

УДК 550.42:551.89 (476)

В.Е. Бордон, А.В. Матвеев

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ: АНАЛИЗ, ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ)

Рассмотрены особенности формирования в четвертичных отложениях повышенных концентраций фосфора, редких металлов, полиминеральных россыпей и комплексной аномалии никеля, кобальта и хрома. Установлено, что увеличение содержаний фосфора связано с распространением торфовивинита в низинных болотах в контуре фосфатно-глауконитовой формации верхнего мела и палеогена. В четвертичных отложениях выделена одна редкометалльная аномалия (бериллия), которая прямо коррелируется с площадью соответствующего рудопоявления в породах кристаллического фундамента. Проанализированы особенности Молодечненского и Городокского участков с вышекларковыми концентрациями титана и циркона, а также сделан вывод о возможности использования данных по содержанию Ni, Co, Cr, V для выделения глубинных структур, представляющих интерес в связи с оценкой проблем алмазоносности. Приведенные материалы позволяют рассматривать охарактеризованные аномалии в четвертичной толще в качестве перспективных участков на соответствующие виды минерального сырья.

Введение

В результате выполненных ранее работ [1; 2] в четвертичных отложениях Беларуси выделена серия геохимических аномалий, однако их природа и геологический смысл, что крайне важно с научной и прикладной точек зрения, рассмотрены не были. В то же время, очевидно, что подобная интерпретация дает возможность, с одной стороны, выявлять новые поисковые признаки многих полезных ископаемых, с другой – прогнозировать их наличие в изучаемой толще отложений и в подстилающих образованиях. С этой целью в представленной статье и осуществлен анализ наиболее известных аномалий.

Аномалии фосфора

Геохимические аномалии фосфора в четвертичных отложениях приурочены в основном к торфяным массивам и представлены торфовивинитами.

Вивиниты (торфовивиниты) – это фосфорнокислая закисная соль железа $\text{Fe}_2(\text{PO}_2) \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. Они встречаются, как правило, в толще торфа на низинных болотах в виде небольших гнезд, прослоев или линз. На территории Беларуси торфовивиниты в отдельных местах образуют относительно крупные скопления. По результатам работ, проводимых с 1935 г., известно около 250 таких месторождений и рудопоявлений. Свыше 150 из них находятся в восточных районах Гомельской и Могилевской областей. Одна из самых крупных залежей с содержанием фосфорного ангидрида P_2O_5 до 10,5–11% расположена на болоте Белицкое в Рогачевском районе. Запасы торфовивинитов здесь составляют свыше 100 тыс. м³. Месторождения с запасами до 50 тыс. м³ известны в Тереховском районе (болота Глубокское, Васильевское, Козлово и др.). Залежи торфовивинитов выявлены в отдельных торфомассивах Минской, Гродненской и Витебской областей.

В контурах геохимических аномалий среди болотных фосфатов, встреченных на территории республики, выделены четыре минеральные разновидности, отличающиеся друг от друга внешними особенностями, внутренним строением и химическим составом.

Первая разновидность, являющаяся собственно вивинитом, всегда залегает ниже уровня грунтовых вод в восстановительных условиях. В свежих образцах минерал имеет светло-серую до белой окраску, сметаноподобную консистенцию. При сопри-

косновении с воздухом, в окислительных условиях, он в течение нескольких часов окисляется и синее, образуя при высыхании порошковатые землистые агрегаты, в составе которого содержится $\text{FeO} - 43\%$, $\text{P}_2\text{O}_5 - 28,3\%$, $\text{H}_2\text{O} - 28,7\%$.

Вторая разновидность, наиболее распространенная и обращающая на себя внимание ярко-синим цветом, представляет собой первичный и частично окисленный вивианит. Он является относительно устойчивым минералом в окислительных условиях и образует ряд соединений, отличающихся друг от друга степенью окисления. Его химическая формула – $(\text{Fe}^{+3}, \text{Fe}^{+2})_3 \cdot (\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. Он мало отличается от «первичного» вивианита, за исключением того что в его составе появляется окисное железо, количество которого зависит от степени окисления. При изучении кривых спектрального поглощения синего вивианита установлено, что синяя окраска минерала обусловлена совместным действием катионов закисного и окисного железа.

