

7. Солодов, И.Н. Методы интенсификации СПВ урана / И.Н. Солодов // Вестник российской академии естественных наук. — 2013. — Вып. 6-1. — С. 6–10.
8. Солодов, И.Н. Опыт добычи урана методом СПВ в криолитозоне / И.Н. Солодов, А.В. Гладышев, А.Г. Иванов // Разведка и охрана недр. — 2017. — № 11. — С. 65–71.
9. Справочник по геотехнологии урана / Под ред. Д.И. Скороварова. — М.: Энергоатомиздат, 1997. — 672 с.
10. Сытенков, В.Н. Методические рекомендации по расчету потерь и разубоживания при добыче урана методом подземного выщелачивания / В.Н. Сытенков, А.В. Еремин, Д.А. Бычихина. — М.: АО «ВНИПИпромтехнологии», 2016. — 52 с.
11. Solodov, I.N. The experience of using oxidants for ancient roll-front type uranium deposits In Situ Leaching mining in the Russian Federation / I.N. Solodov // Uram-2009. IAEA. International Symposium on Uranium Raw Material for the Nuclear Fuel Cycle / 22–26 June 2009, Vena, Austria.

© Коллектив авторов, 2018

Солодов Игорь Николаевич // INSolodov@armz.ru
 Полонянкина Светлана Викторовна // SVPolonyankina@armz.ru
 Воробьева Лариса Юрьевна // LaYVorobyeva@armz.ru
 Носков Михаил Дмитриевич // md_noskov@mail.ru и nmd@ssti.ru
 Иванов Александр Георгиевич // Ivanov.A.G@hiagda.ru

УДК 502.3/.7: 551.521

Бахур А.Е. (ФГБУ «ВИМС»)

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОАКТИВНЫХ АНОМАЛИЙ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Представлены примеры использования радиоизотопных данных для интерпретации радиоактивных аномалий в объектах окружающей среды (почва, вода). Данные о радионуклидном составе и соотношениях между изотопами урана, тория, радия, плутония, америция, стронция, цезия и других позволяют установить источник аномалии (природный или техногенный), оценить степень ее опасности для населения. **Ключевые слова:** радиоактивная аномалия, изотопы, изотопные отношения, объекты окружающей среды.*

Bakhur A.E. (VIMS)

INTERPRETING TECHNOGENIC AND Nontechnogenic RADIOACTIVE ANOMALIES IN ENVIRONMENTAL OBJECTS

*The article provides examples of using radioisotopic data in order to interpret radioactive anomalies in environmental objects (soils, water, etc.). The radionuclide composition and ratios of isotopes of U, Th, Ra, Pu, Am, Sr, Cs and other elements allow to recognize possible sources of an anomaly (technogenic or nontechnogenic) and assess the radiation safety. **Keywords:** environmental objects, radioactive anomalies, radionuclide composition, radioisotopic ratios.*

Актуальность проблемы расшифровки радиоактивных аномалий определяется постоянно возрастающей техногенной радиационной нагрузкой на природную среду, приобретающую масштабы национальной без-

опасности, что подчеркнуто рядом принятых в России законов, постановлений и нормативных документов.

Эта проблема будет обостряться в перспективе в связи с реализацией программ интенсивного развития атомной энергетики, объемов разведки и добычи уранового, редкометалльного и углеводородного сырья, накопления огромных объемов радиоактивных отходов разных категорий, аварийных ситуаций на предприятиях ядерно-топливного цикла (ЯТЦ), угрозы террористических актов.

Современные спектры загрязняющих радиоактивных веществ и источники их поступления весьма разнообразны и постоянно усложняются, проявляются новые формы их нахождения и закономерности миграционных процессов в окружающей среде. Радиоактивные аномалии могут быть связаны как с природными геологическими (месторождения U, Th, редких и редкоземельных элементов, ореолы рассеяния и др.), так и с антропогенными (ядерные испытания, аварии и сбросы на предприятиях ЯТЦ, горнодобывающее и перерабатывающее производство, складирование и захоронение радиоактивных материалов и др.) факторами.

