

М.А. Ярощук¹, В.Д. Мякшило², А.В. Вайло¹

¹Институт геохимии окружающей среды

²КП «Кировгеология» Минприроды Украины

УРАНОНОСНОСТЬ ПРИАЗОВСКОГО БЛОКА И ЮЖНО-ДОНБАССКОЙ ПРИРАЗЛОМНОЙ ВПАДИНЫ

Рассмотрено геологическое положение и состав уранопроявлений в породах докембрийского фундамента Приазовского блока, а также уранопроявлений, сосредоточенных в фанерозойских осадочных породах и магматических комплексах Южно-Донбасской вулcano-тектонической впадины.

Приведены сопоставления изученных уранопроявлений с более изученными типами уранопроявлений и месторождений урана Украинского щита и его обрамления. Показана возможная связь уранонакопления с определёнными геологическими процессами.

Геологическое строение Приазовского блока Украинского щита (УЩ) и Южно-Донбасской приразломной впадины (Волновхской зоны), ограничивающей этот блок с северо-востока, достаточно хорошо изучено. В многочисленных публикациях приведены данные о пликативных и дизъюнктивных структурах, метаморфических, ультраметаморфических, магматических и осадочных формациях и комплексах, редкометалльных, полиметаллических, железорудных проявлениях и месторождениях. Менее изучены и охарактеризованы проявления урана. В период 1954–1964 годов работы по выявлению и изучению уранопроявлений проводились КП «Кировгеология», которые привели к установлению ряда точек урановой минерализации в породах докембрийского фундамента. В 1956 г. Приазовской экспедицией Украинского геолуправления при попутных поисках урана было открыто Николаевское торий-урановое месторождение в базальных горизонтах девона Южно-Донбасской впадины. В последние годы КП «Кировгеология» проведены прогнозно-геологические работы на уран масштаба 1:50 000.

Генетическая природа конкретных уранопроявлений недостаточно изучена, связь уранонакопления с конкретными геологическими процессами не вполне ясна, природа торий-уранового оруденения Николаевского месторождения спорна. Существующая степень изученности затрудняет типизацию уранопроявлений, определение предпосылок их поисков и поисковых критериев.

Геологическое строение

В фундаменте Приазовского блока среди гранитоидов развиты разновеликие фрагменты пород западно-приазовской и центрально-приазовской серий, метаморфизованные в гранулитовой фации и диафторированные в амфиболитовой фации. Достаточно детально расчленены комплексы магматических пород [9]. Среди них выделяются эндербиты и базит-ультрабазиты Новопавловского, диориты, тоналиты и трондьемиты Гайчурского и Добропольского комплексов палео- и мезоархея (более 2,8 млрд. лет). Комплексы неархея (2,8–2,1 млрд. лет) представлены эндербитами и чарнокитами Токмакского, плагиогранитами Шевченковского, базитами и ультрабазитами Мангушского, сиенитами Старобогдановского, диоритами, тоналитами и плагиогранитами Осипенковского комплексов. Для геохимической специализации указанных комплексов характерны P3Э, Cr, Ni, Sr, Nb, Cu, Zn, Pb, Pt.

В палеопротерозое (2,1–2,0 млрд. лет) сформировались тоналиты и диориты Обиточненского, лейкограниты Анадольского, граниты Салтычанского, карбонатиты и сиениты Черниговского, сиениты, граниты и габбро Хлебодаровского комплексов. Для пород Анадольского комплекса характерна интенсивная калишпатизация. В палеопротерозойских комплексах геохимическая специализация более разнообразна, наряду с Co, Ni, Ti, Cr, Nb, присутствуют Cu, Pb, Zn, Zr, P, P3Э, акцессорные минералы — монацит, циркон, апатит, ортит, содержащие изоморфную примесь урана.

Породы палео- и мезоархейских комплексов содержат реликты метаморфитов западно-приазовской серии и приурочены к антиклинальным структурам (блокам?). Породы палеопротерозойских комплексов слагают разного размера массивы в антиклинальных структурах и содержат реликты метаморфитов западно-приазовской и центрально-приазовской серий, гранитоидов палео- и мезоархейских комплексов. Черниговский комплекс приурочен к северо-восточной зоне разломов, Осипенковский находится в северо-западной Сорокинской зоне.

