

УДК 553.495:550.83

А.А. Калашник, канд. геол. наук

Казенное предприятие „Кировгеология“, г. Кировоград,
Украина, e-mail: kalashnik_anna1@mail.ru

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКЗОГЕННО-ИНФИЛЬТРАЦИОННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА В ИНГУЛО-ИНГУЛЕЦКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ УКРАИНСКОГО ЩИТА

А.А. Kalashnyk, Cand. Sci. (Geol.)

State Enterprise “Kirovgeologiya”, Kirovograd, Ukraine,
e-mail: kalashnik_anna1@mail.ru

GEOLOGICAL AND STRUCTURAL FEATURES OF EXOGENOUS-INFILTRATION URANIUM DEPOSITS IN THE INGULO-INGULETSKY URANIUM ORE REGION OF THE UKRAINIAN SHIELD

Цель. Исследование геолого-структурных особенностей экзогенно-инфильтрационных месторождений урана Ингуло-Ингулецкого рудного района для разработки новых критериев поиска месторождений урана этого типа и повышения эффективности работ по наращиванию устойчиво рентабельных ресурсов урана Украины.

Методика. Выполнен анализ геолого-структурных условий формирования месторождений урана экзогенно-инфильтрационного типа в углистой формации палеогена Ингуло-Ингулецкого рудного района Украинского щита (УЩ). Проанализированы особенности литолого-фациальных комплексов основных месторождений урана данного типа, выполнено обобщение материалов по их связи с глубинными разломами в породах кристаллического щита.

Результаты. Рассмотрены возможные источники рудного вещества на основе изучения закономерностей распределения урана и элементов-спутников в разновозрастных породах и в зонах глубинных разломов, имеющих влияние на металлогению урана в породах осадочного чехла. Выявлена закономерная связь формирования экзогенно-инфильтрационных месторождений Ингуло-Ингулецкого рудного района с неотектоническими подвижками широтных долгоживущих разломов на участках пересечения с бучакскими палеодолинами. Выявлены признаки поступления большей части урана многокомпонентных руд месторождений экзогенно-инфильтрационного типа Ингуло-Ингулецкого рудного района с растворами по тектоническим зонам, которые контролируют палеодолины и сами являются рудоносными.

Научная новизна. Выявлено решающее влияние на формирование рудообразующих систем промышленных объектов уранового оруденения экзогенно-инфильтрационного типа Ингуло-Ингулецкого рудного района эндогенного тектонического фактора, который наряду с экзогенными факторами оруденения во многом предопределил закономерности размещения и условия локализации месторождений урана в бучакской толще.

Практическая значимость. Приуроченность промышленно ураноносных бучакских отложений к зонам долгоживущих тектонических разломов, испытавших неотектонические подвижки, является объективным критерием для эффективного проведения дальнейших поисковых работ. В Ингуло-Ингулецком рудном районе с использованием регионального тектонического и других факторов оруденения намечены перспективные участки, на которых могут быть встречены еще не выявленные ответвления известных палеодепрессий и новые небольшие палеодепрессии, возможно вмещающие промышленное урановое оруденение.

Ключевые слова: *экзогенно-инфильтрационные месторождения урана, стадия рудоподготовки, неотектоническая активизация, тектонический фактор, радиогидроаномалии*

Общая постановка проблемы и связь с практическими заданиями. Имеющаяся в Украине минерально-сырьевая база урана сопоставима по масштабам с сырьевыми базами ведущих уранодобывающих стран мира (Канады, Австралии, Казахстана), но значительно уступает им по качеству и стоимости руд. Месторождения урана Украины метасоматического геолого-промышленного типа характеризуются низким содержанием урана в руде [1]. Это обстоятельство определяет высокую себестоимость производства и, как следствие, высокую чувствительность сырьевой базы урана Украины к изменению экономических условий. Решение этой проблемы требует возобновления полномасштабных геологоразведочных работ на поиски высоко-

рентабельных месторождений урана, что необходимо для повышения устойчивости сырьевой базы ядерной энергетики Украины к изменению экономических условий. Эксплуатация месторождений экзогенно-инфильтрационного типа является высокорентабельной, что вызывает объяснимый интерес их интенсивного поиска, разностороннего изучения. Ряд месторождений этого типа в Украине уже отработан, поэтому задачей государственной важности является разработка новых критериев и признаков поиска месторождений урана этого типа, выполнения обоснованных прогнозов, на основе разработки новых методологических приемов, для более экономичного и быстрого восстановления утраченных устойчиво рентабельных ресурсов урана как основного источника сырья для стабильной работы атомной энергетики Украины на современном этапе.

Анализ последних исследований и публикаций.

Дискуссия об условиях образования экзогенных месторождений урана и об источниках рудного вещества длится многие десятилетия [2]. Исходя из принятой модели образования экзогенно-эпигенетических месторождений урана, разработанной Г.Чурзиным и Н.Макаренко [3], основным критерием при прогнозировании урановых месторождений песчаникового типа для Днепробасса является наличие зон грунтово-послойного окисления в проницаемых угленосных отложениях осадочного чехла УЩ, сформированных ураноносными водами глубинной зоны поверхностного (современного грунтового) окисления. По мнению данных авторов [3], основную роль в формировании эпигенетического уранового оруденения в угленосных отложениях Днепробасса принадлежит экзогенным факторам. Однако И.И. Абрамовичем приведены данные о связи среднеазиатских экзогенно-эпигенетических месторождений урана с глубинными процессами [4].

