

Урановые месторождения Альпийско-Гималайского пояса

Рассмотрены многочисленные и различные по генезису месторождения урана Альпийско-Гималайского подвижного пояса. Кратко охарактеризованы объекты и их формационная принадлежность. Определены эпохи уранового рудогенеза, выделены потенциально урановорудные районы. Предложены направления дальнейшего изучения ураноносности пояса.

Ключевые слова: *Альпийско-Гималайский пояс, месторождения урана.*

YU. B. MIRONOV, A. M. KARPUNIN (VSEGEI)

Uranium deposits of the Alpine-Himalayan belt

The article deals with various types of uranium deposits of the Alpine-Himalayan mobile belt, according to their genesis. Brief description of the objects is given with their formation type. The main epochs of uranium ore genesis are determined and potentially uranium ore districts are isolated. The main directions of further study of uranium-bearing of belt are offered.

Keywords: *Alpine-Himalayan belt, uranium deposits.*

Альпийско-Гималайский пояс (АГП) принадлежит к крупнейшим структурам земной коры. Он пересекает восточное полушарие в субширотном направлении, располагаясь между древними платформами (Африканской, Аравийской и Индийской) на юге и каледонидами Европы, Восточно-Европейской и Западно-Сибирской платформ на севере. До середины юры АГП входил в состав суперконтинента Гондвана. Протяженность АГП составляет около 18 000 км при ширине 800–1000 км. В нем выявлено большое число месторождений урана различного генезиса [11].

Первую сводку по ураноносности АГП представил Ю. А. Арапов [1], опираясь на собственные данные и работы Г. А. Твалчрелидзе, Г. И. Зиновьева, К. Вирага, П. Илиева, Д. Бахиевой, В. А. Шумлянского, Ф. И. Жукова и др. Поступление новых данных позволило А. М. Афанасьеву и Ю. Б. Миронову [3] дополнить имевшиеся сведения по ураноносности АГП. Настоящая статья – результат продолжения этих исследований. При систематизации урановых месторождений АГП авторы опирались на современные классификации МАГАТЭ и РФ, а также использовали собственные материалы и новые данные последних лет.

В своей западной части АГП состоит из двух ветвей (рис. 1). Северная, начинаясь с Пиренеев, продолжается в Альпы, Карпаты, Балканы, Западные Понтиды, Малый Кавказ, Эльбурс, Копетдаг, затем через Фарахрудскую зону Афганистана, Памир, Каракорум, Гималаи тянется далее на юго-запад. Южная ветвь, начинаясь Бетскими Кордильерами в Испании, далее прослеживается через Балеарские острова, в обход Сардинии и Корсики, восточнее стыкуясь с Апеннинскими Альпами. Бетские Кордильеры через Гибралтарскую дугу переходят в Эл-Риф (Марокко), Телль-Атлас (Алжир), следуя в Сицилию и Апеннины, через Южные Альпы соединяются с Динаридами. Пояс далее включа-

ет Эллиниды, Тавриды, Иранский Загрос, Оман, Макран, продолжаясь в Белуджистанские цепи (Сулейман-Киртар) и через Хазару в Гималаи. На юго-востоке пояс, по представлениям В. Е. Хаина [15], следует до Филиппин. По последним данным, его восточной границей служит Юго-Восточно-Азиатский сегмент на границе с Тихоокеанским поясом [12].

Факторы уранового рудогенеза. Основные вопросы геологии и общей металлогении пояса рассматривались во многих публикациях [5, 9, 12, 13, 14]. АГП имеет сложную историю геологического развития. В нём присутствуют байкалиты, каледониды, герциниды, киммерийско-ларамийские и альпийские образования. Характерны мозаичное распределение внутри альпид древних ядер, интенсивная многократная тектономагматическая проработка пород, присутствие многочисленных разломов, шарьяжей, офиолитовых зон. Пояс включает акватории внутриконтинентальных морей (Средиземного, Черного, Каспийского), присутствуют также глубокие впадины со сложно-построенным основанием (Паннонская в Венгрии и др.). Доальпийские линейные структуры часто разделены срединными массивами. В тех и других проявлен разновозрастный, в том числе новейший магматизм [2].

Длительная и разнообразная геологическая история способствовала высокому минерагеническому потенциалу пояса, в котором урану, в отдельных блоках, отводится весьма существенная роль. В нем выявлены около ста месторождений, сотни рудопроявлений, значительное количество точек минерализации.

Все урановорудные и ураноносные объекты в пределах АГП в соответствии с современными классификациями в зависимости от факторов рудогенеза можно разделить на три группы: эндогенные, экзогенные и полигенные [4, 7], учитывая известную условность данного подхода (таблица).

