

УДК 550.4:574.3

## ОЦІНКА ПОТЕНЦІЙНОГО ВПЛИВУ ПІДЗЕМНИХ ВОД НА РАДІОЕКОЛОГІЧНУ СИТУАЦІЮ ПРИ РОЗРОБЦІ БІЛАНІВСЬКОГО ЗАЛІЗОРУДНОГО РОДОВИЩА

**Крамар О. О., Краснов Є. Б., Тищенко О. Ю., Тищенко Ю. Є.**

Краснов Є. Б. м. н. с. ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України», yevhen.krasnov@gmail.com

Тищенко О. Ю. м. н. с. ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України», froi@ukr.net

Тищенко Ю.Є. к. геол. н., с. н. с. ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України», u-risk@ukr.net

*Наведена оцінка потенційного впливу на радіоекологічну ситуацію у зоні запланованої розробки Біланівського кар'єру залізних руд, який очікується внаслідок надходження водним шляхом радіонуклідів з розташованого поряд Кременчуцького родовища урану. Результати отримані шляхом аналітичного опрацювання фондових матеріалів та даних власних досліджень. Території обох родовищ характеризуються інтенсивним розвитком розломно-блокової тектоніки кристалічних порід докембрію, зокрема, до одного з розломів приурочене і уранове зруденіння. Зони розломів є одночасно зонами активного водообміну. Встановлено, що існує водна міграція іонів з обводненої зони тріщинуватості кристалічних порід до вище залягаючих водоносних горизонтів. При розробці залізорудного родовища кар'єрним способом, яка супроводжуватиметься утворенням потужної депресивної воронки, зростання інтенсивності водообміну між гідрогеологічними горизонтами призведе до підвищених концентрацій радіонуклідів у кар'єрних водах. Таким чином, необхідне попереднє встановлення ймовірних масштабів очікуваного радіаційного забруднення підземних горизонтів.*

**Ключові слова:** уран, радій, водоносні горизонти, тектоніка, розлом, кар'єр.

### Вступ.

Заплановане до розробки відкритим (кар'єрним) способом Біланівське родовище залізистих кварцитів розташоване на першій та другій надзаплавних терасах Псла у водозборі його лівої притоки р. Рудька у південно-західній частині Полтавської області. В межах цієї території є землі сільськогосподарського призначення та сільські населені пункти. Поруч знаходиться Кременчуцьке уранове родовище, розробка якого, на цей час, не планується. Підземні водоносні горизонти забезпечують природний водний масоперенос між геологічними утвореннями даного району. Це обумовлює основні радіаційні ризики, які можуть створити загрозу радіоекологічного характеру при розробці кар'єру [1, 2]. Загроза може бути спричинена імовірним суттєвим посиленням водного виносу радіонуклідів у верхні водні горизонти та їх подальшим надходженням у стічні кар'єрні води, які будуть скидатися.

Таким чином, до початку розробки кар'єру необхідно встановити основні кількісні та якісні параметри (обсяги, інтенсивність надходження, активність, можливу подальшу трансформацію фізико-хімічних форм радіонуклідного складу) ймовірної міграції радіоактивно забруднених підземних вод.

**Мета роботи** – оцінювання впливу на кар'єрні води при розробці Біланівського родовища водної міграції радіонуклідів урану та радію з Кременчуцького родовища.

**Об'єкт досліджень** – геологічне і гідрогеологічне середовище території Біланівського залізорудного та Кременчуцького уранового родовищ.

**Методи дослідження** – радіохімічні, радіометричні, гідрогеологічні, геохімічні,

геоінформаційні.

Дослідження спрямоване на уточнення існуючих гідрогеологічних параметрів та прогноз водного виносу радіонуклідів, які можуть створювати потенційну радіоекологічну небезпеку.

Крім того, у подальших дослідженнях слід враховувати можливу трансформацію фізико-хімічних форм радіонуклідів уран-торієвого ряду в підземних водах внаслідок можливих змін умов геохімічного середовища (таких як іонна сила розчинів, рН середовища, окислювально-відновлювальні умови) [1].

#### **Загальна геологічна характеристика.**

У геоструктурному відношенні район належить до північно-східного схилу Українського щита. Виділяється ряд синклінальних і антиклінальних структур, а також розривні порушення. Синклінальні структури складені метаморфічними породами криворізької і конксько-верховцевської серій. Антиклінальні представлені, головним чином, плагіогранітами і мігматитами дніпровського та кіровоградсько-житомирського гранітоїдних комплексів [3, 4, 10].

