НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України»

«ПЕРСПЕКТИВИ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ І РАДІОЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВІДХОДІВ УРАНОВИДОБУВНОЇ ТА УРАНОПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ»

Етап 1 (2021 р.). Вивчення (характеризація) стану об'єктів зберігання та складування відходів уранової промисловості та довкілля в зоні їх впливу

(строки виконання - 2021-2023 роки) –
виконується за відомчою прикладною тематикою НАН України

Керівникі НДР: д.г.н. В.Г. Верховцев, д.г.-м. н. М.О. Ярощук
Відповідальний виконавець: д.г.-м. н. М.О. Ярощук

Київ-2021

ВИКОНАВЦІ:

- **Співробітники Відділу мінеральної сировини ядерної енергетики:**

д. г.-м. н, пров.н.с. М. О. Ярощук,

к.г.-м.н., с.н.с. О. В. Вайло,

к.г.н., с.н.с. І. Л. Колябіна,

, н. с. А. Є. Ганевич.

<u>Ідея досліджень полягає</u> у ***комплексному розгляданні радіоекологічних проблем, пов'язаних з функціонуванням систем зберігання відходів урановидобувних і матеріалів хвостосховищ ураноперероблних підприємств та можливості використання певної їх частини в якості вторинної мінеральної сировини для потреб уранової промисловості України.***

***<u>Завдання 1-го етапу</u>*. Вивчення (характеризація) стану об'єктів зберігання та складування відходів уранової промисловості та довкілля в зоні їх впливу.**

***<u>Предмет та об'єкти досліджень</u>*. Відходи підприємств видобутку урану натрій-уранової (альбититової) формації шахтами Смолинська, Новокостянтинівська, Інгульська; відходи підприємств переробки урану Прідніпровського хімічного заводу, Східного гірничо-збагачювального комбінату.**

<u>Ціль:</u>

- проаналізувати і систематизувати дані щодо способу складування, умов зберігання, властивостей і складу відходів, їх впливу на довкілля;

- вивчити їх речовинний склад, мінеральні форми цінних компонентів; розподіл елементів і мінералів в різних фракціях відходів.

- Оцінити фізико-хімічні умови хвостосховищ, відходів; проаналізувати міграційні здатності елементів з використанням геохімічних методів.

***<u>Назва тому звіту за 1-й етап</u>*. Відходи та екологічний стан підприємств видобування та переробки урану України.**

ШАХТНІ УРАНОВИДОБУВНИ ПІДПРИЄМСТВА ТА ЇХ ВІДХОДИ.

Смолинская шахта основана в апреле 1972 года; рудные залежи отрабатываются на глубинах від 70 до 640 м; промышленная мощность – 450 тыс. тонн руды в год; с 2011 года на шахте введен в експлуатацию полигон кучного выщелачивания; проведены масштабные роботы по экологической реабилитации территории промышленной площадки путем радиометрической сепарации отвалов, образовавшихся в ходе отработки Ватутинского месторождения. За 6 лет убрано с дневной поверхности больше 5 млн. тонн горных пород отвалов, извлечено дополнительно более 400 тонн металла.

Были проанализированы и получены нами данные по Смолинской шахте:

- **По минеральному и химическому составу вмещающих пород, метасоматитов и руд; уранових минералов;**
- **по загрязнению воздуха;**
- **загрязнению водного пространства;**
- **радиационным факторам.**

<u>Встановлено</u>, що радіоекологічна ситуація в пределах шахты і прилеглой до неї території в цілому не викликає занепокоєння.

Проте геологічні, гідрогеологічні та інші умови створюють передумови, які, при певному збігу обставин, можуть спричиняти негативні екологічні та радіоекологічні впливи різної інтенсивності.

Основними забруднювальними речовинами, що викидаються в атмосферне повітря, є NO2, CO, SO2, пил неорганічний, в якому містяться радіонукліди природного походження.

Основним фактором техногенного впливу на поверхневі води є скид після очищення шахтних вод в р. Кільтен по б. Курникова.

Отримані результати польових комплексних вимірювань демонструють стабільні рівні радіоактивності середовища. Радіоактивність обумовлена: 235U, 232Th, 219Ra, 228An, 226Ba, 214Bi, 214Pb.