Выявленные геолого-структурные особенности размещения месторождений урана песчаникового типа в Южно-Бугском рудном районе позволили нам сделать выводы [5], что месторождения этого типа в Среднем Побужье размещаются в зонах глубинных долгоживущих разломов и это указывает на то, что в зонах разломов, которые характеризуются интенсивной тектонической проработкой пород системами зон дробления и трещиноватости, подновляющихся при каждой последующей тектонической активизации разломов, при неотектонических движениях, возникали условия, которые способствовали интенсивной мобилизации (выщелачиванию) урана, формированию ураноносных растворов и его активного транзита. На стадии рудоподготовки эндогенный тектонический фактор для этого типа уранового рудообразования в Южно-Бугском рудном районе играл существенную роль [5].

Выделение нерешенных ранее частей рассматриваемой проблемы.

С целью подтверждения выводов, сделанных нами для Южно-Бугского рудного района Среднего Побужья [5], нам необходимо исследовать геолого-структурные особенности экзогенно-инфильтрационных месторождений урана Ингуло-Ингулецкого рудного района и выяснить роль тектонического фактора при их формировании в этом регионе, что позволит при прогнозировании месторождений данного типа в угленосных отложениях осадочного чехла УЩ, наряду с имеющейся методикой прогнозирования перспективных площадей и потенциально-урановорудных полей [3], дополнительно учитывать степень проявленности тектонического фактора с целью повышения эффективности прогнозно-геологических и поисковых работ, направленных на поиски месторождений урана песчаникового типа.

Цель статьи. Исследование геолого-структурных особенностей экзогенно-инфильтрационных месторождений урана Ингуло-Ингулецкого рудного района для разработки новых критериев поиска месторождений урана этого типа и повышения эффективности работ по наращиванию устойчиво рентабельных ресурсов урана Украины.

Геолого-структурные и геохимические особенности месторождений песчаникового типа Ингуло-Ингулецкого урановорудного района.

Ингуло-Ингулецкий урановорудный район расположен в центральной части Днепробасса, включает в себя верховья Новобугской и Сафоновской, верховья и прибортовые части Западно-Криворожской и Восточно-Криворожской палеодепрессий южного склона УЩ (рис.1).

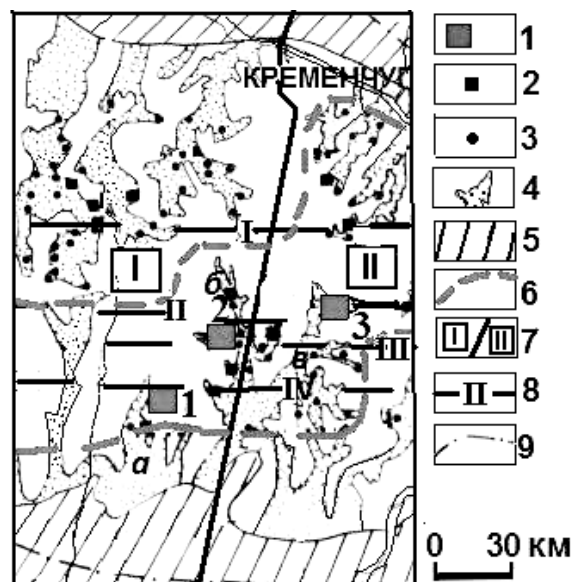


Рис. 1. Обзорная схема Ингуло-Ингулецкого уранового района в отложениях среднего эоцена центральной части Днепробасса: 1 – месторождения урана экзогенно-инфильтрационного типа: 1 – Сафоновское, 2 – Христофоровское, 3 – Девладовское; 2 – рудопроявления; 3 – точки минерализации; 4 – палеодепрессии среднеэоценового возраста: а – Новобугская, б – Восточно-Криворожская, в – Западно-Криворожская; 5 – участки полного размыва осадочных отложений в четвертичное время; 6 – граница Бугско-Днепровской минерагенической области; 7 – границы мегаблоков: I – Ингульского, II – Среднеприднепровского, 8 – осевые линии глубинных разломов: I – Субботско-Мошоринского, II – Девладовского, III – Софиевско-Криничеватского, IV – Братского; 9 – граница УЩ

Западно-Криворожская и Восточно-Криворожская палеодепрессии при совмещении с планом докембрийских образований как бы обтекают с запада и востока зону Криворожско-Кременчугского разлома нижнепротерозойского заложения, наследуя разрывные структуры более высокого порядка, по которым развивались более поздние хрупкие деформации и контакты крупных полей развития гранитоидов и метаморфических пород с различной устойчивостью к процессам выветривания. Западно-Криворожская депрессия приурочена к контакту гнейсовой толщи с гранитоидами ингулецкого ком-

плекса на юге и с гранитоидами, слагающими Боквянский массив, на севере. Восточно-Криворожская депрессия наследует контакты пород криворожской серии с гранитами саксаганского комплекса и последних с гранитоидами днепропетровского комплекса. Неоднородный состав пород фундамента обусловил их неодинаковый разрыв с образованием в палеодепрессиях поднятий и погружений в осевой части, к которым приурочен ряд месторождений угля и углепроявлений.

