

М.А.Ярошук, А.В.Вайло,

ГУ «Институт геохимии окружающей среды НАН Украины»

УРАНОПРОЯВЛЕНИЯ В ЗОНАХ НЕСОГЛАСИЯ ДОКЕМБРИЯ – ФАНЕРОЗОЯ НА СКЛОНАХ УКРАИНСКОГО ЩИТА.

На северо-западном, северо-восточном и юго-западном склонах Украинского щита установлен целый ряд торий-урановых и урановых проявлений в породах докембрийского фундамента, осадочного чехла и тектонизированных зонах их структурно-формационного несогласия. Приведено описание конкретных рудопроявлений, дана их типизация, рассмотрена вероятная связь ураноаккумуляции с определёнными геологическими процессами. Установлена многоэтапность и полигенность ураноаккумуляции в период заложения и развития троговых вулcano-тектонических структур на склонах Украинского щита в позднепротерозой-фанерозойский период.

Минерально-сырьевая база ядерной энергетики Украины обеспечивается главным образом за счёт разработки руд докембрийской натрий-урановой (альбититовой) формации центральной части Украинского щита (УЩ). Руды этой формации относятся к рядовым и бедным, являются труднообогатимыми, что определяет их высокую стоимость и низкую конкурентоспособность на мировом рынке.

Определённую долю в структуре запасов составляют руды калий-урановой докембрийской формации, а также руды месторождений в фанерозойских породах платформенного чехла. Украина за счёт собственного сырья обеспечивает около 30% своих настоящих потребностей в сырье для урановой промышленности.

Такая конъюнктура определяет необходимость расширения минерально-сырьевой базы ядерной энергетики Украины и обуславливает актуальность поисков более богатых типов урановых руд, открытых и эксплуатирующихся на других щитах мира. В частности, это месторождения богатых руд, приуроченные к вулcano-тектоническим структурам в поясах вулканогенов в Забайкалье, Узбекистане, Казахстане [1], районе Торренс в Австралии [2] и руды так называемого «типа несогласия», установленные на юго-восточном склоне Канадского щита в районе Атабаска [3], и на северном склоне Австралийского щита в районе Алигейтер Ривер [4]. Проявления руд типа «несогласия» известны в районе Корку Балтийского щита, Франсвилльском районе на западном склоне Африканского щита, районах Джорджтаун и Северный Квинсленд в восточном обрамлении Австралийского щита.

Тектоническое положение руд типа «несогласия» определяется приуроченностью к крупным тектонизированным разновозрастным зонам несогласия кристаллических пород докембрийского фундамента со слабо метаморфизованными либо литифицированными осадочными породами позднего протерозоя, рифея, венда, палеозоя. Как правило, такие зоны формационного, структурного и тектонического несогласия расположены на склонах докембрийских щитов, но могут находиться и внутри щитов, в шовных зонах, разделяющих мегаблоки этих щитов [5].

Анализ тектонического положения и особенностей геологического строения месторождений типа «несогласия» различных докембрийских щитов явился основой проведения поисковых работ на этот тип руд в Украине. Работы в разные годы проводились КП «Кировгеология» на северо-западном, юго-западном и северо-восточном склонах УЩ.

Сопоставление результатов этих работ и их анализ позволили выявить общие закономерности ураноносности склонов УЩ и оценить возможные предпосылки обнаружения богатых урановых руд как типа «несогласия», так и, возможно, связанных с вулcano-тектоническими структурами, нередко приуроченными к зонам несогласия (месторождение Олимпик Дэм в зоне несогласия Торренс в Австралии).

Северо-западный склон Украинского щита.

Докембрийский фундамент северо-западного склона УЩ характеризуется очень сложным строением, что отражает многоэтапность геологического развития этого региона. Дорифейский фундамент установлен в Дубровицком, Любешевском, Хотиневском и других горстах Припятского вала. Наиболее древними породами докембрийского фундамента являются фрагменты метаморфитов росинско-тикичской и бугской серий в полях гранитоидов звенигородского и кировоград-житомирского комплексов. На территории Волынского подвижного пояса докембрийский фундамент представлен породами верхнепротерозойской кварц-кератофир-диабазовой (лептитовой) формации клёсовской серии и гранитоидами осницкого комплекса [6], метабазами пикритобазальтовой, базальт-андезитовой и андезито-базальтовой формаций [7]. Магматические породы позднепротерозой-рифейского времени представлены щелочными граносиенитами, редкометальными гранитами пержанского комплекса.

Последокембрийские породы сохранились в Виленском, Овручском, Белокоровичском грабенах Овручской структуры и Степаногорском, Залоззовском, Турском и других грабенах Припятского вала. Наиболее древние представлены породами полесской и овручской серий рифея – песчаниками, гравелитами, алевролитами, межпластовыми телами габбро-диабазов, габбро-долеритов, туффитов. Отложения полесской и овручской серий по мощности и литологическим особенностям отличаются в бортах и центре грабенов. Отложения рифея в грабенах перекрыты породами венда, палеозоя и мезозоя; прорваны разновозрастными породами дайковых комплексов толеит-базальтовой, диабаз-лампрофировой формаций [7].