Формирование и особенности природных радиоизотопных аномалий в геологической среде хорошо изучены многими исследователями (Н.Г. Сыромятников, 1961, 1976; В.В. Чердынцев, 1969, 1973; В.И. Баранов, 1973; П.И. Чалов, 1975; А.Н. Токарев, 1975; В.И. Малышев, 1978, 1981, 1983; Н.А. Титаева, 1983, 1992; Г.П. Киселев, 2005 и др.).

Вопросам современного техногенного радиоактивного загрязнения также посвящено большое количество научных трудов (Ю.А. Израэль, 1988, 1998; Ф.И. Павлоцкая, 1986–1987; Б.Ф. Мясоедов, 1997; А.П. Ермилов, 1993, 1997; R. Falk, 1988; Ю.В. Дубасов, А.С. Кривохатский и др., 1991; Н.А. Лошилов и др., 1992; В.А. Кузнецов и др., 1993; Е.П. Петряев и др., 1993; В.Т. Дубинчук, В.А. Поляков и др., 1995, 2001; И.А. Соболев, 1995; А.И. Соболев, 1996; В.В. Мартюшов и др., 1996; Л.П. Рихванов, 1997; Ю.С. Черепнин, 2000; С.М. Вакуловский, 2001, 2005; Е.В. Резвицкий, 2007; А.И. Алексахин, 2007; А.В. Стародубов, 2007 и многие другие.

В целом радиоэкологическое состояние территории России наиболее полно охарактеризовано в работах В.И. Булатова [3], Л.П. Рихванова [4], Н.А. Титавой [5].

Однако, как правило, в большинстве работ рассматриваются либо частные случаи одного из видов загрязнения, либо определенная территория или регион, либо конкретные объекты окружающей среды. Возможности идентификации источников загрязнения с использованием соотношений изотопов плутония отмечаются лишь в работе Б.Н. Беляева и др. [2].

Таким образом, на сегодняшний день цельной комплексной системы идентификации аномалий и установления их источника пока не сложилось.

Лабораторией изотопных методов анализа ФГБУ «ВИМС» в течение нескольких десятков лет были исследованы природные объекты в известных районах

Таблица 1
Радиоизотопные характеристики некоторых техногенных и природных аномалий

Объект	Результаты комплексных радиоизотопных исследований объекта					Заключение о возможном источнике техногенной аномалии	
	Соотношения между изотопами и радионуклидами						Другие данные
	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$	$^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$	$^{238}\text{Pu}/^{239,240}\text{Pu}$	$^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}/^{239,240}\text{Pu}$		
Проба воды из артезианской скважины (Украинский кристаллический щит)	18	0,047	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Присутствует ^{226}Ra	Природная уран-изотопная аномалия в подземных трещинных водах кристаллических пород
Проба воды из артезианской скважины (Северный Казахстан)	5	0,047	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Присутствует ^{226}Ra	Природная уран-изотопная аномалия в подземных трещинных водах кристаллических пород
Аномальная проба почвы (Приморье)	16	1,1	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Установлены высокие активности ^{65}Zn , ^{106}Ru , ^{60}Co , ^{124}Sb , ^{134}Cs	Техногенная аномалия: высокообогащенный U и продукты активации конструкционных элементов («свежее» ядерное топливо)
Справочно: типичные природные фоновые показатели	1–1,5	0,047	Практически отсутствуют (в пределах фона глобальных выпадений на земную поверхность)			Присутствие природных радионуклидов в сопоставимых с фоном количествах	Природный фон

загрязнения и на локальных аномальных участках не установленной природы загрязнения.

К первой группе объектов относятся 30-километровая зона ЧАЭС, Брянская и Тульская области, район озера Карачай, Семипалатинский и Новоземельский ядерные полигоны.

Вторая группа представлена участками с аномальной радиоактивностью изначально неустановленной природы в Москве и Московской области, в районах Арзамаса, Приморья, Югославии, донных отложениях Енисея, подземных водах Воронежского и Украинского кристаллических щитов, Северного и Южного Казахстана и многих др. [1].