Третья разновидность болотных фосфатов представляет собой грязно-желтую землистую массу, развивающуюся по ярко-синему вивианиту после длительного нахождения последнего в окислительных условиях. При рассмотрении этой минеральной массы под бинокулярным микроскопом видно, что в палево-желтоватой массе имеются включения синего вивианита и зерна гидрата окиси железа оранжевых тонов. Преобладание одного из этих цветов и придает породе тот или иной оттенок. Это так называемый бераунит – минерал, состоящий из фосфорнокислой окиси железа. Его химическая формула – $3\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 17\text{H}_2\text{O}$. В берауните, по сравнению с исходным вивианитом, повышено содержание P_2O_5 (до 32%).

Четвертая минеральная разновидность болотных фосфатов – пицит – $4\text{FePO}_4 \cdot 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Это конечный продукт окисления вивианита. По внешнему виду пицит не отличается от бераунита и устанавливается только в результате электронно-микроскопических, термических или рентгеноструктурных исследований.

Четкую границу между этими минеральными разновидностями трудно провести, так как в процессе окисления происходит постепенный плавный переход от закисной формы («первичного белого» вивианита) через окись-закисную, закись-окисную к полностью окисленной форме (пициту).

Существуют следующие гипотезы образования вивианита: органогенная, почвенная и выщелачивания P_2O_5 грунтовыми водами с последующим осаждением фосфатов в торфах. Не отрицая возможности образования вивианитов в результате органо-генных и почвенных процессов, делается упор на вынос фосфора грунтовыми водами, циркулирующими в отложениях, слагающих окрестности болота и его дно, и накапливающегося в торфе по пути тока его вод в условиях слабощелочной среды.

Кроме вышеописанного источника поступления фосфора с грунтовыми водами существует еще дополнительный – принос фосфора с терригенным материалом с водосборных площадей и оседание его на поверхности болота. Под воздействием болотной среды происходит растворение терригенного материала и высвобождение фосфора. Чем больше поступает этого материала и чем богаче он фосфатами, тем больше возможности для вивианитообразования (при наличии в торфяной залежи соединений железа). При этом выделяется следующая последовательность образования вивианита в низинных болотах: вначале осажается известь (кальцит) в виде болотной извести или болотного мела, затем вивианит и сидерит. Соответствующая зональность присуща месторождениям вивианита для таких крупных болот, как Белицкое, Луковское, Сметанка и др. в Могилевской области.

Вивианит в большинстве своем находится в центре болота, в местах наибольших мощностей торфа, иногда соприкасаясь с сапропелем. За месторождение вивианита принято считать мощность слоя не менее 0,25 м со средним содержанием P_2O_5 не ме-

нее 2,5%. Отложения с P_2O_5 менее 2,5% считаются вивианитизированными торфами и в учет запасов месторождения вивианитов не включаются.

Характерно, что максимальная насыщенность рудопроявлений и месторождений торфовивианита приурочена к территории, где широко развиты верхнемеловые и палеогеновые отложения, содержащие концентрированные или рассеянные залежи фосфоритов в ассоциации с карбонатными породами или глауконитовыми песками.

Средний химический состав вивианитов в месторождениях по республике следующий: MnO – 0,3–1%, P_2O_5 – 18–25%, FeO – 8–20%, Fe_2O_3 – 38%, CaO – 1,3–1,8%, CO_2 – до 0,5%, Al_2O_3 – 2,2%, MgO – 0,02–0,4%. Характерной особенностью торфовивианитов в Беларуси является их неоднородность и непостоянство химического состава. Так, FeO варьирует от 4 (болото Чечерское Чечерского р-на) до 22% (болото Клебанка Толочинского р-на); Fe_2O_3 – от 22,6 (болото Чечерское) до 62,8% (болото Желтки Вилейского р-на); CaO – от 0,25 (болото Желтки) до 4,5% (болото Жабье Дубровенского р-на); Al_2O_3 – от 1,0 (болото Посудовское Комаринского р-на) до 5,5% (болото Желтки). Зольность (абсолютно сухая) торфовивианита также колеблется от 36 (болото Клебанка) до 67% (болото Койдановское Дзержинского р-на).

