

**Test results** confirmed similarity of grinding and polishing properties of garnet from Ivanovskoye, Zavalyevskoe deposits and garnet produced by Barton International.

Comparing composition and structure of the deposits it is possible to draw a conclusion that the garnets are similar by composition. Pyrope-almandine and almandine-pyrope garnets with the highest abrasive properties appear among the rocks of both basic and acid composition. The conducted work showed that as for screens treatment the garnets extracted from Ivanovskoye and Zavalyevskoe deposits are equal by abrasive properties to the garnets

produced in the USA, but comparing to electrocorundum they are 1.5–2 times less effective. It is possible to use garnet instead of polirit with 1.5–2 times increase of expenses of garnet.

The results of our researches confirmed good prospects of Ukrainian garnet as an abrasive raw material and its competitiveness at the world market.

**Keywords:** garnet, material composition, abrasive properties, garnet deposits, competitiveness

*Рекомендовано до публікації докт. геол. наук В.С. Савчуком. Дата надходження рукопису 10.06.11*

УДК 550.83:504

О.Г. Білашенко<sup>1</sup>,  
П.Г. Пігулевський<sup>1</sup>, канд. геол. наук,  
ст. наук. співроб.,  
О.К. Тяпкін<sup>2</sup>, канд. геол.-мін. наук, ст. наук. співроб.

1 – Державний вищий навчальний заклад „Національний гірничий університет“, м. Дніпропетровськ, Україна,  
e-mail: olga-mylife@mail.ru

2 – Інститут проблем природокористування та екології Національної академії наук України, м. Дніпропетровськ, Україна

## ГЕОМЕТРИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФІЗИКО-ГЕОЛОГІЧНИХ МОДЕЛЕЙ СХОВИЩ ВІДХОДІВ ЗБАГАЧЕННЯ УРАНОВОЇ СИРОВИНИ В СЕРЕДНЬОМУ ПРИДНІПРОВ'І

О.Н. Bilashenko<sup>1</sup>,  
P.H. Pihulevskiy<sup>1</sup>, Cand. Sci. (Geol.),  
Senior Research Fellow,  
О.К. Tiapkin<sup>2</sup>, Cand. Sci. (Geol.-Min.),  
Senior Research Fellow

1 – State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnipropetrovsk, Ukraine,  
e-mail: olga-mylife@mail.ru

2 – Institute for Nature Management Problems & Ecology of National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipropetrovsk, Ukraine

## GEOMETRICAL FEATURES OF PHYSICAL AND GEOLOGICAL MODELS OF URANIUM ORE PROCESSING WASTE STORAGEES IN MIDDLE PRYDNIPROVIA

У теперішній час єдиним безальтернативним шляхом розвитку енергетичного комплексу України є розвиток та активне функціонування ядерної енергетики. Однак розвиток атомної енергетики супроводжується накопиченням значної кількості радіоактивних відходів, які утворюються при видобутку та первинній переробці уранової сировини. Саме зі сховищами відходів збагачення уранових руд пов'язана найбільша потенційна екологічна небезпека в Середньому Придніпров'ї. Ці сховища будувалися в минулому столітті з порушенням норм охорони навколишнього середовища. Перспективним шляхом усебічного вивчення таких об'єктів (у т.ч. оцінки їх сучасного стану, спричиненого раніше й потенційного радіоактивного забруднення навколишньої території) є використання геофізичних методів на базі попередньої розробки відповідних фізико-геологічних моделей. Такі моделі широко використовуються та добре себе зарекомендували в геологорозвідувальному процесі та інженерно-геологічних дослідженнях. Метою даної роботи є узагальнення та типізація геометричних особливостей цих моделей стосовно планування детальних геоекологічних геофізичних досліджень районів сховищ відходів збагачення та переробки уранової сировини. Для розробки необхідних фізико-геологічних моделей узагальнена інформація щодо геометричних особливостей конструкцій сховищ, вміщуючих порід та потенційних напрямів радіоактивного забруднення довкілля. У результаті виділено та побудовано оригінальні моделі 4 типів існуючих сховищ відходів збагачення уранових руд за конструктивними особливостями та знаходженням в сучасному рельєфі: поверхневі, приповерхневі, схилі, ярово-балкові. Ці моделі є основою визначення оптимальної мережі спостережень при проведенні як картувальних, так і моніторингових геолого-геофізичних досліджень задля оперативного та ефективного вирішення геоекологічних та радіологічних задач у районах сховищ відходів збагачення та переробки уранової сировини.