Значні підвищення радіаційного фону фіксуються на території шахти, особливо – в південній частині, та на території, відведеній під будівництво збагачувального заводу.

<u>Новоконстянтиновское месторождение</u> было открыто в 1975 году, одноименная шахта введена в эксплуатацию в в 2007 году; по данним оперативного перерасчета, запасы составляют около 93000 тонн урана – месторождение крупнейшее в Европе и входит в десятку самых больших месторождений мира (в июле 2011 года на шахте начата испытательно-промышленная добыча урановой руды; рудные залежи отрабатываются на глубинах от 180 до 300 м; проектная мощность – 1500 тыс. тонн руды в год.

Были проанализированы и получены нами данные по Новоконстантиновской шахте:

-по геологии месторождения;

-по породному, минеральному и геохимическому составу вмещающих пород, метасоматитов и руд;

-по урансодержащим минералам.

Таблиця 3 (2.6.) Геохімічний склад рудовміщуючих порід і руд Новокостянтинівського родовища.

Вибірка	Кількість проб	U		Th		Pb	
		Варіації	Середнє	Варіації	Середнє	Варіації	Середнє
1	4	2,0-14,0	8,1	-	-	-	40,0
2	13	0,5-7,8	3,5	5,2-200,0	48,0	24,0-50,0	34,2
3	8	0,8-9,2	5,2	8,2-47,0	21,5	30,0-60,0	41,4
4	7	0,4-56,0	20,8	7,0-13,0	9,7	20,0-43,0	27,6
5	8	51,0-248,0	151,0	-	25,0	20,0-1065	258,4
6	9	568-4470	1449,4	-	28,0	100-1130	642,2

Примітка. 1. Гнейси. 2. Граніти. 3. Мікроклініти. 4. Альбітити безрудні. 5. Альбітити слаборудні. 6. Альбітити рудні. Вміст U, Th і Pb (г/т) за даними рентгеноспектрального аналізу, КП «Кіровгеологія».

«Кіровгеологія».

Вибірка (n)	Pb^{206}		Pb^{207}		Pb^{208}		Pb^{204}	
	Варіації	Середнє	Варіації	Середнє	Варіації	Середнє	Варіації	Середнє
1 (4)	20,7-27,2	23,2	15,1-20,8	18,6	51,5-63,3	57,0	0,9-1,3	1,2
2 (13)	15,1-30,6	24,5	10,6-24,8	20,3	43,1-73,6	53,9	0,6-1,6	1,3
3 (8)	21,1-28,6	24,9	17,2-21,8	19,7	51,6-60,7	54,2	1,1-1,4	1,2
4 (7)	27,4-43,8	31,5	18,1-20,8	19,5	37,1-52,1	47,8	1,0-1,3	1,2
5 (8)	49,0-87,5	67,9	10,4-20,8	12,9	1,5-33,7	18,8	0,05-0,8	0,4
6 (9)	70,8-88,9	83,3	9,8-12,0	10,6	0,8-17,1	6,0	0,007-0,4	0,1
7 (27)	82,3-89,1	87,3	8,2-10,5	9,5	1,3-5,6	2,8	0,005-0,8	0,4

Примітка. 1. Гнейси. 2. Граніти. 3. Мікроклініти. 4. Альбітити безрудні. 5. Альбітити слаборудні. 6. Альбітити рудні. 7. Руди. Ізотопний склад свинцю (%) визначений за допомогою спектроаналізатора УІСА-72, дані Ф.І. Жукова, О.О. Юшина, В.Ф. Лапусти, 1982.

Вибірка	V	Ni	Pb	Zn	Sr	Cr	Zr
1	21-26	8	24-60	34	240	21	190
2	37	8-11	20-43	37-54	230-300	20	205-212
3	55-73	9	20-1065	39-44	210-290	19	268-372
4	52	8	100-1130	36	730	18	433

Примітка. 1. Вміщуючи породи. 2. Альбітити безрудні. 3. Позабалансові руди. 4. Промислові руди. Вміст елементів-домішок визначено спектральним аналізом (г/т), дані І.Б. Гаврусевича, О.В. Пушкарьова, 1985. З інших елементів: Co міститься на рівні порогу чутливості методу; концентрація Cu підвищена - до 50 г/т; кількість Be, в порівнянні з іншими родовищами, найнижча, в середньому по вибірках - 3-4,5 г/т. Вміст урану в породах відвалів 200-300 г/т.