В мезопротерозое и фанерозое (менее 1,8 млрд. лет) фундамент Приазовского блока, особенно восточной его части, подвергался процессам активизации, что выразилось в образовании габбро-сиенитов Кальчикского, нефелиновых сиенитов и ультрабазитов Октябрьского комплексов, редкометальных лейкогранитов Каменномогильского комплекса, в виде небольших массивов, сосредоточенных в северо-восточной Кальмиусской и субмеридиональной Еланчикской зонах разломов. Для пород мезопротерозойских комплексов характерны примеси Nb, Sr, F, P, Ti, Zr, РЗЭ, Zn, Sn, Cu, В, Be, Th, W, отмечен рост содержания урана. К разновозрастным продуктам активизации (вплоть до мезозоя) относятся также породы дайкового комплекса (базиты, кварцевые порфириды, камптониты), сосредоточенные в северо-западных поясах, возможно, отражающих поднятие Мохо.

В девоне сформировались щелочные базит-ультрабазиты Покрово-Киреевского комплекса, для которого характерны Ti, Be, Nb, РЗЭ. В пермо-триасе образовались изометричные тела андезитовых порфиритов, трахидацитов, кварцевых порфиров и сиенит — порфиров, залегающие как в породах фундамента, так и осадочного чехла. Для них характерны проявления Cu, Nb, флюорита [1]. Тела андезитовых порфиритов и сиенит-порфиров в Южно-Донбасской зоне группируются в её северо-западной и юго-восточной частях. Возможно, эти тела являются реликтами крупных (9x15 км²) вулканотектонических структур.

Породы осадочного чехла сосредоточены в Южно-Донбасской (Волновахской) вулканотектонической впадине, развившейся вдоль Волновахской зоны разломов, ограничивающих Приазовский блок на северо-востоке. Снизу вверх породы представлены: гравелитами, песчаниками, сланцами николаевской свиты (белый девон); диабазовыми порфиритами и пирокластами антон-тарамской свиты среднего девона; песчаниками, конгломератами, алевролитами, туфами и сланцами долгинской и раздольненской свит верхнего девона (бурый девон); известняками, доломитами, глинистыми сланцами турнейского и визейского ярусов карбона. С эффузивами антон-тарамской свиты связаны Cu, Co, Mn, Pb.

Ураноносность

В породах докембрийского фундамента проявления урана установлены в пределах Николаевского месторождения, на Павловском, Кальчикском и Мангушском участках (рис.). Их наличие интересно с точки зрения возможных источников урана при образовании фанерозойских уранопоявлений и Николаевского торий-уранового месторождения.

Николаевское месторождение. Непосредственно в Южно-Донбасской зоне в ряде поисковых скважин (№№ 817, 269, 2112, 729), пробуренных на флангах и в центре Николаевского месторождения, урановая минерализация фиксируется в выветрелых гранитоидах докембрийского фундамента, в которых проявлены процессы окварцевания, карбонатизации, серицитизации, ожелезнения, сульфидная минерализация. Установленные локальные содержания урана составляют десятые доли процента, оруденение сосредоточено в участках брекчирования и трещиноватости, представлено настураном и урановыми чернями. В пределах Николаевского месторождения в породах фундамента установлены радиоактивные ореолы субмеридионального простирания, с которыми пространственно совпадают рудные залежи в породах девона. На ураноносность докембрийского фундамента Николаевского месторождения указывает также наличие в трещинных водах из гранитоидов контрастных концентраций радона, содержание которого в некоторых скважинах превышает 33 тыс. эман. О существовании уранового оруденения в гранитоидах фундамента указывают находки в скважинах № 259 и № 269 среди песчаников девона