**Ключові слова:** геофізичні методи, потенційне забруднення, радіоактивні відходи, сховища, фізико-геологічна модель

**Вступ.** У теперішній час єдиним безальтернативним шляхом розвитку енергетичного комплексу

України є розвиток та активне функціонування ядерної енергетики, яка зараз забезпечує майже половину виробництва електроенергії в державі. Продовжується нарощування потужностей діючих атомних елект-

ростанцій (у 1995 році введений в експлуатацію новий енергоблок Запорізької АЕС, 2004-му – два блоки на Рівненській та Хмельницькій АЕС). Згідно прийнятої Енергетичної стратегії в Україні заплановано до 2030 року побудувати 22 нових ядерних енергоблоку. Однак розвиток атомної енергетики супроводжується накопиченням значної кількості радіоактивних відходів (РАВ). Особливо слід відзначити, що найбільші обсяги РАВ утворюються при видобутку та первинній переробці уранової сировини для ядерної енергетики [1-3]. Так, зокрема, до цього часу в Середньому Придніпров'ї накопичено в 11 сховищах приблизно 100 млн т. РАВ. Ці сховища будувалися починаючи з 50-х років минулого століття з недостатнім урахуванням норм охорони навколишнього середовища. Деякі з цих сховищ досі не виведені з експлуатації. Оцінка їх сучасного стану, спричиненого раніше й потенційного забруднення навколишньої території є складною науково-прикладною проблемою, розв'язання якої вимагає розвитку нетрадиційних технологій діагностики як стану екосистем, так і динаміки антропогенного впливу на навколишнє середовище. Технології досліджень, що використовують комплекс геофізичних методів, дозволяють оперативно визначати їх стан і функціонування за малим числом параметрів. Перспективи ефективного застосування геофізичної інформації при розв'язанні геоecологічних (у т.ч. радіоекологічних) задач визначаються, у першу чергу, різноманіттям фізичних полів, що об'єктивно відбивають статику та динаміку природного середовища (будь-які просторово-часові зміни навколишнього природного середовища викликають появу аномалій геофізичних полів), що реагують або пов'язані з екологічною обстановкою (через геолого-петрографічні, водно-фізичні, геохімічні, біологічні й інші характеристики) [4-6]. Однак геофізичні методи протягом багатьох десятиліть розвивалися, в основному, під впливом вимог геологорозвідувального процесу, що полягають у підвищенні ефективності пошуків і розвідки родовищ корисних копалин на все більших глибинах. Пряме перенесення накопиченого науково-практичного геофізичного досвіду в область розв'язання геоecологічних та, зокрема, радіоекологічних проблем техногенно навантажених регіонів (що тяжіють до верхньої частини геологічного розрізу і денної поверхні) неможливе. Сховища РАВ збагачення уранової сировини принципово відрізняються від традиційних геологічних об'єктів, що досліджуються геолого-геофізичними методами. Для всебічного вивчення таких об'єктів потрібен розвиток особливого, відмінного від „геологорозвідувального“, підходу до використання геофізичних методів, який повинен базуватись на попередній розробці відповідних фізико-геологічних моделей, апріорних по відношенню до польових детальних геофізичних досліджень. Такі моделі широко використовуються та добре себе зарекомендували в геологорозвідувальному процесі та інженерно-геологічних дослідженнях [7, 8]. Метою даної роботи є узагальнення та типізація геометричних особливостей цих моделей стосов-

но проектування детальних геоecологічних, геофізичних досліджень районів сховищ РАВ.

**Загальна характеристика уранових об'єктів у Середньому Придніпров'ї.** Об'єктами ядернопаливного циклу (ЯПЦ) у Середньому Придніпров'ї є підприємства Східного гірничозбагачувального комбінату (СхідГЗК) та колишнього виробничого об'єднання „Придніпровський хімічний завод“ (ВО „ПХЗ“) (Рис. 1).

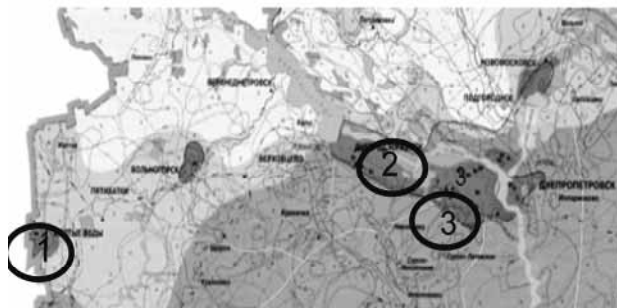


Рис. 1. Райони розташування основних сховищ РАВ у Дніпропетровській області (1 – сховища Східний ГЗК поблизу м. Жовті Води; сховища ПХЗ: 2 – на території м. Дніпродзержинськ, 3 – на території Дніпропетровського району поблизу м. Дніпропетровськ, м. Дніпродзержинськ)