Ингульская шахта основана в феврале 1967 года; рудные залежи отрабатываются на глубинах от 160 до 420 м; производственная мощность – 470 тыс. тонн руды в год; наряду с традиционной горной технологией добычи урана на шахте использовался метод подземного блокового выщелачивания); а также с помощью использования с 2011 г. комплекса «Ингул» в результате переработки 25 тыс. тонн отвальных пород , получено 3,4 тонны урана.

Характеристика отходов.

Отходами, возникающими при добыче урановой руды, являются:

-породы вскрыши;

-шахтные и рудные отвалы;

Наиболее негативное влияние на экологическую обстановку оказывают:

-- выданная и складированная на поверхностных отвалах пустая порода от проходческих работ;

-твердые радиоактивные отходы в виде: 1) некондиционных руд (в основном забалансовых) и вмещающих их пород, 2) хвостов радиометрических обогатительных фабрик.

Образование отходов обусловлено тем, что наряду с урановой рудой (U=0,02-0,03 %) извлекается значительное количество пустых пород (U – тысячные доли %) и забалансовых руд (U – меньше 0,02 %);

В отходы идут также низкосортные руды, отбракованные в результате радиометрической сортировки, и пустая порода, остающаяся от механического обогащения при переработке бедных урановых руд (отделения урана от породы).

В процессе добычи для получения 1 т кондиционной руды из отбитой горной массы отделяется большое количество пустой породы и низкосортной (забалансовой) руды, поэтому в отвалах накапливаются огромные массы отходов.

Такие отходы вскрышных пород, пустых пород, оставшихся от механического обогащения, и некондиционного уранового сырья размещают на поверхности в отвалах.

В зависимости от способа укладки отходов отвалы делятся на:

- конические (терриконы), хребтовые и плоские

Вещественный состав отходов.

Рудовмещающими породами на месторождениях натрий-урановой формации Украины являются гранитоиды, альбититы, различные диафториты, окварцованные и карбонатизированные их разности. Особенности этих компонентов отвалов и их изменение во многом определяют ту обстановку, в которой происходит выщелачивание и миграция урана и сопутствующих рудных элементов.

В результате исследований проведен детальный анализ отходов эксплуатации месторождений натрий-урановой формации, в частности, содержания тория и редкоземельных элементов в рудовмещающих породах, забалансовых рудах, в которых они образуют техногенные концентрации (табл.2).

Таблица. Среднее содержание урана (г/т) в урановых рудах и вмещающих породах альбититовых месторождений Украинского щита (в скобках приведены вариации).

Месторождение	Вмещающие породы	Альбититы безрудные	Непромышленные руды	Промышленные руды
Севериновское	6,4 (1-22)	13,0 (1-57)	197,7 (101-288)	2409,6 (341-11128)
Мичуринское	10,0 (5-15)	20,3 (7-52)	80,3 (20-180)	835,0 (325-1670)
Северо-Коноплянское	9,2 (1-27)	15,6 (1-48)	138,8 (57-258)	1060,5 (350-2041)
Юрьевское	14,2 (1-40)	25,1 (7-57)	90,1 (37-167)	1092,0 (355-3506)
Ватутинское	15,9 (3-53)	17,9 (5-65)	142,2 (52-293)	2060,4 (377-5140)
Новоконстантиновское	4,8 (0,5-14)	20,8 (0,4-56)	151,0 (51-248)	1449,4 (568-4470)

Переробка уранової руди в Україні до 1991 р. проводилася на Придніпровському хімічному заводі (ПХЗ); у теперішній час проводиться підприємством СхідГЗК, що призвело до накопичення великої маси відходів підвищеної радіоактивності.