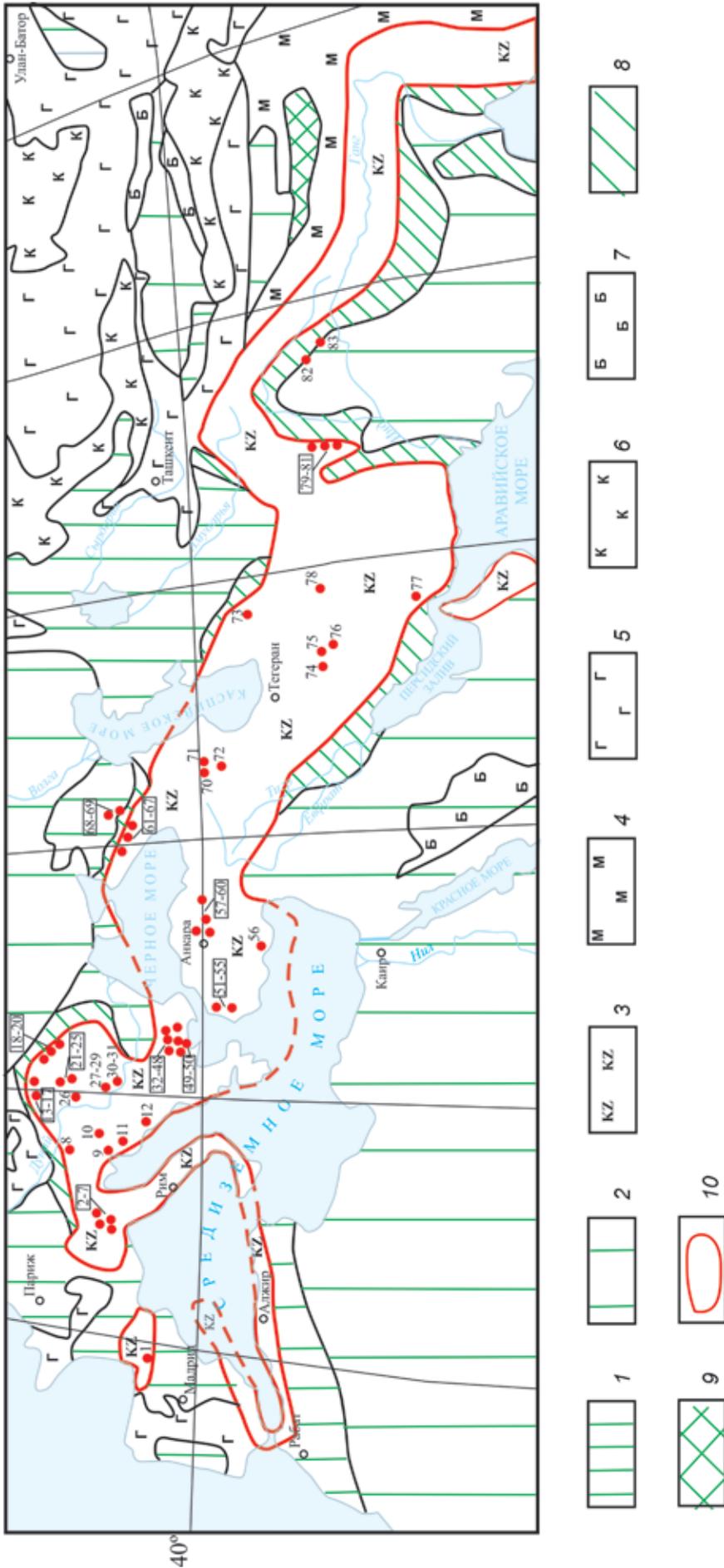


Рис. 1. Месторождения и отдельные рудопроявления урана в западной и центральной частях Алайско-Гималайского пояса, [3] с дополнениями

1, 2 – чехлы; 1 – молодых платформ, 2 – древних плит и выступов кристаллического фундамента на платформах; 3–7 – области проявления складчатости: 3 – кайнозойской, 4 – мезозойской, 5 – герцинской, 6 – каледонской, 7 – байкальской; 8, 9 – краевые прогибы: 8 – кайнозойские, 9 – мезозойские; 10 – границы областей проявления кайнозойской складчатости (Алайско-Гималайский пояс)

Номера и названия: *экзогенные*: 1 – Эурака, 2 – Кунео, 7 – В. Доане, 9 – Жировски-Врх, 10 – Мечек, 14 – Селец, 15 – Краваны, 25 – Пояна, 31 – Дунайское, 34 – Елешница, 38 – Момино, 39 – Хасково, 40 – Орлов Дол, 41 – Припечене, 42 – Мельник, 51 – Айваджик, 52 – Ташариан, 53 – Каср, 56 – Факили, 58 – Егрибель, 62 – Бамбакское, 64 – Аксаутское, 65 – Идамское, 66 – Эшкаконское, 77 – Гачин, 79 – Баггал-Чар, 80 – Рехху-Чар, 81 – Каха-Нала, 82 – Джамму, 83 – Чагитистарх; *эндогенные*: 5 – Новаша, 11 – Стара-Планица, 12 – Злетовска Река, 16 – Гуга-Мурань, 17 – Куришкова, 18 – Круча, 19 – Присекань, 20 – Пинтек и др., 21 – Бихор и др., 23 – Аврам-Янку, 30 – Илишова, 32 – Бухово, 33 – Курило, 35 – Б. Искыр, 36 – Селиште, 37 – Костенец, 43 – Сборище, 44 – Сливен, 45 – Сырница, 46 – Планине, 47 – Достаг, 48 – Смоляни, 49 – Серес, 50 – Драма, 54 – Эгейский район, 55 – Савдар, 57 – Йозгат, 59 – Ергани, 60 – Кабик, 61 – Даховское, 63 – Пскентское, 67 – Пизельдонское, 68 – Бык, 69 – Бештау, 70 – Иланское, 71 – Пхрут, Лерналзор, 72 – Байче-Бах, 73 – Шесмех-Гол, 74 – Анарек, 75 – Сагханд, 76 – Бафк, 78 – Ханнешиг; *полигенные*: 3 – Прейт, 4 – Р. Фредла, 6 – Валь-Рендена, 8 – Форштау, 13 – Кальница, 22 – Аришечень, 24 – Петроса, 26 – Паюшень, 27 – Чудановица, 28 – Добрей, 29 – Натра