Таким образом, можно говорить о приуроченности контура геохимических аномалий на фосфор, т.е. распространения торфовивианитов, к фосфатно-глауконитовой формации как верхнего мела, так и палеогена и о тяготении аномалий фосфора преимущественно к болотам низинного типа.

Редкометалльные аномалии

Исторически сложившееся и используемое сегодня условное название «редкие элементы» относится к группе химических элементов, в свое время мало используемых или совсем не освоенных промышленностью в силу их малой распространенности и (или) рассеянности в земной коре, а также технологических трудностей извлечения из сырья и получения в чистом виде. Природные минеральные образования, содержащие редкие элементы в виде собственных минералов или изоморфных примесей, рассеянных в рудных жилах в количествах, достаточных для их рентабельного промышленного извлечения, относятся к редкометалльным рудам. Наличие редкометалльных геохимических аномалий является прямым поисковым признаком таких руд.

В четвертичных отложениях Беларуси выявлена одна заверенная редкометалльная аномалия – бериллия – северо-западнее г. Житковичи. Аномалия впервые обнаружена Л.И. Матрунчиком в конце 60-х годов, а затем подтверждена специальными исследованиями с помощью искусственных сорбентов В.К. Лукашевым и Л.И. Матрунчиком [3]. Геохимическая аномалия выделена по содержанию в глинистых четвертичных отложениях бериллия до 10 г/т (при кларке в четвертичной толще 3 г/т), а доля в покровных отложениях около 1 г/т. В качестве попутного элемента в пределах аномалии обнаружены повышенные содержания цинка – до 40–42 г/т при кларке 36,6 г/т. Аномалия приурочена к рудопроявлению бериллия (участок «Диабазовый») в породах кристаллического фундамента.

В целях разработки и апробирования методики поисков месторождений с бериллиевой минерализацией В.К. Лукашевым [3] с сотрудниками проведены опытно-методические работы на двух участках «Диабазовый» и на Украине, в районе месторождения с промышленной концентрацией элемента. Порции ионообменной смолы, помещенной в капроновые мешочки, закапывались по профилям на расстоянии 50–100 м. Через 8–12 месяцев они извлекались с последующим определением содержаний бериллия и его спутников, в частности цинка.

Проведенные работы дали положительные результаты. В частности, было подтверждено наличие редкометалльной геохимической аномалии и найден поисковый ме-

тод, использующий в качестве депонирующей среды четвертичные отложения с параллельным применением метода сорбентов. Из этого следует, что поиски редкометаллических руд, во всяком случае в условиях Беларуси, возможно осуществлять на основе исследования геохимических аномалий в покровных отложениях.

Аномалии элементов полиминеральных россыпей

Изучение распределения микроэлементов в четвертичных отложениях Беларуси позволило выделить две геохимические аномалии, которым соответствуют перспективные площади повышенных концентраций минералов титана и циркония – участки Минской возвышенности и Городокскую площадь [1; 4].

Четвертичные отложения Минской возвышенности (Молодечненская площадь) имеют сплошное развитие и залегают поверх коренных пород, образуя неоднородный по составу, строению и мощности покров. Максимальная мощность наблюдается в пределах и вблизи крупных положительных форм палеорельефа, а также в ложбинах ледникового выпахивания и размыва, других гляциодепрессиях. Питающей провинцией для отложений этого района служат породы рифея, протерозоя, кембрия, девона и неогена. Минеральную ассоциацию четвертичных отложений представляют рутил, циркон, гранат, ильменит, причем содержания рутила и циркона во флювиогляциале достигают зачастую 5–6% тяжелой фракции.

Исследования песчаных аккумуляций, развитых в пределах зоны сочленения Ивенецко-Минского углового массива и внешней зоны фронтального пояса Воложинско-Заславльско-Докшицкой дуги краевых ледниковых образований ошмянской фазы припятского оледенения, показали, что места скопления титансодержащих минералов относятся к восточной и юго-восточной частям песчаного фронтального пояса.

