

МИНЕРАГЕНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ НА УРАН СОЦИАЛИСТИЧЕСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ВЬЕТНАМ НА ОСНОВЕ МАТЕРИАЛОВ КОСМИЧЕСКИХ СЪЁМОК

Дешифрованы материалы космической съёмки с ИСЗ «Landsat-7». Проведено ландшафтно-тектоническое районирование, установлены прогнозно-геологические критерии локализации уранового оруденения эндогенного и экзогенного типов. Проведено минерагеническое на уран районирование территории Социалистической Республики Вьетнам с выделением металлогенических таксонов рангов урановорудных районов и узлов.

Ключевые слова: космические съёмки, дешифрирование, уран, минерагеническое районирование.

Materials of satellite imagery by Landsat-7 are interpreted. Landscape and tectonic zoning is made, prognostic and geological criteria for localization of uranium mineralization of endogenous and exogenous types are established. Mineragenetic uranium zoning of Socialist Republic of Vietnam is made with isolation of metallogenic taxa at uranium ore district level and cluster level.

Keywords: satellite imagery, interpretation, uranium, mineragenetic zoning.

Оценка потенциала урана Социалистической Республики Вьетнам (СРВ) проводилась на основе прогнозно-минерагенической карты масштаба 1 : 1 000 000 с использованием следующих методологических принципов: комплексного изучения объекта и события с применением современных методов исследования; системного разномасштабного прогнозирования, учитывающего иерархические уровни геологических объектов и их проявленность в региональном, районном и локальном масштабах; этапности и последовательности работ, предусматривающих опережающее изучение перспективных участков, получение объективных количественных параметров геологических объектов, которые включаются в мониторинг геологической обстановки системно организованного геологического пространства, чем обуславливают применение при прогнозно-геологических исследованиях любого масштаба материалов дистанционного зондирования; создания геологической модели искомым объектов (таксонов) для металлогенического районирования изучаемых регионов. Под предпосылками рудолокализации (прогнозно-металлогеническими критериями) мы, как и большинство исследователей, понимаем конкретные факторы – тектонические, магматические, литологические и др., характеризующие геологические условия формирования оруденения.

Эти факторы устанавливаются, как правило, эмпирическим путем с учетом положения известных рудных объектов в конкретных геологических обстановках, когда представительность критериев, каждого в отдельности и их совокупности, напрямую определяется степенью геологической изученности той или иной территории.

В основе методики прогнозно-геологических работ лежит выбор системы геологических предпосылок, или критериев, составляющих в совокупности геологическую модель искомым объектов (металлогенических таксонов).

Материалы дистанционного зондирования, и в первую очередь космических съёмок, уникальны, поскольку обеспечивают абсолютно равноценную изученность любой территории во всех ее частях в любой доступности.

Исходя из опыта прогнозно-геологических исследований, в том числе на уран, составляются специализированные космоструктурные карты как основной или дополнительный материал для создания геолого-структурной основы прогнозной карты с использованием не только «космической», но и традиционной геологической, геофизической и другой информации геологического содержания. Доля «космической» информации, получившей в процессе интерпретации геологическое истолкование, может быть от минимальной до доминирующей.

Использование результатов дешифрирования материалов космических съёмок в металлогенических целях после их интерпретации с геолого-геофизических позиций существенно сужает рамки информативности материала, позволяет применять только ту его часть, которая отвечает достигнутому уровню геологических знаний и имеющимся представлениям о геологическом строении конкретных территорий. Следовательно, результаты дешифрирования материалов космических съёмок, поскольку доказана их высокая геологическая информативность, могут и должны служить геолого-прогнозным целям самостоятельно, во всей своей совокупности, без предварительной «геологизации» [5].

Наиболее эффективным видом дешифрирования в настоящее время является интерактивное (человек–компьютер) дешифрирование многоканальных съёмок, выполненных в цифровом формате, позволяющих одновременно анализировать изображение в нескольких зонах электромагнитного спектра, в том числе в увеличенном варианте, изменять яркость и контрастность изображения. В качестве исходного материала нами использо-

вана цифровая модель материалов космических съёмок, полученных с ИСЗ «Landsat-7», приведённые к масштабу исследований и трансформированные в топографическую трапецию масштаба 1 : 1 000 000.

В основе дешифрирования материалов космических съёмок для прогнозно-геологических целей лежит концепция геолого-геоморфологической конформности: геоморфологическая поверхность конформна организующему ее однородному и однопорядковому с ней геологическому пространству, при этом понятие «геологическое пространство» включает не только геостатические, но и геодинамические элементы [2].