Месторождения урана Альпийско-Гималайского пояса

Тип месторождения, рудная формация	Рудоформирующий процесс	Возраст оруденения / возраст вмещающих пород	Рудная эпоха (цикл орогенеза)	Примеры рудных объектов
<i>Экзогенные (гидрогенные)</i>				
Песчаниковый урановый в русловых отложениях равнинно-долинного пояса	Грунтовое и грунтово-пластовое окисление, экзодиагенез	Неоген-четвертичный / неоген – эоценоид	Альпийский	Селиште, Момино, Хасково, Орлов Дол, Вагхал-Чар
Песчаниковый урановый в молассах межгорных впадин и аллювиальных отложениях	Грунтовое и грунтово-пластовое окисление	Олигоцен – миоцен / олигоцен – миоцен	»	Елешница, Припечене, Мельник, Каср, Факили, Ташариан, Егрибель
Песчаниковый урановый в отложениях древних палеодолин с органическим веществом и сульфидами	Экзодиагенез, грунтовое окисление на площадях проявления аридного литогенеза	Пермь – триас / пермь	Герцинский, киммерийский	Жировски-Врх, Мечек
<i>Эндогенные (гидротермальные)</i>				
Урановая с таллем, бором, сульфидами в зонах трещиноватости гранитов, прорывающих породы мела и неогена	Постмагматические гидротермы средне-низких температур	Плиоцен / неоген	Альпийский	Бык, Бештау
Урановая с сульфидами в зонах аргиллизации и зонах трещиноватости в эффузивах	То же	Поздний олигоцен – ранний миоцен / олигоцен	»	Сырница, Планинец, Доспат, Смолян
Молибден-урановая в рифтогенных слабо-метаморфизованных вулканогенно-осадочных породах	Гидротермально-метасоматическое замещение цемента пирокластов с последующей регенерацией	Поздний триас – мел / пермь	Киммерийская, ларамийская	Рудное поле Гута-Мурань; Куришкова
Урановая с сульфидами в углеродисто-кремнистых сланцах, прорванных магматическими породами (сиенитами и др.)	Постмагматические гидротермы средне-низких температур	Триас – мел / ордовик – силур	То же	Рудное поле Бухово, Курило
Урановая с сульфидами, с Co, Ni, Fe в надвиговой зоне контакта доломитов и сланцев	Постмагматические гидротермы средних температур	То же	»	Авраам-Янку
Антраколит-урановая в углеродисто-кремнистых сланцах в зонах трещиноватости	То же	Мел / протерозой	»	Круча, Присекань
<i>Полигенные</i>				
Антраколит-урановая с сульфидами в русловых песчаниках	Гидротермальный метасоматоз в связи с банатитами	Поздний мел / пермь	Ларамийская	Чудановица, Натра, Добрей
Урановая в метапесчаниках с сульфидами	Гидротермальный метасоматоз в связи с гранитами	То же	»	Бихор, Пояна, Паюшень
Урановая с сульфидами и растительным детритом	Гидротермальный метасоматоз в связи с вулканитами	Пермь – триас / пермь	Древнекиммерийская	Кальница, Селец, Краваны

Объекты *первой группы* сформированы с очевидным участием магматических процессов и постмагматической гидротермальной деятельности. Главными рудоконтролирующими факторами выступают структурно-тектонический и гидротермально-метасоматический. В эту группу входят жильно-штоковерковые гидротермальные и метасоматические месторождения.

Объекты *второй группы* образованы поверхностными, грунтовыми и пластовыми водами; отчетливо проявлены стратиграфический и литолого-фациальный контроль оруденения. По промышленной значимости в группе преобладает песчаниковый тип, подчиненное значение имеют лигнитовый (угольный) и фосфатный типы.

В объектах *третьей группы* экстракция полезных компонентов из окружающей среды при формировании рудных тел происходила в результате термального воздействия на рудогенерирующие блоки горных пород (эндогенный фактор) или корообразования (экзогенный фактор). Рудоконтролирующими выступают структурно-тектонический фактор и различная минеральная и геохимическая зональность. К этой группе, по всей видимости, относится сложный по своей природе урано-битумный тип.

В урановорудных районах нередко пространственно совмещаются перечисленные группы рудных объектов, что отражает поступательно-закономерное формирование и развитие урановорудных процессов в каждом обособленном блоке АГП, интерпретируемых с позиции тех или иных парадигм урановой металлогении [1, 8, 11, 16].

Урановорудные объекты АГП логично рассматривать, ориентируясь на возраст рудовмещающих пород, в хронологической последовательности от более ранних, с запада на восток. Авторы солидарны с позицией М. В. Шумилина [17], пришедшего к выводу «...о решающей роли в металлогении урана геологических процессов, протекающих в коре Земли и, более того, преимущественно процессов субповерхностных: физической и химической эрозии, а также деятельности поверхностных и подземных вод атмосферного происхождения». Не должно вызывать удивления совмещение в конкретных блоках горных пород в рамках единых урановорудных эпох эндогенных, экзогенных и полигенных месторождений урана в составе латеральных рядов урановых объектов (что присуще и АГП), как это было ранее показано авторами при рассмотрении ураноносности черносланцевых формаций [18].

Формационные типы урановых месторождений. Среди *экзогенных* месторождений наиболее ранние по возрасту вмещающих пород объекты в АГП выявлены в отложениях пермского возраста в Западной Европе. В Паннонской впадине в горсте пород палеозоя (пермь) и мезозоя расположено *месторождение Мечек* (Венгрия), где в XX в. шла добыча урановых руд. Оно относится к сульфидно-урановой с растительным детритом формации в песчаниках пермских палеодолин (здесь и далее содержание формации сохранено в соответствии с её определением в авторских первоисточниках) с рудами экзодиагенетического типа и с изотопными датировками возраста 130–75 млн лет (Ф. В. Козлов, 1972). Месторождение отрабатано, его запасы 25 тыс. т.

К рассматриваемому типу принадлежит и *месторождение Жировски-Врх* (Словения). Воз-

раст рудовмещающей континентальной толщи от каменноугольного до позднепермского. Запасы урана 5 тыс. т.