У складі кайнозойських відкладів осадового чохла виділяються утворення палеогенової і четвертинної систем. Палеогенова система представлена відкладами бучацької, київської, харківської та обухівської світ [1, 2, 5-8]. Вони залягають майже горизонтально на поверхні докембрійських відкладів.

#### **Розломна тектоніка регіону.**

Широко розвинені складчасті і розривні структури Кременчуцького рудного району пов'язані з Криворізько-Кременчуцьким глибинним розломом [4, 9].

Тектонічні прояви пізнього протерозою призвели до порушення залягання порід докембрію, розблокування залізородних покладів, а також прояву більш пізніх накладених процесів: окварцювання, окислення залізних руд, лужного метасоматозу, формування уранового зруденіння, гіпергенезу та ін. [3-5, 10].

Найбільшою плікативною структурою Кременчуцького рудного району, формування якої призвело до корінної зміни елементів первинного залягання осадово-метаморфічної товщі порід криворізької серії, є Галещинська синкліналь. Породи залізо-кремнистої формації зазнали широкого прояву дислокаційного метаморфізму, дрібної складчастості, розривів різних порядків, дрібної тріщинуватості і катаклазу. В результаті формування розривних порушень, що ускладнили геометрію самої Галещинської синклінали разом з породами криворізької серії і гранітоїдами, утворилися Галещинський, Біланівський та інші розломи субмеридіонального напрямку і крупний Діагональний (Ревівський) розлом північно-східного простягання. Крім того, відомі ще й інші другорядні розривні порушення, головним чином, північно-східного напрямку. Є також розриви північно-західного і іноді субширотного простягання [4, 9].

#### **Біланівське залізородне родовище.**

Криворізько-Кременчуцька металогенічна зона, до якої відноситься Біланівське родовище залізистих кварцитів, є складовою частиною залізородної провінції України. Абсолютний вік порід криворізької серії, з якими пов'язане зруденіння, дорівнює 1700-2000 млн. років, а для нижньої світи – 2300-2700 млн. років. Переважає комплекс вулканогенних і залізо-кремнієвих формацій, змінених ультраметаморфізмом і метасоматичними процесами [4, 6, 7].

Біланівське родовище залізистих кварцитів розташовано в межах Галещинської синклінали, яка, в свою чергу, розділена Біланівською антиклінальною на дві синклінали більш високого порядку. Загальне падіння порід західне, під кутами  $15^{\circ}$ ... $65^{\circ}$ , місцями  $75^{\circ}$ .

В геологічній будові Біланівського родовища залізистих кварцитів приймають участь

докембрійські кристалічні утворення, перекриті чохлам кайнозойських осадових відкладів потужністю від 84,0 м в південній частині до 115,0 м в північній частині родовища. Нижній структурний ярус має складчасто-блокову будову [4, 7].

### **Кременчуцьку родовище урану.**

Родовище знаходиться на території смт. Нова Галещина, Козельщанський район Полтавської області. Відстань від рудних покладів уранового родовища до землевідведення під Біланівський ГЗК менше одного кілометра. Ділянка уранового родовища має невеликі розміри: 500 м на 100 м.

Родовище приурочене до крупної Ревівської розломної зони, якою створено умови формування і локалізація уранового зруденіння. Північний відтинок цієї тектонічної структури має субмеридіональне простягання, яке на південь від уранового родовища змінюється на південно-західне і круто падає під Біланівське залізородне родовище.

Рудні зони глибоко еродовані, тому збережений вертикальний розмах зруденіння коливається в межах 300-500 м. Тобто після довготривалої ерозії та пенепленізації Українського щита залишилася тільки незначна коренева частина цього палеопротерозойського за віком родовища. Практично всі рудні поклади виходять на еродовану поверхню докембрію і перекриті 100-120 м чохлам осадових порід третинного та четвертинного віку [3, 10].

