

УДК 553.495:550.83 УДК 550.83: 553.83:551.243.5

А.А. Калашник, канд. геол. наук

Геологоразведочная экспедиция №37  
Казенного предприятия „Кировгеология“, г. Кировоград,  
Украина, e-mail: kalashnik\_anna1@mail.ru

## РОЛЬ ТЕКТОНИЧЕСКОГО ФАКТОРА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЭКЗОГЕННО-ИНФИЛЬТРАЦИОННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА В БУГСКО-ДНЕПРОВСКОЙ УРАНОВОРУДНОЙ ОБЛАСТИ УКРАИНСКОГО ЩИТА

А.А. Kalashnik, Cand. Sci. (Geol.)

Exploration expedition № 37, State Enterprise “Kirovgeolo-  
giya”, Kirovograd, Ukraine, e-mail: kalashnik\_anna1@mail.ru

## ROLE OF TECTONIC FACTOR IN FORMATION OF EXOGENOUS-INFILTRATION URANIUM DEPOSITS IN THE BUG-DNIEPER URANIUM ORE REGION OF THE UKRAINIAN SHIELD

**Цель.** Выяснение роли тектонического фактора в процессе формирования экзогенно-инфильтрационных месторождений (месторождений песчаникового типа) для повышения эффективности ведения геолого-поисковых и поисковых работ по наращиванию минерально-сырьевого потенциала урана в осадочных отложениях Бугско-Днепровской металлогенической области Украинского щита (УЩ).

**Методика.** Выполнен анализ геолого-структурных условий формирования месторождений урана экзогенно-инфильтрационного типа в углистой формации палеогена Южно-Бугского, Ингуло-Ингулецкого и Саксаганско-Сурского рудных районов Бугско-Днепровской урановорудной области УЩ. Проанализированы особенности литолого-фациальных комплексов основных месторождений урана данного типа, выполнено обобщение материалов по их связи с тектоно-метасоматическими зонами и глубинными разломами в породах кристаллического щита. Рассмотрены возможные источники рудного вещества, выполнено изучение закономерностей распределения урана в разновозрастных породах и в зонах глубинных разломов, имеющих влияние на металлогению урана в породах осадочного чехла.

**Результаты.** Установлено, что все месторождения урана экзогенно-инфильтрационного типа среднеэоценового возраста в Бугско-Днепровской урановорудной области размещаются на участках пересечения крупными разломами бучакских палеодолин. Вероятнее всего, для формирования месторождений урана песчаникового типа на стадии рудоподготовки решающим было питание подземными урановыми водами бучакского горизонта в зонах проницаемых долгоживущих тектонических структур, по которым происходили неоднократные неотектонические движения. Для локализации оруденения и образования промышленных концентраций урана в бурогольных отложениях среднего эоцена более благоприятными являются участки пересечения древних палеодепрессий с древними тектоническими нарушениями, несущими эндогенное урановое оруденение, по которым, в случае подновления тектонической активизации, проходила разгрузка подземных радиоактивных вод.

**Научная новизна.** Выявление закономерностей размещения и условий локализации экзогенно-инфильтрационных месторождений урана в осадочной толще Бугско-Днепровской металлогенической области на основе изучения влияния не только экзогенных, но и эндогенных факторов уранового рудообразования, в первую очередь роли тектонического фактора на формирование рудообразующих систем промышленных объектов данного типа.

**Практическая значимость.** Целенаправленный анализ информации по особенностям формирования, размещения и условиям локализации урановых месторождений песчаникового типа Бугско-Днепровской металлогенической области, закономерности развития уранового рудогенеза, в связи с зонами глубинных разломов, служит объективным фактором для прогнозной оценки выявления новых промышленных объектов.

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

**Общая постановка проблемы.** Мировая атомная энергетика последние 10–15 лет развивается ускоренными темпами. В 2007 году производство урана в мире составило 43577 т. при общих потребностях 69110 т. [1]. По данным Всемирной ядерной ассоциации, дефицит покрывался запасами коммерческих

складов, которые к 2015 году будут полностью израсходованы. По ресурсам и запасам урана Украина входит в первую десятку стран мира [2], однако ряд месторождений уже отработан (Первомайское, Желтореченское, Девладовское, Братское). На сегодняшний день эксплуатируются четыре месторождения [2]. Однако потребление урана в Украине пока покрывается за счет отечественного сырья лишь на 30%. При этом

© Калашник А.А., 2012

АЭС Украины вырабатывают 48,9% всей электроэнергии в стране. Основу минерально-сырьевой базы урана Украины в настоящее время составляют месторождения гидротермально-метасоматического типа в среднетемпературных карбонатно-натриевых метасоматитах (руды большинства из них относятся к разряду бедных и рядовых) и, в значительно меньшей мере, инфильтрационные месторождения в терригенных проницаемых отложениях в связи с зонами окисления-восстановления (часть из них контролируют крупные и богатые залежи урановых руд). На территории Украины выявленные месторождения в породах угленосной формации палеогена осадочного чехла составляют основу дополнительной минерально-сырьевой базы урана Украины. Доля месторождений гидрогенного типа в мировых запасах урана составляет 10–15% [3]. Эксплуатация месторождений указанного типа является высокорентабельной, что вызывает объяснимый интерес их интенсивного поиска, разностороннего изучения. Поскольку разработка гидрогенных месторождений урана является наиболее дешевой и ряд месторождений этого типа в Украине уже отработан, задачей государственной важности является разработка новых критериев и признаков поиска месторождений урана этого типа, выполнение обоснованных прогнозов, на основе разработки новых методологических приемов, для более экономичного и быстрого восстановления утраченных ресурсов, в первую очередь урана, как основного источника сырья для стабильной работы атомной энергетики Украины на современном этапе.