К *песчаниковому типу* в пермских пестроцветных континентальных вулканогенно-осадочных породах перми относится целый ряд, как правило, мелких месторождений урана в Италии и Австрии, приуроченных к Центрально-Альпийскому мегаантиклинорию (*Валь-Рендена, Валь-Даоне, Валь-Пескара, Форштау* и др.). Образование руд обязано экзодиагенезу в герцинскую и киммерийскую эпохи орогенеза [12].

Значительные запасы урана *песчаникового типа*, частично отработанные, содержат месторождения Западных Румынских гор (рис. 2). В *Бихорском урановорудном районе* разведывалось одноименное крупное месторождение в метапесчаниках вулканогенно-молассовых впадин поздней перми, относящееся к моноэлементной с малой долей халькопирита и железа урановой формации. Кроме Бихорского, здесь в одноименном рудном поле расположено более десяти урановых моно- и полиминеральных объектов во впадинах вулканогенно-молассового типа [2]. На одном из них присутствует получающая известность крутопадающая маломощная жила настурана (*месторождение Ариешень*). На Балканах выявлено также малое пластовое *месторождение Смоляновцы* (Болгария) в пестроцветах перми, относящееся к сульфидно-ураноносной формации в песчаниках межгорных впадин [8].

На Северном Кавказе получили развитие представители, как полагают, экзогенной ураноносной фосфорной стратиформной пестроцветной терригенной формации ранней перми – *Бамбакское, Гидамское, Аксаутское месторождения* [3].

Можно полагать, что пермский уровень распространения пестроцветной песчаниковой молассовой толщи межгорных и предгорных бассейнов, в ряде случаев с вулканитами, является продуктивным стратиграфическим уровнем не только для накопления экзодиагенетических концентраций урана песчаникового типа, но, возможно, и для месторождений других типов. Это обусловлено тем, что он по сути протяженно-прерывистый геохимический барьер внутри АГП, сформированный за счет присутствующего в породах органического вещества различного происхождения (гумус, сапропели, битумы).

Следующим продуктивным стратиграфическим уровнем локализации месторождений урана *песчаникового типа* выступает олигоцен – миоцен. Известный интерес для промышленности представляют месторождения урановой формации в терригенных отложениях межгорных приразломных впадин указанного возраста, распространенных в Родопском срединном массиве, Старой Планине (Балканы) и в других районах Болгарии [2]. Наиболее показательны *месторождения Елешница и Мельник* [7]. В срединном массиве Мендерес в Турции урановые концентрации локализуются в его западной части (*месторождение Каср*), расположенной во впадине среди древних кристаллических пород. Пластообразные рудные тела залегают в слаболифтифицированных грубозернистых флювиальных отложениях миоцена, перекрытых озерными осадками – мергелями, известняками, а также туфами. Основные рудные минералы – отенит и метаотенит. Содержание урана 0,04 %, запасы около 750 т. В 25 км северо-восточнее указанного объекта рас-

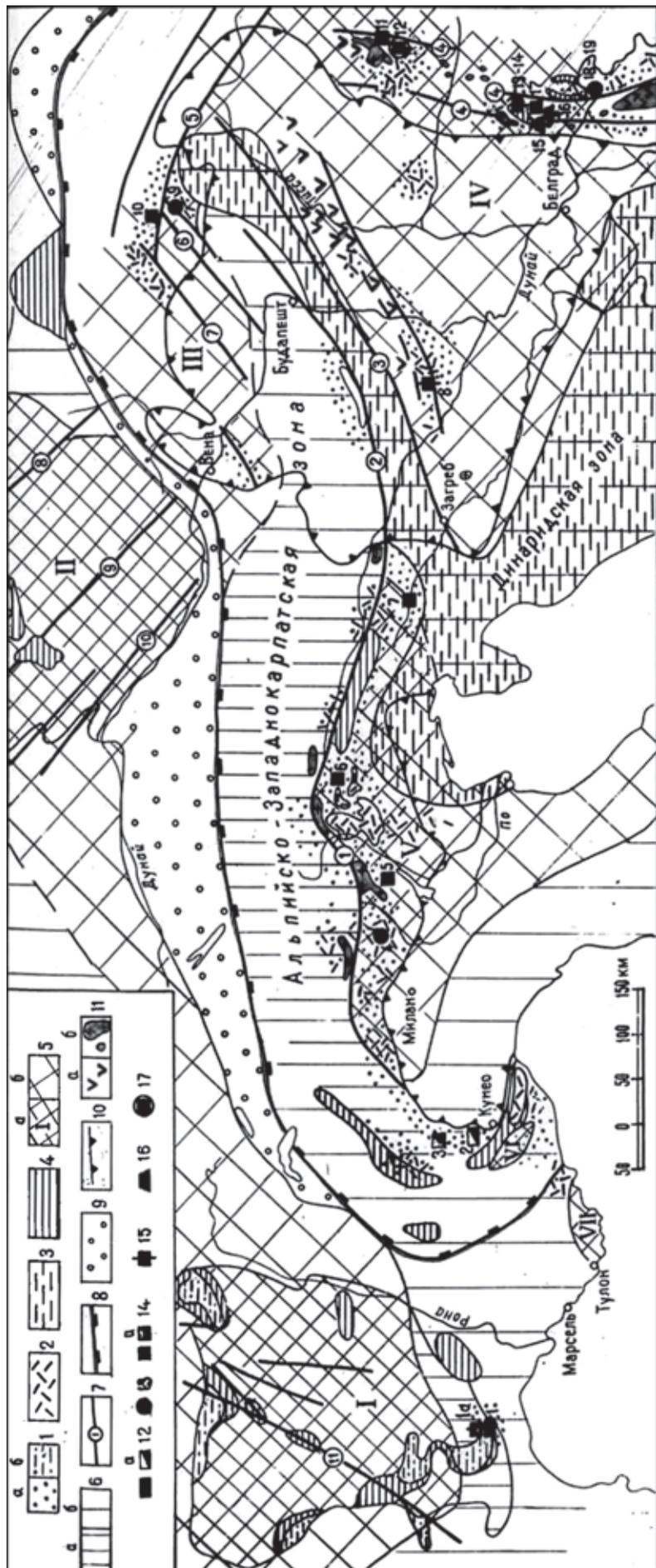


Рис. 2. Схема размещения урановых месторождений в верхнепалеозойских отложениях Южной Европы (Альпы — Карпаты) в пределах Альпийско-Гималайского пояса (по Г. В. Афанасьеву, 1972)