Ревівський розлом віднесений до структур скидового типу і має північно-західне падіння під кутом до  $68^{\circ}$ , а амплітуда зміщення по ньому сягає не менше 300 м [3, 10]. Розломна зона має багатшовну будову. В окремих перетинах зони налічується від п'яти до шести субпаралельних розломів потужністю від перших до кількох десятків метрів. Міжшовні об'єми представлені тріщинуватими та катаклазованими породами, які характеризуються підвищеною пористістю та проникністю. Тектонічні шви представлені мілонітами, брекчіями, будинованими і тектонічно розсланцьованими породами. Повсюдно тектоніти поліхронні, що свідчить про багатоактний характер розвитку уранового родовища. Безпосередньо урановорудні поклади контролюються серією малопотужних розривів, що опірюють розлом і закладені субузгоджено в гетерогенній шаруватій товщі порід криворізької серії. При вивченні цих структур в межах рудних зон встановлено, що серія розривів має як скидові, так і здвигові амплітуди.

Уранова мінералізація на Кременчуцькому родовищі пов'язана з процесами лужно-карбонатного метасоматозу, окремнінням, лімонітацією. Руди сформувались в метасоматично змінених породах залізородної формації. В результаті утворились егірініти, егіріно-карбонатні породи, альбітити та ін. Ці метасоматити, поряд з роговиками, джеспілітами, частково сланцями, що їх вміщують, є основними ураноносними породами. Рудні зони безпосередньо контролюються пористими і проникними зонами розривних порушень: брекчіями, зонами дрібної тріщинуватості, катаклазу, будинажу та тектонічного розсланцювання. В деякій мірі структурний контроль зруденіння визначається і дрібними зонами зминання. Породи, що вміщують уранові руди, порушені сінрудною тектонікою, були не повністю заліковані в процесі метасоматозу і рудоутворення. В зв'язку з цим, а також в результаті пострудних тектонічних деформацій, в даний час і рудні зони, і породи, що їх вміщують, характеризуються підвищеною тріщинуватістю, пористістю і проникністю.

На родовищі виділяються дві головні зони уранового зруденіння – Основна та Південна [3]. Зруденіння Основної зони, головним чином, локалізоване в егірін-карбонатних і кремнисто-лімонітових породах, грубошаруватих магнетитових роговиках з прошарками окраскованих сланців, тонкосмугастих мартизових роговиках і хлоритових, рибекітизованих і окраскованих сланцях. Падіння Південної зони круте, західне, як і Основної, а зруденіння

переважно приурочене до грубошаруватих роговиків.

### **Загальна гідрогеологічна характеристика.**

Згідно зі схемою гідрогеологічного районування території України, район досліджень розташований на південно-західній окраїні Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну.

У контексті з геологічною будовою та гідрогеологічними умовами на описуваній території виділяються наступні водоносні горизонти [1, 2, 4, 7, 8]: алювіальних, харківських, бучацьких відкладів, а також - тріщинуватих докембрійських кристалічних порід.

Водоносний горизонт середньо-верхньочетвертинних алювіальних відкладів розвинутий в межах надзаплавної тераси р. Псел. Порода, що вміщують алювіальні підземні води, представлені дрібнозернистими, кварцовими сірими пісками і супісками. Покрівлею горизонту є одновікові суглинки, підшовою – харківські відклади. Глибина залягання покрівлі горизонту 4-8,5 м. Потужність порід алювіального водоносного горизонту 6,5-8 м. Горизонт безнапірний. Глибина статичного рівня 0,2-3,7 м. Продуктивність свердловин складає від 1,75-4,2 дм<sup>3</sup>/с при зниженні 1,1-3,14 м. Хімічний склад вод горизонту строкатий. Переважають хлоридно-сульфатно-гідрокарбонатні магнієво-кальцієво-натрієві, з вмістом сухого залишку 0,939-1,33 г/дм<sup>3</sup>.

Водоносний горизонт харківських відкладів олігоцену розвинений повсюдно. Породами, що вміщують підземні води, є кварцово-глауконітові, дрібнозернисті, глинисті сірувато-зелені пісковики, які залягають прошарками серед глин і алевролітів. Глибина залягання водоносного горизонту 30-40 м. Потужність порід харківського водоносного горизонту 4,5-8 м. Водоносний горизонт слабонапірний. Величина напору складає до 30 м. Глибина статичного рівня води 0,7-4,5 м. Продуктивність свердловин складає 0,5-1,23 дм<sup>3</sup>/с при зниженні 16,75-38,57 м. Води горизонту з сухим залишком 2,42-6,46 г/дм<sup>3</sup>. За хімічним складом вони є хлоридно-натрієві.