Этот опыт приводит к выводу, что обоснованная и достоверная интерпретация радиоактивных аномалий, т.е. идентификация источника, объективная оценка масштабов и опасности для живой природы, прогноз развития радиационной ситуации невозможны без всесторонних комплексных исследований объекта радиоизотопными, радиографическими, электронно-микроскопическими, физико-химическими, минералогическими и другими методами.

Приведем несколько характерных примеров из более чем 40-летней практики Лаборатории изотопных методов ФГБУ «ВИМС», связанной в том числе и с исследованиями самых разнообразных природных и техногенных радиоактивных аномалий в различных объектах окружающей среды (природные воды, почвы, донные отложения, горные породы, руды, радиоактивные отходы и др.).

В табл. 1 приведены соотношения между альфа-излучающими изотопами урана, выделенными из не-

скольких аномальных объектов — подземных вод (водозаборные скважины Украинского кристаллического щита и Северного Казахстана), а также проб почвы одного из районов Приморья. На первый взгляд соотношения основных (по активности) изотопов урана $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ во всех объектах очень похожи, фиксируется значительный избыток легкого изотопа ^{234}U по отношению к ^{238}U (от 5 до 20). При этом соотношение активности $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ в подземных водах имеет стандартное природное значение (0,047). А вот в пробах почв (Приморье) установлено более чем 20-кратное превышение активности ^{235}U (1,1) по сравнению с природным фоновым значением (0,047). Исходя из этого можно сделать несколько выводов:

1. В первых двух случаях (подземные воды) мы имеем дело с чисто природными аномальными эффектами преимущественного выщелачивания ^{234}U по отношению к ^{238}U из кристаллических горных пород.

2. В третьем случае аномалия обусловлена присутствием в почвах диспергированного высокообогащенного урана, т.е. является техногенной.

При дальнейших исследованиях почв радиографическим и гамма-спектрометрическим методами установлено наличие в них локальных высокорadioактивных микрочастиц, а также продуктов активации — ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{124}Sb , ^{134}Cs .

При этом практически полностью отсутствовали осколочные продукты деления (ОПД) и трансурановые элементы (ТУЭ) — ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{238,239,240}\text{Pu}$, ^{241}Am .

С учетом этих особенностей источник загрязнения почв был интерпретирован нами как авария на компактном ядерном реакторе с разрушением тепловыде-

Таблица 2
Радиоизотопные характеристики некоторых техногенных и природных аномалий

Объект	Результаты комплексных радиоизотопных исследований объекта					Заклучение о возможном источнике техногенной аномалии	
	Соотношения между изотопами и радионуклидами						Другие данные
	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$	$^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$	$^{238}\text{Pu}/^{239,240}\text{Pu}$	$^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}/^{239,240}\text{Pu}$		
Проба воды из артезианской скважины (Воронежская антеклизы)	0,60	0,047	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Присутствует ^{226}Ra , ^{210}Po , ^{210}Pb	Природная уран-изотопная аномалия в подземных трещинных водах кристаллических пород
Проба воды из технологических сбросов одного из предприятий ЯТЦ	0,50	$\ll 0,047$	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	---	Техногенная уран-изотопная аномалия в технологических водах предприятия ЯТЦ
Справочно: типичные природные фоновые показатели	1 - 1,5	0,047	Практически отсутствуют (в пределах фона глобальных выпадений на земную поверхность)			Присутствие природных радионуклидов в сопоставимых с фоном количествах	Природный фон

Таблица 3
Радиоизотопная характеристика аномалии в почвах Подмосковья

Удельная активность радионуклидов (Бк/г) и соотношения между некоторыми ПРН						
Техногенные радионуклиды (ОПД, ТУЭ, продукты активации)	^{232}Th	^{230}Th	^{226}Ra	^{228}Ra	$^{226}\text{Ra}/^{230}\text{Th}$ (естественный радиоактивный ряд ^{238}U)	$^{228}\text{Ra}/^{232}\text{Th}$ (естественный радиоактивный ряд ^{232}Th)
Практически отсутствуют	39,9	5,2	0,38	872	0,07	22
Справочно: типичные природные фоновые показатели для почв средней полосы Европейской части РФ						
Практически отсутствуют	0,015–0,025	0,015–0,020	0,020–0,030	0,015–0,025	1,0–1,5	1,0

ляющих сборок и выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду. Впоследствии этот вывод подтвердился опубликованными данными о трагедии в бухте Чажма, где произошел взрыв реактора на атомной подводной лодке в результате нарушений технологии эксплуатации и требований безопасности.