Відходи ПХЗ зосереджені в основному в оврагах, балках, кар′єрах, хвостосховищах Західне, Центральний Яр, Дніпровське, а також – Юго-Восточное, Сухачевське, База С, що розташовані на схилах Українського щита. Наливні та насипні відходи представлені хвостами гідрометалургічного процесу, шлаками і шламами магнітної та флотаціонної сепарації.

Площа хвостосховищ 286 га, активність 65 Бк/рік.

Переробка уранових руд за радіаційному впливу на екологію у 200 разів більш небезпечна, ніж шахтне видобування урану.

Дослідження відходів хвостосховищ .

Були досліджені хвостосховища: Західне, Центральний Яр, Дніпровське.

Таблица . Характеристика відходів.

Хвостосховища	Маса, млн.т	Об'єм, млн. $м^3$	Площа, тис. $м^2$	Активність, Бк
Західне	0,77	0,35	42	$1,8x10^{14}$
Центральний Яр	0,22	0,13	24	$1,04x10^{14}$
Дніпровське	12,0	5,80	73	$1,4x10^{15}$

Таблиця . Питома активність природних радіонуклідів.

Результати визначення питомої активності γ-випромінюючих радіонуклідів узагальнено в сумарних показниках по сімействам U і Th, їх сумі і загальній сумі радіонуклідів (табл.6).

Хвостосховища	U	^{230}Th	^{226}Ra	^{210}Pb
Західне	2 313	9 610	5 370	6 457
Центральний Яр	8 318	46 238	70 795	70 793
Дніпровське	3 715	20 893	6 893	23 988

Для оцінки запасів природних радіонуклідів у хвостосховищах використані величини, обчислені із медіани логарифму питомих активностей радіонуклідів у матеріалах хвостосховищ, наведені у табл.

Таблиця . Запаси природних радіонуклідів у матеріалах хвостосховищ, Бк

Хвостосховище	Об'єм відходів, т	U	^{230}Th	^{226}Ra	^{210}Pb
«Західне»	7.70E+05	1.78E+12	7.407E+12	4.13E+12	4.979E+12
«Центральний яр»	2.20E+05	1.83E+12	1.02E+13	1.56E+13	1.56E+13
«Дніпровське»	1.20E+07	4.46E+13	2.51E+14	8.27E+13	2.88E+14