СхідГЗК комбінат веде свою діяльність з 50-х років минулого століття. Його потужності (рудники, заводи, лабораторії, дослідні виробництва, хвостосховища) в межах Дніпропетровської області розташовані на території м. Жовті Води та його околиць. Сьогодні тут активно працює гідрометалургійний завод (ГМЗ), на якому ведеться переробка уранових руд, хвостосховище радіоактивних відходів з системою гідротранспорту хвостів (насосні станції, пульпопроводи, вузли розвантаження). З 80-х років минулого століття було розпочато підземний видобуток уранової руди та її збагачення на території Кіровоградської області. ВО „ПХЗ“ на протязі 1948-1991 років здійснювало переробку уранових руд. У результаті осаджувальних технологій відходи накопичувалися на прилеглих територіях (в ярах та балках, а також на верхній терасі Дніпра). Усього створено 9 сховищ відходів уранового виробництва загальною площею 2,68 млн м<sup>2</sup>, в яких накопичено близько 42,2 млн т. відходів. У 2001 року ці сховищами відходів були підпорядковані державному підприємству „Бар'єр“. Загальна характеристика основних сховищ РАВ у Дніпропетровській області наведена в таблиці 1. У більшості випадків, у безпосередній близькості від цих сховищ розташовані господарчі ділянки, що, зокрема, ілюструється космоснімком району хвостосховищ „Сухачівське – 1,2“ (рис. 2).

У той же час, ні під час активної діяльності, ні після закриття ВО „ПХЗ“, вплив цих сховищ РАВ на навколишню територію достатньо не досліджувався.

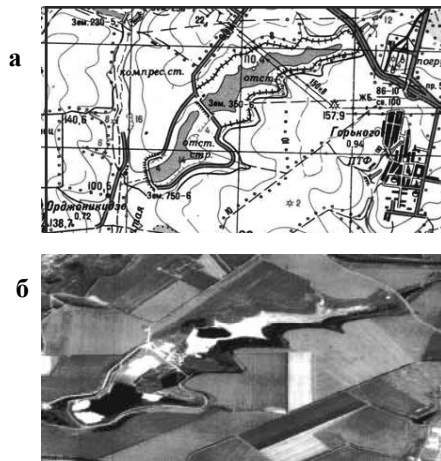


Рис. 2. Район сховища „Сухачівське – 1,2“: а – фрагмент топокарти; б – космоснімок

**Конструктивні та ситуаційні особливості існуючих сховищ РАВ.** Існуючі сховища за конструктивними особливостями та знаходженню в сучасному рельєфі можна умовно розділити на 4 типи: поверхневі, приповерхневі, схилі, ярово-балкові.

1. *Поверхневі хвостосховища* розташовані на субгоризонтальній території. З усіх боків вони повинні бути захищеними насипами із щільних матеріалів (наприклад, суглинків та шлаку). Заповнення їх проводилось намивним або насипним способом. Для уникнення інфільтрації радіоактивної речовини у вмшуючі породи організовано стік для атмосферних опадів. Основні проблеми, пов'язані з розповсюдженням радіоактивного забруднення, у цього типу хвостосховищ викликані коливаннями (у т.ч. сезонними) рівню ґрунтових вод (РГВ) та можливим розвитком підтоплення території.

Таблиця 1

Загальна характеристика основних сховищ РАВ у Дніпропетровській області

Ділянки сховищ радіоактивних відходів	Початок експлуатації	Сучасний стан	Параметри сховищ РАВ						
			площа (тис. м <sup>2</sup> )		маса (тис. т.)		об'єм (млн м <sup>3</sup> )	активність (Кі)	
			загалом	окремих сховищ	загалом	окремих сховищ		загалом	окремих сховищ
<b>ДП „Бар'єр“ (колишнє ВО „ПХЗ“)</b>									
На території заводу (у т.ч. „Західне“, „Південно-Східне“, „Центральний Яр“)	1950-ті	не діючі	102	18-60	1200	200-700	0,6	9500	1800-4900
На території м. Дніпродзержинськ за межами заводу („Дніпровське“)	1954		730	–	12000	–	5,84	17000	–
За межами м. Дніпродзержинськ (у т.ч. „Сухачівське“ 1 та 2 секції, „База „С““)	1960-ті		802,6	0,6-390	23146,6	660-15400	12,3733	43100	3600-18500
Усього по ПХЗ			1634,6	–	36346,6	–	18,8133	69 600	–
<b>СхідГЗК</b>									
Ділянка підземного вилуговування (Девладово)	1956	не діюче	2350	–	немає даних	–	6	немає даних	–
Об'єкти Жовтоводського проммайданчика	1950-ті	діюче	3062	–	56300	–	34,5	75400	–

До даного типу можна віднести хвостосховище „Дніпровське“. Воно розташоване в заплаві Дніпра. Днище складається з алювіальних пісків, нижче залягають кристалічні породи Українського щита. Потужність радіоактивних відходів складає ~8 м з перекриваючим шаром фосфогіпсу ~8 м. РГВ може підійматися до тіла відходів та вносити радіонукліди з тіла відходів у вмшуючі породи на відстань 1-5,7 м. У тілі відходів формується техногенний водоносний горизонт, через який забруднення може потрапити у поверхневі води (р. Коплянку – приток р. Дніпро). Навколо побудована дренажна канава, яка, однак, не забезпечує в повному обсязі захист від водонасичення відходів. Першочерговими завданнями подальшого вивчення є встановлення фізичних властивостей відходів, коливання РГВ, уточнення глибини розповсюдження забруднення та вивчення складу поверхневих вод та мулу на наявність забруднення.