Следующий пример также связан с изотопным составом урана. В табл. 2 приведены соотношения изотопов урана, выделенных из разных водных проб: водозаборных артезианских скважин в районе Воронежской антеклизы и из сбросных технологических вод одного из предприятий ЯТЦ. На первый взгляд по соотношениям $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ воды практически идентичны и характеризуются аномальным дефицитом ^{234}U по отношению к ^{238}U .

Однако, анализируя соотношения $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$, мы можем утверждать, что в первом случае аномалия чисто природная ($^{235}\text{U}/^{238}\text{U} \sim 0,047$), а во втором — техногенная, поскольку вода содержит явно обедненный технологический уран ($^{235}\text{U}/^{238}\text{U} \ll 0,047$), т.е. из природного урана в значительной мере извлечены легкие изотопы (234, 235).

Интересно отметить, что наши результаты по подземным природным водам Воронежской антеклизы, оформленные официальным Протоколом аккредитованной лаборатории, послужили основой конфликта с Институтом радиационной гигиены им. П.В. Рамзаева (г. С.-Петербург), ведущим в России НИИ в системе Роспотребнадзора, эксперты которого поставили под сомнение достоверность полученных данных. Аргумент был приведен один: «в природных водах такого не может быть!». Нам пришлось обратить внимание экспертов Роспотребнадзора на многочисленные научные труды по радиогидрогеологии, в которых эффект естественного «обеднения» или «обогащения» подземных вод по ^{234}U известен с 1950-х годов, хорошо изучен и считается установленным фактом. Такие аномальные соотношения могут встречаться в древних зонах интенсивного водообмена в кристаллических породах фундамента.

И еще один очень важный вывод. Во многих лабораториях, контролирующих соответствие воды критериям радиационной безопасности, принято определять

валовый уран (т.е. фактически только ^{238}U) традиционными химическими методами, что приводит к неверным заключениям о радиационной безопасности воды. Значения уровней вмешательства (УВ, НРБ-99/2009. СанПиН 2.6.1.2523-09) по природным изотопам урана примерно одинаковы (около 3 Бк/л по каждому изотопу), но в условиях значительного природного неравновесия между ^{234}U и ^{238}U в водах формальное заключение может быть положительным, а фактически вода требует защитных мероприятий по снижению активности.

Теперь немного о природных изотопах тория (^{232}Th , ^{230}Th , ^{228}Th , ^{227}Th).

Принято считать, что в природных водах эти изотопы практически отсутствуют из-за низкой растворимости. Однако это далеко не всегда так. Известно, что и в Казахстане, и в России активно развивается добыча урана способом подземного выщелачивания (ПВ). При этом в недрах Земли происходит разрушение урансодержащей минеральной матрицы, уран в растворенном виде извлекается на поверхность, а высвобожденные продукты его распада ^{226}Ra , ^{230}Th , ^{210}Pb , ^{210}Po могут создавать обширные водные ореолы в соответствии с направлением и скоростью подземных потоков, собственными миграционными и ядерно-физическими характеристиками, формируя техногенные аномалии за пределами районов добычи. В таких районах практически всегда в водах появляются значимые количества ^{230}Th и ^{227}Th (продукты распада ^{238}U и ^{235}U), которые ранее отсутствовали. Эти процессы, безусловно, подлежат контролю и радиационному мониторингу, поскольку присутствие, например, ^{227}Th служит тревожным признаком возможного присутствия ^{231}Pa , самого радиотоксичного элемента после ^{210}Po .

Еще один пример. При радиационном обследовании в одном из районов Подмосковья была выявлена интенсивная гамма-аномалия в почвах. С целью установления параметров аномалии и ее происхождения были отобраны пробы почв для радиоизотопных исследований. Результаты представлены в табл. 3.