Определяющее влияние на миграцию урана при формировании урановых месторождений в осадочных толщах оказывают окислительно-восстановительные и щелочно-кислотные условия вод. Однако при выявлении источника рудного вещества, для понимания своеобразия миграции урана в ландшафтных условиях каждого конкретного региона, необходимо учитывать все особенности геологического развития региона, включая особенности разломно-блоковой тектоники, в том числе роль влияния глубинных разломов, металлогению и т.д. Блоковое строение, как правило, сказывается на латеральном распределении фациальных комплексов. На границе блоков обычно изменяется фациально-геохимическая обстановка, мощности отдельных толщ, проницаемость пород, выклиниваются отдельные горизонты и т.д.

**Целью** исследования является выяснение роли влияния тектонического фактора наряду с экзогенными факторами в процессе формирования экзогенно-инфильтрационных месторождений (месторождений песчаникового типа) урана в осадочных отложениях Бугско-Днепровской урановорудной области, что, с нашей точки зрения, в совокупности предопределило геолого-структурные закономерности их пространственного размещения и учет указанного фактора позволит повысить эффективность ведения геолого-поисковых и поисковых работ.

**Изложение основного материала.** *Экзогенно-инфильтрационные месторождения урана Бугско-*

*Днепровской урановорудной области и их связь с эндогенными факторами рудообразования.* В осадочном чехле УЩ выделена Бугско-Днепровская металлогеническая область, перспективная на выявление промышленного уранового оруденения в зонах пластового окисления угленосной формации. Она включает три основных урановорудных района: Южно-Бугский (с Садовым, Братским и Ташлыкским месторождениями), Ингуло-Ингулецкий (с Сафоновским, Девладовским и Христофоровским месторождениями) и Саксаганско-Сурский (с Новогурьевским, Сурским, Червоноярским, Еленовским, Криничанским, Хуторским и др. месторождениями). Все эти месторождения приурочены к субширотной полосе, с образованными реками палеодолинами, которые стекали с Украинского щита на север, в морской бассейн Днепровско-Донецкой впадины, или на юг, в морской бассейн Тетиса [4] (рис. 1).

Исходя из принятой модели, основным критерием при прогнозировании урановых месторождений песчаникового типа для Бугско-Днепровской урановорудной области является наличие зон грунтово-послойного окисления в проницаемых угленосных отложениях осадочного чехла УЩ, сформированных ураноносными водами глубинной зоны поверхностного (современного грунтового) окисления. Месторождения урана песчаникового типа в Бугско-Днепровской металлогенической области приурочены к палеодолинам, выполненным отложениями бучакской свиты среднего эоцена трех основных фациальных комплексов: речной, озерно-болотной и лагунно-лиманной. Наиболее широко распространены отложения речного комплекса, заполняющие эрозионно-тектонические палеодолины. В Среднеприднепровском мегаблоке экзогенно-инфильтрационные месторождения – Девладовское, Новогурьевское, Христофоровское, Хуторское сосредоточены в палеодолинах, заполненных речными отложениями. Сурское и Червоноярское месторождения приурочены к лагунно-лиманному комплексу пород. По литолого-фациальным особенностям рудовмещающие отложения Братского, Садового и Ташлыкского месторождений Среднего Побужья Кировоградского мегаблока характеризуются близкими условиями накопления и относятся к комплексу отложений небольших палеорек, которые были развиты на южном склоне Украинского щита.

Формирование урановой минерализации в песчаниковых месторождениях Бугско-Днепровской урановорудной области происходило на новейшем этапе тектонического развития – от среднего миоцена до настоящего времени. Наиболее древний абсолютный возраст уранового оруденения составляет 20 млн лет [4]. Наиболее вероятно рудообразование началось после окончания сарматской трансгрессии (ранний миоцен). Наиболее благоприятные предпосылки для рудообразования были в плиоцене, когда началось поднятие щита и изменение базиса эрозии крупных рек – дрен. Положение и конфигурация палеодолин определяются древними зонами дробления, катаклаза и милонитизации, а также дополнительно малоамплитудными сводово-глыбовыми движениями в процессе

кайнозойского этапа тектоно-магматической активизации. Промышленную ценность представляют месторождения, приуроченные к отложениям речного комплекса со значительным развитием углистых песков, где проявляются крупные, мощностью до 18–20 м, рудные тела: Братское, Садовое, Сафоновское, Девла-

довское месторождения. Более сложную морфологию имеют рудные тела Новогурьевского, Сурского, Червоноярского месторождений, которые приурочены к породам речного комплекса с редуцированными мощностями песчаных слоев и области их перехода в лагунно-лиманский комплекс.