Христофоровское месторождение расположено в одноименном широтном ответвлении Западно-Криворожской депрессии и контролируется зоной широтного Софиевско-Криничеватского разлома. Относится к месторождениям речного комплекса сравнительно крупных палеодолин со слабым развитием русловых песчаных фаций. Христофоровское ответвление прослеживается в широтном направлении на расстоянии около девяти километров. В структурном отношении месторождение расположено в южной части Боквянского массива гранитов (рис. 2). Подстилающие осадочный комплекс кристаллические породы фундамента представляют собой чередование гнейсов и гранитов. На породах фундамента повсеместно развита кора выветривания, представленная первичными каолинами мощностью от 2 до 20 м. Непосредственно на коре выветривания залегают отложения бучакской свиты, представленные углистыми и слабоуглистыми глинами и песками, бурыми углями, вторичными каолинами. Христофоровское месторождение представлено в плане одним рудным телом, которое прослеживается от верховья депрессии на восток на расстоянии около 4000 м. Большая часть уранопроявлений в бучакском комплексе пород расположена в районе пересечения депрессии тектоническими зонами широтного, северо-восточного направления, в пределах которых в кристаллических породах установлены поля повышенных и аномальных содержаний урана, а также радиогидроаномалии в сопряжении с тектоно-метасоматическими зонами северо-западного простирания. В непосредственной близости от месторождения, в северном борту депрессии, отмечаются ореолы рассеяния урана в корах выветривания и кристаллических породах докембрия (Ивановское проявление). Но более значимых эндогенных концентраций урана вблизи месторождения не установлено.

Сафоновское месторождение выявлено в угленосных отложениях одноименного ответвления Новобугской депрессии, расположенной в сфере влияния Братского глубинного широтного разлома и участка зоны Западно-Ингулецкого глубинного разлома. В области верховий Новобугской и Сафоновской депрессий установлены многочисленные рудопроявления и месторождения урана в породах фундамента на фоне площадных радиогеохимических аномалий и обширные ореолы аномальных концентраций урана в трещинных водах.

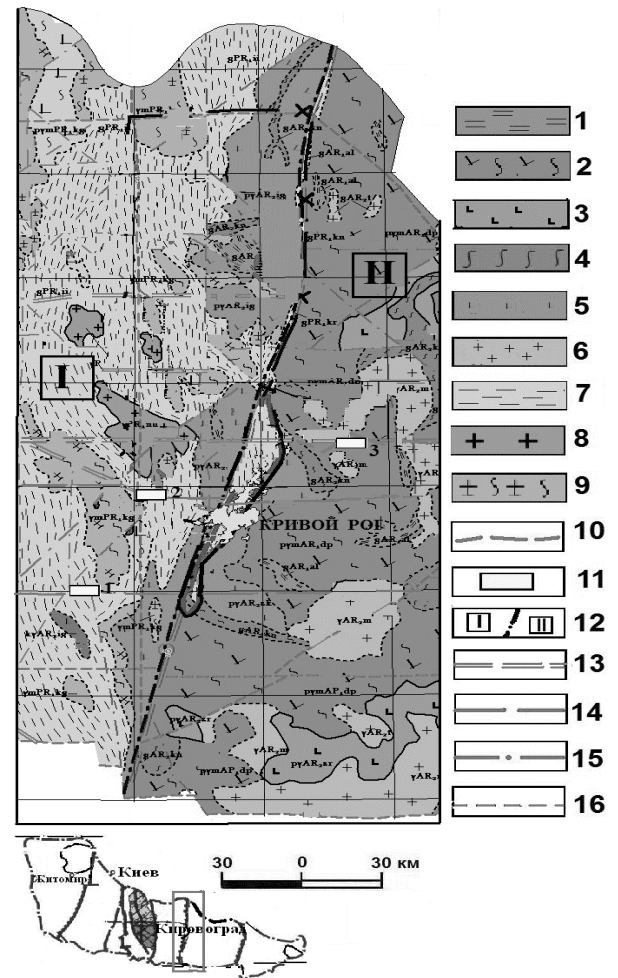


Рис. 2. Схема размещения экзогенно-инфильтрационных месторождений урана Ингуло-Ингулецкого рудного района, совмещенная с геолого-структурной основой докембрийских образований: 1 – метаморфизованные вулканогенно-осадочные формации (AR_1); 2 – формация ультраметаморфических тоналитов и трондьемитов (AR_1); гранит-зеленокаменная ассоциация; 3 – формация интрузивных диоритов и плагиогранитов (AR_2); 4 – зеленокаменная толща (AR_2); 5 – формация ремобилизованных ультраметаморфических автохтонных и параавтохтонных плагиогранитов (AR_2); 6 – формация регрессивных ультраметаморфических гранитов (AR_2); 7 – метаморфизованные осадочные и вулканогенно-осадочные формации (PR_1); 8 – формация интрузивных чарнокитоидов и трахитоидных гранитов (PR_1); 9 – формация прогрессивных ультраметаморфических гранитов (PR_1); 10 – девладовский комплекс (перидотиты, габбро-перидотиты) (AR_3); 11 – месторождения урана экзогенно-инфильтрационного типа: 1 – Сафоновское, 2 – Христофоровское, 3 – Девладовское; 12 – границы мегаблоков: I – Ингульский, II – Среднеприднепровский; 13 – глубинные мантийные разломы; 14 – глубинные, преимущественно коровые, разломы; 15 – региональные коровые разломы; 16 – крупные локальные разломы