В породах северо-западного склона УЩ в связи с неоднократно проявленными процессами тектоно-магматической активизации (ТМА) широко представлены разнообразные продукты флюидизации [8].

Геологическое строение северо-западного склона УЩ осложнено системой северо-восточных и субширотных разломов, к узлам пересечения которых, приурочены тектонические структуры центрального типа (Конопельская, Борская, Хотинская, Ратновская) и разнообразные продукты процессов ТМА (аргиллизации, турмалинизации, грейзенизации, гематитизации) [9].

Актуальность поисков месторождений «типа несогласия» на северо-западном склоне УЩ послужила основанием для проведения специальных геолого-прогнозных работ КП «Кировгеология». В 1985-1991 годах работы масштаба 1: 200 000 проводились на Ровенско-Хмельницкой площади, южнее г. Сарны, под руководством П. В. Винниченко. В 1990-1994 годах на Крыловском и Хотинском участках этой площади проведены поисковые работы М. Е. Паталахой и П. В. Винниченко. В 1992 году геолого-прогнозные работы масштаба 1:200 000 проведены на Дубровицко-Познанской площади севернее г. Сарны Н. А. Сыродоевым; более детальные работы масштаба 1:50 000 проведены на этой же площади в 2000 году под руководством Д. Ф. Рибенкова.

Результатами этих работ стало открытие целого ряда радиоактивных аномалий как в породах дорифейского докембрийского фундамента (40), в его корах выветривания (2), так и в породах полесской серии фанерозойского чехла (96). Эти уранопроявления сосредоточены в Мороченской, Томашгородской и Горынской тектонических зонах.

В пределах Дубровицко-Познанской площади выявлено Вербовское уранопоявление; определены перспективные участки – Кидрино-Хиночский, Сварцевичи, Золотое и Блажевский, в породах которых, в зонах пересечения разломов широко проявлены процессы эпидотизации, грейзенизации, турмалинизации, аргиллизации, гематитизации, карбонатизации и установлены радиоактивные аномалии урановой и уран-ториевой природы (рис.)

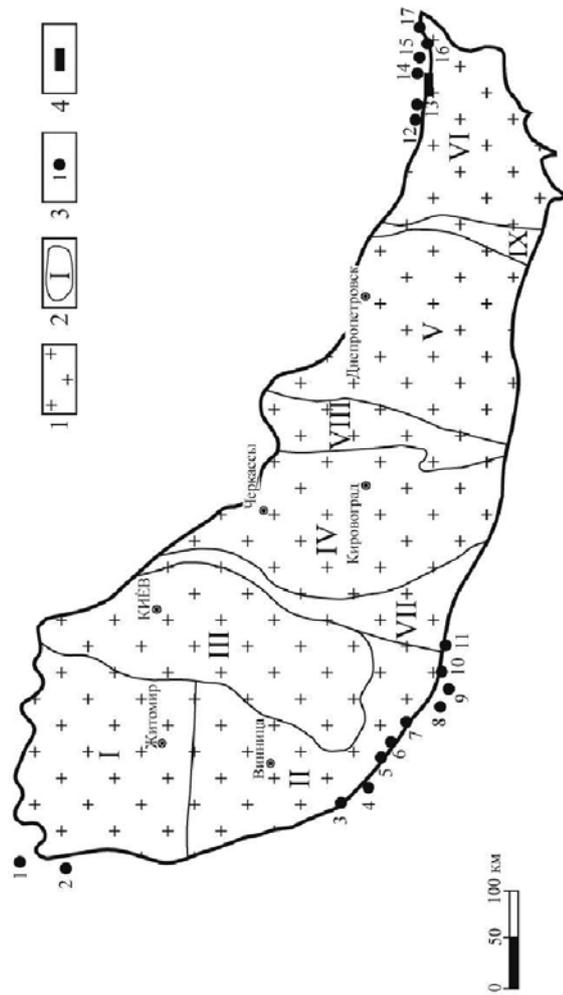


Рис. 1. Размещение уранопроявлений на склонах Украинского щита

1—Породы Украинского щита; 2—Геоблоки (1—Вольнский, 2—Подольский, 3—Белоцерковский, 4—Кировоградский, 5—Приднепровский, 6—Приазовский) и шовные зоны (6П—Голованевская, 6ПВ—Западно-Ингулецкая, 6ПХ—Орехово-Павловская); 3—Уранопроявления (1—Михалинское, 2—Вербовское, 3—Атаки (Волчинец), 4—Чапаевка, 5—Сороки, 6—Воронково-Косницкое, 7—Каменка, 8—Парканы, 9—Резина, 10—Рыбница, 11—Новосветова, 12—балка Большая Барсукова, 13—балка Мокрая Мандрыкина, 14—Стыльское, 15—Кальчиское, 16—Войково, 17—Еланчикское); 4—Николаевское торий-урановое месторождение

Вербовское уранопроявление расположено в узле пересечения Томашгородской и Мороченской тектонических зон. Глубина погружения фундамента 110-330 м. Урановое оруденение установлено в зоне несогласия как в аргиллизированных породах докембрийского фундамента (0,007-0,085%), так и породах рифея (0,01%), представлено уранинитом, коффинитом, урановыми чернями, сопровождается повышенными содержаниями Zn, Pb, Cu, бария.