1–4 — верхнепалеозойские орогенные образования: 1 — Эро, 2 — Рибейк, 3 — Рио Фреши, 4 — Новаша, 5 — Валь Рендела, 6 — Жировски Врх, 8 — Мечек, 9 — Нововеска Гута, 10 — Краваны, 11 — Петроса, 12 — Бихор, 13 — Фрумос, 14 — Валя Маре, 15 — Добрей, 16 — Напра, 17 — Чудановица, 18 — Илишова, 19 — Дунайское. Разломы-линеаменты (цифры в кружках): 1 — Юдикария-Пустергаль, 2 — Балатонский, 3 — Лоци, 4 — Банатско-Бихорский, 5 — Маргентанский, 6 — Мураньский, 7 — Лубеницкий, 8 — Сулетский, 9 — Нейдек-Криммитчауский, 10 — Франконский, 11 — угольная борозда (Большой канал); 12–17 — урановое оруденение: 12 — стратиформное сульфидно-настурановое, антракосилит-настурановое в битуминозных или фосфатных сланцах (а — метаморфизованное), 13 — стратиформное и жильное сульфидно-настурановое в игнибригах, туфах, туфритах, 14 — стратиформное чернево-настурановое, сульфидно-настурановое в песчаниках с углефицированной растительной органикой (с — метаморфизованное), 15 — то же, с признаками гидротермального эпитенетического перераспределения, 16 — стратиформное настуран-антракосилитовое в песчаниках, 17 — стратиформное настурановое в альбитизированных песчаниках. Урановые месторождения: 1 — Эро, 2 — Рибейк, 3 — Рио Фреши, 4 — Новаша, 5 — Валь Рендела, 6 — Жировски Врх, 8 — Мечек, 9 — Нововеска Гута, 10 — Краваны, 11 — Петроса, 12 — Бихор, 13 — Фрумос, 14 — Валя Маре, 15 — Добрей, 16 — Напра, 17 — Чудановица, 18 — Илишова, 19 — Дунайское. Разломы-линеаменты (цифры в кружках): 1 — Юдикария-Пустергаль, 2 — Балатонский, 3 — Лоци, 4 — Банатско-Бихорский, 5 — Маргентанский, 6 — Мураньский, 7 — Лубеницкий, 8 — Сулетский, 9 — Нейдек-Криммитчауский, 10 — Франконский, 11 — угольная борозда (Большой канал)

положено урановое *месторождение Ташариан* со сходной геологической обстановкой и с близкими параметрами оруденения (0,04–0,09 % и 800 т урана). Небольшие *месторождения Эгрибель* и *Факили* локализуются в олигоцен-миоценовом вулканогенно-осадочном комплексе в пределах Аравийского сегмента АГП [11]. Урановое оруденение содержат переслаивающиеся андезиты, туфы и песчаники (Эгрибель), а также мергели и туфы, перекрытые проницаемыми песчаниками неогена (Факили). Среднее содержание урана в них 0,04–0,1 и 0,048 %.

Как представляется, общей причиной урановой специализации позднеолигоцен-раннемиоценовой эпохи в АГП послужил континентальный продуктивный вулканизм кислого состава, проявившийся в ряде регионов пояса [15].

Неоген-четвертичную эпоху можно считать завершающей для оруденения *песчаникового типа*. Мелкие *месторождения* урана приурочены к относительно небольшим по размерам тектоническим, эрозионно-тектоническим и эрозионным бассейнам и речным долинам. Подобные объекты выявлены во Фракийском (Пловдив-Бургасском) внутригорном бассейне. *Месторождения Хасково, Мудрец, Орлов Дол* локализуются в породах, выполняющих линейные эрозионно-тектонические структуры, *месторождение Момино* локализуется в аллювиальных отложениях [17].

В пространственной близости к перечисленным объектам в Родопском массиве выявлено *месторождение урана Селише* в неогеновых и четвертичных отложениях поймы р. Доспат. Урановые руды приурочены к аллювию самой нижней речной террасы. Окисление, отмеченное на *месторождении Мудрец* в породах (N_2-Q_1), определяется как грунтовое и подчиняется (как и урановое оруденение) фациальному контролю. Основные минералы урана – отенит и рассеянный сажистый натуран в органическом веществе. Здесь рудоносной выступает урановая формация в палеорусловых отложениях континентального равнинно-долинного пояса [1].

Многочисленные урановые объекты Болгарии объединяются в Балканский и Родопский урановорудные районы [3].