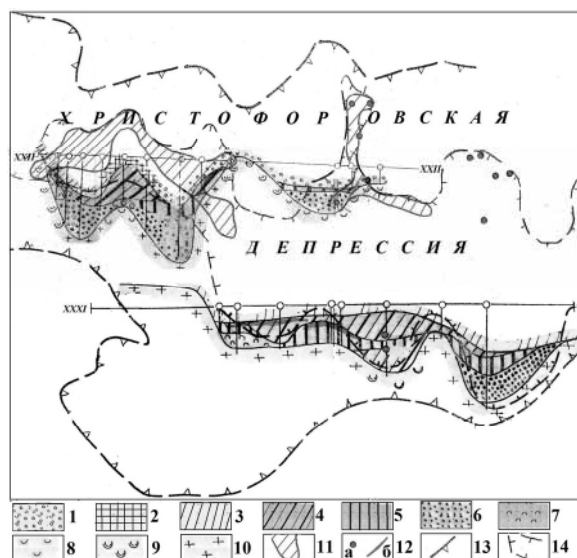


Рис. 3. Схема геологических разрезов района Христоворовского месторождения урана: 1 – пески мелкозернистые (Pg_{2kv}); 2 – песчаники (Pg_{2kv}); 3 – глины (Pg_{2kv}); 4 – глины углистые (Pg_{2bc}); 5 – бурые угли (Pg_{2bc}); 6 – пески мелкозернистые (Pg_{2bc}); 7 – вторичные каолины (Pg_{2bc}); 8 – глинистая кора выветривания мощностью до 5 м (Mz-Kz); 9 – глинистая кора выветривания мощностью свыше 5 м (Mz-Kz); 10 – кристаллические породы (PR₁); 11 – площадь основного уранового оруденения в бучакских отложениях; 12 – а – скважины вне линии разреза, встретившие аномалии в бучакских отложениях, б – положение уранового оруденения в разрезе; 13 – контур палеодепрессии; 14 – контур современного распространения бучакских отложений

В районе Сафоновского месторождения отмечены новейшие тектонические движения по разломам по смещению верхнего водоупора в отдельных микроблоках. Зона застойного режима в водоносном бучакском ярусе контролируется широтным разломом, к югу от которого угленосная толща, вследствие новейших подвижек, находится ниже регионального базиса эрозии. Начало эпигенетических, связанных с инфильтрационными процессами, изменений в породах угленосной формации, привнос и перераспределение урана в проницаемых осадках, относятся к периодам ее значительного размыва в предкиевское и предсарматское время. Об этом свидетельствуют данные изотопного возраста оруденения Сафоновского месторождения (25 млн лет) [2]. Урановые руды многокомпонентные. Встречены совместные с ураном проявления молибдена, рения и селена, связанные с сульфидами. Содержания селена сопоставимы с ураном. При этом отмечается значительная обедненность этими элементами всех типов пород района месторождения (осадочных и пород кристаллического фундамента). Особенностью Сафоновского месторождения является теле-

скопированный характер развития аномальных концентраций элементов-спутников урана над сильно обводненными зонами разломов в фундаменте Сафоновского месторождения, несущими местами повышенные содержания этих элементов и уран, что свидетельствует о значительном их привносе совместно с ураном трещинными водами. Верховья Сафоновской депрессии тяготеют к территории интенсивной проявленности разновозрастного уранового оруденения в породах фундамента, главным образом жильного типа. Особенностью территории является интенсивное развитие черниевой минерализации в зонах разломов и трещиноватости пород фундамента. Наибольших масштабов этот процесс достигает в пределах Михайловского месторождения, в плане совпадающего с Сафоновским месторождением в породах угленосной толщи, а также Лагодовского рудопроявления.

Девладовское месторождение приурочено к одноименному широтному ответвлению Западно-Криворожской депрессии и контролируется зоной Девладовского глубинного разлома. После открытия Девладовского месторождения существовало предположение, что оно является ореолом крупных коренных оруденений урана, связанных с имеющимися на участке широкое распространение дизъюнктивными структурами. Поисковые работы позволили выявить в истоках Девладовской депрессии, выше по ее течению от крупных оруденений в бучакских пластах, лишь группу урановых проявлений, связанных с корой выветривания кристаллических пород (рис. 4) без непосредственной связи с коренными оруденениями урана в разломных структурах среди пород кристаллического массива. Девладовское месторождение относится по характеру геологического разреза к речному комплексу палеорек с преобладающим развитием русловых песчаных фаций. Нижняя часть разреза угленосной толщи сложена безугольными разнозернистыми песками и вторичными каолинами, а верхняя часть, с которой связано урановое оруденение, – с углистыми глинами с небольшими линзами бурых углей. Основная масса руды сосредоточена в углистых песках и лишь 20% находится в углистых глинах.

В пределах Ингуло-Ингулецкого рудного района выявлены одиночные и групповые радиогидроаномалии отдельных (уран, радон, радий, гелий) элементов и комплексные различной контрастности. Эти аномалии группируются в несколько крупных областей распространения радиоактивных вод, одна из которых выделена в обрамлении Боковьянского массива и имеет характерную четкую приуроченность комплексных ореолов к крупным тектонометасоматическим зонам. Радиогидроаномалии высококонтрастные, интенсивные, характеризуются большими площадными масштабами с усилением ореолов с глубиной. В большинстве аномалий совмещены ореолы урана, радона, радия и гелия, сопровождающиеся аномальными концентрациями микрокомпонентов.