В пределах Ровенско-Хмельницкой площади выявлено **Михалинское уранопроявление** в милонитизированных мигматитах и графитсодержащих гнейсах, содержание урана в которых составляет 0,011-0,056%, сопровождается повышенным содержанием Zn, Pb, Ag. На этой площади перспективны на уран Крыловский и Хотынский участки, на которых выявлен ряд радиоактивных аномалий, аномалии радона, гелия, повышенные содержания в породах докембрийского фундамента и полесской серии Pb, Zn, Ag. К югу от Михалинского уранопроявления выявлены Мало-Анастасьевская радиоактивная аномалия.

Юго-западный склон Украинского щита.

Юго-западный склон Украинского щита отделён от Причерноморской впадины Подольской зоной разломов, имеющей протяжённость около 150 км.

Докембрийский фундамент юго-западного склона УЩ сложен метаморфитами днестровско-бугской, бугской и ингуло-ингулецкой серий, образующих разновеликие ступени и выступы в полях гранитоидов гайворонского, бердичевского, побужского и кировоград-житомирского комплексов.

В 45 км южнее г. Хмельницкого, на левом берегу р. Днестр находится Проскуровский массив, сложенный щелочными и ультраосновными породами с возрастом около 2 млрд. лет.

В Подольской зоне проявлены процессы ТМА позднепротерозойского времени, выразившиеся в образовании небольших массивов и жил пироксенитов, монцититов, анортозитов, сиенитов в участках тектонической трещиноватости [10]. Возраст дайковых образований датируется 1530-927 млн. лет, преобладающий 1,3-1,2 млрд. лет [11], что совпадает с возрастом дайковых пород пержанского и коростенского комплексов.

Последокембрийские отложения представлены терригенно-хемогенными (возможно, с взрывными продуктами) породами (ольчедаевские, ломозовские, ямпольские слои) могилёвской серии и базальтами каменкской свиты венда. В наиболее опущенных грабенах Подольской зоны, возможно, сохранились породы сорокской и хрустовской свит среднего-верхнего рифея. В узлах пересечения Подольской зоны с субмеридиональными и северо-восточными разломами проявлены процессы ТМА, выразившиеся во внедрении даек основного состава возрастом 1,2-1,3 млрд. лет, образовании тектонитов с участками хлоритизации, карбонатизации, гематитизации, альбитизации, битуминизации; барит- и флюоритсодержащих кварц-полевошпат и кварцево-карбонатных жил Бахтынского месторождения [10].

Наиболее ранние данные об урановых и ториевых проявлениях в ольчедаевских и ломозовских слоях на юго-западном склоне УЩ изложены А. Н. Комаровым в монографии [12].

Геолого-прогнозные работы, направленные на поиски руд «типа несогласия», проводились КП «Кировгеология» в 1983 г. на Вознесенской площади под руководством Н. В. Сыродоева. В результате этих работ были составлены геолого-прогнозные карты на уран в масштабе 1:100 000 и выделена Котовская площадь, перспективная на уран в базальных отложениях венда. На Котовской площади установлено **Новосветовское уранопроявление** в ольчедаевских и ломозовских слоях могилёвской серии венда, сложенных грубозернистыми аркозовыми и олигомиктовыми песчаниками и алевролитами. Новосветовское уранопроявление находится в узле пересечения Подольской и Одесско-Тальновской зон разломов. Содержание урана достигает 0,005%, установлены коффинит, казолит, урановые черни и слюдки; в участках ураноаккумуляции повышены содержания Zn, Pb, V, Cu, присутствуют сульфиды, монацит, магнетит.

К северо-западу от Новосветовского уранопроявления установлен ещё целый ряд урановых аномалий, как в породах докембрийского фундамента (**Сорокская, Воронково-Косницкая, Каменская**) и коре выветривания (**Колбасна**), так и в базальном горизонте венда (**Волчинецкая, Чапаевская, Думбровенская, Парканская, Резинская, Рыбницкая, Глубочек**). На некоторых участках наблюдается совмещение уранопроявлений в породах докембрийского фундамента и фанерозойского чехла; количественные соотношения проявлений в фундаменте и пластового оруденения в чехле могут быть различными. Различна и степень изученности указанных уранопроявлений.

Уранопроявления сосредоточены в узлах пересечения Подольской зоны с субширотными (Воронково-Косницкое, Каменское) и субмеридиональными (Новосветовское) разломами. Урановое прожилково-вкрапленное оруденение сопровождается процессами тектонической и метасоматической проработки – хлоритизации, серицитизации, карбонатизации, гематитизации, альбитизации, окварцевания, калишпатизации вмещающих пород. Урановая минерализация в породах фундамента и чехла представлена уранинитом, настуром, казолитом, урановыми чернями, коффинитом, уранофаном, болтвудитом; в качестве сопутствующих установлены торит, монацит, сульфиды Fe, Cu, Pb, Zn, флюорит, барит, битумы. Уран изоморфно входит в циркон, торит; сорбируется лейкоксомом, лимонитом, слюдами. Содержания урана составляют сотые доли процента, локально на Сорокском проявлении достигают 0,1% [13].