Схема сховища поверхневого типу з основними напрямками розповсюдження забруднення представлена на рис. 3.

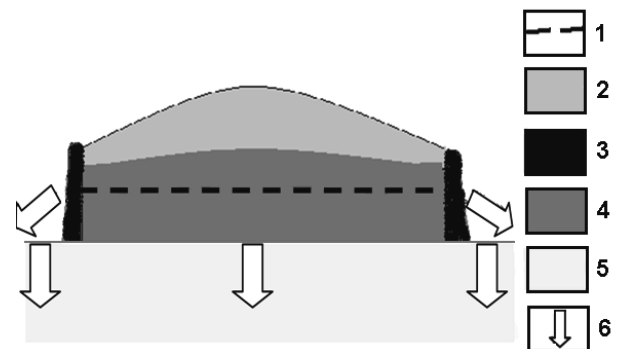


Рис. 3. Схема сховища відходів поверхневого типу та основні напрями розповсюдження забруднення: 1 – техногенний водоносний горизонт; 2 – фосфогіпс; 3 – тіло дамби; 4 – радіоактивні відходи; 5 – пісок; 6 – потенційні напрями розповсюдження забруднення

2. *Приповерхневі сховища* утворюються при похованні на невеликій глибині відходів діяльності урано-переробного підприємства: радіоактивно забруднених деталей будівель, бункерів, печей, елементів розвантаження і завантаження уранової руди і готової продукції, пульпопроводів, під'їзних залізничних шляхів.

Прикладом таких сховищ можна назвати сховище „ДП №6“ на території „Бази „С“. Це законсервоване сховище на глибині 6-7 м, розміром 215×32 м, де поховані деталі конструкції печі, в якій здійснювалась переплавка урановмісних залізних руд. Вміщуючі породи суглинки і супіски. При підвищенні рівня підземних вод забруднення може потрапляти до водоносного горизонту. Подальше дослідження в моніторинговому режимі має уточнювати глибину поширення забруднення, коливання РГВ. Схема для даного типу представлена на рис. 4.

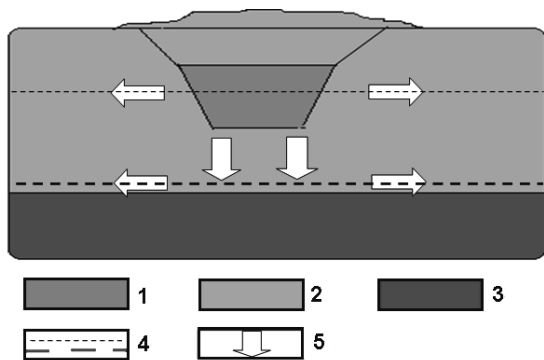


Рис. 4. Схема сховища відходів приповерхневого типу: 1 – радіоактивні відходи; 2 – суглинки; 3 – глини; 4 – рівень водоносного горизонту (верхня лінія – прогнозний, потенційно небезпечний; нижня лінія – сучасний); 5 – потенційні напрямки розповсюдження забруднення

3. *Схилі хвостосховища* розташовуються на схилах, часто у відпрацьованих кар'єрах. При плануванні таких хвостосховищ враховують нахил вміщуючих порід, напрям потоку і рівень ґрунтових вод, кут нахилу днища сховища. Сховища заповнюються насипним та наливним способами і знизу огорожуються насипами з підпірними стінками.

Прикладами цього типу хвостосховищ можуть бути „Західне“, „Південно-Східне“. У них знаходяться відходи потужністю до 12,5 м. У тілі відходів можуть зустрічатися лінзи з підвищеною потужністю експозиційної дози гамма-випромінювання. Середня щільність відходів трохи перевищує щільність вміщуючих порід (лесовидні супіски і суглинки, що залягають на пісках і породах УЩ). Частково поверхня покрита асфальтом, суглинками, щебенем і шлаком. Рівень ґрунтових вод може підійматися до тіла відходів. Має місце „верховодка“. Для хвостосховищ схилового типу характерні наступні потенційні причини та напрямки поширення радіоактивного забруднення. Велика кількість опадів може привести до вогнащення відходів та зсуву тіла дамби вниз по схилу, а також до інфільтрації забрудненої радіонуклідами води у вміщуючі породи і водоносний горизонт. Можливе підтоплення території потенційно

ційно призведе до порушення цілісності та стабільності тіла дамби. Таким чином, важливо проводити моніторинг поверхневих вод і мулу для уточнення активності інфільтраційних процесів, встановлювати положення і характеристики лінз у тілі відходів. Визначати їх розміри, положення, властивості та динаміку цих показників. Для запобігання пиління слід спостерігати за шаром, що покриває відходи. Основні напрямки розповсюдження забруднення представлені на рис. 5.