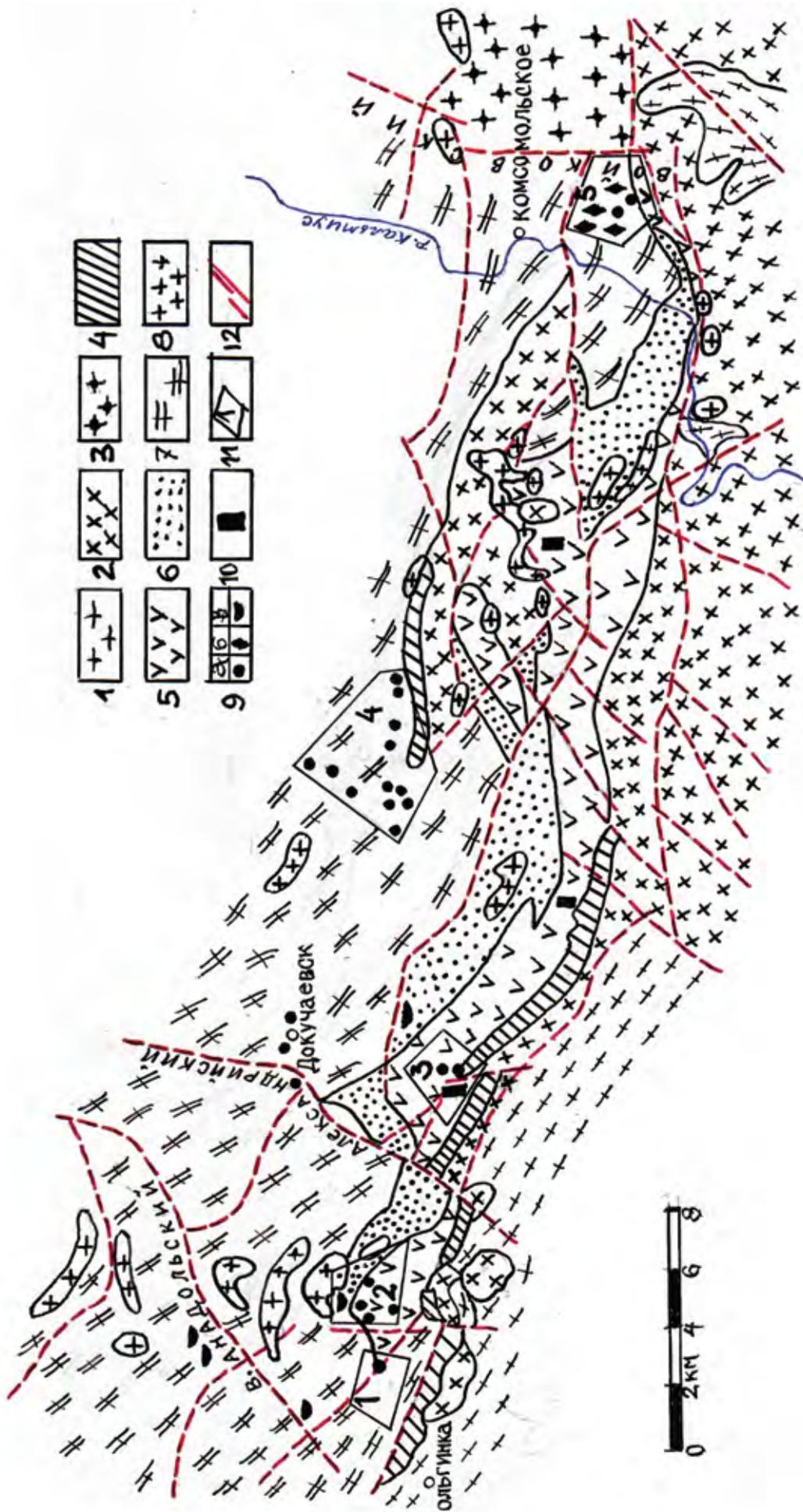


Рис. Схема геологического строения Южно-Донбасского грабена

Породы докембрийского фундамента: 1 — гнейсы, 2 — граниты аляскитовые, микроклиновые, 3 — граносиениты. Фанерозойские осадочные и магматические породы: 4 — николаевской свиты девона (гравелиты, песчаники, сланцы), 5 — антон-тарамской свиты девона (диабазовые, порфириты, туфы), 6 — долгинской и раздольненской свит девона (песчаники, конгломераты, сланцы), 7 — визейского и турнейского ярусов карбона (известняки, доломиты, сланцы), 8 — пермские андезитовые порфириты, трахиандезиты, сиенит-порфиры. Урановое и торий — урановое оруденение: 9 — в породах фанерозоя: а — девона, б — карбона, в — кайнозоя, 10 — в породах докембрийского фундамента. 11 — участки проявления оруденения: 1 — балка Большая Борсукова, 2 — балка Мокрая Мандрыкина, 3 — Николаевское месторождение, 4 — Стыльский, 5 — Войковский. 12 — разломы и их название

слабо окатанных обломков кварца, содержащих вкрапленники настурана. Приведенные материалы позволяют высказать предположение о наличии непосредственно в докембрийском фундаменте Николаевского месторождения дофанерозойских уранопроявлений.

Павловский участок включает четыре рудопроявления (Андреевское, Павловское, Валерьяновское, Васильевское), сосредоточенные юго-западнее г. Волноваха вдоль северо-западной зоны разломов. Участок сложен плагиоклазовыми и плагиоклаз-микроклиновыми мигматитами и пегматоидными гранитами с реликтами метаморфитов западно-приазовской серии. Характерно широкое проявление процессов микроклинизации, окварцевания, собирательной биотитизации. К участкам биотитизации приурочены магнетит, урансодержащие апатит, монацит, циркон. Урановое оруденение представлено мелкой (0,1–0,4 мм), убогой вкрапленностью уранинита в микроклинизированных пегматоидных гранитах и микроклин-биотит-кварцевых породах. Мощность оруденевших участков, приуроченных к скоплениям биотита, пироксена, графита, составляет 1,0–2,5 м с содержанием урана 0,03–0,06%, локально — до 0,1–0,25%. Уранинит содержит примесь Pb, Th, Zn, Yb, ассоциирует с малаконом, торитом, пиритом, галенитом, молибденитом. Это оруденение связано с процессами микроклинизации завершающих этапов гранитизации и по своим характеристикам сходно с оруденением калий-урановой формации месторождений Калиновское, Южное и Лозоватское в Побужье [2].