В 2008 г. на юго-западном склоне УЩ КП «Кировгеология» под руководством В. Петрова проводились геолого-прогнозные работы на уран масштаба 1:100 000 на площади от г. Могилёв-Подольска до с. Ямполь. Здесь уранопроявления установлены на Мироновском и Косницком участках в породах базального горизонта венда, выветрелых породах докембрийского фундамента и сосредоточены в узлах пересечения Немировской и Подольской зон разломов. Породы чехла, обогащённые ураном, осветлены под влиянием инфильтрационных глеевых грунтовых вод. В породах фундамента также проявлены процессы серпентинизации, гидрослюдизации, аргиллизации, повышены содержания Pb, Mo, Zn, Ag, Cu, Bi. На исследованной площади установлен ряд радиоаномалий (Подлесовская, Хмелевская, Карповская) урано-ториевой природы.

В северо-западной части Подольской зоны в базальных отложениях венда широко распространены точки минерализации с повышенным содержанием тория, редких земель и фосфора (сёла Н. Ольчедаев, Озаринцы, Котюжаны, Жеребиловка, Боршевы), обусловленные присутствием россыпного монацита (10-12 кг/т) [12], а также битуминозных сланцев с повышенным содержанием редких земель (до 0,1 – 0,6%) иттриевой группы. В Подольской зоне в кристаллических породах фундамента и базальных толщах чехла установлены многочисленные радиоаномалии, которые сгруппированы в 11 площадных и 35 точечных аномалиях; высококонтрастные аномалии Au, Ag, Cu, Li, Pb, Zn, Mo.

Процессы уранонакопления в породах докембрийского фундамента и осадочного чехла в Подольской зоне проходили в течение длительного времени, что отражает роль гидротермальных процессов ТМА и, вероятно, инфильтрационных процессов регенерации урана. Урановорудные минеральные ассоциации, последовательность и время их образования детально рассмотрены в публикациях А. Г. Субботина [11] и Е. Г. Суцук [14].

Выделяются следующие стадии уранонакопления, проявленные с разной интенсивностью на различных аномалиях:

- образование эндогенной акцессорной урановой минерализации (уранинит, ураноторит, монацит, ксенотим, циртолит) в пегматоидных гранитах и метасоматитах зон разломов в период 2,1–1,9 млрд. лет завершающих процессов раннепротерозойской гранитизации;
- образование урановой минерализации (уранинит, настур, коффинит) и щёлочно-магниевого метасоматитов в период ТМА возрастом около 1,3 млрд. лет в породах докембрийского фундамента и осадочного чехла (Воронково-Косница, Новосветовка, Сороки);

- формирование инфильтрационной урановой минерализации, сорбированной лейкоксеном, лимонитом, хлоритом в коре выветривания урансодержащих пород кристаллического фундамента в период около 1,1-1,2 млрд. лет (Колбасна);
- накопление стратиформных инфильтрационных залежей оксидов урана в песчаниках и алевролитах базальных горизонтов венда в период около 660-860 млн. лет (Парканы, Резина, Рыбница, Глубочек, Новосветовка);
- регенерация урана в процессе киммерийского этапа ТМА, для которой характерно образование урано-битумных концентраций в период около 200 млн. лет (Чапаевка).

Вопрос об источниках урана сложный. Содержание урана в породах кристаллического фундамента на уровне кларков; увеличение наблюдается от более древних к более молодым и от основных к кислым породам, а также в породах кор выветривания. Преобладающая часть радиоаномалий находится в гранитоидах бердичевского комплекса и в узле пересечения Подольского и Немировского разломов; наименьшие содержания урана и тория- в диабазах каменкской свиты. Ураном обогащены участки тектонизации и проявления различных гидротермальных процессов. Это может свидетельствовать, как об экзогенных, так и эндогенных источниках урана, селективный вклад которых различен в конкретных проявлениях.

А. Г. Субботин [11] на основании детального изучения геологического положения, состава и возраста урановых проявлений в контакте докембрийского фундамента и осадочного чехла целого ряда участков Подольской зоны высказал точку зрения о возможном сопоставлении их с месторождениями типа «несогласия» района Алигейтер-Ривер в северной Австралии и перспективности Подольской зоны на месторождения богатых руд. Подольская зона перспективна на комплексное уран-полиметаллическое и урано-битумное, а также экзогенное инфильтрационное оруденение.

Северо-восточный склон Украинского щита.

Северо-восточный склон Украинского щита в самой южной своей части граничит со складчатой структурой Донбасса и отделён от неё Южно-Донбасской впадиной, заложившейся вдоль субширотного Волновахского разлома. Время заложения этой впадины достоверно не установлено. На востоке Южно-Донбасская впадина отделена от Ростовского выступа субмеридиональной Грузско-Еланчикской зоной разломов.