Геоморфологическая поверхность (рельеф) подразделяется на морфоструктуры и морфоскульптуры, соответствующие многообразию природы геологических тел в широком понимании с их поверхностными свойствами. С этих позиций морфоструктура – это тектоническая (эндогенная) структура с конформной ей внешней геоморфологической поверхностью; морфоскульптура – экзогенная денудационная, аккумулятивная и денудационно-аккумулятивная геологическая структура с конформной ей геоморфологической поверхностью.

Морфология морфоструктур представлена тремя типами: магматогенным, метаморфогенным и тектоногенным.

Исследования показали, что геоморфологические поверхности являются функциями тектонических и тектоно-магматических процессов, сформировавших тот или иной структурный комплекс и в конечном счете морфоструктуру. Прямые связи между строением тектонических комплексов и геоморфологическими поверхностями прослеживаются повсеместно. «Дисконформность», обнаруживаемые между геоморфологическими поверхностями и геологическим строением некоторых морфоструктур, чаще всего оказывается мнимой, так как в анализ вовлекаются элементы из различных морфоструктур.

Возраст морфоструктур, основным элементом которых является рельеф, – это абсолютная длительность активного его формирования как определенного генотипа. В это время морфоструктура интенсивно поддерживается эндогенными потоками энергии и вещества. Она может наращивать свои латеральные размеры, высоту, насыщенность определенными конформными комплексами. Формирование морфоструктуры как единого генотипа должно происходить поступательно, независимо от того, протекают процессы плавно или скачкообразно. Отрезок, заключенный между началом и концом активного развития морфоструктуры, и является ее возрастом [2].

Дешифрируемые признаки элементов практически не претерпели изменения за более чем полувековую историю использования материалов аэрокосмических съёмок в практике геологических, в том числе прогнозно-геологических работ на уран [4].

В основу интерпретации результатов дешифрирования материалов космических съёмок положен системный подход, объединяющий системно-структурные, системно-исторические и системно-функциональные данные. Комплексность интерпретации предусматривала анализ информации поверхностного (геоморфологического), литосферного (геологического) и глубинного (геофизического) уровней.

Линейные элементы отождествляются с тектоническими нарушениями различного порядка, в том числе глубинности заложения.

Структуры центрального типа (ринг-структуры) представляют собой вид геолого-структурной информации, отражающейся в полном объеме только на космических снимках и остающейся нетрадиционной до сегодняшнего дня. Они различаются по размерам, генезису, морфологии и проявленности на снимках. При переходе с масштаба на масштаб при дешифрировании структур центрального типа отмечается эффект перестройки изображения, т. е. с укрупнением масштаба концентрические элементы распадаются на ряд сопряженных дуговых и даже линейных элементов. Кроме того, с укрупнением масштаба изображения число структур центрального типа уменьшается, а на аэрофотоснимках они могут не проявиться вовсе. Ринг-структуры представлены тремя морфологическими типами: сводово-купольным, депрессионным и смешанным.

В основе использования материалов космических съёмок при прогнозно-геологических исследованиях лежит метод специализированного геоиндикационного моделирования, основанного на том, что космофотоизображение земной поверхности включает в себе интегральную, в том числе и геологическую информацию, наибольший полезный объем которой принадлежит к геолого-структурной, проявляющейся главным образом в виде линейных кольцевых и блоковых элементов ландшафта. Дешифрированные элементы отражают геолого-структурный план территории, сформированный в ходе всей истории ее геологического развития [7ф].

В то же время рудные эпохи, в которые сформировалось урановое оруденение той или иной рудно-формационной принадлежности, представляют собой достаточно непродолжительные отрезки геологической истории и характеризуются определенным набором геологических и тектонических условий рудообразования, а стало быть дешифрируются по материалам космических съёмок элементов, сходных для различных территорий [3]. Это обстоятельство и позволило создать модели для ураноносных и урановорудных таксонов различных рудно-формационных типов месторождений урана, обеспечив реализацию принципа аналогии, основополагающего при прогнозно-геологических работах любого масштаба.

Под моделью нами понимается совокупность дешифрируемых элементов космоизображения, адекватного рудоносной геологической структуре или ее части, а именно линейных, блоковых и ринг-структур [8ф].

Представительность модели определяется с одной стороны качеством и геолого-структурной информативностью исходных материалов, с другой, представительностью используемых эталонов. Качество и геолого-структурная информативность обеспечиваются видом дешифрирования и масштабом и типом оригинальных материалов космических съёмок. Представительность эталонов обеспечивается их рудоносностью и одновременно их количеством. С этих позиций в качестве эталонных выбираются площади с локализованными в них промышленными месторождениями урана, что в большей мере обеспечит достоверность проводимых прогнозных исследований на основе дешифрирования материалов космических съёмок.