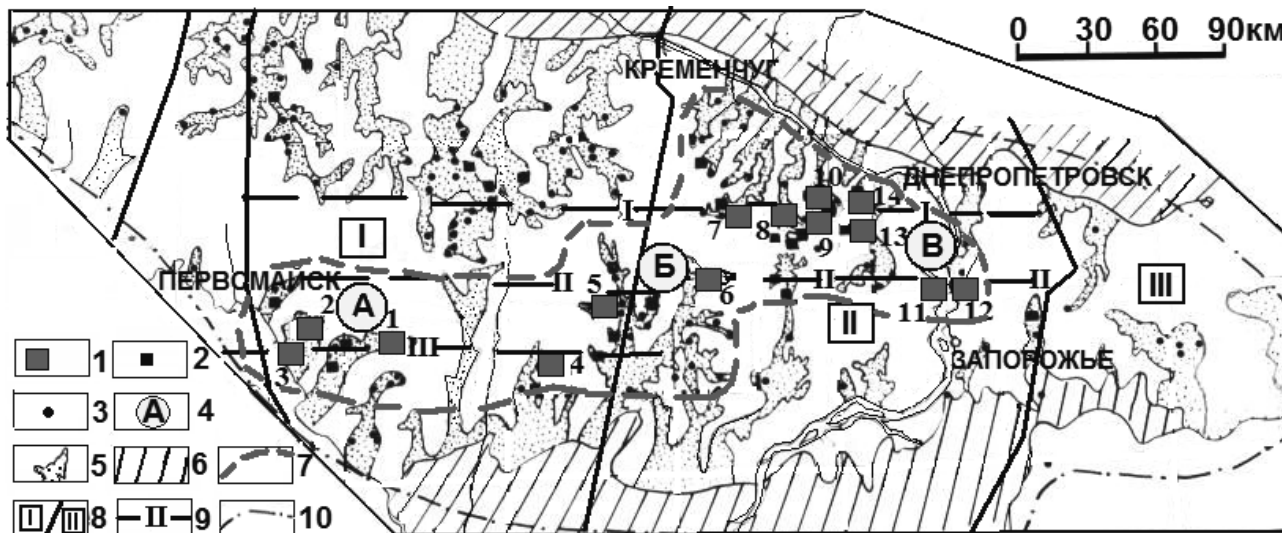


Рис. 1. Обзорная схема Днепровского ураноугольного бассейна в отложениях среднего эоцена: 1 – месторождения урана экзогенно-инфильтрационного типа: 1 – Братское, 2 – Садовое, 3 – Ташлыкское, 4 – Сафоновское, 5 – Христофоровское, 6 – Девладовское, 7 – Новогурьевское, 8 – Хуторское, 9 – Сурское, 10 – Сурское (участок Грушевский), 11 – Петромихайловское, 12 – Первозвановское, 13 – Червоноярское, 14 – Криничанское; 2 – рудопроявления; 3 – точки минерализации; 4 – рудные районы: А – Южно-Бугский, Б – Ингуло-Ингулецкий, В – Саксаганско-Сурский; 5 – палеодепрессии среднеэоценового возраста; 6 – участки полного размыва осадочных отложений в четвертичное время; 7 – граница Бугско-Днепровской минерагенической области; 8 – границы мегаблоков: I – Кировоградского, II – Среднеприднепровского, III – Приазовского; 9 – осевые линии глубинных мантийных разломов: I – Субботско-Мошоринского, II – Девладовского; III – Братского; 10 – граница УЩ

Промышленную ценность представляет оруденение в зонах пластового окисления, откуда уран может быть легко извлечен методом подземного выщелачивания. Промышленное оруденение развито в зонах пластового окисления в проницаемых породах угленосной формации на ограниченных площадях. В палеодолинах, заполненных речными отложениями, известны залежи долинного типа, распространенные вдоль стержня почти по всей ширине палеорусел (Девладовское, Братское, Новогурьевское месторождения), и прибортового типа, размещенные в виде нешироких извилистых полос вдоль борта палеодолины (Садовое, Хуторское, Ташлыкское и др. месторождения). Месторождения урана песчаникового типа по логике являются индикаторами существования в областях питания и циркуляции рек источника существования первичного оруденения. Поэтому проявления урана в углистых бучакских отложениях в свое время вызвали большой интерес не только как потенциальные урановорудные объекты инфильтрационного типа, но и как потенциальные ореолы от вероятных богатых урановых эндогенных оруденений. Вследствие этого они были детально изучены специалистами на уран поисковыми работами специалистами

КП „Кировгеология“, но ожидания обнаружения масштабных эндогенных урановых оруденений в зонах развития гидрогенных месторождений и рудопроявлений урана при проведении этих работ так и не оправдались. Дискуссия об условиях образования экзогенных месторождений, главным образом об источнике рудного вещества, длится многие десятилетия [3]. Полагают, что формирование промышленного уранового оруденения в угленосной формации палеогена УЩ зависит от уровня концентрации урана в породах фундамента и трещинно-грунтовых водах, опосредовано влиянием факторов экзогенного рудообразования и может быть реализовано только при их определенном сочетании [5]. Однако анализ закономерностей пространственного размещения выявленных месторождений песчаникового типа на УЩ позволил нам убедиться, что региональный контроль оруденения в Бугско-Днепровской металлогенической области осуществляется: Субботско-Мошоринской, Девладовской, Братской глубинными разломными зонами (рис. 1), что позволяет предполагать наличие связи формирования данных месторождений и с эндогенными факторами рудообразования, в первую очередь с тектоническим, как одним из важнейших рудоконтролирующих фак-

торов формирования промышленного оруденения песчаникового типа.