Установлено полное отсутствие в пробах продуктов активации, ОПД и ТУЭ, однако измеренные активности α — излучающих изотопов тория (^{232}Th , ^{230}Th , ^{228}Th)

превышали среднефоновые значения для почв в 150–1000 раз. При этом активность ^{226}Ra соответствовала природному фону, а активность ^{228}Ra превышала его от 2000 до 20 000 раз.

Исходя из установленного радионуклидного состава, отсутствия ОПД и ТУЭ, чрезвычайно высокой степени нарушения радиоактивного равновесия и соотношений между природными радионуклидами (ПРН), аномалия была идентифицирована нами как участок несанкционированного захоронения отходов технологической переработки редкоземельных руд. В районе действует химико-металлургический завод, который, вероятнее всего, и является источником загрязнения. Помимо вывоза и захоронения загрязненных грунтов, мы рекомендовали дополнительные исследования территории с целью контроля возможного поступления высокотоксичных радионуклидов ^{228}Ra , ^{230}Th , ^{228}Th и ^{232}Th в грунтовые и подземные воды, используемые в питьевых целях, а также в воды р. Пахра.

Рассмотрим более сложный пример. Органами Роспотребнадзора при плановом радиационном обследовании в одном из округов Москвы непосредственно у станции метрополитена был выявлен участок грунта с повышенной гамма-активностью. Гамма-спектрометрический анализ в лаборатории Центра гигиены и эпидемиологии показал присутствие техногенного ^{137}Cs . Другой информации по объекту традиционными методами контроля получить не удалось. Аномальную пробу передали в нашу лабораторию для детального радиоизотопного анализа.

В табл. 4 представлены результаты комплексных исследований аномального грунта с целью установления полного радионуклидного состава загрязнения и выявления возможного источника поступления.

В итоге нами было установлено следующее:

- исходя из присутствия $^{239,240}\text{Pu}$ и ^{238}Pu (образующихся путем нейтронной активации ^{238}U), ^{154}Eu , осколочных продуктов деления ^{137}Cs и ^{90}Sr — почва загрязнена облученным ядерным топливом сравнительно низкой степени обогащения по ^{235}U ;
- по соотношению изотопов $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu} = 0,26$ компания топлива в реакторе составляла около 1 года;
- время с момента окончания компании топлива в реакторе составляет примерно 15 лет, на что указыва-

Таблица 4
Радиоизотопная характеристика аномалии в почвах СЗАО, г. Москва

Удельная активность природных и техногенных радионуклидов (Бк/г)									
Суммарная альфа-активность A_{α}	Суммарная бета-активность A_{β}	$^{239+240}\text{Pu}$	^{238}Pu	^{238}U	^{234}U	^{137}Cs	^{241}Am	^{90}Sr	^{154}Eu
110	175	73,2	19,1	0,08	0,09	156	12	0,80	0,84
Справочно: типичные природные фоновые показатели для почв средней полосы Европейской части РФ									
0,5–0,8	0,5–1,0	0,0005	<0,0005	0,01–0,02	0,01–0,02	0,010	<0,0005	0,007	<0,001

ют отсутствие ^{134}Cs и сравнительно высокая активность ^{241}Am , образующегося при β -распаде радионуклида ^{241}Pu , накопление которого в реакторе обусловлено нейтронной активацией ^{240}Pu ;

— топливо подверглось глубокой радиохимической переработке, о чем говорит отношение $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr} = 200$ вместо обычного $= 1,5$, характерного для топлива;

— радиографические исследования показывают, что радиоактивное вещество попало в грунт в виде порошка. Наличие характерных точечных участков высокой активности с четкими границами на контактных радиографиях говорит о том, что в данном случае мы имеем дело либо с топливными РЧ, либо с каплями диспергированного раствора, либо с просыпанным порошком. Поскольку радиоактивное вещество подвергалось радиохимической переработке, исключается наличие РЧ в пробе, а характерное точечное распределение активности не может быть обусловлено проливом жидкости.

С высокой степенью вероятности нами была установлена природа загрязнения как просыпание на почву порошка «старого» полупродукта для получения плутония (Pu). Исходя из места обнаружения аномалии и специфики деятельности некоторых предприятий округа, источником радиоактивного загрязнения является известный НИИ, специализированный в ядерных технологиях.