Водоносний горизонт бучацьких відкладів розвинений повсюдно. Породами, що вміщують підземні води, є дрібнозернисті глауконітово-кварцові, зеленувато-сірі, глинисті піски. Покрівлею горизонту є мергелі київської світи, підшовою кристалічні породи докембрію. Глибина покрівлі 61,4-83,5 м. Потужність порід бучацького водоносного горизонту 6-31,3 м. Горизонт напірний, величина напору досягає 73,8-81,2 м, статичний рівень встановлюється на глибині +1,2-11 м, дебіт свердловин 0,37-2,41 дм<sup>3</sup>/с при зниженні 10-61,3 м. За хімічним складом води горизонту – хлоридно-натрієві з вмістом сухого залишку 6,19-9,77 г/дм<sup>3</sup>.

Відносно слабо вивченим залишається водоносний горизонт тріщинуватих докембрійських кристалічних порід. В той же час, при детальній розвідці, саме у цьому горизонті встановлено наявність урану і радію [4, 10].

Водоносність даного горизонту визначається ступенем тріщинуватості порід, станом тріщин, умовами живлення. Потужність верхньої, найбільш водозбагаченої, зони тріщинуватості складає 100-150 м, збільшується місцями до 200 і більше метрів. Горизонт напірний, величина напору від 55 до 115 м, але в більшості випадків не перевищує 80 м. Абсолютні відмітки п'езометричних рівнів в північній частині родовища складають 68-69 м, а в південній – 65-66 м. Водозбагаченість тріщинуватої зони невисока: дебіт свердловин в гранітах не перевищує соті та навіть тисячні частки дм<sup>3</sup>/с. Дебіт свердловин, що розкрили породи криворізької серії, змінюється від частин дм<sup>3</sup>/с до 1,25-6,99 дм<sup>3</sup>/с при пониженнях рівнів води відповідно 5,79 і 32,50 м. Основні гідрогеологічні параметри горизонту, за даними кушової відкачки склали: коефіцієнт водопроникності – 20,5 м/добу, коефіцієнт п'езопровідності – 1,28 10<sup>4</sup> м<sup>2</sup>/добу, коефіцієнт фільтрації – до 0,07 м/добу. Рівневий режим горизонту характеризується плавними річними коливаннями: вплив кліматичних чинників помітний, але в значній мірі згладжений, річні амплітуди коливань змінюються від 0,16 до

0,74 м. У багаторічному розрізі простежується тенденція рівнів до зниження [8].

### Особливості впливу Кременчуцького родовища урану на підземні води.

Як показано вище, за гідрогеологічними умовами як залізорудне, так і уранове родовища відзначаються досить великою складністю. Основний водоносний горизонт – бучацький – тісно пов'язаний з тріщинно-пластовими водами докембрійських порід.

При детальній розвідці Біланівського родовища було проведено визначення вмісту мікроелементів у підземних водах. Уран був виявлений у водах усіх водоносних горизонтів, але, якщо в алювіальному і харківському горизонтах – у одній, у бучацькому – у двох свердловинах, то у водах зони тріщинуватості докембрійських кристалічних порід – в 6 свердловинах. Вміст його коливається від  $5 \cdot 10^{-7}$  до  $9,75 \cdot 10^{-3}$  мг/дм<sup>3</sup> [4, 10] (рис. 1).

Радій був виявлений у трьох свердловинах алювію і харківського горизонту, 14 – бучацького і 22 – кори тріщинуватості докембрійських кристалічних порід. Визначений вміст радію –  $1 \cdot 10^{-10}$  –  $1,6 \cdot 10^{-8}$  мг/дм<sup>3</sup> [4, 10] (рис. 1).