Для составления космоминерагенической карты масштаба 1 : 1 000 000 СВВ использованы многозональная съёмка с ИСЗ «Landsat-7» и цветная композиция трёх диапазонов электромагнитного спектра, приведённая к масштабу 1 : 1 000 000, изготовленная во ВСЕГЕИ. Технологическая схема работ на данном этапе исследований предусматривала проведение ландшафтно-тектонического районирования, дешифрирование линейных, кольцевых и блоковых структур, а также минерагеническое на уран районирование с выделением металлогенических таксонов ранга потенциально урановорудных районов и узлов.

На территории СВВ, по данным дешифрирования МКС, выделяется восемь ландшафтно-тектонических блоков (систем), отвечающих крупным тектоническим сооружениям (рисунок).

Северное Бакбо (I) характеризуется массивным высокоподнятым рельефом, изрезанным ветвящейся эрозионной сетью высокого порядка без определённой ориентировки. В геотектоническом плане это мезоблок, представленный синеклизой Восточного Бакбо [6], являющейся частью Китайско-Вьетнамской платформы, венд-палеозойский чехол которой имеет большую мощность и интенсивно дислоцирован линейными, кольцевыми и дуговыми тектоническими элементами, ограничивающими горст-геоантиклинальные поднятия сводовой и дугообразной морфологии.

Центральное Бакбо (II) представляет собой вытянутый в СЗ направлении блок, характеризующийся узкими хребтами линейной морфологии, разделёнными водотоками низких порядков. Границы блока резкие, тектонические. В геотектоническом плане блок отвечает краевой шовной системе Западного Бакбо. В качестве осложняющего элемента блока выступает близизометричное слабовытянутое в СЗ направлении горное сооружение, сложенное юрско-меловыми терригенно-вулканогенными образованиями.

Западное Бакбо (III) является частью Таиландско-Малайзийской складчатой системы, сложенной позднепалеозойскими терригенно-карбонатными породами и эффузивами среднего и кислого состава. В ходе мезозойской активизации в пределах блока сформированы узкие наложенные прогибы, выполненные континентальными терригенными толщами. В морфоструктурном плане блок представлен хребтами с высоким гипсометрическим уровнем, ориентированными в северо-западном направлении, разделёнными линейными «понижениями».

Южное Бакбо (IV) в морфоструктурном отношении представлена группой изометричных сводовых поднятий, состоящих из хребтов дугообразной морфологии, разделённых линеаменами северо-западной и субширотной ориентировки. В геотектоническом плане она входит в состав Лаосско-Вьетнамской складчатой системы. Значительное место в сводово-глыбовой системе Южное Бакбо занимают структуры, сформированные в ходе мезозойской тектоно-магматической активизации и представленные плутоногенными поднятиями, интрузивными куполами, вулкано-тектоническими структурами, жерловинами и т. д.

Чунбо (V) располагается между 15 и 19° с.ш., представлена системой прямолинейных и дугообразных хребтов, разделённых водотоками низких порядков. В геотектоническом отношении она относится

к Лаосско-Вьетнамской складчатой системе, сложена в основном палеозойскими осадочными толщами, инъецированными мезозойскими гранитоидными интрузиями.

Контум (VI) характеризуется массивным рельефом, представляет собой крупное сводовое поднятие, разобшённое на отдельные блоки водотоками низких порядков. Эрозионная сеть высоких порядков интенсивная, разноориентированная. В геотектоническом плане система Контум соответствует «мезоблоку Контум платформенного массива Индосиния», представленному крупным поднятием протерозойского фундамента, инъецированным вулканогенно-плутоногенными комплексами мезозоя. В южной части блока кристаллический фундамент перекрыт кайнозойскими платобазальтами.

Северный Хо Ши Мин (VII) характеризуется рельефом, представленным небольшими по площади массивами изометричной формы, разделёнными обширными платообразными равнинами. Для блока характерно практически полное отсутствие эрозионной сети высокого и низкого порядков. Западная часть системы сложена неоген-четвертичными базальтами, восточная преимущественно вулканогенно-плутоногенными образованиями, сформированными в процессе мезозойской тектоно-магматической активизации и слагающими интрузивные купола, вулкано-плутоны, вулкано-тектонические структуры.

Южный Хо Ши Мин (VIII) характеризуется слабо равнинным рельефом, изрезанным крупными водотоками, формирующими дельту р. Меконг, и сложена аллювиально-пролювиальными отложениями квартала [1].

На территории исследований дешифрируются линейные элементы ортогональной и диагональной тектонопар. В северной части территории до 15° с. ш. наиболее широко проявлены тектонические нарушения северо-западной и меридиональной ориентировки, а в южной — северо-восточной и меридиональной.