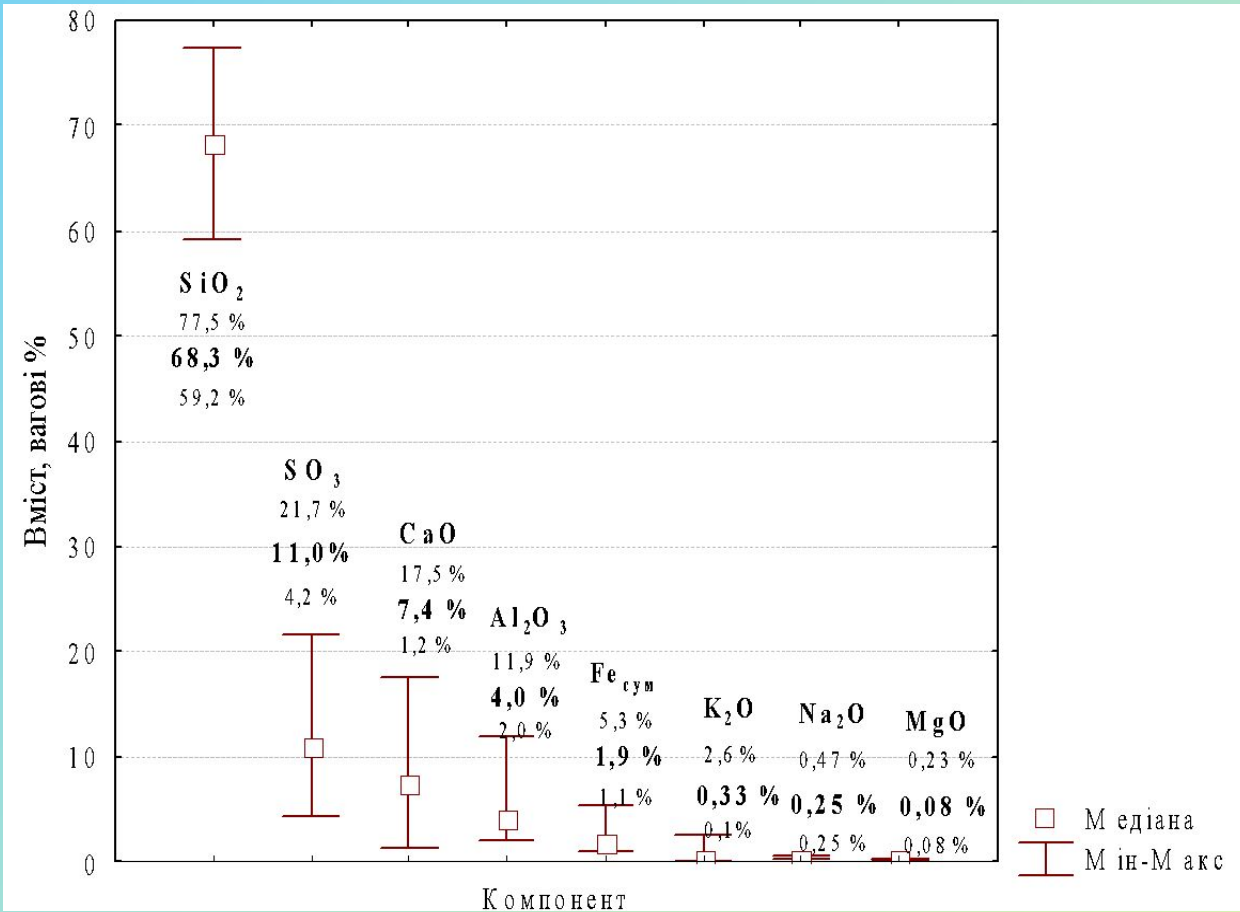
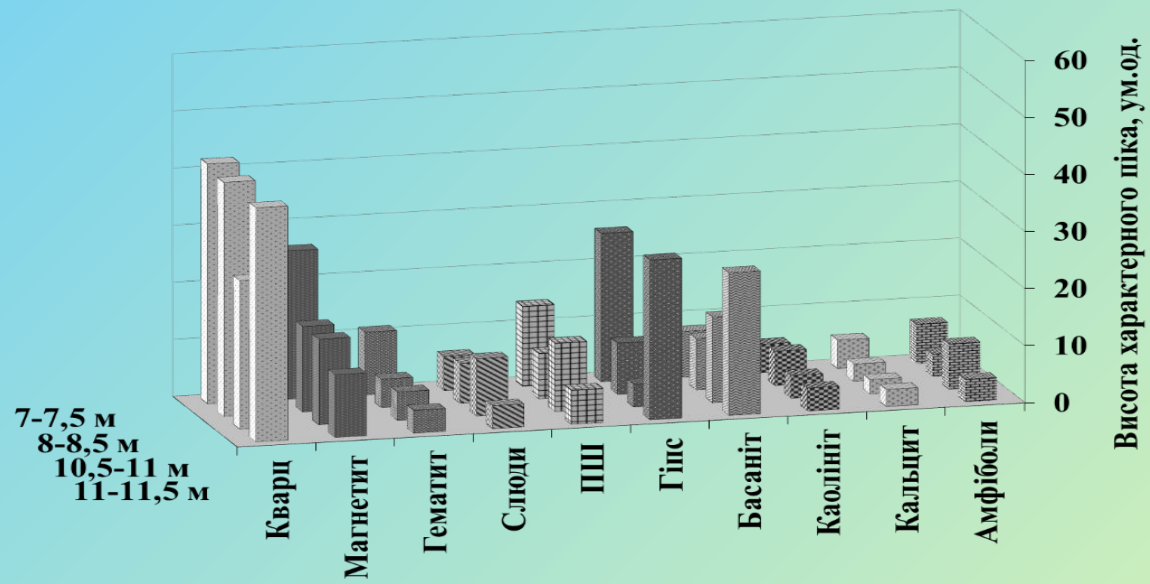


Рис. 1.5. Вміст основних оксидів в матеріалах хвостосховища «Центральний Яр»



1.8. Мінеральний склад зразків матеріалу хвостосховища «Дніпровське»

Благодарим за внимание!