

553.495(477)
М 54



МЕТАЛОГЕНІЯ УРАНОВОРУДНИХ РАЙОНІВ В ОСАДОВОМУ ЧОХЛІ УКРАЇНСЬКОГО ШИТА



ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
«ІНСТИТУТ ГЕОХІМІЇ
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК
УКРАЇНИ»

*

STATE INSTITUTION
«THE INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL
GEOCHEMISTRY OF NATIONAL
ACADEMY OF SCIENCES
OF UKRAINE»

**METALLOGENY
OF URANIUM ORE
REGIONS
IN THE UKRAINIAN
SHIELD
SEDIMENTARY
COVER**

*«SCIENTIFIC BOOK»
PROJECT*

**МЕТАЛОГЕНІЯ
УРАНОВОРУДНИХ
РАЙОНІВ
В ОСАДОВОМУ
ЧОХЛІ
УКРАЇНСЬКОГО
ЩИТА**

*ПРОЕКТ
«НАУКОВА КНИГА»*

УДК 553.495 (477)

У монографії схарактеризовано будову осадового чохла Українського щита, умови та закономірності гідrogenного інфільтраційного рудоутворення, досліджено металогенію урановорудних районів і уранових родовищ осадового чохла. Розглянуто поверхневі концентрації урану (у зв'язку з родовищами урановорудної альбітитої формації Інгульського мегаблока Українського щита), подано порівняльну характеристику поверхневих концентрацій урану Інгульського мегаблока і рудних районів Північної Америки. Визначено супутники уранового зруденіння в осадовому чохлі Українського щита, зоні гіпергенезу родовищ альбітитої формації та їх промислову значущість. Розроблено пошукові критерії гідrogenних уранових родовищ, поверхневих концентрацій урану в зоні гіпергенезу родовищ альбітитої формації. Викладено результати комплексних досліджень радіаційних параметрів навколишнього середовища на екзогенних родовищах урану осадового чохла Українського щита та деяких родовищах альбітитої формації Інгульського мегаблока. Запропоновано сучасні модифікації радіометричного, еманційного і підгрунтового геохімічного знімання для пошуків уранових родовищ. Оцінено перспективи розширення мінерально-сировинної бази урану України за рахунок гідrogenних родовищ.

Для науковців, які досліджують родовища радіоактивної сировини та проблеми підвищення мінерально-сировинної бази ядерної енергетики України, а також аспірантів і студентів.

The structure of the Ukrainian shield sedimentary cover, the conditions and regularities of hydrogenic infiltration ore formation are described in the monograph. The metallogeny of uranium ore regions and uranium deposits of the sedimentary cover is presented. The surface concentrations of uranium (associated with deposits of uranium-bearing albitite formation of the Ingulskyi megablock of the Ukrainian shield) are considered, and a comparative analysis of the surface concentrations of uranium within the Ingulskyi megablock of the Ukrainian shield and the ore regions of the Northern America is given. Uranium associate elements in the sedimentary cover of the Ukrainian Shield within zones of hypergenesis for deposits of albitite formation and their commercial significance were identified. The search criteria for hydrogenic uranium deposits, surface concentrations of uranium within the zone of hypergenesis for deposits of albitite formation were developed. The results of comprehensive research of environmental radiation parameters for the uranium exogenous deposits of the Ukrainian shield sedimentary cover and some deposits of the albitite formation of the Ingulskyi megablock are presented. State-of-the-art modifications of radiometric, emanational and subsurface geochemical surveying for the search of uranium deposits are proposed. The prospects for the uranium mineral resources growth in Ukraine due to hydrogeneous deposits were estimated.

For researchers who are exploring deposits of radioactive raw materials and prospects for their growth to the benefit of nuclear energy operation in Ukraine, as well as for the post graduates and students.