Разломы северо-западной ориентировки (аз. пр. 310–320°) относятся к типу граничных, представлены швами протяжённостью до 400–500 км, многие из них имеют виргирующую морфологию. Они ограничивают выступы протерозойского основания, контролируют положение вулканогенно-плутоногенных поясов этапов тектоно-магматической активизации. В северной части территории разломы северо-западного направления формируют зоны шириной до 20 км, имеющие сбросо-надвиговую природу. К югу от широты 18° резко убывает количество разрывов северо-западной ориентировки, и только на крайнем юге территории в пределах блока Южный Хо Ши Мин они дешифрированы в незначительном количестве, где рассматриваются в качестве структурных линий, так как перекрыты мощной толщей аллювиально-пролювиальных отложений четвертичного возраста.

Тектонические нарушения северо-восточной ориентировки представлены прямолинейными тектоническими швами протяжённостью до 100 км и аз. пр. 40–60°. В северной части Вьетнама разрывы северо-восточного простирания по количеству значительно уступают тектоническим нарушениям других направлений, а на юге они проявлены интенсивнее. Разломы северо-восточной ориентировки имеют секущий характер по отношению к выделенным ландшафтно-тектоническим блокам.

На юге территории они обнаруживают некоторую пространственную связь с полями развития неоген-раннечетвертичных базальтов.

Ортогональная тектонопара (система) линейных элементов (разрывов) по количеству преобладает над тектоническими нарушениями диагональной системы. Тектонические нарушения меридионального направления представлены разрывами с аз. пр. 0–10° и протяжённостью от первых десятков до 100 км. Отдельные швы формируют тектонические зоны шириной до 10–15 км. В пределах всей территории тектонические нарушения меридионального направления имеют секущий характер по отношению к ландшафтно-тектоническим блокам. Анализ распределения тектонических нарушений меридионального простирания по латерали показал наличие ригматической сети с шагом 50 км.

Тектонические нарушения широтной ориентировки дешифрируются на всей территории исследования, представлены отдельными швами протяжённостью до 100 км. Распределение их по площади довольно равномерное и носит ярко выраженный секущий характер. Шовные зоны, откартированные только на севере СРВ, представляют собой систему сближенных тектонических швов или узкие линейные блоки шириной от 2 до 5 км, отвечающие грабенам, выполненным терригенно-осадочными комплексами позднего палеозоя–раннего мезозоя. Ограничивающие их разломы относятся к типу сбросо-сдвигов и имеют северо-западную и субмеридиональную ориентировку.

Кроме прямолинейных в пределах территории исследований, дешифрируется значительная по количеству группа дуговых тектонических элементов, которые играют различную роль в строении территории, определяя границы геологических структур, характеризуют их внутреннее строение и т. д.

На территории СРВ дешифрируются многочисленные ринг-структуры, различающиеся по размерам и морфологии, характеризующие разнообразные геологические объекты.

Своды первого порядка на МКС характеризуются ринг-структурами телескопической морфологии, овальной формы, размерами по осям 80 × 100 км. Своды отличаются выступами метаморфического протерозойского основания и широким развитием интрузивно-купольных структур, связанных с этапом мезозойской ТМА. В ландшафтно-тектоническом районировании они находятся в составе сводово-глыбовых систем Контум и Северное Бакбо.

Плутоногенные поднятия, своды второго и более высокого порядков дешифрируются в пределах всех ландшафтно-тектонических блоков, характеризуются на МКС ринг-структурами диаметром до 60 км, с одним, реже несколькими концентриками. Формирование этих ринг-структур тесно связано с полихронным плутоногенным магматизмом гранитоидной направленности этапов тектоно-магматической активизации.

Интрузивные и вулканоплутонические купола — наиболее распространённый вид ринг-структур, дешифрируемых на МКС регионального уровня образной генерализации (масштаб 1 : 1 000 000). Диаметр структур не превышает первых километров. Купола подразделяются на два вида: со вскрытым и невскрытым или частично вскрытым субстратом. Все структуры связаны с проявлениями плутоногенного или вулканогенного магматизма этапов ТМА. Морфология структур представлена

одним или несколькими концентриками. Структуры дешифрируются как самостоятельный объект, так и в составе плутоногенных поднятий и сводов, являясь их неотъемлемой частью.

Вулкано-тектонические структуры, вулканические прогибы дешифрируются в пределах ландшафтно-тектонических блоков Центральное и Южное Бакбо и Контум и характеризуют поля развития вулканогенно-терригенных образований мезозойского этапа ТМА. На МКС это сложно-построенные ринг-структуры многоконцентриковой морфологии диаметром 30–60 км.

Вулканические структуры центрального типа, жерла дешифрируются в пределах сводово-глыбовой системы Южное Бакбо, где откартированы платобазальты рифтогенного позднекайнозойского магматического мегацикла. На МКС это ринг-структуры цилиндрического типа диаметром до 5 км, особенностью структур является узловый характер их размещения на площади.