В Пакистане в Сулеймановых горах выявлены *месторождения* урана *Багхал-Чар, Рекху-Чар* и *Каха-Нала*. Общая длина рудовмещающей субмеридиональной полосы в формации Сивалик ($N_1^3-Q_1^1$) составляет 300 км. Уран заключен в серых тонко-среднезернистых псаммитах слабой литификации. К востоку от известных объектов в Индии выявлены *месторождения* аналогичного типа – *Джамму* и *Чхатгисгарх*. Оруденение представлено настураном и уранофаном и приурочено к сероцветным и зеленоцветным песчаникам. Содержание урана 0,05–0,34 %. Изученность региона слабая, поэтому можно полагать, что перспективы его, учитывая значительное распространение продуктивного стратиграфического горизонта, могут быть расширены. Еще восточнее, в Предгималайском секторе Индийского сегмента в формации Сивалик в Индии, локализуется ряд рудопроявлений урана (*Мэйлер, Астога-Кхайя-Сейбал, Нэйугаджия Рэйо-Сэйкумбари* и др.). Присутствие аналогичных объектов допускается также на территории Непала и Бутана [12].

Урановая продуктивность неоген-четвертичной эпохи обусловлена главным образом тектоническим фактором (альпийским диастрофизмом), активизи-

ровавшим деятельность метеогенных вод в грунтовом, грунтово-пластовом и пластовом вариантах уранового гидрогенного рудогенеза. Урановые руды формировались на тех участках АГП, где к этому моменту существовали или создавались в процессе литогенеза сорбционные и (или) восстановительные барьеры в нелитифицированных проницаемых породах.

Ураноносная формация Сивалик продолжается и к западу, где на территории Ирана известны мелкие проявления урана «*макранской урановой линии*» [3] и мелкие объекты в связи с соляными куполами (*Гачин* и др.) в Иранском Загросе.

Из выявленных *месторождений* урана АГП в связи с органическим веществом угольного ряда (урано-угольный, урано-лигнитовый типы) можно отметить объекты в бассейне Эбро в Испании [12]. Другое небольшое ураново-угольное *месторождение Гранатово* расположено в Болгарии в пределах неогенового Елховского угольного бассейна.

В Иране экзогенные проявления урана отмечены в фосфоритах района *Эсфорди*, а также на рудопроявлении *Меркешех-Ривер* (руды окисления). С инфильтрационными процессами связаны проявления во впадине *Урумия-Дохтур бассейна Маракеш* [6].

Месторождения эндогенной группы в АГП представлены жильно-штокверковыми и метасоматическими гидротермальными объектами, а также урано-битумными (часть их, по мнению отдельных исследователей, может быть отнесена к полигенным) [17, 19].

Урановорудные объекты в низах стратиграфического разреза АГП выявлены в верхнепротерозойской толще Восточных Карпат (Румыния) в кристаллических сланцах с жильными твердыми ураноносными битумами в полосе длиной 300 км и шириной до 40 км – *месторождения Круча, Пинтек, Присекань, Приматару, рудное поле Тульгеш* и др. Они не до конца изучены, относятся к антраксолит-урановой в углеродисто-кремнистых сланцах формации. Антраксолит-настурановые руды прослеживаются на сотни метров при глубине их залегания до 500 м. Урановые объекты входят в Восточно-Карпатский урановорудный район.

В Центральном Иране в блоке докембрийских пород локализуется гидротермально-метасоматическое малое урановое *месторождение Сагханд* [3]. В сланцах верхнего протерозоя в районе горы Бихор (Западные Румынские горы) выявлено промышленное *месторождение Авраам-Янку*, относимое к сульфидно-урановой формации с кобальтом, никелем, железом. Запасы *месторождения* 25 тыс. т [2].

Следующая группа эндогенных урановых *месторождений* локализуется в палеозойских породах. В углито-кремнистых сланцах ордовика–силура, прорванных интрузивом (C_1), состоящим из сиенитов, монзонитов, диоритов, на Балканах локализовано *рудное поле Бухово*, где расположено несколько *месторождений* урановой с сульфидами формации в углеродисто-кремнистых сланцах в достаточно активной тектонической зоне, определившей разнообразие форм рудных залежей. Предполагается, что *месторождения Курило, Прибойница* возникли в киммерийскую или ларамийскую фазы тектогенеза [1, 9].

В пермских туфобрекчиях, в межпластовых кварцевых порфирах, находится *рудное поле Гута-*

Мурань-Гнильчик, относящееся к молибден-урановой формации в рифтогенной эффузивно-осадочной толще перми. На продолжении к юго-востоку полосы перми локализовано подобное по строению и генезису *рудное поле Куришкова*, крупное по запасам (более 25 тыс. т), не до конца изученное, того же формационного типа. На *месторождении Гута* рудные тела образуют пластообразные залежи разных размеров и средней мощности до 10 м при содержании урана 0,05, молибдена 0,03 %. Отмечаются и руды в трещинах с регенерированным ураном при его содержании более 1 %. Эти месторождения входят в Словацкий урановорудный район (Г. В. Афанасьев, 1972).

В Юго-Восточном Банате выявлены небольшие *месторождения* в перми — *Илишова* и *Дунайское*, а также ряд рудопоявлений урана. Все они относятся к урановой жильной или прожилково-вкрапленной с сульфидами гидротермальной формации с примесью урансодержащего антраколита. Здесь выделяется Восточно-Банатский потенциально урановорудный район.

На Северном Кавказе выявлено труднодоступное *Гизельдонское месторождение* в нижнепермской пестроцветной метаморфизованной терригенной ураноносной формации в зонах фельдшпатизации, березитизации, окварцевания [1]. На *Пскентском месторождении* отмечена ураноносная молибден-битумная формация в зонах аргиллизации в связи с гранит-порфирами позднего палеозоя.

В гранитоидах пермо-триаса в Динаридах выявлено гидротермальное *месторождение Мздря-Габровица* с прерывистой рудной зоной трещин длиной около 15 км, оно относится к ураноносной формации с сульфидами [1].

Следующая группа месторождений урана локализуется в мезозойско-кайнозойских образованиях.