Відповідальний редактор доктор геологічних наук *В. Г. Верховцев*

Рецензенти:

доктор геолога-мінералогічних наук, член-кореспондент НАН України *Р. Я. Белєвцев*,
доктор геолога-мінералогічних наук, член-кореспондент НАН України *О. Б. Гінтов*

*Рекомендовано до друку вченою радою
ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України»
(протокол № 6 від 14 серпня 2018 р.)*

**Видання здійснено за кошти Цільової комплексної програми
«Створення та розвиток науково-видавничого комплексу НАН України»**

Науково-видавничий відділ медико-біологічної, хімічної та геологічної літератури

Редактори *О. І. Калашикова, Т. Р. Гордієнко*

© В. Г. Верховцев, К. Г. Суцук, Ю. О. Фомін, Ю. С. Тищенко,
М. П. Семенюк, Ю. М. Деміхов, І. Л. Колябіна, О. В. Вайло,
І. І. Михальченко, 2019

© НВП «Видавництво “Наукова думка” НАН України»,
дизайн, 2019

ISBN 978-966-00-1730-6

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА (В. Г. Верховцев, К. Г. Суцук, Ю. О. Фомін)	5
Р О З Д І Л 1 ІСТОРІЯ ФОРМУВАННЯ ТА БУДОВА ОСАДОВОГО ЧОХЛА УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА	7
1.1. Стратиграфія, літологія, історія формування осадового чохла щита (К. Г. Суцук)	7
1.1.1. Загальна металогенія осадового чохла	10
1.2. Структурно-тектонічні умови формування гідрогенних уранових родовищ в осадовому чохлі щита (В. Г. Верховцев, М. П. Семенюк)	12
1.2.1. Структурно-палеогеоморфологічні умови формування долинних комплексів південних схилів	16
1.3. Гідрогеологічні умови гідрогенного інфільтраційного рудоутворення (К. Г. Суцук)	17
Р О З Д І Л 2 ЗАКОНОМІРНОСТІ ГІДРОГЕННОГО УРАНОВОГО РУДОУТВОРЕННЯ В ОСАДОВОМУ ЧОХЛІ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА ТА У СУМІЖНИХ ПЛАТФОРМНИХ СТРУКТУРАХ (К. Г. Суцук)	23
2.1. Загальні відомості про гідрогенне рудоутворення	23
2.2. Закономірності поведінки урану в зоні гіпергенезу	25
2.3. Клас інфільтраційних родовищ	27
2.4. Клас ексфільтраційних родовищ. Полігенні ексфільтраційно-інфільтраційні родовища урану	29
2.5. Рудоутворювальна роль процесів оглеєння у осадових формаціях щита, його схилів і суміжних прогинів	31
2.6. Закономірності уранокопичення упродовж літогенезу базальних відкладів ранньої крейди на південному схилі щита	41
Р О З Д І Л 3. ХАРАКТЕРИСТИКА УРАНОВОРУДНИХ РАЙОНІВ І УРАНОВИХ РОДОВИЩ ОСАДОВОГО ЧОХЛА УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА (В. Г. Верховцев, К. Г. Суцук, М. П. Семенюк)	49
3.1. Короткий опис Дніпровської металогенічної урановорудної області в осадовому чохлі щита	49
3.2. Південнобузький урановорудний район	53
3.3. Інгуло-Інгулецький урановорудний район	56
3.4. Саксагансько-Сурський урановорудний район	63
Р О З Д І Л 4. ЕПІГЕНЕТИЧНІ КОНЦЕНТРАЦІЇ УРАНУ У ЗВ'ЯЗКУ З РОДОВИЩАМИ УРАНОВОРУДНОЇ АЛЬБІТИТОВОЇ ФОРМАЦІЇ ІНГУЛЬСЬКОГО МЕГАБЛОКА (Ю. О. Фомін, Ю. М. Деміхов)	69
4.1. Уран в альбітитах та зоні їх гіпергенезу	73
4.2. Порівняльна характеристика поверхневих концентрацій урану Інгульського мегаблока Українського щита і рудних районів Північної Америки	86