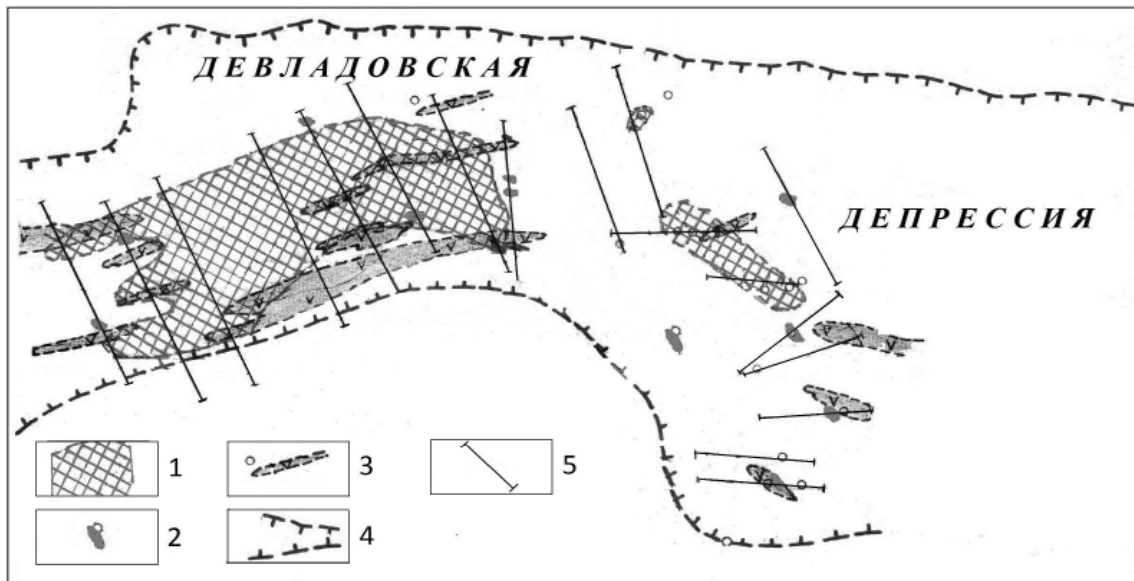


Рис. 4. Схема уранового оруденения Девладовского месторождения: 1 – площадь основного уранового оруденения в бучакских отложениях; 2 – участки уранового оруденения в коре выветривания коренных пород; 3 – тела амфиболитов; 4 – контур депрессии кристаллического фундамента; 5 – линии профилей разведочных скважин

К ореолам этой области радиогидроаномалий приурочены Христофоровское и Сафоновское месторождения урана песчаникового типа. Отличительной особенностью Христофоровской ураново-радиево-радоновой радиогидроаномалии является установленное по результатам спектрального анализа наличие в сухих остатках смешанных вод кристаллических пород и бучакских отложений высоких содержаний элементов-спутников урана: цинка – 0,085 мг/л, титана – 4,0 мг/л, хрома – 0,2 мг/л, меди – 0,115 мг/л, стронция – 2 мг/л, молибдена – 0,003 мг/л. Девладовское месторождение тяготеет к группе радиогидроаномалий вблизи фланга Демуринского гранитного массива вдоль Девладовского широтного разлома. Здесь преобладают комплексные контрастные радиогидроаномалии. В сухих остатках подземных вод Девладовской ураново-радиево-радоновой радиогидроаномалии обнаружены высокие содержания микрокомпонентов: стронция – 3,2 мг/л, титана – 1,2 мг/л, никеля – 0,06 мг/л. Многокомпонентные радиогидроаномалии тяготеют к тектоническим зонам на участках, по которым установлена урановая минерализация как в кристаллических породах, так и в бучакских отложениях.

Решение вопроса об источнике урана для формирования инфильтрационных месторождений, а частности Ингуло-Ингулецкого рудного района, имеет большое значение для установления рудоконтролирующих и поисковых критериев таких месторождений и единства мнений в этом вопросе до сих пор не существует. Существуют два основных предположения об источниках урана в углистых отложениях: а) относительно повышенные концентрации урана в плагиомикроклиновых гранитоидах в области питания; б) разрушение эндогенных концентраций урана [3]. Углистые отложения бучакской свиты лишь

при определенных условиях являются благоприятными для значимого накопления урана. Одним из признаков присутствия урана в бучакских отложениях являются повышенные содержания радиоактивных элементов в подземных трещинных водах. В породах фундамента территории Ингуло-Ингулецкого рудного района установлены зоны и узлы неоднократного привноса урана, реализованного в образовании многочисленных рудопроявлений на фоне площадных радиогеохимических аномалий, а также участки развития более поздних метасоматических преобразований пород (Криворожский урановорудный район, Западно-Ингулецкая металлогеническая зона), способствовавших переводу его значительной части в подвижную форму. Эти территории отразились в образовании обширных ореолов аномальных концентраций урана в трещинно-грунтовых водах. В пределах зон тектонических нарушений отмечается рост водообильности, воды чаще являются аномальными по химическому составу и характеризуются высокой минерализацией, специфическими макро- и микрокомпонентными составами. При формировании инфильтрационных месторождений зона собственно уранового оруденения размещена на выклинивании зоны пластового окисления и характеризуется восстановительной обстановкой. Здесь вместе с ураном на месторождениях Ингуло-Ингулецкого рудного района отмечено накопление и других элементов (селена, иттрия, молибдена, стронция, хрома, никеля, цинка, титана). В разрезе аномальные концентрации рудных элементов, преимущественно, залегают в контуре урановых залежей и чаще всего при этом не устанавливается приуроченность аномальных концентраций рассматриваемых рудных элементов к какому-либо литолого-фациальному типу бучакских отложений и породам кристаллического фундамента.