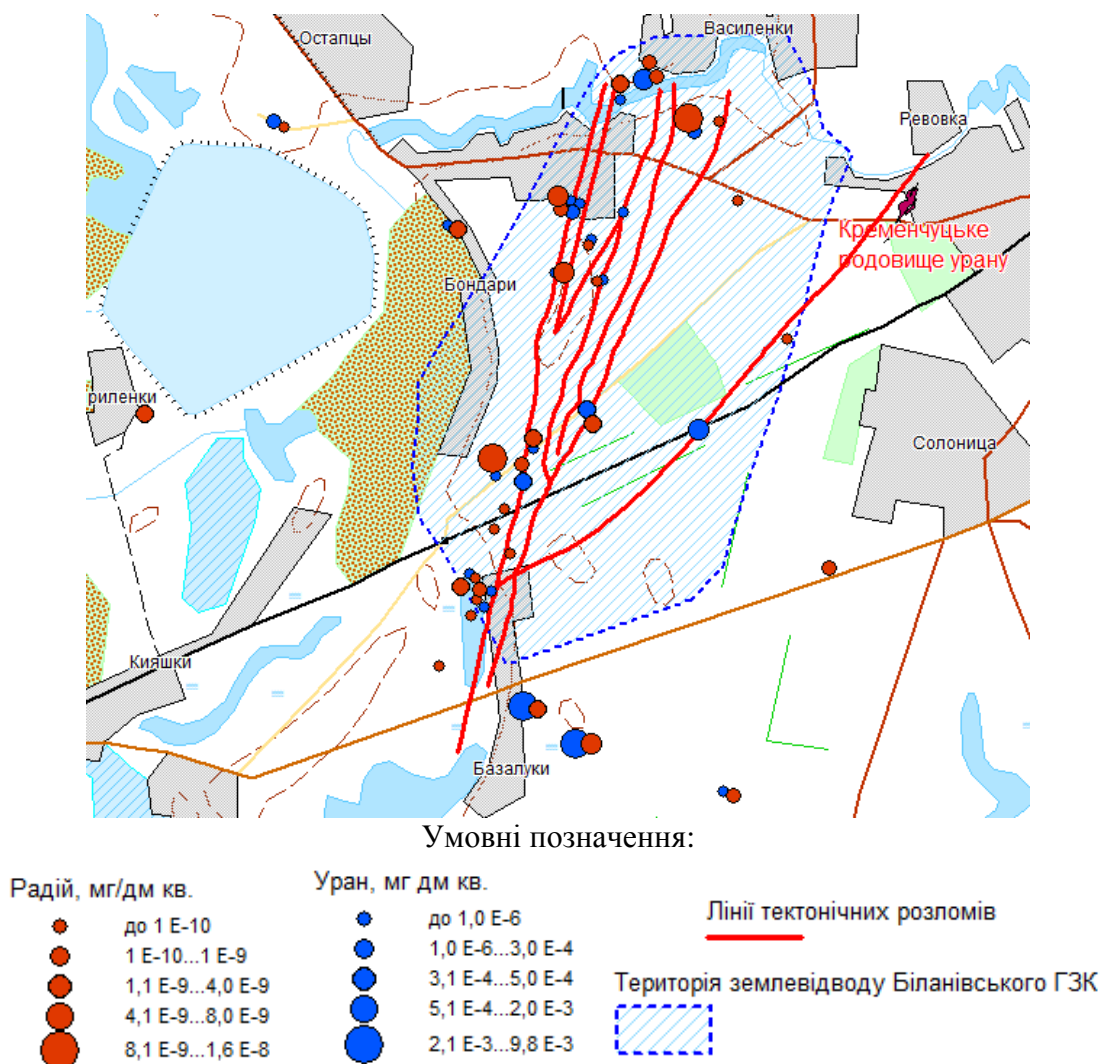


Рис. 1. Вміст урану та радію у підземних водах Біланівського залізорудного родовища за [4]

Встановлений нами під час натурних вишукувань [1, 2], вміст урану у воді поверхневих і підземних водних об'єктів території Біланівського залізорудного родовища склав від  $9,08 \cdot 10^{-5}$  до  $2,46 \cdot 10^{-3}$  мг/дм<sup>3</sup>.

Таким чином, присутність урану і радію у всіх водоносних горизонтах та поверхневих водах, ймовірно, показує, що депо радіоактивних елементів – Кременчуцьке уранове родовище – обводнене підземними водами безпосередньо пов'язаного з розломними структурами водоносного горизонту тріщинуватих кристалічних порід докембрію.

Водночас, як очікується [8], під час експлуатації відкритим способом Біланівського родовища утвориться депресивна воронка, в бік якої буде відбуватися інтенсивний стік підземних вод, в тому числі по проникним структурам Діагонального розлому.