Р О З Д І Л 5 СУПУТНИКИ УРАНОВОГО ЗРУДЕНІННЯ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА, ЇХ ПРОМИСЛОВА ЗНАЧУЩІСТЬ	91
5.1. Елементи-супутники урану в родовищах альбітитої формації та зоні їх гіпергенезу (Ю. О. Фомін, Ю. М. Деміхов).....	91
5.2. Супутники уранового зруденіння в осадовому чохлі щита (К.Г. Суцук)	97
Р О З Д І Л 6. РАДІОМЕТРИЧНА РОЗВІДКА ТА КОМПЛЕКСНІ РАДІОЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НА ТЕРИТОРІЯХ РОДОВИЩ УРАНУ УКРАЇНИ (В. Г. Верховцев, Ю. Є. Тищенко, О. В. Вайло, І. Л. Колябіна)	99
6.1. Мета, об'єкти, програма та методи досліджень	99
6.2. Апаратура досліджень	102
6.3. Основні узагальнені результати радіометричної розвідки та радіоекологічних досліджень	105
6.3.1. Сафонівське епігенетично-інфільтраційне уранове родовище.....	105
6.3.2. Ватутінське уранове родовище натрій-уранової формації.....	108
6.3.3. Новокосянтинівське уранове родовище натрій-уранової формації	112
6.4. Геопросторове відображення результатів дослідження.....	115
6.5. Оцінювання умов утворення твердих фаз урану в природних водах у межах Ватутінського і Новокосянтинівського уранових родовищ методом термодинамічного моделювання	120
Р О З Д І Л 7. ПОШУКОВІ КРИТЕРІЇ ТА ПРОГНОЗ ПОШУКІВ УРАНОВИХ РОДОВИЩ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА	130
7.1. Ізотопно-геохімічні та геолого-генетичні критерії пошуків уранових родовищ альбітитої формації Інгульського мегаблока (із зонами їх гіпергенезу) (Ю. О. Фомін, Ю. М. Деміхов, В. Г. Верховцев)	130
7.2. Пошукові критерії та прогноз пошуків гідрогенних уранових родовищ в осадовому чохлі щита (К. Г. Суцук)	137
Р О З Д І Л 8 ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИДОБУТКУ УРАНУ МЕТОДОМ ПІДЗЕМНОГО СВЕРДЛОВИННОГО ВИЛУГОВУВАННЯ В УКРАЇНІ (В. Г. Верховцев, К. Г. Суцук, І. І. Михальченко)	140
8.1. Геолого-економічне обґрунтування відношення видобутку урану методом підземного свердловинного вилуговування	140
8.2. Наслідки видобутку урану методом підземного свердловинного вилуговування	142
8.3. Рекомендації щодо забезпечення радіаційно-екологічної безпеки навколишнього середовища при видобуванні урану засобами підземного свердловинного вилуговування	145
ВИСНОВКИ (В.Г. Верховцев, К.Г. Суцук, Ю.О. Фомін, М.П. Семенюк, Ю.Є. Тищенко, І. Л. Колябіна)	147
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	149

CONTENTS

PREFACE (<i>V. G. Verkhovtsev, K. G. Sushchuk, Yu. O. Fomin</i>)	5
CHAPTER 1 HISTORY OF FORMATION AND STRUCTURE OF THE UKRAINIAN SHIELD SEDIMENTARY COVER	7
1.1. Stratigraphy, lithology, history of formation of the Ukrainian shield sedimentary cover (<i>K. G. Sushchuk</i>)	7
1.1.1. General metallogeny of the Ukrainian Shield sedimentary cover	10
1.2. Structural and tectonic conditions for the formation of hydrogenic uranium deposits in the sedimentary cover of the Ukrainian shield (<i>V. G. Verkhovtsev, M. P. Semeniuk</i>)	12
1.2.1. Structural and paleo-geomorphological conditions for the formation of valley complexes of southern slopes of the Ukrainian Shield	16
1.3. Hydrogeological conditions of infiltration ore formation in the sedimentary cover of the Ukrainian shield (<i>K. G. Sushchuk</i>)	17
CHAPTER 2 REGULARITIES OF HYDROGENIC URANIUM ORE FORMATION IN THE SEDIMENTARY COVER OF THE UKRAINIAN SHIELD AND IN THE SURROUNDING PLATFORM STRUCTURES (<i>K. G. Sushchuk</i>)	23
2.1. General knowledge about hydrogenic ore formation	23
2.2. Regularities of uranium behavior within zone of hypergenesis	25
2.3. Class of infiltration deposits	27
2.4. Class of exfiltration deposits. Polygenic exfiltration-infiltration uranium deposits.....	29
2.5. The ore-forming role of gleying processes in the sedimentary formations of the Ukrainian Shield, its slopes and rimmed troughs.....	31
2.6. Regularities of uranium accumulation during lithogenesis of basal sediments of the early Cretaceous on the southern slope of the Ukrainian Shield	41
CHAPTER 3. CHARACTERISTICS OF URANIUM ORE REGIONS AND URANIUM DEPOSITS OF THE UKRAINIAN SHIELD SEDIMENTARY COVER (<i>V. G. Verkhovtsev, K. G. Sushchuk, M. P. Semeniuk</i>)	49
3.1. Brief geological characteristics of the Dniprovskiy metallogenic uranium ore region in the sedimentary cover of the Ukrainian Shield	49
3.2. Pivdenno-Buzkyi uranium ore region.....	53
3.3. Ingulo-Inguletskyi uranium ore region	56
3.4. Saksagansko-Surskyi uranium ore region	63
CHAPTER 4 EPIGENETIC CONCENTRATIONS OF URANIUM ASSOCIATED WITH DEPOSITS OF URANIUM-BEARING ALBITITE FORMATION OF THE INGULSKYI MEGABLOCK OF THE UKRAINIAN SHIELD (<i>Yu. O. Fomin, Yu. M. Demikhov</i>)	69
4.1. Uranium in albitites and within zone of their hypergenesis.....	73
4.2. Comparative analysis of uranium surface concentrations of the Ingulskiy megablock of the Ukrainian Shield and the ore regions of the Northern America	86