В Среднем Приднєпровье все выявленные месторождения песчаникового типа контролируют долгоживущие Субботско-Мошоринский и Девладовский разломы (рис.1). Кристаллические породы Среднего Приднєпровья характеризуются низким фоновым содержанием урана до  $1,5 \times 10^{-4}\%$ . Все известные здесь месторождения и рудопроявления урана различного генезиса сосредоточены вокруг так называемых Криничанского, Кудашевского и Демуриного массивов, кислые породы которых содержат в среднем, соответственно,  $4,5 \times 10^{-4}$ ,  $3,5 \times 10^{-4}$  и  $2,5 \times 10^{-4}\%$  урана. Характерной особенностью подстилающих пород фундамента, представленными чаще всего разнообразными гранитоидами, иногда щелочными гранитами, граносиенитами, сиенитами, является слабо повышенные дифференцированные содержания радиоактивных элементов и наличие очень локальных проявлений уранового и уран-ториевого оруденения гидротермально-метасоматического происхождения. Наблюдается приуроченность локальных участков с наиболее высокими содержаниями урана и урановы-

ми ореолами к тектоническим узлам в сопряжениях крупных тектоно-метасоматических зон с глубинными разломами (рис.2). Наличие в разрезе геохимических барьеров (органические остатки, гумусовое вещество и др.) приводит к образованию промышленных концентраций урана. Значительная проявленность разломной тектоники, наличие кор выветривания в породах фундамента и обрамления палеодолин и депрессий создают в Среднем Приднєпровье благоприятные условия для циркуляции подземных и поверхностных вод, способствующих миграции урана из пород обрамления и фундамента. При этом в Среднем Приднєпровье главной своеобразной особенностью распределения урана в осадочной толще палеогена, залегающей в понижениях рельефа кристаллического фундамента, является следующее – при значительной протяженности депрессий, выполненных этими отложениями, их обогащение ураном до промышленных содержаниям наблюдаются только в тех участках, где депрессии пересекаются с тектоно-метасоматическими зонами и мобильными долгоживущими глубинными Субботско-Мошоринским и Девладовским широтными разломами.

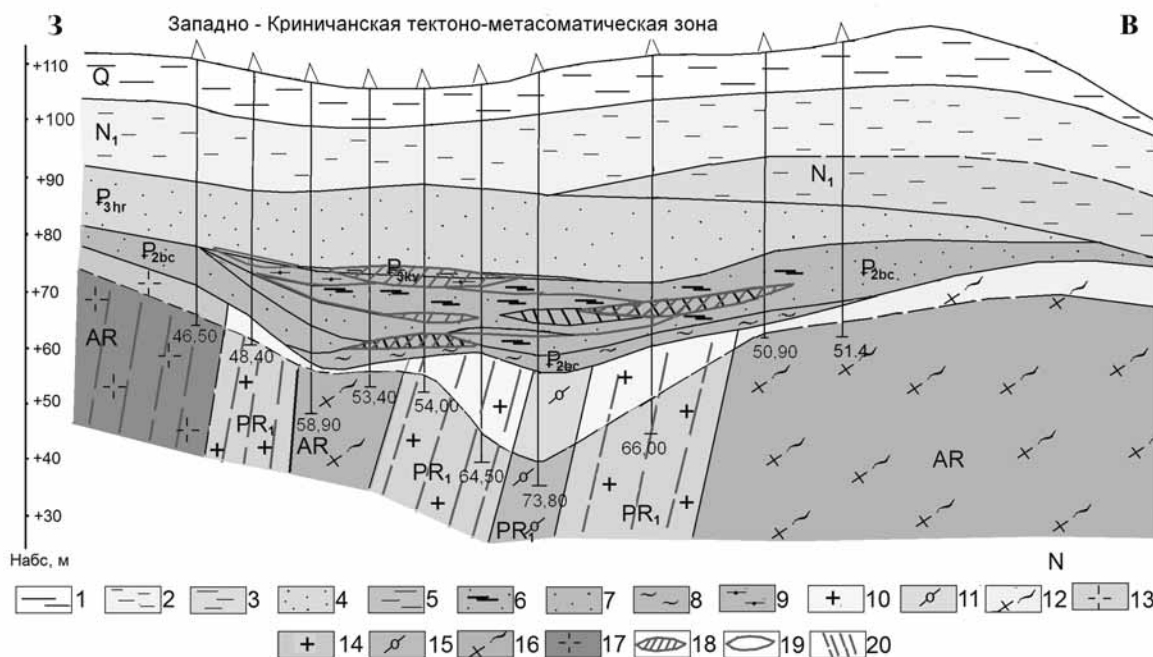


Рис. 2. Геологический разрез через центральную часть Западно-Криничанской тектоно-метасоматической зоны (Среднеприднєпровский мегаблок). Осадочные отложения: 1 – суглинки, 2 – красно-бурые глины, 3 – серые и зеленовато-серые глины, 4 – пески серые, среднезернистые, 5 – голубовато-серые глины, 6 – пески углистые темно-серые, 7 – пески слабоуглистые, 8 – вторичные каолины, 9 – глины углистые; 10–13 кора выветривания по: 10 – гранитам плагиомикроклиновым, 11 – мигматитам розовым, 12 – мигматитам серым, 13 – аплит-пегматоидным гранитам; Докембрийские породы 14–17: 14 – граниты плагиомикроклиновые, 15 – мигматиты розовые, 16 – мигматиты серые, 17 – аплит-пегматоидные граниты; 18 – зоны богатого уранового оруденения; 19 – зоны уранового оруденения; 20 – гидротермально-метасоматическая зона