Повышенные концентрации титансодержащих минералов отмечаются для песчаных образований Логойского, Докшицкого, Раковского, Плещеницкого участков (соответственно ильменита-рутила 0,225 кг/м³; 0,181 кг/м³; 0,192 кг/м³; 0,0181 кг/м³) (таблица 1). Самые высокие концентрации титансодержащих минералов приурочены к отложениям, вскрытым карьерами у г.п. Плещеницы (0,790 кг/м³), д. Логоза (0,812 кг/м³), д. Дворец (0,165 кг/м³), д. Стрия (0,321 кг/м³), г. Сморгонь (0,233 кг/м³), д. Заборцы (0,212 кг/м³). Исходя из общей геологической ситуации и геоморфологических особенностей исследованной территории, можно ожидать увеличения концентрации полезных компонентов в южной и юго-восточной частях песчаного обрамления краевых ледниковых образований.

Проведенные исследования позволили установить некоторые общие закономерности и специфические черты распределения микроэлементов (Ni, Co, Cr, V, Mn, Ti, Zr, Cu) в песках данной площади (таблица 2).

Геохимическая сопряженность процессов выноса и накопления элементов выразилась в том, что образовывались своеобразные окраинные, по отношению к отступающему леднику, зоны, в которых песчаные аккумуляции обогащались элементами. При этом в наибольшей степени малоподвижными элементами (Ti, Zr, V, Cr), объединяемыми в коэффициент R_1 [5], обогащались породы Раковского участка. В этом месте превалировал перенос указанных элементов в виде обломков пород и минералов во взвесах при незначительной роли растворимых форм. Можно предположить наличие здесь потоков с усиленной гидродинамической деятельностью.

Судя по распределению микроэлементов по определенному типу (наблюдаются увеличенные содержания титана, циркония и других элементов в отложениях, расположенных по боковым линиям деградации ледника), проходила избирательная концентрация элементов: титан накапливался в песках карьеров Дворец (2500 г/т), Гудовщина (2400 г/т), Гердутишки (1900 г/т), Задорье (1800 г/т), Прончейково (1800 г/т); цирконий – Прончейково (500 г/т), Дворец (500 г/т); медь – Мстиж (6,5 г/т), Дворец (3 г/т).

Таблица 1 – Содержание титансодержащих минералов в песчаных отложениях Молодечненской площади, кг/м³

Участок	Ильменит	Рутил
Радощковичи	<u>0,051–0,209</u> 0,107	<u>0,003–0,242</u> 0,011
Воложин	<u>0,051–0,161</u> 0,111	<u>0,002–0,014</u> 0,007
Молодечно	<u>0,010–0,189</u> 0,099	<u>0,001–0,024</u> 0,096
Раков	<u>0,098–0,330</u> 0,178	<u>0,003–0,035</u> 0,014
Заславль	<u>0,024–0,266</u> 0,097	<u>0,001–0,026</u> 0,010
Логойск	<u>0,035–0,777</u> 0,210	<u>0,004–0,056</u> 0,015
Плещеницы	<u>0,042–0,759</u> 0,172	<u>0,002–0,032</u> 0,009
Докшицы	<u>0,115–0,212</u> 0,174	<u>0,002–0,013</u> 0,007

Примечание: В числителе – пределы колебаний, в знаменателе – среднее содержание.

Таблица 2 – Распределение Ti и Zr в песчаных отложениях, вскрытых карьерами на отдельных участках Молодечненской площади, г/т

Участок	Статистический показатель	Ti	Zr
Воложинский	Min	280	25
	Max	1800	500
	x	815,5	113,7
Молодечненский	Min	500	37
	Max	2400	330
	x	1130,0	146,7
Раковский	Min	950	37
	Max	2500	500
	x	1570,0	215,4
Заславльский	Min	450	42
	Max	1600	400
	x	1043,8	190,4
Логойский	Min	700	58
	Max	1400	230
	x	1030,0	149,6
Плещеницкий	Min	300	13
	Max	1800	340
	x	944,1	124,9
Докшицкий	Min	280	21
	Max	1500	340
	x	698,7	117,6

По усредненным данным наиболее интересными для дальнейшего изучения поведения и концентрации титана и циркония являются пески Раковского и Заславьского участков.

Городокская площадь относится к Белорусскому Поозерью, связанному с деятельностью последнего в плейстоцене поозерского оледенения. Эта территория отличается от более южных регионов распространением молодых ледниковых отложений, развитием свежего ледникового рельефа, сформировавшегося в основных чертах всего 17–20 тыс. лет назад.