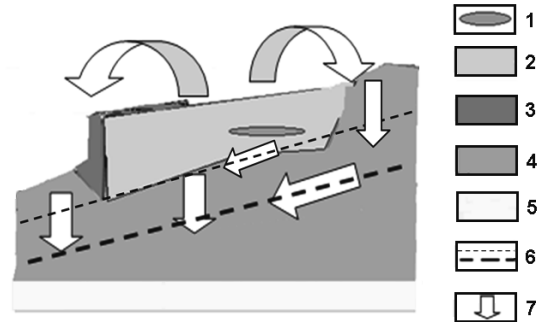


Рис. 5. Схема сховища відходів схилового типу та потенційні напрямки розповсюдження забруднення: 1 – ділянки з підвищеними значеннями потужності експозиційної дози  $\gamma$ -випромінювання; 2 – радіоактивні відходи; 3 – тіло дамби; 4 – суглинки; 5 – піски; 6 – рівень водоносного горизонту (верхня лінія – прогнозний потенційно небезпечний, нижня лінія – сучасний); 7 – забруднення

4. *Ярово-балкові хвостосховища* розташовуються в природно сформованій мережі балок та ярів. Для створення хвостосховища такого типу балка перегороджується насипною греблею з щільного матеріалу. Підготовка ложа здійснюється частково. Заповнення відбувається насипним і наливним способами. Для зменшення інфільтрації дощовий потік направляється відвідними каналами.

Особливу увагу при такому типі сховищ слід приділяти тектонічному фактору [6]. Розломи земної кори є одним з основних факторів, що визначають екологічну обстановку будь-якого регіону. На розповсюдження радіонуклідів може вплинути тектонічна активність „живих“ розломів, які „контролюють“ утворення сучасної ярово-балкової мережі. Даний фактор може призвести до „розпушення“ масивів порід у днищі балки і тілі дамби, що прискорить процес поширення радіоактивного забруднення вниз по балці [2].

К даному типу можна віднести сховища Сухачівські (1 та 2 секції). Вміщуючі породи (супіски і суглинки) залягають на глинах. У деяких місцях потужність глин мінімальна, у цих частинах створено протифільтраційний екран. Глини залягають на пісках неогену, де є водоносний горизонт. Інфільтрація може здійснюватися через борти балки, де немає ґрунтово-бітумного екрану, через нижні водоносні горизонти в Дніпро. Наявність аномалій на значній відстані від хвостосховища свідчить про іншу можливу причину розповсюдження забруднення. А саме, за рахунок пиління поверхні відходів, не покритої водою. Аномалія була виявлена на південному сході від

сховища (на поверхні рослин) [7]. Необхідно в подальших дослідженнях враховувати вплив вітру. Порушення технології при створенні по периметру обвідних каналів для стоку опадів може привести до переносу з сухої поверхні радіоактивного пилу на схил та подальший змив опадами в ці канали та вниз по балці. Якщо причина аномалії поверхнева, то за-

бруднення буде локальне, а якщо через інфільтрації відходів через тіло балки або дамби, то буде поширюватися далі. Також на створення цієї аномалії можуть впливати кілька з названих причин (рис. 6). Основні показники з можливого забруднення території, місця розвантаження забруднених вод, глибини забруднення ґрунтів та інші наведені в таблиці 2.