Тектоно-метасоматические зоны различного, большей частью северо-западного, простирания характеризуются интенсивно развитыми многофазными процессами дробления, милонитизации, катаклаза и проявлениями урановой минерализации, которая, как

правило, связана с участками, в которых в Среднем Приднєпровье проявлен альбит нескольких генераций. Исходя из этого, участки тектоно-метасоматических зон в пределах долгоживущих Субботско-Мошоринского и Девладовского разломов, служащие

источниками временных концентраций урана, являются одним из важнейших факторов рудообразования месторождений песчаникового типа. В данном случае тектонический режим, предопределяющий проникновение восходящих растворов, в том числе, возможно, урансодержащих вдоль глубинных разломов, является важным промежуточным фактором уранового рудообразования объектов песчаникового типа стадии рудоподготовки.

Анализ размещения месторождений и рудопроявлений в среднеэоценовых отложениях Среднего Побужья (Южно-Бугский район) показывают, что все месторождения и рудопроявления урана песчаникового типа в этих породах и большинство радиоактивных аномалий локализованы в тех участках древних палеодолин, в которых они пересекаются с мощными тектоническими разломами в кристаллическом фундаменте, которые, по данным радиогеохимического опробования, характеризуются относительной обогащенностью радиоактивных элементов именно в зонах разломов, в первую очередь широтного Братского разлома (рис.1). Так, если центральная часть Вознесенского массива имеет средние содержания урана  $4,0 \times 10^{-4}\%$ , тория  $21 \times 10^{-4}\%$ , то вдоль зоны Братского разлома их содержание возрастает – урана до  $5,3 \times 10^{-4}\%$ , тория до  $23 \times 10^{-4}\%$ , вблизи Садового месторождения – урана до  $7,7 \times 10^{-4}\%$ , тория до  $27 \times 10^{-4}\%$ . Помимо данных о повышении фоновых концентраций урана вдоль Братского разлома, в разломе были зафиксированы радиоактивные аномалии и уранопроявления эндогенного типа с древней минерализацией и гипергенные уранопроявления более молодые, выявленные в зонах трещиноватости.

Анализ особенностей распределения урана в зоне широтного Братского разлома вблизи Садового месторождения, характеризующееся повышением фоновой концентрации урана в 1,5–2,0 раза по сравнению с прилегающими территориями, и аномальные концентрации урана в подземных водах в зоне разлома, наличием признаков эндогенных концентраций урана нескольких возрастов в зоне разлома, позволяют предполагать наличие в его пределах возможных значительных эндогенных скоплений урановых руд, которые могут рассматриваться в качестве возможных источников вторичной аккумуляции урана в среднеэоценовых отложениях. Однако более надежным источником урана для эоценового рудообразования является зона долгоживущего разлома, контролирующая мощную зону водообмена, в которой происходила мобилизация урана за счет его повышенных концентраций в самой зоне разлома и, главным образом, за счет привноса его в значительных количествах с подземными водами.

Ташлыкское месторождение расположено в части Константиновской палеодепрессии над зоной Ташлыкского разлома. Урановое оруденение здесь приурочено к углистым глинам, углистым пескам и к бурым углям. По литолого-фациальным особенностям рудомещающие отложения Братского, Садового и Ташлыкского рудных полей характеризуются близки-

ми условиями накопления и относятся к комплексу отложений небольших палеорек, которые были развиты на южном склоне Украинского щита. На Братском месторождении установлена большая доля в формировании водоносного бучакского горизонта трещинных вод, развитых, преимущественно, по тектоническим зонам, в которых на Братском рудном поле местами локализуются эндогенные урановые проявления. С Братским широтным разломом связано Братское и Ново-Александровское рудопроявления урана гидротермального типа в кристаллических породах.

Христофоровское месторождение (Ингуло-Ингулецкий район) расположено в широтном ответвлении Западно-Криворожской депрессии. Здесь в породах фундамента выявлены многочисленные рудопроявления жильного типа, проявления урановой минерализации и радиоактивные аномалии. Сафоновское месторождение контролируется узлом пересечения Западно-Ингулецкого разлома с широтным региональным Братским. В районе Сафоновского месторождения отмечены новейшие неотектонические движения по разломам, отмеченные по смещению верхнего водоупора в отдельных микроблоках. В Сафоновской и Новобугской депрессиях зона застойного режима в водоносном горизонте бучакского яруса контролируется широтным Братским разломом. На площади развития этих депрессий в породах фундамента характерно развитие уранинитовой и, в меньшей мере, малакитовой и циртолитовой минерализации, связанной с образованием пегматоидных гранитов и проявлением грейзенизации и, в меньшей мере, формированием высокотемпературных кремний-калиевых метасоматитов. Вероятность интенсивного выщелачивания урана из пород фундамента и поступления в грунтово-трещинные воды усиливается влиянием повышения водообмена в зоне долгоживущего разлома широтного протирания.