При этом отмечается развитие аномальных концентраций элементов-спутников урана над сильно обводненными зонами разломов в фундаменте, несущими, местами, повышенные содержания этих элементов и уран, что, по нашему мнению, свидетельствует о значительном их привносе совместно с ураном глубинными трещинными водами. По обогащению тектонических зон кристаллического фундамента под месторождениями (Сафоновским, Девладовским, Христофоровским) рядом элементов, формирование русловых месторождений урана региона не объясняется удовлетворительно только лишь разрушением первичных эндогенных проявлений урановой минерализации или радиоактивных гранитов. Этот факт свидетельствует об источнике урана, поставляемого растворами по разноориентированным тектоническим зонам, которые контролируют палеодолины и сами являются рудоносными.

Питание водоносного горизонта в бучакских отложениях происходило несколькими путями: за счет непосредственной инфильтрации атмосферных осадков, путем поступления вод по склонам палеодепрессий, а также за счет напорных трещинных вод, попадающих непосредственно из кристаллических пород фундамента в зонах разломов. Потоки кислородных вод направлены от водоразделов к региональным дренам, которым для Ингуло-Ингулецкого рудного района и в целом для южного склона УЩ является Причерноморская впадина. Эти потоки обуславливали образование глубинной зоны поверхностного окисления, в которой происходило начальное обогащение вод ураном за счет выщелачивания из осадочных пород и из коры выветривания пород фундамента. По нашему мнению, вероятность интенсивного выщелачивания урана из пород фундамента и поступления в грунтово-трещинные воды в Ингуло-Ингулецком рудном районе увеличивается под влиянием усиления водообмена в зонах долгоживущих разломов широтного простирания (Девладовского, Софиевско-Криничеватского, Братского), которые регионально контролируют все три выявленные месторождения экзогенно-инфильтрационного типа данного рудного района (рис. 1,2).

В пределах Девладовского, Христофоровского и Сафоновского урановых месторождений экзогенно-инфильтрационного типа отмечены многочисленные проявления неотектонических движений как в породах фундамента, так и чехла. Здесь широко распространены тектонические швы с зеркалами скольжения и бороздами трения в третичных отложениях по всему разрезу от коры выветривания до позднемiocеновых, которые наиболее четко выражены в глинистых разностях. Встречены интервалы перемятых пород мощностью до 10 метров. Анализ мощности третичных отложений на ряде участков Ингуло-Ингулецкого района позволил выявить факты, труднообъяснимые лишь литолого-фациальными изменениями (резкие изменения мощности на коротких расстояниях, выпадение отложений сарматского яруса, киевской, бучакской свит, появление удвоен-

ных мощностей горизонтов и др.). Это сопровождается значительным несоответствием в отметках подошвы и кровли горизонтов. Такие неотектонические проявления обычно расположены над или рядом с тектоническими зонами в фундаменте. Наиболее характерная форма дислокаций в чехле – образование узких взбросовых зон, встречены и сбросы. Амплитуды вертикальных перемещений находятся в пределах 5–30 м. Дислокации чехла в пределах нарушений имеют протяженность до нескольких километров.

Таким образом, у экзогенно-инфильтрационных месторождений урана Ингуло-Ингулецкого рудного района отмечается четкая геотектоническая избирательность, которая обеспечивает проявление энергичной гидродинамики в сфере водообмена и интенсивность эрозионных процессов. В структурных узлах, образованных пересечением разломами водоносных горизонтов, возможно, происходило смешение эндогенных трещинных растворов и экзогенных пластовых вод. Прямых критериев, позволяющих оценить долю различных источников урана в образовании промышленного уранового оруденения в бучакских отложениях пока не существует. Однако имеется ряд признаков, свидетельствующих о большей доле урана, привнос которого осуществлялся по тектоническим нарушениям ураноносными растворами. Это и значительная (в отдельных случаях сопоставимая с содержанием урана) концентрация совместно с ураном ряда рудных элементов (селен, рений, иттрий и др.), источником которых не могут служить породы кристаллического фундамента и осадочного чехла района выявленных месторождений, отличающиеся фоновыми содержаниями этих элементов существенно ниже кларкового. Вероятнее всего, при возникновении малоинтенсивной тектонической неоактивизации, в проницаемых зонах разломов обеспечивалось проникновение химических реагентов и активное поступление урана к геохимическим барьерам за счет усиления скорости фильтрации пластовых вод, дополнительной поставки урана вследствие интенсивного увеличения реактивной растворяющей способности вод в тектонических зонах с проявленным древним приразломным урановым оруденением и за счет глубинных растворов, обогащенных ураном.