Результаты многолетних комплексных исследований в 30-километровой зоне ЧАЭС, оз. Карачай (ПО «Маяк»), Семипалатинского полигона ранее нами уже публиковались и докладывались на Международных конференциях [1]. Были показаны очевидные преимущества комплексного и всестороннего подхода при расшифровке аномалий, позволяющего получить информацию о радионуклидном составе, формах нахождения радионуклидов и их миграционных параметрах в объектах окружающей среды, выполнить обоснованные прогнозные расчеты изменения радиационной ситуации на перспективу.

Таким образом, достоверная интерпретация радиоактивных аномалий в объектах окружающей среды, установление источника и типа аномалии (природный или техногенный), оценка радиационных рисков для населения и рекомендации по их снижению возможны лишь при определении полного радионуклидного состава и его количественных характеристик, анализе соотношений между радиоактивными элементами и их изотопами, дополнении (при необходимости) данными радиографических, электронно-микроскопических и минералогических исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бахур, А.Е. Научно-методические основы радиоэкологической оценки геологической среды: Дисс. д. г.-м. н. / А.Е. Бахур. — М.: ФГУП «ВИМС», 2008. — 297 с.
2. Беляев, Б.Н. Изотопный состав плутония в почве и возможности идентификации источников загрязнения / Б.Н. Беляев, В.М. Гаврилов, В.Д. Домкин и др. // Атомная энергия. — 1997. — Т. 83. — Вып. 4. — С. 276–281.

3. Булатов, В.И. Россия радиоактивная / В.И. Булатов. — Новосибирск: ЦЭРИС, 1996. — 272 с.

4. Рихванов, Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии / Л.П. Рихванов. — Томск: Томский политехнический университет, 1997. — 384 с.

5. Титаева, Н.А. Радиоактивные элементы в техногенных загрязнениях окружающей среды / Проблемы радиогеологии / Н.А. Титаева. — М.: Наука, 1983. — 288 с.

© Бахур А.Е., 2018

Бахур Александр Евстафьевич // bae@u238.ru

УДК 55(09):553.495(470.5)

Халезов А.Б. (ФГБУ «ВИМС»)

РОЛЬ ВСЕРОССИЙСКОГО ИНСТИТУТА МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ (ФГБУ «ВИМС») В СТАНОВЛЕНИИ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ УРАНА УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

*Рассмотрена история Зауральской урановорудной провинции, где открыт ряд месторождений «базального» типа и большое количество рудопоявлений. Эти открытия стали возможны благодаря тесному научно-производственному содружеству Зеленогорской экспедиции и ВИМСа. ими внесен существенный вклад в понимание условий формирования экзогенных урановых месторождений и методику их поисков. **Ключевые слова:** ВИМС, Е.М. Шмариович, Зауралье, экзогенные месторождения урана.*

Halezov A.B. (VIMS)

THE ROLE OF THE ALL-RUSSIAN INSTITUTE OF MINERAL RESOURCES (FSBI «VIMS») IN THE DEVELOPMENT OF THE URANIUM MINERAL RESOURCE BASE IN THE URAL REGION

*Development history of the Trans-Ural uranium ore province is shown, where a number of «basal» type uranium deposits and a large number of ore occurrences were opened. These discoveries became possible due to close research-production cooperation of the Zelenogorskgeologiya and VIMS. They have made a significant contribution to understanding the formation conditions of exogenic uranium deposits and prospecting methods. **Keywords:** VIMS, E.M. Shmariovich, Trans-Ural, exogenic uranium deposits.*

Распоряжением Правительства СССР 75 лет назад во Всесоюзном институте минерального сырья (ВИМС) был создан специальный сектор по изучению условий образования месторождений урана, их прогнозированию, поискам и разведке. С этого времени в ВИМСе началось комплексное систематическое изучение данной проблемы.

Группы научных сотрудников ВИМСа тесно сотрудничали с производственными организациями Первого главного геологического управления (ныне АО «Урангеологоразведка»). Основными задачами их