Фундамент в пределах Южно-Донбасской впадины имеет ступенчатое строение — участки наибольшего его погружения (троги) чередуются с выступами (Стыльский горст). Докембрийский фундамент Южно-Донбасской впадины представлен разнообразными ультраметаморфическими образованиями архей-нижнепротерозойских комплексов, детально изученных в пределах Приазовского блока УЩ [15]. Это эндербиты, диориты, чарнокиты, плагиограниты новопавловского, гайчурского, добропольского, шевченковского, осипенковского комплексов архея; гранитоиды обиточненского, анадольского, салтычанского комплексов нижнего протерозоя. В полях развития этих комплексов наблюдаются фрагменты метаморфитов западно-приазовской и центрально-приазовской серий, метаморфизованных в гранулитовой фации и диафторированных в фации амфиболитовой.

Строение докембрийского фундамента Южно-Донбасской впадины осложнено внедрением постнижнепротерозойских магматических ультраосновных, основных и щелочных пород Южно-Кальчикского и Октябрьского массивов, что отражает один из ранних этапов тектоно-магматической платформенной активизации юго-восточной части УЩ. Геохимический спектр этих пород характеризуется повышенным содержанием титана, циркония, редких земель, тантала, ниобия, меди, молибдена; установлены также повышенные содержания урана [16].

Проявление разных этапов ТМА отражено также наличием даек диабазов, секущих породы докембрийского фундамента и чехла, возраст которых датируется от архей-протерозоя вплоть до мезозоя [17]. Особенно интенсивно процессы ТМА проявились в девоне, когда сформировались ультрамафиты, габброиды и щелочные породы приазовского

комплекса Покрово-Киреевского массива и волновахско-еланчикского эффузивного комплекса антон-тарамской свиты непосредственно в Южно-Донбасской впадине. В пермо-триасе ТМА выразилась в образовании ряда андезит-трахиандезитовых массивов непосредственно в пределах Южно-Донбасской впадины [16].

Породы осадочного чехла сосредоточены в Южно-Донбасской вулканотектонической впадине. Контакт осадочных пород с кристаллическими породами докембрийского фундамента нередко тектонический, что, вероятно, является следствием послонных срывов и пологих надвигов в основании осадочного чехла, моноклинально погружающихся к северо-востоку. Согласно принятой стратиграфической схеме [18], снизу вверх осадочные вулканогенно-осадочные породы представлены: гравелитами, песчаниками, сланцами николаевской свиты, диабазовыми порфиритами и пирокластами антон-тарамской свиты среднего девона; песчаниками, конгломератами, сланцами и туфами долгинской и раздольненской свит верхнего девона. Возможно, среди терригенных осадочных пород базального горизонта в наиболее опущенных грабенах Южно-Донбасской впадины сохранились от размыва и присутствуют более древние образования, которые широко развиты восточнее Грузско-Еланчикского разлома на северном и восточном склонах Ростовского выступа, где отнесены к синявской серии рифея, мощность которой в некоторых трогах превышает 2,5 км [19]. Породы девона в Южно-Донбасской впадине перекрыты известняками, доломитами, глинистыми сланцами турнейского и визейского ярусов карбона.

Попутные поиски урана в Южно-Донбасской впадине Украинским геолуправлением проводились, начиная с 1946 г., в результате которых был установлен ряд уранопроявлений в докембрийском фундаменте. Специализированные работы на уран осуществлялись партиями № 19 и № 24 Кировской экспедиции в 1951-1954 годах, позволившие выделить перспективные участки – Стыльский, Николаевский, балка Мандрыкина, балка Барсукова по наличию проб с содержанием сотые-десятые доли процента урана.

В 1956 г. в результате поисковых работ было открыто Николаевское торий-урановое месторождение в базальном горизонте девонских пород [12]. К базальному горизонту николаевской свиты девона приурочены также рудопроявления балок Мокрая Мандрыкина, Большая Барсукова и Стыльского участка. Поисковые работы на уран проводились Кировской экспедицией в 1955 – 1977 годах, в результате которых открыт целый ряд уранопроявлений как в докембрийском фундаменте, так и в осадочном чехле.

В 1963-1964 годах установлено Еланчикское урано-ториевое проявление среди ортофиоров и кератофиоров Покрово-Киреевской структуры. В 1974-1977 годах при поисках плавикового шпата на стыке Стыльского и Еланчикского горстов обнаружено Войковское уранопроявление, приуроченное к брекчированным известнякам нижнего карбона.

Таким образом, в пределах северо-восточного склона Украинского щита открыто Николаевское месторождение и целый ряд проявлений, на которых урановое оруденение установлено как в породах докембрийского фундамента, так и в породах осадочного чехла; нередко эти проявления по площади совпадают.