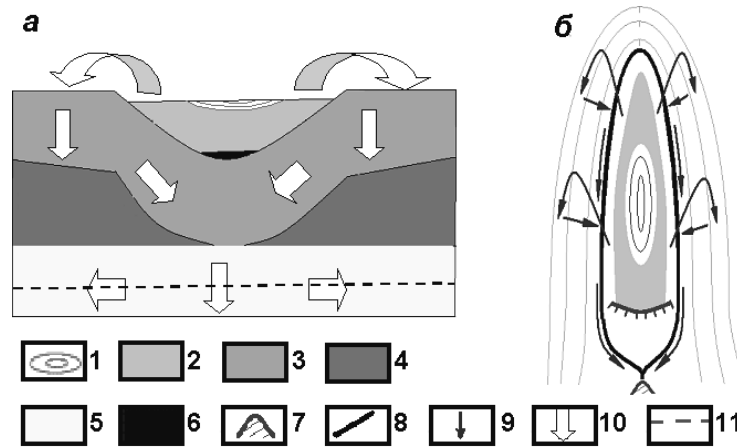


Рис. 6. Схематична будова (а – розріз, б – план) ВЧР сховищ РАВ ярово-балкового типу та потенційні напрями розповсюдження радіоактивного забруднення (1 – поверхнева вода; 2 – радіоактивні відходи; 3 – суглинки; 4 – глини; 5 – пісок; 6 – ґрунтово-бітумний екран; 7 – радіоактивна аномалія; 8 – обвідні канали; 9 – можливий шлях розповсюдження радіоактивного забруднення при порушенні технології експлуатації цих сховищ РАВ (пиління з сухих „пляжів“); 10 – основні потенційні напрями розповсюдження забруднення; 11 – рівень підземних вод

Таблиця 2

Основні показники потенційного радіоактивного забруднення територій прилеглих до сховищ РАВ ПХЗ

Сховища РАВ	„Сухачівське“ (1 та 2 секції)	„База С“	„ДП №6“	„Південно-Східне“	„Західне“	„Дніпровське“
Геоморфологічні умови створення сховища	ярово-балкова мережа	цокольно піднесена рівнина	цокольно піднесена рівнина (на глибині 7 м)	відпрацьований глиняний кар'єр	відпрацьований глиняний кар'єр	заплава Дніпра
Загальна активність, Бк	$7,1 \times 10^{14}$	$4,4 \times 10^{14}$	$1,3 \times 10^{12}$	$6,7 \times 10^{12}$	$1,8 \times 10^{14}$	$1,4 \times 10^{15}$
Потужність експозиційної дози	0,14-0,19 мкЗв/годину	4-4,31 мкЗв/годину	100-1100 мкР/годину	100-6000 мкР/годину	22-415 мкР/годину	220-10000 мкР/годину
Потенційні шляхи розповсюдження забруднення	через днище балки та нижній горизонт (до 1,15 км униз за течією)	через днище сховища	через днище сховища до водоносного горизонту	через днище (на відстань 0,6 км у р. Коноплянку)	через днище у водоносний горизонт	через днище та дамбу, у т.ч. у техногенний водоносний горизонт
Можлива глибина забруднення	0,3-1,2 м (у місцях розливу пульпи)	до 2 м	0,5-5 м	1-11 м	до 5 м	1-6 м

**Висновки.** Наведені вище геометричні особливості сховищ, разом з даними о фізичних властивостях РАВ, вмштуючих порід, конструкцій сховищ разом із визначеними потенційними напрямими радіоактивного забруднення, покладені в основу розробки відповідних фізико-геологічних моделей (апріорних по відношенню до польових детальних комплексних геофізичних досліджень у районах цих сховищ). Зазначені моделі дозволять визначити оптимальну мережу спостережень при проведенні як картувальних, так і моніторингових геолого-геофізичних досліджень.

Приклад вибору такого комплексу геолого-геофізичних методів для ярово-балкового типу сховищ РАВ наведено в [8]. У подальшому ці моделі можуть бути покладені в основу планування таких досліджень у районах інших сховищ (не тільки радіоактивних) відходів.

**Список літератури / References**

1. Бабак М.И. Состояние и перспектива развития производства урана в Украине / Бабак М.И. // Атомна енергетика та промисловість України. – 1999. – №2. – С. 11–13.

Babak, M.I. (1999), "Status and prospects of development of uranium production in Ukraine", *Atomna enerhetyka ta promyslovisht Ukrainy*, no.2. pp. 11–13

2. Шапар А.Г. Науково-практична підтримка реалізації стратегії сталого розвитку регіону видобування та первинної переробки уранової сировини / А.Г. Шапар, О.К. Тяпкін, М.А. Ємець // Екологія і природокористування: Зб. наук. праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України. – Вип.7. – Дніпропетровськ: 2004. – С. 12–20.

Shapar, A.G., Tyapkin, O.K. and Yemets, M.A. (2004), "Scientific and practical support of realization of strategy of sustainable development in the region of uranium ore prospecting and production", *Ekolohiia i pryrodokorystuvannia: collected articles of Institute for Nature Management Problems & Ecology of National Academy of Sciences of Ukraine*, issue 7, pp. 12–20.

3. Makhijani, A. (2006), "Disposal of long-lived highly radioactive wastes in France: An IEER", *Environment and Pollution*, Vol.13, no.4, pp. 25–31.

4. Богословский В.А. Экологическая геофизика / В.А. Богословский, А.Д. Жигалин, В.К. Хмельвской. – М.: Изд-во МГУ, 2000. – 256 с.