Овоиды представляют собой вид информации, считываемой исключительно с материалов космических съёмки: срединные массивы, крупные гранито-гнейсовые купола и выступы метаморфического основания. На МКС овоидам отвечает положительная морфоструктура — ринг-структура овальной телескопической морфологии размером по осям 50 × 80 км с многочисленными «концентриками» (структурными линиями). Овальная форма и размеры отличают их от сводов.

Поднятия антиклинальные откартированы в пределах всех ландшафтно-тектонических блоков, характеризуют породы фанерозойского осадочно-метаморфического основания, на МКС представлены овальными ринг-структурами телескопической морфологии площадью от 0,5 до 2,5 тыс. км².

Блочные структуры при металлогеническом районировании на уран традиционно представляют собой металлотекты первого рода.

Терригенные отложения четвертичного возраста представлены довольно широко в северной и крайней южной частях страны, слагают прибрежно-морские равнины. На МКС дешифрируются отчётливо, для них характерен гладкий рисунок (практически полное отсутствие эрозионной сети высокого порядка). В качестве осложняющего элемента отмечаются многочисленные водотоки (дельты крупных рек, каналы). Для урана перспективны блоки, сложенные подгорно-верной молассой и аллювиально-солифлюкционными отложениями, выполняющими наложенные впадины и палеоруслу. На МКС они характеризуются слабопроявленной разветвлённой эрозионной сетью высокого порядка. Перспективы этих блоков связываются с выявлением экзогенных месторождений урана.

Платобазальтами позднекайнозойского возраста закрыта значительная часть территории Вьетнама южнее 14° с.ш. На МКС платобазальты слагают высокие выровненные поверхности с практически отсутствующей эрозионной сетью высокого порядка, развивающейся только в пределах вулканических построек центрального типа.

Континентальные красноцветные отложения нижне-среднеюрского и мелового возрастов выполняют наложенные впадины. Блоки характеризуются наличием коротких дугообразных хребтов и изометричных урочищ с выположенными вершинными поверхностями и с хорошо развитой боковой эрозионной сетью.

Вулканы позднемезозойско-раннекайнозойского возраста представлены риолитами, дацитами, трахитами, выполняют обширный вулканарий (вулканогенный прогиб Туле), расположенный в пределах блока Центральное Бакбо. На МКС прогибу соответствует урочище овальной формы высокогорного рельефа с интенсивно развитой эрозионной сетью различных порядков. Для полей развития вулканитов характерно наличие кольцевых и дуговых структур, интерпретированных как вулканотектонические и вулканоплутонические структуры высоких порядков.

Гранитоиды позднемезозойско-раннекайнозойского этапа ТМА распространены по всей территории Вьетнама, сопровождаются проявлениями вулканизма, с которыми имеют тесную связь, формируют интрузивные и вулканоплутонические купола, характеризующиеся ринг-структурами телескопической морфологии диаметром до 20 км.

Вулканогенно-терригенные отложения верхнеюрско-нижнемелового возраста распространены только в пределах блока Южное Бакбо. На МКС полю их развития отвечает ринг-структура телескопической морфологии диаметром до 30 км, в ландшафте представленной урочищем высоких коротких дугообразных хребтов.

Вулканогенно-терригенные комплексы раннего мезозоя выполняют изометричные в плане вулканотектонические структуры и откартированы в южной части блока Центральное Бакбо и в системе Контум. Ринг-структуры, контролируемые ВТС, имеют телескопическую морфологию и диаметр до 40 км. В ландшафте они слагают урочища изометричной формы, состоящие из системы дугообразных коротких хребтов, особенностью которых является отсутствие эрозионной сети высокого порядка.

Плутоногенные комплексы юрского возраста слагают линейно-блоковые массивы, дешифрируются в южной части территории исследований. На МКС им соответствуют низкие линейные хребты с практически отсутствующей боковой эрозионной сетью. На отдельных участках отмечаются изометричные платообразные поверхности, сложенные перекрывающимися гранитоидами неоген-четвертичными платобазальтами. Для блоков, сложенных этими гранитоидами, характерно наличие интрузивных куполов с ринг-структурами диаметром до 10 км и выстраивающимися в полосу северо-восточной (аз. пр. 40°) ориентировки наподобие плутоногенного пояса.

Вулканогенно-плутоногенный комплекс позднемезозойско-раннемезозойского возраста, по данным дешифрирования МКС, наиболее распространён. Он откартирован в пределах сводов первого и более высоких порядков и интрузивных куполов. В ландшафте им соответствуют изометричные в плане относительно высокие горные сооружения с хорошо развитой разноориентированной многопорядковой эрозионной сетью. В качестве осложняющих элементов блоков можно рассматривать ринг-структуры диаметром первые километры, интерпретированные как интрузивные купола.