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

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 и 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 33 000 эман. О существовании уранового оруденения в гранитоидах фундамента указывают находки в скважинах № 259 и № 269 среди песчаников девона 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 уранопроявления (Андреевское, Павловское, Валерьяновское, Васильевское), сосредоточенные юго-западнее г. Волноваха вдоль северо-западной зоны разломов. Участок сложен плагиоклазовыми и плагиоклазо-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 (01-0,4 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 [20].

На Васильевском рудопроявлении Павловского участка оруденение локализовано в трещинах катаклаза в участках хлоритизации, эпидотизации, серицитизации и альбитизации пород фундамента. 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 [12].

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.

Анализ уранопроявлений в породах докембрийского фундамента позволяет выделить в них несколько стадий уранонакопления: калиевый метасоматоз, связанный с завершающими этапами раннепротерозойской гранитизации, натриевый метасоматоз 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. Из 500 пунктов гидрогеологических наблюдений 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. По вертикали оруденение в песчаниках месторождения локализовано в 2-3 метрах от контакта с породами кристаллического фундамента. На месторождении в 1957-1962 годах пробурено около 90 тыс. пог. метров разведочных и поисковых скважин, пройдены ствол шахты

глубиной 142 м и 760 метров горизонтальных горных выработок, произведён подсчёт запасов, составивших около 2 400 тонн (по категориям В+С₁+С₂) при среднем содержании в руде урана 0,07% и тория – 0,012%.

Торий-урановое оруденение на месторождении локализовано в двух сближенных горизонтах; нижний, мощностью 0,5-1,5 м, прослеживается по всей площади, верхний, мощностью до 1 м, в виде разобшённых линз, наблюдается в восточной части месторождения (Западная, Восточная, Центральная, Богдановская залежи). Содержание урана в рудных залежах колеблется от сотых до десятых долей процента, локально достигает 0,7-0,8%. Урановое оруденение представлено настураном, но главными накопителями радиоактивных элементов являются гидрооксиды железа, на долю которых приходится до 70% всех запасов урана и до 90% — тория. Уран и торий, как правило, находятся в ожелезнённом цементе песчаников; концентрируются в тонких налётах и плёнках по плоскостям скола, реже — в прожилках. Урановая минерализация располагается на границе разноокрашенных пород (бурых и зеленовато-серых). Торий постоянно ассоциирует с апатитом. В рудоносных песчаниках и гравелитах встречается битуминозное вещество, заполняющее поры, с которым также может быть связана часть урана и тория. Спутниками торий-уранового оруденения являются сульфиды железа, примеси Pb, Zn, Cu, Mo.

Высказаны точки зрения о гидротермальном (Квашневская В.Н., Теняков И.М., Анисимов В.А.) [20] или седиментогенно-инфильтрационном (Лагутин П.К.) [12] генезисе месторождения. Обе точки зрения обоснованы целым рядом фактов [12], свидетельствующих о совмещении в зоне рудообразования гидротермальных и эпигенетических процессов; однако, вклад каждого из них неясен.

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 отдельные черты сходства с месторождениями «типа несогласия» района Атабаска Канадского щита [3], приуроченными 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 нижнему девону недостаточно обосновано; возможно, в наименее эродированных 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 [20], характеризуются широким разбросом от 139 до 572 млн. лет, что может свидетельствовать о длительности, многоэтапности, и полигенности уранового оруденения.

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 десятые доли процента. В балке 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 уранонакопления с определёнными процессами не установлена.

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

Проявления уранового оруденения в зоне несогласия терригенных пород нижнего 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; 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 раздольской 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 ортофинов и ортоклазитов. Здесь установлены ураносодержащий титанониобат – блонстрандин, урановые черни, ферриторит; повышены содержания Be, Nb (до 1,0%), установлены церий, лантан, свинец, цинк. Еланчикское проявление имеет черты сходства с месторождением Иллимаусак в Гренландии, приуроченным к интрузиву щелочных сиенитов, фойяитов, где уран содержится в стенструпине и монаците. Северо-восточный склон УЩ перспективен также на уран-полиметаллическое оруденение [21].

Выводы.

Проведенный анализ закономерностей размещения и состава уранопроявлений склонов Украинского щита является научной основой, позволяющей определить перспективы обнаружения месторождений богатых урановых руд разных типов.

Описанные районы склонов Украинского щита эродированы в разной степени и в различной степени изучены. Анализ имеющихся региональных материалов, их сопоставление позволяют сделать некоторые общие выводы о типоморфных особенностях их геологического строения и той истории развития, с этапами которой с наибольшей вероятностью могло быть связано уранонакопление.

В постратеперотерозойское время для УЩ был характерен субплатформенный и платформенный режим развития. Процессы седиментогенеза и активного магматизма были сосредоточены по периферии щита, на его склонах, где начали формироваться активизационные вулканогены (в разной терминологии – авлакогены, палеорифты, вулканические системы) [22] – Овручский, Подольский, Южно-Донбасский. Подобные вулканические пояса известны и детально изучены во многих других регионах, например, в Забайкалье [1].