Bogoslovskiy, V.A., Zhihalin, A.D. and Khmelevskoy, V.K. (2000), *Ekologicheskaya geofizika* [Environmental Geophysics], Moscow State University, Moscow, Russia, 256 p.

5. Вахромеев Г.С. Экологическая геофизика / Вахромеев Г.С. – Иркутск: ИрГТУ, 1995. – 216 с.

Vakhromeyev, G.S. (1995), *Ekologicheskaya geofizika* [Environmental Geophysics], Irkutsk State Technical University, Irkutsk, Russia, 216 p.

6. Тяпкін К.Ф. Основи геофізики / К.Ф. Тяпкін, О.К. Тяпкін, М.А. Якимчук. – К.: „Карбон Лтд“, 2000. – 248 с.

Tiapkin, K.F., Tyapkin, O.K. and Yakimchuk, M.A. (2000), *Osnovy geofiziki* [Fundamentals of Geophysics], "Carbon Co., Ltd.", Kyiv, Ukraine, 248 p.

7. Білашенко О.Г. Залучення комплексу геолого-геофізичних методів до системи комплексного екологічного моніторингу територій, прилеглих до сховищ радіоактивних відходів / О.Г. Білашенко, О.К. Тяпкін // Науковий вісник НГУ. – Дніпропетровськ: 2010. – №4. – С. 86–91.

Bilashenko, O.G. and Tiapkin, O.K. (2010), "Use of complex of geological-geophysical methods in system of complex ecological monitoring of territories, nearby to storages of radioactive wastes", *Naukovyy visnyk NGU*, no.4, pp. 86–91.

8. Білашенко О.Г. К вопросу совершенствования локальной системы комплексного экологического мониторинга районов хранилищ отходов обогащения уранового сырья / О.Г. Білашенко, О.К. Тяпкін // Проблеми фундаментальної і прикладної екології, екологічної геології та раціонального природокористування: Матер. IV Міжнар. наук.-техн. конф. – Кривий Ріг: Видавничий дім, 2009. – С. 188–191.

Bilashenko, O.G. and Tyapkin, O.K. (2009), "To the question of improvement of the local system of complex ecological monitoring of the territory of uranium ore processing waste stores", *4th Scientific and Technical Int. Conf. Proc. "Problems of fundamental and practical*

*ecology, ecological geology and rational nature management"*, Kryvyi Rih, Ukraine, pp. 188–191.

В настоящее время единственным безальтернативным путем развития энергетического комплекса Украины является развитие и активное функционирование ядерной энергетики. Однако развитие атомной энергетики сопровождается накоплением значительного количества радиоактивных отходов, образующихся при добыче и первичной переработке уранового сырья. Именно с хранилищами отходов обогащения урановых руд связана наибольшая потенциальная экологическая опасность в Среднем Приднпровье. Эти хранилища строились в прошлом веке с нарушением норм охраны окружающей среды. Перспективным путем всестороннего изучения таких объектов (в т.ч. оценки их современного состояния, причиненного ранее и потенциального радиоактивного загрязнения окружающей территории) является использование геофизических методов на базе предварительной разработки соответствующих физико-геологических моделей. Такие модели широко используются и хорошо себя зарекомендовали в геологоразведочном процессе и инженерно-геологических исследованиях. Целью данной работы является обобщение и типизация геометрических особенностей этих моделей применительно к планированию детальных геоэкологических геофизических исследований районов хранилищ отходов обогащения и переработки уранового сырья. Для разработки необходимых физико-геологических моделей обобщена информация о геометрических особенностях конструкций хранилищ и вмещающих пород, а также потенциальных направлениях радиоактивного загрязнения окружающей среды. В результате выделены и построены оригинальные модели 4-х типов существующих хранилищ отходов обогащения урановых руд по конструктивным особенностям и нахождению в современном рельефе: поверхностные, приповерхностные, склоновые, овражно-балочные. Эти модели являются основой определения оптимальной сети наблюдений при проведении как картировочных, так и мониторинговых геолого-геофизических исследований для оперативного и эффективного решения геоэкологических и радиологических задач в районах хранилищ отходов обогащения и переработки уранового сырья.