На площади преобладают моренные и озерно-ледниковые отложения. Удаленной питающей провинцией является юго-восточная Финляндия, Карелия, дно Ладожского озера. Местная питающая провинция представлена верхнедевонскими породами. Район характеризуется циркон-рутил-гранат-ильменитовой ассоциацией. Содержания рутила достигают 2,7% в моренных отложениях, циркона – 9,1 и 9,3%. Лессовидные отложения у г.п. Лиозно (фракция 0,1–0,75 мм) характеризуются содержаниями циркона и рутила, достигающими 9,8 и 8,4% соответственно.

Комплексные аномалии никеля, кобальта и хрома

В 90-е годы прошлого века в северной части Беларуси были проведены совместные геофизические и геохимические исследования Институтом геологических наук НАН Беларуси особенностей Браславского поля развития предполагаемых глубинных структур, подобных по геолого-геофизическим признакам структурам, контролирующим поля алмазоносных кимберлитов, в частности на Сибирской платформе. Были выделены геохимические аномалии в четвертичных отложениях, возможно, имеющие поисковое значение. К сожалению, на сегодняшний день результаты изысканий не подтверждены буровыми работами и природа возмущающих тел остаётся на уровне теоретических предположений.

Остановимся кратко на результатах экспериментальных геохимических исследований, проведенных в районах развития известных трубок взрыва в Беларуси (Жлобинское поле), а также в провинциях проявления кимберлит-лампроитового магматизма иных регионов. В 1981 г. В.А. Литинским [6] было показано, что при поисках кимберлитовых тел могут быть использованы геохимические методы, основанные на обнаружении ореолов рассеивания, содержащих аномальные количества Ni, Cr, Ti, Nb, реже Pb, Zn, Sr, Се. При этом наиболее четко прослеживаются аномалии Ni (в три и более раз превышающие региональный фон), Cr (в пять и более раз), Nb (в 4–5 раз). По свидетельству Е.Д. Черного и Б.С. Ягнышева [7], поиски кимберлитовых тел по погребённым ореолам рассеивания дают положительный результат при изучении распределения и выделения аномалий Co, Cr, Ni, Ti, Cu, Ba, V, Zn, Mn. Контрастность аномалий возрастает по мере приближения к источнику, причём непосредственно над трубками фиксируются аномалии Co, Ti, на расстояниях в десятки метров (до ста) – Cr, Ni, Cu, Ba, на расстояниях первых сотен метров – V, Zn, Mn [7]. На территории Беларуси в пределах Жлобинского поля над трубкой «Цупер» изучены газовые эманации, вызванные возмущающим телом [8]. Установлена отчетливая аномалия радона в приповерхностных породах до глубины 0,5 м. При этом наиболее интенсивное поступление газа происходит по зоне контакта трубки взрыва и вмещающих пород, а контур аномальной зоны подчёркивает сохраняемую тенденцию повышения его концентраций в кольце, оконтуривающем трубку взрыва. В районе этой же трубки исследована зональность распределения концентраций электроподвижных форм никеля в почвах. Установлена геохимическая аномалия, очерчивающая зону влияния возмущающего тела, совпадающую с контуром магнитной аномалии; сохраняется закономерность кольцевой структуры повышенных концентраций элемента в проекции контактной зоны тела трубки и вме-

щающих пород. Рядом исследователей установлен факт струйного переноса вещества от возмущающих тел (рудных и кимберлитовых) к земной поверхности [9]. Указывается на высокую информативность «струй» частиц-индикаторов, каковыми являются ионы, молекулярные кластеры и иные образования. Методом «ионоприемника» фиксируются контрастные геохимические аномалии элементов группы железа – никеля и кобальта в пределах зон влияния диатрем. Термодинамическое моделирование состава наложенных ореолов погребенных кимберлитовых трубок [10] показало наличие вертикальной миграции растворов с выносом никеля из кимберлитов в несколько раз выше, чем при миграции через базальты, и то, что аномалии бария и стронция могут привлекаться в качестве индикаторов тектонических нарушений. Необходимо отметить, что проявления кимберлитового магматизма большинство исследователей так или иначе связывают с глубинными разломами, со степенью нарушенности монолитности пород фундамента, влияющей на проницаемость земной коры для кимберлитовых магм [11]. Из всего вышесказанного можно сделать заключение об определенном геохимическом воздействии трубок взрыва как на вмещающие породы, так и на перекрывающие их отложения, в том числе четвертичные, т.е. геохимические аномалии являются поисковым признаком.