У гіпергенезі уранових руд, крім структурного фактору, визначальну роль відіграє їх мінеральний склад. На Кременчуцькому родовищі головними мінералами є оксиди урану: ураніт, настуран, гідронастуран [3, 10]. В підпорядкованій кількості виявлено вкраплені, прожилкові, прожилкові-вкраплені і тонковкраплені (сорбційні) гідросилікати урану. Вміст уранових чернів незначний, що є лімітуючим фактором при вилуговуванні урану і перенесенні його підземними водами.

#### Висновки.

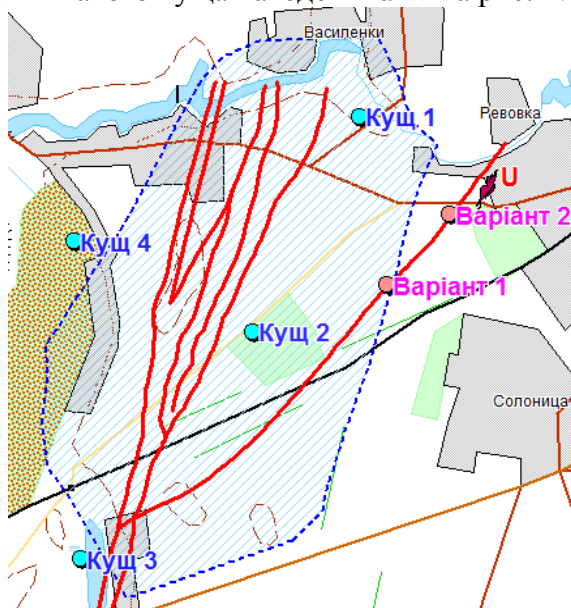
Загальною особливістю геолого-гідрогеологічних умов у межах району досліджень є поширення зон активних тектонічних розломів та підвищеної тріщинуватості кристалічних порід. Вплив блокових коливань земної кори на характеристики основних водоносних горизонтів, а особливо – на водоносний комплекс кристалічних порід докембрію, потенційно може спричиняти підвищені фільтраційні витрати підземних вод.

Проведений аналіз показує, що внаслідок цього, на території Біланівського родовища залізистих кварцитів підземні води всіх основних водоносних горизонтів зазнають радіаційного впливу Кременчуцького родовища урану завдяки водообміну в якому приймає участь нижній горизонт підземних вод кори вивітрювання кристалічних порід докембрію.

Така ситуація у майбутньому, при запланованій експлуатації Біланівського родовища та, пов'язаному з цим скиданні вод кар'єрного водовідливу, може мати негативний вплив на радіоекологічну ситуацію у зоні впливу Біланівського ГЗК.

Наявних на цей час матеріалів недостатньо для обґрунтованої оцінки кількісних та якісних показників очікуваної радіоактивності вод кар'єрного водовідливу, які будуть утворюватися при розробці Біланівського родовища за рахунок надходження до майбутнього кар'єру підземного стоку із зони кори вивітрювання, приуроченої до Ревівського розлому.

Найбільшого, до того ж запобіжного, ефекту було б досягнуто в результаті створення куща гідрогеологічних свердловин для ведення системних режимних спостережень, які перетнули б Ревівський розлом. Максимальна глибина чотирьох свердловин (по одній на кожному із водоносних горизонтів) визначається потужністю осадового чохла, тобто близько 100-120 м. При цьому найглибша з них повинна на 10-20 м ввійти у докембрійські породи. Варіанти можливого розміщення такого куща наведені нами на рис. 2.