**Ключевые слова:** геофизические методы, потенциальное загрязнение, радиоактивные отходы, хранилища, физико-геологическая модель

Nowadays development and active functioning of the nuclear power industry is the only way of development of the power complex of Ukraine. But development of atomic power engineering is followed by accumulation of significant amount of radioactive waste which are production residue of primary processing of uranium raw material. The greatest environmental hazard in the Middle Prydniprovya is caused by uranium ore processing waste storage. The storages were built in the past century and do not meet the requirements of environment safety standards. In order to examine the modern state of the objects and potential and actual radioactive pollution of the territory authors suggest using of geophysical me-

thods on the basis of preliminary developed physical-geological models of the storages. Such kind of models is used widely and has recommended itself in prospecting process and engineering-geological researches. The purpose of the article is the generalization and typification of geometrical features of the models in order to implement them in detailed geoecological and geophysical research of territories adjacent to uranium ore processing waste storages. The information about geometric features of storage structures and enclosing rocks, and potential directions of radioactive contamination was generalized. The models of 4 types of existing uranium ore processing

waste storages were designed: "Above Surface", "Sub-surface", "Slope" and "Gully". The models make the basis for organisation of optimum network of geological-geophysical researches (both mapping and monitoring) aimed on operative and effective solution of geoecological and radiologic safety problems appeared near uranium ore processing waste storages.

**Keywords:** *geophysics method, potential contamination, radioactive waste, storage, physical-geological model*

*Рекомендовано до публікації докт. геол.-мін. наук К.Ф. Тяпкіним. Дата надходження рукопису 25.07.11*

УДК 550.83-1029.12

**А.И. Меньшов, канд. геол. наук,  
А.В. Сухорада, канд. геол.-мін. наук, доцент**

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, г. Киев, Украина, e-mail: pova@list.ru

## МАГНЕТИЗМ ПОЧВ УКРАИНЫ

**A.I. Menshov, Cand. Sci. (Geol.),  
A.V. Sukhorada, Cand. Sci. (Geol.-Min.), Assoc. Prof.**

Taras Shevchenko Kyiv National University, Kyiv, Ukraine, e-mail: pova@list.ru

## SOIL MAGNETISM IN UKRAINE

Важной частью современных детальных магнитометрических исследований является изучение магнетизма почвенного покрова (педомагнетизма). Собственно почвы достаточно магнитны, а в ряде случаев выступают основными приповерхностными объектами, которые генерируют локальные магнитные аномалии. Такие случаи зафиксированы в пределах Днепровско-Донецкой впадины Украины. Цель работы – исследование вертикальных и латеральных распределений магнитных характеристик почв. Кроме того, анализируются возможные направления использования информации о магнетизме почвенного покрова. Методика данных работ включает принципы высокоточной магнитометрии, микромагнитных съемок, рок-магнитных и палеомагнитных исследований, методов почвоведения. Основными магнитными параметрами, которые используются нами, являются магнитная восприимчивость  $\chi$ , суммарная намагниченность  $J_{\Sigma}$ , эффективная намагниченность  $J_{ef}$ , полный вектор магнитного поля  $T$ , его градиенты и др. Почвенный покров изучался в пределах основных почвенно-климатических зон Украины: Полесье, Лесостепь, Степь, Сухая Степь. Исследовались следующие типы почв: дерново-подзолистые, серые лесные, каштановые, черноземы выщелоченные, типичные, обычные, южные, а также луговые, дерновые, болотные почвы. При переходе между почвенно-климатическими зонами Украины магнетизм почв растет с Севера на Юг. Наиболее магнитными являются черноземы обычные и южные. Наименее магнитны дерново-подзолистые, луговые и болотные почвы. В ландшафте максимумы магнитных параметров фиксируются на водоразделах, плато, минимумы – в поймах, балках, борových террасах. Кроме того, изучались загрязненные типы почв – урбаноземы. Информативность педомагнетизма используется при решении экологических заданий за счет роста магнитных показателей при заражении почв тяжелыми металлами и другими опасными для здоровья человека химическими соединениями. Существуют возможности использования магнетизма почв при поисках углеводородов за счет формирования вторичных магнитных минералов в приповерхностных слоях под воздействием флюидов нефти и газа. По показателям магнитной восприимчивости проводится картирование сельскохозяйственных земель, изучение эрозии, плодородия, необходимости внесения минеральных и органических удобрений.

**Ключевые слова:** *почва, геофизика, магнитометрия, магнетизм, намагниченность, магнитная восприимчивость, экология*

**Постановка проблемы.** Почвенный покров – это первый от поверхности геологический горизонт, с которым человек контактирует непосредственно в процессе своей жизнедеятельности. В структуре почвы проявляется как глубинное строение земных недр, так и антропогенная и техногенная нагрузка на соответствующие территории. Необходимой составляющей современного изучения почвенного покрова для решения целого ряда фундаментальных и приклад-

ных задач является использование геофизических методов. Нами предложено говорить в данном контексте о геофизике педосферы [1]. Педосфера (от греч. pedon – почва, и sphaîra – шар) – внешняя оболочка Земли, состоящая из почвы и включающая процессы почвообразования. Она существует на границе литосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы. Педосфера образовалась в результате многовекового воздействия атмосферной влаги, солнечного тепла, растительного и животного мира на поверхностные слои горных пород земной суши. В педосфере насчитывают сотни основных типов и многие тысячи