Фундамент представлен метаморфическими и гранитоидными комплексами протерозоя и гранулитами и гнейсами архей-раннего протерозоя. Выходы фундамента откартированы в краевых частях блока Центральное Бакбо, где они представлены узкими линейными блоками протяжённостью бо-

лее 200 км, и в блоке Контум, где они служат основанием сводов первого и более высокого порядка.

Исходя из мировой практики и анализа фактической ураноносности Социалистической Республики Вьетнам, а также результатов дешифрирования МКС, установлены прогнозно-геологические критерии локализации уранового оруденения эндогенного и экзогенного типов:

– своды первого и более высокого порядка, связанные со становлением позднемезозойско-раннемезозойского плутоногенного комплекса;

– купола интрузивные и вулканоплутонические, связанные с гранитоидами позднемезозойско-раннекайнозойского этапа тектоно-магматической активизации (ТМА);

– вулканотектонические структуры (вулканарии), связанные с позднемезозойским этапом ТМА и выполненные контрастными дифференцированными вулканогенными сериями;

– гранито-гнейсовые купола (овоиды), сложенные архей-протерозойскими метаморфическими образованиями;

– узлы тектонической нарушенности и магматической проницаемости, сформированные сочленением ортогональной и диагональной тектонопар при ведущем значении тектонических нарушений меридиональной ориентировки;

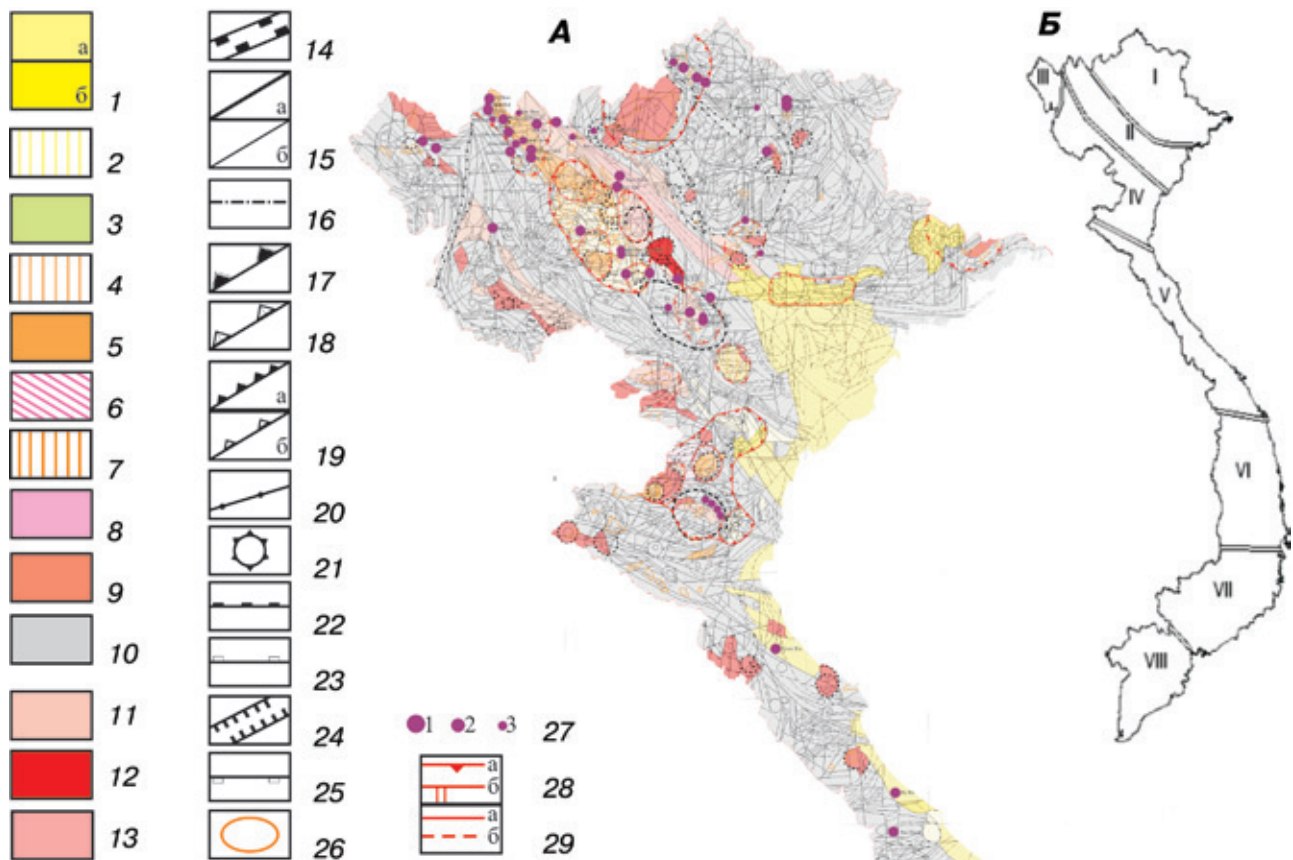
– вулканические аппараты, жерла, экструзии позднемезозойско-кайнозойского этапа;