**Рис. 2.** Варіанти розміщення куща спостережних свердловин, який пропонується створити на Діагональному розломі в межах території Біланівського залізородного та Кременчуцького уранового родовищ.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Звіт про НДР № 63/1 «Натурні радіоекологічні дослідження та оцінка ризиків, пов'язаних з радіаційною небезпекою при розробці Біланівського залізородного родовища, Полтавська область» (заключний). 2012. – 226 с.
2. Звіт про НДР № 7/2013 «Вивчення можливого впливу уранової мінералізації Кременчуцького рудопоя на формування природного радіаційного фону території Біланівського гірничо-збагачувального комбінату» (заключний), – К.; ДУ «ІГНС НАН України», 2013, – 197 с.
3. Отчет по теме: «Сейсмическое микрорайонирование территории размещения хвостохранилища Белановского ГОКа» (заключительный). 2012. – 56 с.
4. «Звіт про детальну розвідку Біланівського родовища залізистих кварцитів, виконану Кременчуцькою ГРЕ в 1975-1979 рр.» – в 23-х томах.
5. Геологічний звіт про геологічне довивчення та відбір напівпромислової технологічної проби з залізистих кварцитів Біланівського родовища. 2011. – 133 с.
6. ТЕО. Дослідно-промислова ділянка на Біланівському родовищі залізистих кварцитів для уточнення інженерно-геологічних характеристик розкривних порід і гідрогеологічних умов будівництва. ОВНС. – 72 с.
7. Розробка Біланівського родовища залізних руд. Техніко-економічне обґрунтування. Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС). Т. 1-2. 2012. – 494 с.
8. Закономерности образования и размещения урановых месторождений Украины / Отв. редактор Я.Н. Белевцев. – Киев: Изд-во АН УССР, 1968. – 763 с.
9. Железисто-кремнистые формации Украинского щита. Т. 2. Докембрий III / Отв. редактор Н. П. Семененко - Киев: Наук. думка, 1978. – 367 с.
10. Отчет о разведке Кременчугского месторождения урана за 1952-1955 годы. В 5-ти томах. Кировская экспедиция, партия № 25.

## REFERENCES

1. Zvit pro NDR № 63/1 «Natural radioecological research and evaluation of risks related by radiation danger in the extraction of iron ore Bilanovo mining, Poltava oblast» (zakluchnyj) [«Natural radioecological research and evaluation of risks related by radiation danger in the extraction of iron ore Bilanovo mining, Poltava oblast». The research scientific work report N63/1. 2012 (final) ] – K.; DU «IGNS NAN Ukrainy», 2012. – 226 s. [*in Ukrainian*].
2. Zvit pro NDR № 7/2013 «Vyvchennia mojljyвого vplyvu uranovoji mineralizatsii Kremenchuts'kogo rudoprojavu na formuvannia pryrodnogo radiatsijnogo fonu teritirii Bilanivskogo girnycho-zbagachuvalnogo kombinatu» (zakluchnyj), [“The study of the possible impact of Kremenchug uranium ore mineralization on the formation of natural background radiation of territory of Bilanovo mining and processing plant” (final report)] – K.; DU «IGNS NAN Ukrainy», 2013, – 197 s [*in Ukrainian*].
3. Otchot po teme: «Sejsmicheskoje mikrorajonirovanie territorii razmeshchenija chvostochranilishcha Belanovskogo GOKa» (zakliuchitelnyj). [“Seismic micro zoning territory placing tailings of Belanovo MPP” (final report)] 2012. – 56 s[ *in Russian*].
4. «Zvit pro detal'nu rozvidku Bilanivskogo rodovyshcha zalizystyh kvartsytiv, vykonanu Kremenchutskoju GRE v 1975-1979 rr.» [“Report on detailed exploration of deposits of ferruginous quartzite Bilanovo, it was done Kremenchug GSE (geological survey expedition) in the 1975-1979 years” – - 23 tomes. [*in Ukrainian*].
5. Geologichnyj zvit pro geologichne dovvyvchennia ta vidbir napivpromyslovoji tehnologichnoji proby z zalizystyh kvartsytiv Bilanivskogo rodovyshcha [Geological report on geological tostudy and selection of semiindustrial technological tests with Bilanovo ferruginous quartzite deposits] 2011. – 133 s. [*in Ukrainian*].
6. ТЕО. Doslidno-promyslova dilianka na Bilanivskomu rodovyshchi zalizystyh kvartsytiv dla utochnennia inzhenerno-geologichnyh harakrerystyk rozkryvnyh pored I gidrogeologichnyh umov budivnytstva [Feasibility Study. Research and industrial area on Bilanovo ferruginous quartzite deposit to refine the geological characteristics of the overburden rocks and hydrogeological conditions of construction] – 72 s. [*in Ukrainian*].
7. Rozrobka Bilanivskogo rodovyshcha zaliznyh rud. Tehniko-ekonomichne obgruntuvannia. Otsinka vplyvu na navkolyshnie seredovyshe (OVNS). [Extraction of Bilanovo iron ore deposits. Feasibility