В Саксаганско-Сурском рудном районе участок Сурской палеодепрессии, включающий Сурское и Червоноярское месторождения, Верхнеднепровский, включающий Еленовское и Криничанское месторождения, участки Верховцевской и Саксаганской палеодепрессий, включающих Хуторское и Новогурьевское месторождения, находятся в пределах обширного радиогидрогеологического ореола в трещинно-грунтовых водах с признаками связи радиогидроаномалий с жильной и акцессорной радиоактивной минерализации в пегматоидных гранитах в пределах зон глубинных Девладовского и Субботско-Мошоринского разломов.

Учитывая вышеописанное, можно предположить, что на стадии рудоподготовки в тектонических зонах кристаллических пород возможно многоэтапное формирование концентраций урана, контролируемое вертикальной геохимической зональностью за счет загрузки восходящего потока подземных вод, в том числе глубинного происхождения, урансодержащих растворов с последующей регенерацией промежуточных концентраций, мобилизацией урана пластовыми водами за счет изменения их уровня при каждой тектони-

ческой активизации, подновлении разрывных нарушений и оживления гидродинамики с переотложением урана на восстановительных геохимических барьерах в благоприятных структурно-фациальных комплексах осадочного чехла.

Таким образом, у экзогенно-инфильтрационных месторождений урана Бугско-Днепровской урановорудной области отмечается четкая геотектоническая избирательность, которая обеспечивает проявление энергичной гидродинамики в сфере водообмена и интенсивность эрозионных процессов. Возможно источник и механизм формирования месторождений урана как в осадочном чехле, так и в зонах дробления и трещиноватости кристаллических пород единый, но образуется с отрывом во времени. С гидрогеохимических позиций имеются потенциальные условия для формирования подобных месторождений в кристаллических породах. Инфильтрационные растворы в зонах разломов могли дополнительно принимать участие при формировании низкотемпературного гидротермального уранового оруденения в кристаллических породах. В зонах дробления и трещиноватости разломов, вблизи обогащенных ураном массивов пород и зон древней урановой минерализации (в тектоно-метасоматических зонах), могли возникать вторично-регенерационные концентрации урана различного возраста. Пестрый химический состав подземных вод, их резкая изменчивость при наличии осадителей урана могла приводить к интенсивному гидрогенному урановому образованию в зонах глубоких разломов, в начале в приповерхностной части кристаллических пород, в различные периоды тектонической активизации в виде временных вторичных концентраций урана. Зоны существенной водопроницаемости пород разломов оказывались совмещенными в плане с участками развития более древней урановой минерализации. При каждой последующей тектонической активизации эти зоны способствовали наиболее энергичной водной миграции урана в пределах разломов и его осаждению на временном геохимическом барьере. При последующей тектонической активизации старый геохимический барьер, вероятно, разрушался, возникали условия нового этапа миграции регенерационных концентраций урана и их осаждения на новом геохимическом барьере. Однако его миграция находилась под существенным влиянием зоны глубинного разлома, имеющего на протяжении фанерозоя постоянный господствующий тектонический контроль над формированием прогибов, выполнением их фациальными комплексами, в том числе, с благоприятной для осаждения фациально-геохимической обстановкой, вертикальной зональностью главных типов подземных вод и областей их разгрузки. В результате в зоне долгоживущих разломов, видимо, возникали локальные участки совмещения древней урановой минерализации с многократными эпигенетическими разновозрастными перераспределениями урана вплоть до формирования, при наиболее благоприятных условиях, его промышленных концентраций.

Для усиления процесса уранового рудообразования песчаникового типа, вероятно, необходимо возникновение условий малоинтенсивной тектонической активизации, которая в проницаемых зонах разломов обеспечивает проникновение химических реагентов и активное поступление урана к геохимическим барьерам как за счет усиления скорости фильтрации пластовых вод, так и за счет дополнительной поставки урана вследствие интенсивного увеличения реактивной растворяющей способности вод в тектоно-метасоматических зонах древнего приразломного уранового оруденения. В пределах хорошо изученных районов Братского, Садового, Сафоновского месторождений Ново-Бугского рудного района 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 проявляются в резких изменениях мощности на коротких расстояниях, в выпадении отложений сарматского, киевского, бучакского ярусов, появлении удвоенных мощностей горизонтов и др. Обычно зоны неотектонических проявлений расположены над или в непосредственной близости к тектоническим зонам в фундаменте. С зонами неотектонических движений часто связано образование мощных зон трещиноватости и катаклаза в породах фундамента без проявлений какой-либо минерализации. В чехле амплитуда вертикальных перемещений колеблется от 5 до 30 м и нарушения имеют протяженность до нескольких километров. Начало эпигенетических, связанных с инфильтрационными процессами, изменений в породах угленосной формации, привнос и перераспределение урана, по данным изотопных исследований, уранового оруденения Сафоновского месторождения составляет 25 млн лет [2]. Но эти процессы широко проявлялись в период конца плиоцена – начала четвертичного периода и продолжают в настоящее время, о чем свидетельствуют данные изотопного определения уранового оруденения Братского месторождения (от 10–20 тыс. лет до 1–2 млн лет [2]).