На Васильевском рудопроявлении Павловского участка оруденение локализовано в трещинах катаклаза в участках хлоритизации, эпидотизации, серицитизации и альбитизации. Мощность минерализованных участков составляет 0,5–4,0 м, содержание урана — 0,03–0,047%. Представлено урановой чернью с реликтами настурана. Уранонакопление обусловлено высокотемпературными гидротермальными процессами ТМА, возможно, герцинского возраста и по своим характеристикам сходно с оруденением Северо-Березнянского проявления Голованевской гнейсо-гранулитовой зоны [3].

Кальчикский участок приурочен к северной части Октябрьского массива щелочных сиенитов, где установлено порядка восьми уранопроявлений, которые контролируются южной частью Криворожско-Павловского разлома. На двух из них проявлены процессы калиевого метасоматоза; на остальных — процессы более позднего натриевого метасоматоза, вплоть до образования щелочных амфиболов и пироксенов, и высокотемпературного гидротермального уран-полиметаллического оруденения, состав которого не изучен. В сиенитах Октябрьского массива установлены урансодержащий малакон и пирохлор.

Мангушский участок находится в пределах Мангушского железорудного месторождения. Оруденение приурочено к катаклазированным мигматитам, в которых проявлены процессы альбитизации и пелитизации. Мощность участков развития вкрапленного уранинита и черни составляет 0,2–0,6 м при содержании урана ~ 0,01%. По своим характеристикам оруденение имеет сходство с оруденением Северо-Березнянского участка Голованевской гнейсо-гранулитовой зоны.

Анализ уранопроявлений в породах докембрийского фундамента позволяет выделить в них несколько стадий уранонакопления: калиевый метасоматоз, натриевый метасоматоз, связанные с завершающими этапами раннепротерозойской гранитизации, и высокотемпературный гидротермальный процесс, обусловленный, возможно, герцинской активизацией фундамента.