В 90-х годах нами были изучены отложения, перекрывающие трубки взрыва (?) (возмущающие тела) на территории Браславского поля, образцы отбирались на глубине 0,4–0,8 м от земной поверхности. Опробовались моренные ($gl11pz_3$) и флювиогляциальные отложения ($fl11pz_3^s$) поозерского горизонта, представленные супесями, суглинками, песками разной зернистости с различным содержанием глинистой фракции. Мощность четвертичных отложений в районе проведения исследований колеблется от 5 до 150 м. Нижележащие породы девонского возраста представлены средним и верхним отделами. Из-за удаленности изученных территорий от техногенных источников, учитывая глубины отбора проб, можно исключить влияние техногенных факторов на формирование геохимических аномалий. В процессе анализа геохимических особенностей отложений выявлены вполне определенные эмпирические закономерности. В распределении литофильных (Zr, Y, Yb, La), сидерофильных с переменной валентностью (Ti, Nb, W, Mo), халькофильных (Zn, Cu, Pb) и лито-халькофильных (Sn, Ga) элементов не установлена какая-либо зональность. В противоположность этому достаточно четко выявляется тенденция Ni, Co, Cr и в меньшей степени V к созданию контрастных геохимических аномалий в зонах влияния возмущающих тел (трубок взрыва). Типичным повторяемым фактом является оконтуривание максимальными концентрациями этих элементов краевых зон влияния рассматриваемых структур и понижение их содержания в проектируемых центрах. Характер распределения отдельных элементов весьма схож. Коэффициенты парной корреляции распределения достаточно высоки. Представляется перспективным применение мультипликативных коэффициентов для более четкого определения границ зон влияния возмущающих объектов. Оценить количественную сторону зафиксированного явления возможно по показателям дисперсии отдельных элементов. Так, для ряда участков Браславского поля с выявленными зонами влияния возмущающих тел по геофизическим и геохимическим данным дисперсия для никеля – 69,0; 73,0; 72,0. Для нейтрального профиля в этом же районе не превышает 19,0.

Можно предположить следующий механизм возникновения геохимических аномалий. Одним из источников выноса элементов к дневной поверхности является контакт напорных подземных вод с кимберлит-лампроитовыми породами, их обогащение никелем, кобальтом [10], а также хромом и последующая фильтрация сквозь относительно проницаемую и, возможно, частично дезинтегрированную толщу перекрывающих отложений, в процессе чего создается геохимическая аномалия. Геохимические свойства никеля и кобальта близки, их ионы и соединения достаточно подвижны в гипергенных процессах. Подвижность ионов инертного хрома (Cr^{3+}) мала; она возмож-

на за счёт его миграции со взвесями, а также при соответствующих условиях в форме Cr^{6+} [12]. Вторым объяснением может служить влияние долговременных геофизических электромагнитных и иных аномалий, создаваемых объектами трубчатого типа, на миграцию микроэлементов, в частности их электроподвижных форм. Возможно комплексное участие перечисленных факторов в процессах возникновения зафиксированной геохимической зональности.

Таким образом, представлен прецедент разбраковки геохимических аномалий – перспективных участков возможной фиксации проявлений кимберлитового магматизма по геохимическим данным в четвертичных отложениях. Требования, которые необходимо предъявлять к данным подобных геохимическим исследований: высокая точность аналитических работ, акцент на изучение поведения никеля, кобальта, хрома, применение мультипликативных и иных геохимических коэффициентов. Регистрация четко выраженных геохимических аномалий в границах участков геофизических аномалий служит дополнительным фактором, подтверждающим перспективы и указывающим на необходимость проверки природы возмущающих тел – первопричин фиксируемых отклонений. Перспективными для продолжения геологоразведочных работ с целью выяснения природы аномалиеобразующих тел являются в пределах Северного поля участки: «Амбросенки», «Бувещина», «Дяденки», «Осингородок», «Щетки», «Черное-Рудки», «Ружанполье», «Свидно».