CHAPTER 5. ASSOCIATE ELEMENTS OF URANIUM ORES OF THE UKRAINIAN SHIELD AND THEIR COMMERCIAL SIGNIFICANCE	91
5.1. Uranium associate elements in deposits of albitite formation and within zone of their hypogene genesis (<i>Yu. O. Fomin, Yu. M. Demikhov</i>)	91
5.2. Associate mineralization of uranium ores in the Ukrainian Shield sedimentary cover (<i>K. G. Sushchuk</i>)	97
CHAPTER 6. COMPREHENSIVE RADIOMETRIC SURVEY AND RADIOECOLOGICAL RESEARCH WITHIN URANIUM TERRITORIES IN UKRAINE (<i>V. G. Verkhovtsev, Yu. Ye. Tyshchenko, O. V. Vailo, I. L. Kolyabina</i>)	99
6.1. Goal, objects, program and methods of research	99
6.2. Research equipment	102
6.3. Major summarized results of radiometric survey and radioecological research	105
6.3.1. Safonivske epigenetic-infiltration uranium deposit	105
6.3.2. Vatutinske uranium deposit of sodium-uranium formation	108
6.3.3. Novokostyantynivske uranium deposit of sodium-uranium formation	112
6.4. Geospatial mapping of research results	115
6.5. Estimation of the conditions for the formation of solid phases of uranium in natural waters within zones of the Vatutinske and the Novokostyantynivske uranium deposits location by thermodynamic modeling	120
CHAPTER 7. SEARCH CRITERIA AND FORECASTING OF URANIUM DEPOSITS OF THE UKRAINIAN SHIELD	130
7.1. Isotope-geochemical and geological-genetic search criteria for the uranium deposits of albitite formation of Ingulskyi megablock of the Ukrainian shield (including zones of their hypergenesis) (<i>Yu. O. Fomin, Yu. M. Demikhov, V. G. Verkhovtsev</i>)	130
7.2. Search criteria and forecast for the search of hydrogenic uranium deposits in the Ukrainian shield sedimentary cover (<i>K. G. Sushchuk</i>)	137
CHAPTER 8. GEOLOGICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT, CONSEQUENCES, ENVIRONMENTAL RISK, AND RECOMMENDATIONS CONCERNING URANIUM EXTRACTION BY THE METHOD OF UNDERGROUND BOREHOLE LEACHING IN UKRAINE (<i>V. G. Verkhovtsev, K. G. Sushchuk, I. I. Mykhalchenko</i>)	140
8.1. Geological and economic assessment of uranium extraction by the method of underground borehole leaching in Ukraine	140
8.2. Consequences of uranium extraction by the method of underground borehole leaching	142
8.3. Recommendations on radiation and environmental safety when uranium deposits development by means of underground borehole leaching	145
CONCLUSIONS (<i>V. G. Verkhovtsev, K. G. Sushchuk, Yu. O. Fomin, M. P. Semeniuk, Yu. Ye. Tyshchenko, I. L. Kolyabina</i>)	147
REFERENCES	149