В породах осадочного чехла установлен ряд уранопроявлений и Николаевское торий-урановое месторождение. Большинство уранопроявлений сосредоточено в Южно-Донбасской приразломной зоне (Рис.). Южно-Донбасский грабен заложился вдоль Волновахской разломной зоны. Грабен ограничен с юга Приазовским массивом, с севера — Стыльским горстом, а с запада и востока соответственно Новоукраинским и Камышевахским поднятиями докембрийского фундамента. Из 500 пунктов гидрогеологических наблюдений в грабене 80% содержат урана более 1×10^{-5} г/л, радона от 5 до 120 эман.

Николаевское торий-урановое месторождение приурочено к базальным горизонтам николаевской свиты белого девона, сложенным гравелитами и аркозовыми песчаниками, контакты которых с гранитоидами кристаллического фундамента имеют

чётко выраженный тектонический характер. Песчаники и гранитоиды трещиноваты, брекчированы, катаклазированы, милонитизированы; в них проявлены процессы аргиллизации, окварцевания, карбонатизации, сульфидизации и гематитизации. Вероятно, это следствие послонных срывов и пологих надвигов в основании осадочного чехла, моноклинально погружающихся к северо-востоку. По вертикали оруденение в песчаниках месторождения локализовано в 2–3 метрах от контакта с породами кристаллического фундамента. На месторождении в 1957–1962 гг. пробурено около 90 тыс. метров разведочных и поисковых скважин, пройден ствол шахты глубиной 142 м и 760 метров горизонтальных горных выработок, произведён подсчёт запасов, составивших около 2400 тонн (по категориям В + С1 + С2) при среднем содержании в руде урана — 0,07% и тория — 0,012%. Торий-урановое оруденение локализовано в двух сближенных горизонтах. Нижний горизонт, мощностью 0,5–1,5 м, прослеживается по всей площади, верхний — мощностью до 1,0 м, в виде разобщённых линз наблюдается в восточной части месторождения (Западная, Восточная, Центральная, Богдановская залежи). Содержание урана в рудных полях колеблется от сотых до десятых долей процента, локально достигает 0,7–0,8%. Урановое оруденение представлено настураном, но главными являются гидрооксиды железа, на долю которых приходится до 70% всех запасов урана и до 90% — тория. Спутниками торий-уранового оруденения являются Pb, Zn, Cu, Mo.

Высказаны точки зрения о гидротермальном (Квашневская В.Н., Тепляков И.М., Анисимов В.А.) [2] или инфильтрационном (Лагутин П.К.) генезисе месторождения. По приуроченности оруденения к базальному горизонту девонских пород осадочного чехла, несогласно залегающих на дезинтегрированных породах докембрийского фундамента, наличию однотипных гидротермальных изменений в зоне их контакта, Николаевское месторождение проявляет черты сходства с месторождениями «типа несогласия» района Атабаска Канадского щита [6], приуроченных к контакту пород докембрийского фундамента и рифея. Отличительной особенностью Николаевского месторождения является его приуроченность к зоне несогласия докембрийского фундамента с породами девона (?). Однако, отнесение всего объёма терригенных пород базального горизонта николаевской свиты к среднему девону недостаточно обосновано, возможно, в наиболее опущенных блоках Южно-Донбасского грабена сохранились от размыва более ранние (рифей-вендские ?) терригенные образования.

Данные абсолютного возраста уранового оруденения Николаевского месторождения, полученные изотопно-спектральным методом по пробам с очень малым содержанием урана [2], характеризуются широким разбросом от 139 до 572 млн. лет, для наиболее богатой пробы установлен возраст 390 млн. лет, что может свидетельствовать о длительности и многоэтапности уранового оруденения и наличии додевонской его стадии.