Исходя из вышеуказанного и с учетом степени специализированной изученности на уран, дальнейшие поисковые исследования с целью выявления новых промышленных содержаний урана в бучакских отложениях в Ингуло-Ингулецком рудном районе необходимо сориентировать следующим образом. В районе Новобугской и Сафоновской палеодепрессий заслуживает дальнейшего более детального изучения периферия верховий этих депрессий с целью поиска новых ответвлений, находящихся в сфере влияния долгоживущих глубинных разломов в кристаллическом фундаменте, благоприятных для развития зон пластового окисления со значительным

объемом русловых фаций в угленосной толще, перекрытой водоупорными отложениями киевской свиты и сарматского яруса. Эти участки сопряжены с обширными радиогеохимическими аномалиями, с урановыми рудопроявлениями в породах фундамента и аномальными концентрациями урана в подземных водах. Перспективной для выявления новых промышленных объектов в угленосной толще также является территория, охватывающая верховья Восточно- и Западно-Криворожских палеодепрессий и их ответвления, которые контролируются глубинными долгоживущими разломами фундамента, в частности Девладовским и Софиевско-Криничеватским, в сфере влияния которых находятся, соответственно, Девладовское и Христофоровское месторождения и многочисленные рудопроявления в зонах пластового окисления, радиогеохимические и радиоактивные аномалии, а также аномальные концентрации урана в подземных водах. Верховья этих депрессий сложены осадками речного комплекса с преобладанием русловых песчаных фаций, угленосная толща почти на всем протяжении депрессий перекрыта водоупорными глинами и мергелями киевской свиты.

Выводы и перспективы дальнейшего развития в данном направлении.

1. Анализ геолого-структурных особенностей экзогенно-инфильтрационных месторождений Ингуло-Ингулецкого рудного района указывает на тесную связь их формирования с неотектоническими подвижками долгоживущих разломов в кристаллических породах, преимущественно широкого простирания. Зоны разломов характеризуются радиогеохимической обстановкой с урановой специализацией.

2. Значительная концентрация совместно с ураном ряда рудных элементов (селен, рений, иттрий и др.), источником которых не могут служить породы кристаллического фундамента района выявленных месторождений экзогенно-инфильтрационного типа Ингуло-Ингулецкого урановорудного района, свидетельствуют о значительной доле урана, привнос которого осуществлялся ураноносными растворами по тектоническим нарушениям, которые контролируют палеодолины и сами являются рудоносными.

3. Приведенные нами данные указывают на то, что ураноносность бучакских отложений Ингуло-Ингулецкого рудного района контролируется тектоническими и радиогидрогеологическими факторами, которые при наличии других благоприятных условий (литолого-фациальных, геохимических) оказывают решающее значение на формирование уранового оруденения песчаникового типа. Отмеченную нами четкую приуроченность ураноносных осадков к структурным узлам долгоживущих тектонических разломов, испытавших неотектонические подвижки, необходимо учитывать при дальнейших поисковых работах.

Рассмотренные геолого-структурные особенности экзогенно-инфильтрационных месторождений

урана в Ингуло-Ингулецком рудном районе УЩ позволили оценить роль влияния тектонического фактора на их формирование и выявить дополнительные закономерности их пространственной локализации в регионе, установить степень влияния эндогенных факторов на процесс уранового рудообразования этого типа наряду с экзогенными. С целью подтверждения сделанных выводов на следующем этапе необходимо исследовать геолого-структурные особенности и роль тектонического фактора при формировании экзогенно-инфильтрационных месторождений урана Саксаганско-Сурского урановорудного района УЩ.

Список литературы / References

1. Синчук В.В. Взаимосвязь технологий добычи и переработки урановых руд и состояния балансовых запасов / В.В. Синчук // Доклады Межд. научно-практ. конф. „Актуальные проблемы геологии, прогноза, поисков и оценки месторождений твердых полезных ископаемых“ (Симф.-Судак, 27 сент.–3 окт. 2010 г.). – К.: Академперіодика, 2011. – С. 118–123.

Sinchuk, V.V. (2011), “Intercommunication of technologies of booty and processing of uranium ores and state of balance supplies”, *Proc. of the Int. Scientific and Practical Conf. “Actual problems of geology, prognosis, searches and estimation of the deposits of hard useful minerals”*, Simferopol-Sudak, Sept. 27–Oct. 3, 2010, Academperiodika, Kyiv, pp. 118–123.

2. Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины. Том 1. Металлические полезные ископаемые / [Гурский Д.С., Есипчук К.Е., Калинин В.И. и др.]. – Киев-Львов: Изд-во „Центр Европы“. – 2005. – 785 с.

Gurskiy, D.S., Yesipchuk, K.Ye. and Kalinin, V.I. (2005), *Metallicheskiye i nemetallicheskiye poleznye iskopayemye Ukrainy. Tom 1. Metallicheskiye poleznye iskopayemye* [Metallic and Nonmetallic Minerals of Ukraine. Vol. 1. Metallic Minerals], Publishing House “Tsentr Yevropy”, Kiev, Lvov, Ukraine.

3. Макаренко Н.Н. Модель образования и перспективы развития в Украине сырьевой базы урановых месторождений песчаникового типа. / Н.Н. Макаренко, Г.Г. Чурзин, А.В. Кузьмин: тез. докл. научно-практ. конф. „Кировгеологии – 60 лет: история, достижения, перспективы“. (Киев, 22–23 ноября 2007 года). – К., 2007. – С. 40–44.

Makarenko, N.N., Churzin, G.G. and Kuzmin, A.V. (2007), “Model of education and prospect of development of source of raw materials of uranium deposits of sandstone type in Ukraine”, *Proc. of the Int. Scientific and Practical Conf. “60 anniversary of Kirovgeology: history, achievements, prospects”*, Kiev, November 22–23, 2007, pp. 40–44.

4. Абрамович И.И. Металлогения / Абрамович И.И. – М.: ГЕОКАРТ-ГЕОС, 2010. – 328 с.

Abramovich, I.I. (2010), *Metalligenia* [Metallogeny] GEOKART-GEOS, Moscow, Russia, 328 p.