- study. Environmental impact assessment (EIA)] Т. 1. 2012. – 494 s. [in Ukrainian].
8. Zakonomernosti obrazovaniya i razmieshcheniya uranovyh miestorozhdenij Ukrainy [Laws of formation and distribution of uranium deposits in Ukraine] / Otv. Redactor Ja. N. Belevtsev – Kiev: Izd-vo AN USSR, 1968. – 763 s [in Russian].
  9. Zheliezisto-kriemnistyje formacii Ukrainского shchita [Ferruginous-siliceous formations of the Ukrainian shield] Т. 2. Dokembrij III / Otv. Redactor N. P. Semenenko – Kiev: Nauk. dumka, 1978. – 367 s [in Russian].
  10. Otchet o razvedkie Kriemienchugskogo mestorozhdenije urana za 1952-1955 gody [Report on the prospecting of Kremenchug uranium deposits for 1952-1955 years] V 5-ti tomah. Kirovskaja ekspediciya, partija № 25. [in Russian].

## ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ ПРИ РАЗРАБОТКЕ БЕЛАНОВСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**Крамар О. А., Краснов Е. Б., Тищенко О. Ю., Тищенко Ю. Е.**

**Краснов Е. Б.** м. н. с. ГУ «Институт геохимии окружающей среды НАН Украины», yevhen.krasnov@gmail.com  
**Тищенко О. Ю.** м. н. с. ГУ «Институт геохимии окружающей среды НАН Украины», froi@ukr.net  
**Тищенко Ю. Е.** к. геол. н., с. н. с. ГУ «Институт геохимии окружающей среды НАН Украины», u-risk@ukr.net

*Приведена оценка потенциального влияния на радиологическую ситуацию в зоне запланированной разработки Белановского карьера железных руд, который ожидается вследствие поступления водным путем радионуклидов из рядом расположенного Кременчугского месторождения урана. Результаты получены путем аналитической обработки фондовых материалов и данных собственных исследований. Территории обоих месторождений характеризуются интенсивным развитием разломно-блоковой тектоники кристаллических пород докембрия, в частности, к одному из разломов приурочено и урановое оруденение. Зоны разломов являются одновременно зонами активного водообмена. Установлено, что существует водная миграция ионов из обводненной зоны трещиноватости кристаллических пород в залегающие выше водоносные горизонты. При разработке железорудного месторождения карьерным способом, которая будет сопровождаться образованием мощной депрессивной воронки, увеличение интенсивности водообмена между гидрогеологическими горизонтами приведет к повышенным концентрациям радионуклидов в карьерных водах. Таким образом, необходимо предварительное установление вероятных масштабов ожидаемого загрязнения подземных горизонтов.*

**Ключевые слова:** уран, радий, водоносные горизонты, тектоника, разлом, карьер.

## ASSESSMENT OF POTENTIAL IMPACT OF UNDERGROUND WATER ON RADIOLOGICAL SITUATION UNDER EXPLOITATION OF BILANOVSKOE IRON-ORE DEPOSIT

**О. Крамар, Е. Краснов, О. Тыщенко, Ю. Тыщенко**

**Е. Краснов**, Junior Researcher, SI «Institute of Environmental Geochemistry of NAS of Ukraine», yevhen.krasnov@gmail.com  
**О. Тыщенко**, Junior Researcher, SI «Institute of Environmental Geochemistry of NAS of Ukraine», froi@ukr.net  
**Ю. Тыщенко**, Ph.D. (Geology), Principal Researcher, SI «Institute of Environmental Geochemistry of NAS of Ukraine», u-risk@ukr.net

*The estimation of the potential impact on the radiological situation in the area of the planned development of Bilanovskoe iron mining, which is expected due to arrival of radionuclides by water from the Kremenchug uranium deposit. The results are obtained by the analytical processing of*



*source material and data of our research. The areas of both deposits is characterized by intensive development of fault-block tectonics of Precambrian crystalline rocks, particularly, the uranium mineralization is confined to one of the fractures. The fractured fault zones are also zones of active water exchange. It is established that the water migration of ions from flooded fracturing zone of crystalline rocks to overlying aquifer, occurs. In the development of iron-ore deposit by pit-run way, which is accompanied by the formation of a powerful depressive funnel, increase in intensity of water exchange between hydrogeological horizons is likely to lead to raised concentrations of radionuclides in quarry waters. So, preliminary identification of the scale of expected pollution of groundwater horizons is necessary.*

**Keywords:** *uranium, radium, aquifer, tectonics, fault, open pit.*