Уранопроявления, приуроченные к зонам несогласия девонских гравелитов и аркозовых песчаников с гранитоидами фундамента, установлены также на участках *Стыльский*, *балка Мокрая Мандрыкина* и *балка Большая Барсукова*. Повышенные содержания урана приурочены к зонам дробления, тектоническим глинам, участкам окварцевания, карбонатизации, хлоритизации и сульфидизации. Оруденение представлено настураном и урановыми чернями. Содержания урана на этих участках составляют сотые доли процента, локально достигают десятых долей процента. В *б. Мокрая Мандрыкина* докембрийские породы и породы николаевской свиты девона секутся дайками трахиандезитов, дацитов, трахилипаритов мощностью от 15 до 25 м. В контакте этих даек с известняками девона установлены эпидот-хлоритовые скарны с сульфидной минерализацией (пирит, халькопирит, пирротин, халькозин, борнит), магнетитом, гематитом. Содержания меди в них составляют: среднее на 3 м — 0,91%, максимальное — 1,34%, а кобальта — 0,3%. Здесь же зоны ортоклазитов с редкоземельной и ниобиевой минерализацией. Связь ураноаккумуляции с какими либо процессами не установлена.

На участке балки Мокрая Мандрыкина содержание радона в воде достигает 17 000 эман.

Проявления уранового оруденения в зоне несогласия терригенных пород девона (?) с породами докембрийского фундамента имеют черты сходства с уранопроявлениями,

установленными в Подольской зоне и приуроченными к зоне несогласия базальных пород венда с породами докембрийского фундамента [7, 8]; а также в северо-западном обрамлении УЩ в зоне несогласия пород рифея с породами докембрийского фундамента.

На пересечении Южно-Волновахской субширотной зоны разломов с Войковским надвигом установлено *Войковское уранопроявление*, которое приурочено к брекчированным известнякам нижнего карбона, где обнаружены урановые черни с реликтами настурана, ассоциирующие с твёрдыми битумами, флюоритом, сфалеритом, пиритом, халькопиритом, галенитом. Установленные содержания урана составляют 0,046–0,108% на мощность 1,5–1,75 м. Войковская структура расположена на стыке Стыльского и Еланчикского горстов, в зоне надвига. Докембрий здесь перекрыт аркозовыми песчаниками раздольненской свиты девона и базальтоидами антон-тарамской свиты. Установлен шток пироксенитов и габбро-пироксенитов, тела фойяитов и ортоклазитов с РЗЭ, ниобием и кварцевые жилы с зонами сульфидной минерализации (пирит, пирротин, халькозин с содержанием Cu до 1%, Pb до 0,6%, Zn до 0,4%).

Кроме того, радиоактивные аномалии отмечены в углистых глинах и песчаниках палеогена-неогена.

К Покрово-Киреевской постдокембрийской вулкано-тектонической структуре приурочено *Еланчикское урано-ториевое проявление* (содержание урана до 0,45%, тория — до 0,37%) среди брекчированных и катаклазированных ортофиоров и ортоклазитов. Здесь установлены ураносодержащий титано-ниобат блонстрандин, урановые черни, ферриторит; повышены содержания Be, Nb (до 1,0%), установлены церий, лантан, свинец. Еланчикское проявление имеет черты сходства с месторождением Иллимоусак в Гренландии, приуроченному к интрузиву щелочных сиенитов, фойяитов, где уран содержится в стенострупине и монаците.

Выводы

Проведенный анализ закономерностей размещения, геологического строения и состава уранопроявлений региона является научной основой, позволяющей определить предпосылки обнаружения урановых руд различных типов, известных в других районах.

В Приазовском блоке и Южно-Донбасской приразломной зоне установлены разнотипные уранопроявления, приуроченные как к породам докембрийского фундамента, так и к породам фанерозойского осадочного чехла.

Наличие этих уранопроявлений, а также многочисленных точек урановой минерализации и гидрогеологических радоновых аномалий определяют регион как перспективный ураноносный, требующий более детального изучения.

Связь изученных уранопроявлений с определёнными геологическими процессами указывает на длительную эволюцию ураноаккумуляции, проявившегося последовательно на заключительных этапах калиевого и натриевого метасоматоза при гранитизации докембрийского фундамента, а затем при гидротермальных процессах тектоно-магматической активизации в зонах разломов. В частности, это отразилось в накоплении торий-урановой минерализации в тектонизированной зоне несогласия пород докембрийского фундамента с породами базальных горизонтов николаевской свиты девона, источниками рудного вещества которых, в частности, могли быть породы активизированного фундамента.