В Северной Италии (*месторождение Латиме*) в трахитах и лейцитовых лавах (N_2-Q_1) присутствуют проявления урана и тория в пирокластитах и озерно-болотных слоях [8].

В Родопах (Болгария) известны крутопадающие тектонические зоны в гранитах, которые до глубины 300 м выполнены уранофаном, в-уранотилом с десмином, апатитом (*месторождения Белый Искыр, Верхняя Поляна, Костенец II*). Возраст оруденения — миоцен—плиоцен, они относятся к урановой формации в зонах глинисто-цеолитовых изменений. Допускается образование руд за счет экзогенного (трещинно-инфильтрационного) фактора [3].

На южной границе Болгарии известны два гидротермальных промышленных *месторождения Доспат* и *Смолян* в эффузивах олигоцена, по тектоническому шву граничащие с гнейсами и гранитами фундамента [1]. Объекты относятся к сульфидно-урановой формации в связи с аргиллизитами. Изотопные датировки руд 31–18 млн лет (поздний олигоцен — ранний миоцен). В Родопах известны подобные мелкие *месторождения Планинец, Сырница*, а также объекты, связанные с неогеновым вулканизмом. Установлен уран и на *Злетовской реке* в андезитах неогена, разбитых трещинами [8].

На Малом Кавказе отмечены гидротермальные объекты *Пхрут* и *Лернадзор* в рудном поле медно-молибденового месторождения Каджаран. Они относятся к урановой-кварц-анкеритовой формации с сульфидами молибдена и меди. Возраст оруденения — поздний мел. Несколько более поздними по возрасту считаются рудные точки к настурному

в магматических телах и осадках, окружающих их в Армянско-Нахичеванской зоне. Здесь же выявлены сульфиды, иногда флюорит [1]. Урансодержащие структуры Малого Кавказа продолжаются в Иран (*месторождение Байче-Бах*) урановой с сульфидами формации, а также другие проявления урана в районе горы Анарак. Отмечены явления гематитизации на рудных участках [13].

В *Энарекском рудном районе Ирана* установлена ураноносная с медью, никелем и кобальтом, золотом и серебром формация в порфирах палеогенового возраста (*месторождения Телемеси, Мескани, Калекафи*). В замыкании Урмия-Дохтурского вулканического пояса на юго-востоке Ирана известны проявления уран-молибденовой формации в связи с кислым альпийским вулканизмом (*Талхаб*) [3].

На *месторождении Шесмех-Гол* (редкометалло-полиметаллическом), как и на *Тарик-Дарехе*, отмечена *эндогенная* урановая минерализация жильного типа. В Иранском Азербайджане выявлены многочисленные пункты с эндогенной урановой минерализацией. Среди них выделяются слабоизученные объекты в зонах дробления гранитов (*Анжерт*), вулканитов (*Саранли*) и кристаллических пород фундамента (*Балестан*), а также уран-ториевые объекты в связи со щелочными нефелиновыми сиенитами (*Бинак, Дечан* и др.).

Промышленное значение ранее имели северокавказские объекты в России — *Бештау* и *Бык* (Кавказские Минеральные Воды), относящиеся к гидротермальной урановой с таллием и бором жильной формации в гранитах и вулканитах ($N_1^2-N_2^2$). Выделяется Северо-Кавказский потенциально урановорудный район, объединяющий около 10 объектов, приуроченных к пермским и более молодым образованиям [1].

В Южном Афганистане обнаружено гидротермальное *месторождение урана Ханнешин* в песчаниках неогена, залегающих на склоне вулканической карбонатитовой постройки [1]. Редкоземельно-фосфорное и уран-ториевое оруденение в карбонатитах — более раннее, урановое в песчаниках — более позднее.

Полигенные месторождения АГП имеют спорный генезис, полихронный возраст, неоднозначный источник металла, широко развитый урано-битумный тип оруденения. К данному типу ряд исследователей относит *месторождение Бихор* (Румыния). К этой же группе причисляют объекты Западных Словацких Карпат, практически на всем своем протяжении содержащих уран. Рудные тела пластовой формы относятся к урановой с сульфидами формации вулканогенно-молассовых впадин с континентальной песчаниковой седиментацией [2]. Здесь выявлены *месторождения Селец* и *Кальница* в хр. Поважский Иповец, далее к востоку в полосе развития пермских песчаников известно более десяти месторождений и рудопоявлений (не доизучены). В 150 км к югу от Бихорского выделяется Западно-Банатский урановорудный район с месторождениями в относительно слабометаморфизованных пермских аллювиальных песчаниках, находящийся в узкой глубокой (до 1000 м) межгорной впадине с крутыми углами падения слоев, в том числе и рудных тел. Здесь расположены *месторождения Чудановица, Натра* (два объекта), *Добрей* (три объекта), *Майдан* и др. (всего около двадцати объектов, в том числе пять промышленных). Большинство их не доразведано. В этом же

районе установлены три пермские палеодолины на севере Лупак-Чудановицкого прогиба шириной 2 км с палеоруслом в 600–800 м и протяженностью более 10 км (Г. Д. Зиновьев, И. Г. Мельник, Н. П. Фомина, 1972).