– изометричные, мульдообразные впадины, выполненные терригенно-осадочными угленосными комплексами заключительных этапов ТМА, заложенных на специализированном на уран фундаменте;

– наложенные впадины, краевые части геоклинальных поднятий, выполненные терригенными комплексами, подгорно-верными молассами и аллювиально-солифлюкционными отложениями

Минерагеническое районирование на уран Социалистической Республики Вьетнам на основе материалов космических съёмок (А) и схема ландшафтно-тектонического районирования (Б)

А. 1 – терригенные комплексы подгорно-верных моласс и аллювиально-солифлюкционных отложений наложенных впадин: голоцена (а); плейстоцена (б); *2* – платобазальты рифтогенного позднемезозойского магматического цикла; *3* – континентальные красноцветные отложения (конгломераты, гравелиты, песчаники) нижне-среднеюрского и мелового возрастов, выполняющие наложенные впадины; *4* – вулканические образования (риолиты, дациты, трахиты), выполняющие вулканарии, вулканогенные прогибы, вулканические структуры позднемезозойско-раннекайнозойского (палеоген) тектоно-магматического цикла; *5* – интрузивные образования позднемезозойского раннекайнозойского тектоно-магматического цикла (граниты, граносиениты, биотитовые граниты), формирующие интрузивные купола; *6* – вулканогенно-терригенные континентальные отложения верхнеюрского-нижнемелового возраста, формирующие вулканотектонические структуры центрального типа; *7* – вулканогенно-терригенные комплексы раннего мезозоя (песчаники, базальты, фельзиты, риолиты и их туфы), формирующие вулканотектонические структуры центрального типа; *8* – линейно-блоковые массивы, сложенные юрским плутоническим комплексом (граниты, гранодиориты, диориты); *9* – вулканогенно-плутонический комплекс позднемезозойско-раннемезозойского магматического мегацикла (граниты, гранодиориты, сиениты, биотитовые граниты, порфировые базальты, дациты); *10* – осадочные и магматогенные комплексы раннего мезозоя – палеозоя (кварц-серицитовые



и кремнистые сланцы, песчаники, мраморизованные известняки, мергели, метавулканыты, плагиограниты, дуниты, пироксениты, габбро и др.) складчато-надвиговых систем и шовных зон; **11** – метаморфический комплекс протерозоя (кварц-слюдисто-гранатовые сланцы, актинолит-эпидот-хлоритовые сланцы, мраморы), слагающие линейно-блоковые и сводово-глыбовые структуры; **12** – гранитоиды, микроклиновые граниты протерозойского магматического цикла, слагающие линейно-блоковые выступы, в том числе в пределах шовных зон; **13** – гранулиты, гнейсы, мигматиты архея – раннего протерозоя, слагающие линейно-блоковые выступы; **14** – шовные зоны; **15** – тектонические нарушения (разрывы): основные (а), второстепенные (б); **16** – структурные линии (линеаменты), отвечающие тектоническим нарушениям, региональной слоистости, экзогенной трещиноватости, разгнейсованности, антропогенной нарушенности, перекрытые четвертичными отложениями; **17** – своды первого порядка; **18** – плутогенные поднятия, своды второго и более высокого порядка; **19** – купола интрузивные, вулканоплутонические со вскрытым (а) и не вскрытым (б) субстратом; **20** – вулканотектонические структуры, вулканарии, вулканические прогибы; **21** – вулканические аппараты центрального типа, жерла, эрозивно-тектонические останцы; **22** – «овоиды» (срединные массивы, гранито-гнейсовые купола, выступы метаморфического основания); **23** – поднятия антиклинальные; **24** – депрессии, грабены; **25** – наложенные эрозивно-тектонические впадины, кальдеры, обрушения и проседания; **26** – площадные гамма-спектрометрические аномалии интенсивностью > 30 мкр/ч; **27–29** – рудные объекты: **27** – месторождения (1), проявления (2), пункты минерализации (3); **28** – потенциально урановорудные: районы (а), узлы (б); **29** – приоритетность: высокая (а), низкая (б).