По аналогии с более изученными ураноносными районами щитов и областями их обрамления в Приазовском блоке и Южно-Донбасской троговой зоне существуют предпосылки находки новых залежей руд «типа несогласия», подобных известным в районе Атабаска Канадского щита [6]. Богатые жильно-штокверковые руды могут быть связаны с поясами даек и периферией малых интрузий кислого-среднего составов последокембрийского возраста; подобные руды известны в Эльконском районе на юге Алданского щита. В вулкано-тектонических структурах девонской активизации можно прогнозировать руды, подобные, развитым в мезозойской Стрельцовской вулканотектонической структуре в Забайкалье [4]. Образование урано-битумных концентраций было возможно на фоне накопления карбонатных толщ визейского яруса карбона и кайнозойских углистых песчано-глинистых пород; подобные проявления известны, например, в районах плато Колорадо в Америке [5].

1. Бутурлинов Н.В. Магматизм грабенообразных прогибов Восточно-Европейской платформы в фанерозое. Автореф. дисс. на соиск. степ. доктора. Донецк. — 1979.
2. Генетические типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины. — Киев: Наук. Думка, 1995. — 395 с.
3. Закономерности образования и размещения урановых месторождений Украины. — Киев: Наук. Думка, 1968. — 763 с.
4. Ищукова Л.П., Ашихмин А.А., Константинов А.К. и др. Урановые месторождения в вулканотектонических структурах. — М.: ВИМС, 2005. — 212 с.
5. Лавёров Н.П., Смилькстын А.О., Шумилин М.В. Зарубежные месторождения урана. — М.: Недра, 1983. — 305 с.
6. Пакульнис Г.В., Шумилин М.В. Месторождения урана типа «несогласия» района Атабаска (Канада) // Минералогическое сырьё, №17. — 2005. — М.: ВИМС. — 102 с.
7. Субботин А.Г. Формирование и преобразование рифейской урановой и сопутствующей минерализации в юго-западной части Восточно-Европейской платформы. Автореф. дисс. на соиск. степ. канд геол.-мин. наук. — Киев. — 1992.
8. Сушук Е.Г. Соотношение эндогенных и экзогенных процессов при формировании урановых концентраций в зоне рифей-вендского несогласия на западном склоне Украинского щита. // Сб. трудов ИГНС, вып. 15. — Киев, 2007. — С. 169–175.
9. Щербаков И.Б. Петрология Украинского щита. — Львов: изд-во ЗУКЦ, 2005. — 364 с.

Ярошук М.О., Мякшило В.Д., Вайло О.В. УРАНОНОСНІСТЬ ПРИАЗОВСЬКОГО БЛОКУ І ПІВДЕННО-ДОНБАСЬКОЇ ПРИРАЗЛОМНОЇ ЗАПАДИНИ

Розглянуто геологічне положення і склад уранопроявів у породах докембрійського фундаменту Приазовського блоку, а також уранопроявів, що зосереджені у фанерозойських осадових породах і магматичних комплексах Південно-Донбаської вулканотектонічної западини.

Наведено зіставлення вивчених уранопроявів з більш вивченими типами проявів і родовищ урану Українського щита і його обрамлення. Показано можливий зв'язок уранонакопичення з певними геологічними процесами.

M. O. Yaroshchuk, V. D. Miakshylo, O. V. Vailo URANIUM MANIFESTATIONS IN THE PRYAZOVIA BLOCK AND THE SOUTH DONBAS FAULT TROUGH

In the article, the authors present the geological position and composition of uranium manifestations in the Pryazovia block's Precambrian basement as well as the uranium manifestations located in Phanerozoic sedimentary rocks and magmatic complexes of the South Donbas volcanic-tectonic trough.

Those uranium manifestations have been compared with the better studied types of the Ukrainian shield's shows and uranium deposits. Uranium accumulation is considered to be possibly connected with certain geological processes.