлович, УкрГГРИ, Киев

Красножон Михаил Дмитриевич, д-р геол. наук, УкрГГРИ, Киев

Лютая Наталья Георгиевна, канд. геол. наук, УкрГГРИ, Киев

Поддубная Татьяна Дмитриевна, канд. геол. наук, УкрГГРИ, Симферополь

Рудько Георгий Ильич, д-р геол.-минерал. наук, д-р геогр. наук, д-р техн. наук, ГКЗ Украины, Киев

Старостенко Виталий Иванович, акад. НАН Украины, ИГ НАН Украины, Киев

*Секретариат:*

Зурьян Алексей Владимирович, УкрГГРИ, Киев, confreu@mail.ru

Колесник Татьяна Ерофеевна, УкрГГРИ, Киев

Тел.: +380 (44) 206-35-59, +380 (44) 206-35-25

Адрес: 04114, Украина, г. Киев-114, ул. Автозаводская, 78-А.

Украинский государственный геологоразведочный институт (УкрГГРИ)

### КЛЮЧЕВЫЕ ДАТЫ

30 июля 2014 г. *Окончание приёма заявок на доклады и тезисы докладов, формирование научной программы*

30 июля 2014 г. *Окончание предварительной регистрации*

7 сентября 2014 г. *Начало регистрации на месте*

8 сентября 2014 г. *Официальное открытие конференции*

11 сентября 2014 г. *Дружеский вечер*

12–13 сентября 2014 г. *Культурная программа*

Подробную информацию о форме предоставления заявки и тезисов докладов, а также семинарах в рамках конференции, культурной программе, организационном взносе и истории проведения мероприятия можно найти на сайтах: [www.ukrdgri.gov.ua](http://www.ukrdgri.gov.ua), [www.geonews.com.ua](http://www.geonews.com.ua) или получить непосредственно в секретариате форума.





Завідувач редакції — С. О. НЕКРАСОВА  
Літературні редактори-коректори —  
Р. В. КОРНІЄНКО, Л. Г. МОРГУН  
Комп'ютерна верстка — Б. І. ВОЛИНЕЦЬ  
Художній редактор — Б. І. ВОЛИНЕЦЬ  
Технічний редактор — І. О. НАГОРНИХ

Реєстраційне свідоцтво – серія КВ № 4530  
Здано до набору 28.05.2014  
Підписано до друку 25.06.2014  
Формат 60x90 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>  
Папір крейдовий  
Друк офсетний. Ум.-друк. арк. 6.  
Обл.-вид. арк. 9,8. Тираж 300 прим.  
Зам. № 266

---

Адреса редакції та п/п: Київ-114, вул. Автозаводська, 78  
Тел. редакції: 206-35-18, 206-35-20  
E-mail: mru@ukrdgri.gov.ua