Заключение

Таким образом, приведенные материалы анализа и геологической интерпретации четырех групп геохимических аномалий в толще четвертичных отложений Беларуси позволяют считать аномальные концентрации фосфора, титана, циркония, редких элементов, элементов группы железа (Ni, Co, Cr, Mn) и некоторых других поисковыми признаками соответствующих видов минерального сырья. Полученные результаты дают нам возможность предлагать изученные аномалии в качестве перспективных участков на фосфориты, торфовивианиты, полиминеральные россыпи, редкие элементы (Be и др.), кимберлиты и, возможно, другие полезные ископаемые.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матвеев, А.В. Геохимические аномалии в четвертичных отложениях Беларуси / А.В. Матвеев [и др.] // Плейстоцен Беларуси и сопредельных территорий: материалы Междунар. научной конф. – Минск, 2004. – С. 30.
2. Матвеев, А.В. Геохимическая карта антропогенных отложений Беларуси / А.В. Матвеев [и др.] // Современные проблемы геохимии: материалы респуб. научной конф. – Минск, 2002. – С. 31–34.
3. Лукашев, В.К. Искусственные сорбенты в прикладной и экспериментальной геохимии / В.К. Лукашев. – Минск, 1992. – 311 с.
4. Полиминеральные кайнозойские россыпи юга Беларуси / Я.И. Аношко [и др.] // Природные ресурсы. – 1999. – № 3. – С. 16–22.
5. Бордон, В.Е. Геохимия и металлоносность осадочного чехла Белоруссии / В.Е. Бордон. – Минск, 1977. – 216 с.
6. Литинский, В.А. О содержании в кимберлитах Ni, Cr, Ti, Nb и некоторых других элементов и о возможности применения геохимических методов поисков кимберлитовых тел / В.А. Литинский // Геохимия. – 1981. – № 9. – С. 27–31.
7. Черный, Е.Д. Применение геохимических методов поисков кимберлитовых тел в Якутии / Е.Д. Черный, Б.С. Ягнышев // Геохимические методы поисков в северных районах Сибири. – Новосибирск, 1984. – С. 26–34.

8. Автушко, М.И. Геохимическое поле радона в поровом воздухе почв над погребенной трубкой взрыва / М.И. Автушко [и др.] // Літасфера. – 1995. – № 3. – С. 158–160.
9. Альтман, Э.Л. Атмогеохимический метод поисков месторождений полезных ископаемых со следом металлов в воздухе (задачи и перспективы) / Э.Л. Альтман, Б. Крчмар // материалы IV Объединенного международного симпозиума проблем прикладной геохимии. – Иркутск, 1994. – С. 128–129.
10. Воробьев, С.А. Термодинамическое моделирование состава наложенных ореолов погребенных кимберлитовых трубок / С.А. Воробьев, М.И. Борисов // материалы IV Объединенного международного симпозиума проблем прикладной геохимии. – Иркутск, 1994. – С. 171–172.
11. Милашев, В.А. Факторы локализации кимберлитов / В.А. Милашев // Кимберлитовый вулканизм и перспективы коренной алмазности Сибирской платформы. – Л., 1971. – С.48–50.
12. Перельман, А.И. Геохимия / А.И. Перельман. – М., 1989. – 528 с.

V.E. Bordon, A.V. Matveyev. Geochemical Anomalies: Analysis and Geological Interpretation (on the Example of Quaternary Deposits of Belarus)

The regularities of formation of polymineral placers, increased phosphorus and rare metals concentrations, as well as of a complex anomaly of nickel, cobalt and chromium are examined. It is stated that the increased phosphorous concentrations are related to distribution of vivianite in eutrophic bogs within the contours of the phosphate-glaucinite formation of the Upper Cretaceous and Paleogene. One rare metal (beryllium) anomaly is recognized in Quaternary deposits. It is directly connected with the area of beryllium ore manifestation in the crystalline basement rocks. The peculiarities of the Molodechno and Gorodok areas where titanium and zirconium contents exceed their Clark concentration levels are analyzed. It is concluded that data on nickel, cobalt, chromium and vanadium contents may be useful for revealing deep structures interesting in the aspect of evaluation of diamond bearing potential of rocks. Our data allow to consider the anomalies in Quaternary cover as the areas perspective for correspondent types of mineral raw materials.