5. Калашник А.А. Геолого-структурные особенности экзогенно-инфильтрационных месторожде-

ний урана в Южно-Бугском рудном районі Українського щита/ А.А. Калашник // Зб. наукових праць УкрДГРІ. – 2012. – № 3. – С.33–45.

Kalashnik, A.A. (2012), "The geological and structural features of exogenous-infiltration uranium deposits in the Yuzhno-Bugsky Ore District of the Ukrainian shield", *Zbirnyk naukovykh prats UkrDGRI*, no.3, pp. 33–45.

Мета. Дослідження геолого-структурних особливостей екзогенно-інфільтраційних родовищ урану Інгуло-Інгулецького рудного району для розробки нових критеріїв пошуку родовищ урану цього типу й підвищення ефективності робіт з нарощування стійко рентабельних ресурсів урану України.

Методика. Виконано аналіз геолого-структурних умов формування родовищ урану екзогенно-інфільтраційного типу у вуглистій формації палеогену Інгуло-Інгулецького рудного району Українського щита (УЩ). Проаналізовано особливості літолого-фаціальних комплексів основних родовищ урану даного типу, виконано узагальнення матеріалів з їх зв'язку з глибинними розломами в породах кристалічного щита. Розглянуто можливі джерела рудної речовини на основі вивчення закономірностей розподілу урану та його елементів-супутників у різновікових породах і в зонах глибинних розломів, що мають вплив на металогенію урану в породах осадового чохла.

Результати. Виявлено тісний зв'язок формування екзогенно-інфільтраційних родовищ урану Інгуло-Інгулецького рудного району з неотектонічними дислокаціями довгоживучих розломів широтного простягання на ділянках перетину з бучацькими палеодолинами. Визначено ознаки надходження більшої частини урану багатоконцентних руд родовищ екзогенно-інфільтраційного типу Інгуло-Інгулецького рудного району з розчинами по тектонічних зонах, що контролюють палеодолини та є рудоносними.

Наукова новизна. Виявлено вирішальне значення на формування рудоутворюючих систем промислових об'єктів уранового зруденіння екзогенно-інфільтраційного типу Інгуло-Інгулецького рудного району ендегенного тектонічного чинника на стадії рудопідготовки, що поряд з екзогенними чинниками зруденіння багато в чому зумовив закономірності розміщення та умови локалізації родовищ урану в бучацькій товщі.

Практична значимість. Приуроченість промислово ураноносних бучацьких відкладень до зон довгоживучих тектонічних розломів, що випробували неотектонічні переміщення, є об'єктивним критерієм для ефективного проведення подальших пошукових робіт. В Інгуло-Інгулецькому рудному районі з використанням регіонального тектонічного та інших чинників зруденіння намічено перспективні ділянки, на яких можуть бути зустрінуті ще не виявлені відгалуження відомих палеодепресій і нові невеликі палеодепресії, що, можливо, вміщують промислове уранове зруденіння.

Ключові слова: *екзогенно-інфільтраційні родовища урану, стадія рудопідготовки, неотектонічна активізація, тектонічний фактор, радіогідроаномалії*

Purpose. To study the geological and structural features of exogenous-infiltration uranium deposits of the Ingulo-Inguletsky ore region in order to develop new criteria for prospecting this type of uranium deposits and to increase the efficiency of prospecting and build-up of cost-effective strong uranium resource base of the Ukraine.

Methodology. The analysis of geological and structural terms of exogenous-infiltration uranium deposits formation in the carbonaceous structure of Palaeogene of the Ingulo-Inguletsky ore district of the Ukrainian Shield has been executed. Features of lithological-and-facies complexes of the main uranium deposits of above-noted type have been analyzed. The information concerning their connection with deep faults in the rocks of crystalline shield has been generalized.

Findings. The possible sources of ore substance have been considered based on the study of laws of uranium and concomitant elements distribution in the rocks of different age and in the zones of deep faults influencing the metallogeny of uranium in rocks of sedimentary cover. Close connection of exogenous-infiltration uranium deposits of the Ingulo-Inguletsky ore region with neotectonic displacements of long-living faults of the latitudinal extent in the segments crossing the paleovalleys of the middle Eocene age has been determined. We have found the signs proving that the main part of uranium content of multicomponent ores of exogenous-infiltration deposits of the Ingulo-Inguletsky ore region has been formed as a result of the inflow of solutions from ore-bearing fault zones of paleovalleys.

Originality. The endogenous tectonic factor has decisive impact on the formation of the ore-forming systems of uranium deposits of exogenous-infiltration type of the Ingulo-Inguletsky ore region. This factor together with the exogenous factors of ore formation predetermines common factors of distribution and conditions of localization of exogenous-infiltration uranium deposits in sediments of the middle Eocene age.

Practical value. The association of industrial uranium-bearing deposits of the middle Eocene age with the zones of ancient tectonic faults, which has been exposed to the neotectonic displacements, should be considered as an objective criterion for further effective prospecting. Using regional tectonic and other factors of ore formation we have selected new promising areas in the Ingulo-Inguletsky ore region, where new parts of paleodepressions and new small paleodepressions containing industrial uranium deposits can be probably discovered.

Keywords: *exogenous-infiltration deposits of uranium, stage of ore preparation, neotectonic activation, tectonic factor, radio-active hydroanomalies*

Рекомендовано до публікації докт. геол. наук М.М.Довбничем. Дата надходження рукопису 07.12.12.