Основными геоструктурными элементами вулканогенов являются: 1) разно-эродированные выступы, ступени (горсты) докембрийского фундамента, 2) грабены, заполненные вулканогенно-осадочными толщами, 3) купольные и линейные вулканотектонические структуры, сложенные массивами магматических пород разной основности и повышенной щёлочности, 4) многочисленные разновозрастные дайковые образования (диабазов, кварцевых порфиров, гранитоидных порфиров) и зоны флюидизации.

Заложение вулканогенов в обрамлении УЩ начинается в субплатформенное время уже в позднем протерозое с образованием массивов субщелочных пород – Пержанского, Проскуровского, Октябрьского, Кальчикского. Разнообразные процессы ТМА

вулканогенов с разной активностью продолжались в течение всего фанерозоя. В фанерозое наблюдается закономерное «скольжение» во времени и пространстве однотипных тектонических событий в пределах конкретных вулканогенов. Так, процессы седиментогенеза в грабенах северо-западного склона УЩ начались в рифее; юго-западного склона — в венде; а северо-восточного склона — в девоне (?).

В постдокембрийских вулканогенах на фоне многоэтапных процессов ТМА создавались предпосылки и благоприятные условия для формирования месторождений богатых урановых руд типа «несогласия», известных в обрамлении Канадского и Австралийского щитов [3, 4], а также месторождений, связанных с вулcano-тектоническими структурами, описанных — в Забайкалье [1, 2].

К основным факторам, обуславливающим процессы образования разнотипных урановых и комплексных уран-полиметаллических руд в пределах вулканогенов склонов УЩ и являющихся региональными поисковыми признаками, относятся следующие:

- наличие в пределах вулканогенов магматических пород повышенной щёлочности с вышефоновыми содержаниями урана, тория, редкоземельных и титановых минералов (апатит, сфен, циркон, ортит, ксенотим, торит);
- наличие в породах докембрийского фундамента вулканогенов многочисленных породных и гидрорадиоактивных аномалий; рудопроявлений калий-урановой формации в пегматоидных гранитах, уран-редкоземельной формации в скарнах и натрий-урановой — в альбититах, которые могли быть источником урана в фанерозойских отложениях;
- присутствие в грабен-структурах вулканогенов постнижнепротерозойских слабометаморфизованных базальных груботерригенных образований, возможно, россыпных торий-редкоземельных концентраций и флюидизитов [8], несогласно залегающих на породах архей-нижнепротерозойского фундамента, отличающихся от них по формационной природе, степени метаморфизма и физико-механическим свойствам;
- широкое развитие в породах фундамента систем разломов и узлов их пересечения с проявлением в них процессов платформенной активизации (метасоматоза, флюидизации, дайковых тел, гелиеносности);
- длительное существование флюидопроводимых глубинных разломов, секущих зоны несогласия докембрийского фундамента с породами платформенного чехла, обеспечивавших процессы термостатирования, перенос и эволюцию ураноносных растворов и многоэтапность переотложения урана в гидротермальных и инфильтрационных процессах.

Время уранонакопления обуславливается стратиграфическими особенностями платформенных образований и этапами проявления процессов активизации в конкретных регионах: рифей - на северо-западном, венд — на юго-западном и девон — на северо-восточном склонах УЩ. Совпадение ряда указанных факторов обуславливает степень вероятности образования месторождений.

Наличие в вулканогенах вулcano-тектонических структур обуславливает перспективы обнаружения в них богатых жильных и штокверковых руд урана. При оценке таких конкретных структур важным является уровень их эрозионного среза, определение распределения в них по вертикали и горизонтали конкретной, в том числе урановой, минерализации. Так, в Южно-Донбасском вулканогене, перспективными на медно-урановое оруденение, являются менее эродированные ступени, расположенные севернее Покрово-Киреевской структуры, где, возможно, сохранились от размыва верхние апикальные части основного магматического тела.

Образование урано-битумных концентраций на склонах УЩ было возможно в глинисто-карбонатных толщах мезозоя и кайнозоя, подобных тем, которые известны, например, в районах плато Колорадо в Северной Америке [4].

В результате проведенных работ на юго-западном, северо-западном и северо-восточном склонах УЩ в настоящее время промышленное урановое оруденение (за исключением Николаевского месторождения) не выявлено, что может быть обусловлено не

отсутствием предпосылок их образования, а недостаточной региональной изученностью. Однако наличие вышеуказанных предпосылок позволяет рассматривать эти регионы, как ураноперспективные, требующие детализации и увеличения объёмов поисковых работ.

Кроме урановых проявлений, вулканогены склонов УЩ перспективны на свинцово-цинковую, медную, титан-редкоземельную и флюоритовую минерализацию. Существуют перспективы на россыпные торий-редкоземельные концентрации, что проявилось в образовании Николаевского торий-уранового месторождения северо-восточного склона УЩ и многочисленных радиоаномалий торий-урановой природы в северной части Подольской зоны.