В структурных узлах, образованных пересечением разломами водоносных горизонтов, возможно смешение эндогенных трещинных растворов и экзогенных пластовых вод. В данном случае каждый из отдельных факторов (экзогенный или эндогенный) не может привести к ожидаемому результату без воздействия другого или других факторов. Если богатые органикой осадочные толщи изначально обогащаются рудными металлами, то скопления их в виде месторождений, как видим на примере Бугско-Днепровской урановорудной области, реализуются только в тех случаях, когда область осадконакопления располагается над зоной влияния глубинного разлома, всесторонне усиливающего процессы гидрогенного уранового рудообразования на локальных участках. Над отдельными участками докембрийских Субботско-Мошоринского, Девладовского (Среднеприднепровский мегаблок) и Братского (Кировоградский мегаблок) разломов, ви-

димо, возникли локальные геодинамические зоны, связанные с неоднократными неотектоническими движениями земной коры, обуславливающими напряженно-деформированное состояние как коренных, так и осадочных (кайнозойских) отложений.

#### Выводы.

1. Месторождения урана экзогенно-инфильтрационного типа среднеэоценового возраста в Бугско-Днепровской урановорудной области размещаются на участках пересечения крупными тектоническими разломами бучакских палеодолин. Вероятнее всего, для формирования месторождений урана песчаникового типа на стадии рудоподготовки решающим было питание подземными урановыми водами бучакского горизонта в зонах проницаемых долгоживущих тектонических структур, по которым происходили неоднократные неотектонические движения. Для локализации оруденения и образования промышленных концентраций урана в бурогольных отложениях среднего эоцена более благоприятными, наряду с литологическими и геохимическими признаками при равных условиях, являются участки пересечения палеодепрессий с древними тектоническими нарушениями, несущими эндогенное урановое оруденение и по которым, в случае подновления тектонической активизации, проходила разгрузка подземных радиоактивных вод.

2. Размещение инфильтрационных месторождений урана в палеогеновых палеодепрессиях Бугско-Днепровской металлогенической области над узлами пересечения зон разломов и тектоно-метасоматических зон кристаллических породах вследствие их повышенной проницаемости относительно вмещающей среды, вероятнее всего, приводило к созданию благоприятных условий для хорошей гидравлической связи внутри зоны повышенных дебитов, что, в сочетании с геолого-структурными и геохимическими ловушками, способствовало интенсивному масштабному осаждению урана. Следовательно, гидродинамический режим уранового рудообразования в данном регионе определялся, в первую очередь, эндогенным тектоническим режимом на стадии рудоподготовки и тектонический фактор для этого типа уранового рудообразования является одним из основных. Использование этого фактора может повысить эффективность при прогнозно-поисковых и поисковых исследованиях на урановое оруденение экзогенно-инфильтрационного типа в углистой формации палеогена осадочного чехла УЩ, где в палеодепрессиях могут быть встречены еще не выявленные объекты, вмещающие промышленное урановое оруденение данного типа.

#### Список литературы / References

1. Бавлов В.Н. Минерально-сырьевая база урана России: состояние, проблемы и пути их решения / В.Н. Бавлов, Г.А. Машковцев; тез. докл. второго междунар. симпоз. „Уран: ресурсы и производство“ (Москва, 26–28 ноября 2008 г.). – М.: ВИМС, 2008. – С. 19–21.: табл. – Библиогр.: с. 21.

Bavlov, V.N. and Mashkovtsev, G.A. (2008), “Raw mineral-material base of uranium in Russia: state, problems and ways of solution”, *thesis of the 2nd international symposium “Uranium: resources and production”*, Moscow, November 26–28, 2008, pp. 19–21.

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. – Библиогр.: с. 753–783

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

3. Абрамович И.И. Металлогения / Абрамович И.И. – М.: ГЕОКАРТ-ГЕОС, 2010. – 328 с. – Библиогр.: с. 307–320. – ISBN 978-5-89118-524-1.

Abramovich, I.I. (2010), *Metallogeniya* [Metallogeny], GEOKART-GEOS, Moscow, Russia, ISBN 5-89118-524-1.

4. Генетические типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины / [Белевцев Я.Н., Коваль В.Б., Бакаржиев А.Х. и др.]; под ред. Я.Н. Белевцева, В.Б. Ковалья. – К.: Наукова думка. – 1995. – 376 с. – Библиогр.: С. 376–392. – ISBN 5-12-003632-5.

Belevtsev, Ya.N., Koval, V.B. and Bakarzhiev, A.Kh. (1995), *Geneticheskiye tipy i zakonovernosti razmeshche-niya uranovykh mestorozhdeniy Ukrainy* [Genetic Types and Regularities of Location of Uranium Deposits of Ukraine], Naukova dumka, Kyiv, Ukraine, ISBN 5-12-003632-5.

5. 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. докладов научно-практической конф. „Кировгеологии – 60 лет: история, достижения, перспективы“. – (Киев, 22–23 ноября 2007 года). – К., 2007 – С. 40–44; табл. – Библиогр.: с. 44.

Makearenko, N.N., Churzin, G.G. and Kuzmin, A.V. (2007), “Model of formation and prospects of development of source of raw materials of uranium deposits of sandstone type in Ukraine”, *thesis of the Scientific and Practical Conference. “Kirovgeology – 60 years: history, achievements, prospects”*, Kiev, November 22–23, 2007, pp. 40–44.