Б. Landscape-TECTONIC blocks: I – Сев. Бакбо; II – Центр. Бакбо; III – Зап. Бакбо; IV – Юж. Бакбо; V – Чунгбо; VI – Контум; VII – Сев. Хо Ши Мин; VIII – Юж. Хо Ши Мин

плейстоцена над узлами сочленения тектонических нарушений ортогональной тектонопары;

– палеоруслу, выполненные терригенными пронницаемыми толщами неогена и перекрытые плато-базальтами четвертичного возраста.

В соответствии с существующими классификациями МАГАТЭ и РФ основными геолого-промышленными типами урановых месторождений можно считать:

– вулканический (фтор-молибден-урановый в аргиллизитах);

– гранитный (урановый в зонах дробления);

– песчаниковый (урановый в терригенных пёстроцветных отложениях наложенных впадин).

В южной части Вьетнама возможно также формирование месторождений урана в палеодолинах под платобазальтами, аналогичные месторождениям Витимского урановорудного района РФ.

В результате проведенного металлогенического на уран районирования выделено десять потенциально урановорудных районов общей площадью 44 тыс. км². Кроме того, вне этих районов выделены металлогенические таксоны в ранге потенциально урановорудных узлов общей площадью 12 тыс. км². С целью оптимизации результатов минерагенического районирования был проведен дополнительный анализ по разбровке выделенных минерагенических таксонов по приоритетности вовлечения их в поисково-оценочные работы.

Расширение минерально-сырьевой базы урана СРВ возможно за счёт постановки поисковых работ в пределах известных урановорудных объектов, а также вовлечения в прогнозно-геологическую оценку новых потенциально урановорудных районов и узлов, определившихся по результатам дешифрирования и интерпретации материалов космических съёмки регионального уровня образной генерализации, в том числе нетрадиционных для Вьетнама урановорудных формаций. Так, для локализации экзогенного оруденения урана в связи с подгорно-веерными молассами перспективен потенциально урановорудный узел в районе г. Бак Зак площадью около 1400 км². В пределах потенциально урановорудного узла, располагающегося в 60 км к юго-западу от г. Ханой, возможно формирование уранового оруденения вулканического типа в связи с вулкано-тектоническими структурами центрального типа. Значительными перспективами урана об-

ладает южная часть Южного Бакбо, потенциально урановорудный район, располагающийся между 19 и 20° с.ш., где возможно выявление месторождений урана в зонах дробления в гранитах и вулкано-тектонических структурах центрального типа, сформированных в процессе мезозойской тектоно-магматической активизации. В потенциально урановорудных районах, располагающихся между 13 и 14° с.ш., возможно формирование палеодолитного типа уранового оруденения (витимский геолого-промышленный тип). Перспективы выявления промышленных месторождений урана вулканического типа сохраняются для двух потенциально урановорудных районов с центрами в городах Палат и Бао Пок.

1. Геологическая карта континентальной части Социалистической Республики Вьетнам, масштаб 1 : 1 500 000, 1986.

2. Космическая фотосъемка и геологические исследования / под ред. Г.Б. Гонина, С.И. Стрельникова. – Л.: Недра, 1975.

3. Морфоструктурные исследования: теория и практика / под ред. Н.В. Васильковского. – М.: Наука, 1985.

4. Основы прогноза урановорудных провинций и районов / отв. ред. Н.П. Лаверов. – М.: Недра, 1986.

5. Пуговкин А.А. Компьютерная обработка результатов дешифрирования космических материалов для ресурсной оценки территории (Карело-Кольский регион) // Исследования Земли из космоса. 2000. № 1. – С. 65–71.

6. Пуговкин А.А., Ракитин И.Ю., Шагидулин Ф.Ф. Геолого-структурные особенности и перспективы алмазности Сухона-Пинежского междуречья // Разведка и охрана недр. 2001. № 1. – С. 36–39.

Фондовая

7. Калюжный А.А., Пуговкин А.А., Разговоров А.А. Оценка ресурсов урана территории Российской Федерации на основе компьютерной обработки результатов дешифрирования космических снимков масштаба 1 : 2 500 000 на площади 13 000 тыс. кв. км с врезками масштаба 1 : 1 000 000. – М., 1998.

8. Калюжный А.А., Пуговкин А.А., Разговоров А.А. Выделение площадей, перспективных на выявление урановых месторождений наиболее продуктивных типов в пределах Алданского щита на основе компьютерной обработки результатов дешифрирования космоснимков масштаба 1 : 1 000 000. – М., 1997.

Пуговкин Алексей Алексеевич – канд. геол.-минер. наук, вед. науч. сотрудник, ВСЕГЕИ. <Aleksey_Pugovkin@vsegei.ru>.
Лебедева Галина Борисовна – геолог II кат., ВСЕГЕИ. <Galina_Lebedeva@vsegei.ru>.