1. Ищукова Л.П., Ашихмин А.А., Константинов А.К. и др. Урановые месторождения в вулканотектонических структурах.- М.: ВИМС, 2005.- 212 с.
2. Reeve I.S., Cross K.S., Smith R.N. Olympic Dam copper-uranium-gold-silver deposit // *Geology and Mineral Deposits of Australia and Papua Nea Guinea*.-1990.-p.1009-1035.
3. Пакульнис Г.В., Шумилин М.В. Месторождения урана типа «несогласия» района Атабаска (Канада) // *Минералогическое сырьё*, №17.- 2005.-М.: ВИМС.-102 с.
4. Лавёров Н.П., Смилкстын А.О., Шумилин М.В. Зарубежные месторождения урана. – М.: Недра, 1983. – 305 с.
5. Ярошук М.А., Кузьмин А.В., Мякшило В.Д., Вайло А.В. Предпосылки обнаружения богатых урановых руд зон несогласия в пределах Украинского щита // *Сб. трудов ИГНС*, вып.15.-Киев, 2007.- С.151-160.
6. Хатунцева А.Я. Лептитовая формация северо-запада Украинского щита.-К.:Наукова Думка.-1977.-140 с.
7. Бухарев В.П. Эволюция докембрийского магматизма западной части Украинского щита.// К.: Наукова думка, 1992.- 152 с.
8. Яценко Г.М., Гурский Д.С., Сливко Ю.В. и др. Алмазоносные формации и структуры юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы.- Киев: УкрГГРИ,-2002.-331 с.
9. Науменко В.В. Тектоно-магматическая активизация юго-западной части Восточно-Европейской платформы и смежных геосинклинальных систем и некоторые черты их эндогенной металлогении. Препринт. Киев.-1974.-63 с.
10. Мамаев М.Н. Рудоносность позднедокембрийских образований юго-западного склона Украинского щита. // *Сов. геология*.- 1984, №5.-С.40-46.
11. 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.
12. Закономерности образования и размещения урановых месторождений Украины. - Киев: Наук. Думка, 1968.-763 с.
13. Димитров Г.Х. Структурно-геологические предпосылки открытия урановых месторождений в юго-западной части Украинского щита (Среднее Приднестровье) // *Сб. трудов ИГНС*, вып.15.-Киев, 2007.- С.180-185.
14. 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.
15. Щербаков И.Б. Петрология Украинского щита.- Львов: изд-во ЗУКЦ, 2005.-364 с.
16. Бутурлинов Н. В. Магматизм грабенообразных прогибов Восточно-Европейской платформы в фанерозое. Автореф. дисс. на соиск.степ. доктора . Донецк.-1979.
17. Бутурлинов Н.В., Корчемагин В.А., Куженко В.А., Шаталов Н.Н. Дайковые породы и их роль в минерации Приазовья // *Геол. журн.*, 1980.- Т.40, №3.-С.127-132.
18. Айзенберг Д.Е., Лагутин П.К. Стратиграфия девонских отложений Донецкого бассейна // *Сб. трудов памяти Л.И. Латугина*.- М., 1967.- С.55-59.
19. Закруткин В.В., Кулиш Е.А., Зайцев А.В., Полуновский Р.М. Метаморфические комплексы восточной окраины и склона Украинского щита.-К.: Наукова думка,1990.- 252 с.
20. Генетические типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины. – Киев: Наук. Думка, 1995.-395 с.
21. Нечаев С.В. Минерализация Волновахской зоны разломов. Киев: Наук. Думка, 1970.
22. Радзивилл А.Я. Углеродистые формации и тектоно-магматические структуры Украинского щита.-К.: Наукова думка.-1994.-172 с.

Ярошук М.О., Вайло О.В. УРАНОПРОЯВИ В ЗОНАХ НЕУЗГОДЖЕНОСТІ ДОКЕМБРІЮ – ФАНОРОЗОЮ НА СХИЛАХ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА.

На північно-західному, північно-східному та південно-західному схилах Українського щита встановлена ціла низка торій-уранових і уранових проявів в породах докембрійського фундаменту, осадового чохла і тектонізованих зонах їх структурно-формаційної неузгодженості. Наведено опис конкретних рудопоявів, дана їхня типізація, розглянуто вірогідний зв'язок уранонакопичення з відповідними геологічними процесами. Встановлені багатоетапність і полігенність уранонакопичення у період закладення та розвитку трогових структур на схилах Українського щита у пізньопротерозой-фанерозойський період.

Yaroshchuk M. A, Vailo A. V. MANIFESTATIONS OF URANIUM IN PRECAMBRIAN–PHANEROZOIC UNCONFORMITY ZONES ON UKRAINIAN SHIELD’S SLOPES.

Thorium-uranium and uranium manifestations in Precambrian basement rocks, sedimentary mantle and tectonized areas of their structural-formational unconformity have been detected on the northwest, northeast and southwest slopes of the Ukrainian shield. The authors describe some ore manifestations, give their typification, and consider possible connection of uranium accumulation with concrete geological processes. Uranium accumulation was found to be multistage and polygenic in the period of location and development of trough volcanic-tectonic structures on Ukrainian shield’s slopes in Late Proterozoic – Phanerozoic period.