**Мета.** З’ясування ролі тектонічного фактору в процесі формування екзогенно-інфільтраційних родовищ (родовищ піщаникового типу) для підвищення ефективності ведення геолого-пошукових і пошукових робіт із нарощування мінерально-сировинного потенціалу урану в осадочних відкладеннях Бузько-Дніпровської металогенічної області Українського щита (УЩ).

**Методика.** Виконано аналіз геолого-структурних умов формування родовищ урану екзогенно-інфільтраційного типу у вуглистій формції палеогену Південно-Бузького, Інгуло-Інгулецького і Саксагансько-Сурського рудних районів Бузько-

Дніпровської урановорудної області УЩ. Проаналізовано особливості літолого-фаціальних комплексів основних родовищ урану цього типу, виконано узагальнення матеріалів з їх зв'язку з тектоно-метасоматичними зонами і глибинними розломами в породах кристалічного щита. Розглянуто можливі джерела рудної речовини, виконано вивчення закономірностей розподілу урану в різновікових породах і в зонах глибинних розломів, що мають вплив на металогенію урану в породах осадового чохла.

**Результати.** Встановлено, що всі родовища урану екзогенно-інфільтраційного типу середньоеоценового віку в Бузько-Дніпровській урановорудній області розміщуються на ділянках перетину великими розломами бучацьких палеодолин. Найімовірніше, для формування родовищ урану піщаникового типу на стадії рудопідготовки вирішальним було живлення підземними урановими водами бучацького горизонту в зонах проникних довгоживучих тектонічних структур, за якими відбувалися неодноразові неотектонічні рухи. Для локалізації зруденіння й утворення промислових концентрацій урану в буровугільних відкладеннях середнього еоцену сприятливішими є ділянки перетину древніх палеодепресій з древніми тектонічними порушеннями, що несуть ендегенне уранове зруденіння і за якими, у разі підновлення тектонічної активізації, проходило розвантаження підземних радіоактивних вод.

**Наукова новизна.** Виявлення закономірностей розміщення та умов локалізації екзогенно-інфільтраційних родовищ урану в осадовій товщі Бузько-Дніпровської металогенічної області на основі вивчення впливу не лише екзогенних, але й ендегенних факторів уранового рудоутворення, у першу чергу, ролі тектонічного фактору у формуванні рудоформуючих систем промислових об'єктів цього типу.

**Практична значимість.** Цілеспрямований аналіз інформації щодо особливостей формування, розміщення й умов локалізації уранових родовищ піщаникового типу Бузько-Дніпровської металогенічної області, закономірності розвитку уранового рудогенезу, у зв'язку із зонами глибинних розломів, служить об'єктивним фактором для прогнозу оцінки виявлення нових промислових об'єктів.

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

**Purpose.** To find out the role of tectonic factor in the process of forming of exogenous-infiltration deposits (deposits of sandstone type) to raise the efficiency of geological prospecting aiming the increase of uranium raw material reserve containing in the sediment rocks of

the Bug-Dnieper metallogenic area of the Ukrainian Shield.

**Methodology.** The geological-structural terms of forming of uranium deposits of exogenous-infiltration type in the carbonaceous structure of the Palaeogene in the Yuzhno-Bugskiy, Ingulo-Inguletskiy and Saksagansko-Surskiy ore districts of the Bug-Dnieper uranium ore area of the Ukrainian Shield have been analyzed. Features of lithologic-and-facies complexes of the basic uranium deposits of the type have been considered. Generalization of materials on their connection with tectonic metasomatic zones and deep fault in the rocks of crystalline shield has been executed. Possible sources of ore substance have been considered. Study of conformities to law of distribution of uranium in the rocks of different age and in the zones of deep fault which influence on genesis of uranium in covering sedimentary rocks has been carried out.

**Findings.** All deposits of uranium of exogenous-infiltration type of the Middle Eocene age in the Bug-Dnieper uranium ore area are located near the areas of crossing of middle Eocene paleovalleys by the large fault. Probably forming of uranium deposits of sandstone type on the stage of ore preparation was influenced by the uranium bearing underwater inflows from Middle Eocene horizon into the zones of permeable long-living tectonic structures affected by the numerous neo-tectonic motions. Localization of ore formation with commercial concentrations of uranium in the lignite sedimentations of middle Eocene is more probable in areas of crossing of paleovalleys with ancient tectonic violations through which the underground radioactive waters passed and caused endogenous uranium ore formation.

**Originality.** Conformities to law of distribution and terms of localization of exogenous-infiltration deposits of uranium in the sediment layer of the Bug-Dnieper metallogenic area have been defined on the basis of study of influence of exogenous and endogenous factors of uranium ore formation. The role of tectonic factor in formation of the ore industrial objects of the type has been found out.

**Practical value.** Task-oriented analysis of information about the features of forming, distribution and the terms of localization of uranium deposits of sandstone type of the Bug-Dnieper metallogenic area, conformities to law of development of uranium ore genesis in connection with the zones of deep faults contributes to the prognosis estimation of exploration of new industrial objects.

**Keywords:** *exogenous-infiltration deposits of uranium, stage of ore preparation, tectonic metasomatic zones, neotectonic activation, tectonic factor*

*Рекомендовано до публікації докт. геол.-мін. наук М.М. Довбнічем. Дата надходження рукопису 30.03.12.*