На *месторождении Натра* рудные тела в одноименном горизонте мощностью 120–200 м связаны с русловыми отложениями. Антраксолит с ураном приурочен к прожилкам, трещинам, раздробленным галькам конгломератов. Битумы отмечены как в дорудных зонах, так и в рудных телах, особенно в области периклинального замыкания антиклинали. Антраксолит-урановая с сульфидами эпигенетическая формация руд сложного, до конца не выясненного генезиса развита в русловых песчаниках перми. Урановорудные с битумами тела считаются по возрасту рэтскими (изотопные датировки 192–167 млн лет). Становление месторождений связано с миграцией углеводородов в отложения перми из угольных слоев месторождения Лупак (карборовое по радиологическим данным). В триасе битумы насыщались ураном, как предполагал Б. И. Маренин (Г. Д. Зиновьев, И. Г. Мельник, Н. П. Фомина, 1972). Этому способствовала тектоническая обстановка — сток подземных вод с антиклинальных поднятий. Нельзя исключать и связи урана с битумами за счет заимствования последних из допермских угленосных отложений под воздействием все тех же поздне меловых гранитов (банатитов). Однако считать типично гидротермальными эти проявления урана вряд ли возможно из-за бедности рудовмещающих толщ типичными эндогенными минералами, как рудными, так и нерудными. В пределах района известно также малое по масштабам *месторождение Фрумос*, которое отнесено к урановой с фосфатами и углефицированной органикой озерных и дельтовых отложений раннекаменноугольной формации [8].

Урановорудные эпохи. Большая часть объектов перечисленных типов сформировалась в течение нескольких урановорудных эпох, продуктивность отдельных оговорена выше при характеристике конкретных объектов. Байкальская и каледонская эпохи проявились как *рудоподготовительные* [17]. По мнению М. В. Шумилина, уран этих эпох мог служить основой для эпох последующих промышленных месторождений урана. С герцинской эпохой связаны осадочные и гидротермальные проявления в пермских отложениях. В киммерийскую эпоху происходило накопление урана в битуминозных отложениях. Раннеальпийская эпоха рассматривается как *урановорудная*, а позднеальпийской (новейший диастрофизм) отводится *ведущее* место в формировании основной массы гидротермальных и гидрогенных месторождений урана в пределах АГП и его обрамления. Большинство месторождений входит в Средиземноморский и Аравийский сегменты, выделяемые для Альпийско-Гималайского пояса И. Г. Печенкиным и Г. В. Грушевым [11]. К сожалению, в гораздо меньшей степени изучена минерализация урана восточной части пояса.

В Юго-Восточно-Азиатском сегменте АГП [12] в зоне сочленения Альпийско-Гималайского и Тихоокеанского поясов в последние годы установлена серия урановых концентраций («*месторождений*») в мезозойско-кайнозойских отложениях, формирование которых, возможно, связано с молодыми коллизионными процессами. В их число входят (рис. 3) предположительно гидрогенные скопления

урана в юрских аллювиальных осадках в Северном Таиланде (*плато Хорат, бассейн Фувианг*), с содержанием урана в среднем 0,04 %, а также с недоизученной ураноносностью ряд впадин, выполненных третичными отложениями, области питания которых терригенным материалом представлены триасовыми гранитами с повышенной радиоактивностью, что дает основание считать территорию достаточно перспективной. На северо-западе Индокитая, в Мьянме, выявлено пять месторождений неясного генезиса в проницаемых породах краевых частей нефтегазоносного бассейна — *Паонтыин, Куякхигон, Кыяксин, Магуэ, Таунвингуи*, предполагается их экзогенный генезис в связи с нефтяным эпигенезом. Почти все месторождения и проявления урана Индокитая локализируются в небольших осадочных бассейнах, выполненных угленосными или нефтегазоносными породами, т. е. насыщенными органическим веществом, что при благоприятном составе областей питания (граниты горного обрамления) могут быть геохимическим барьером для урана. Во Вьетнаме, в осадочном бассейне Нонгшон, установлено урановое оруденение песчаниково-го типа в триасовых континентальных породах — *месторождение Кхехоа-Кхекао* (запасы более 6700 т, содержание урана сотые и десятые доли процента), *рудопоявления Андьем, Паронг, Табхинг* и др.; в северной части страны в неогеновых песчаниках выявлен мелкий объект *Биндьюонг* [10].

Урановые проявления различного генезиса в проницаемых породах олигоцена—миоцена известны на ряде островов Индонезийского архипелага — *Суматра (месторождение Муэйра)*, Калимантан (*бассейн Мелави*), Целебес (*бассейн Марос-Гова*). На других территориях АГП в рассматриваемом регионе также выявлены благоприятные обстановки с прямыми проявлениями урановой минерализации как эндогенной, так и экзогенной природы.

Таким образом, по преимущественной приуроченности к элементам стратиграфического разреза в метаморфитах позднего протерозоя выделяются месторождения Восточных Карпат (Круча, Тульгеш, Приматару и др.), а также Западных Румынских гор (Авраам-Янку). В ордовикских и силурийских толщах находятся болгарские объекты Буховско-го рудного поля — Курило, Сливен, Габровица. В верхнепермской эффузивно-песчаниковой толще — месторождения Западных Словацких Карпат (Гута-Мурань, Ганискова, Куришкова, Кальница, Селец, Викартовце, Краваны, Швабовце, Штявник); в Западных Румынских горах (Бихорский район — десять объектов), Банатский регион — Чудановица и еще 7 антраксолит-урановых объектов, все проявления Итальянских Альп (Прейт и др.), Смоляновцы (Болгария), Мечек (Венгрия), Жировский Врх (Югославия), Гидамская группа на Кавказе. В вулканиках олигоцена — Доспат, Смолян (Болгария). В терригенных отложениях олигоцена — Елешница, Мельник (Болгария). Сходными с ними по возрасту могут быть урановые проявления, тяготеющие к медно-молибденовым, редкометалльным и полиметаллическим месторождениям Закавказья, Иранского Азербайджана и Центрального Ирана. В неогеновых песчаниках известно месторождение Факили (Турция); в среднемиocen-нижнеплейстоценовых песчаниках установлены три пакистанских месторождения (Бахлар-Чор и др.).

В терригенных породах олигоцена — низов плейстоцена локализованы болгарские месторож-

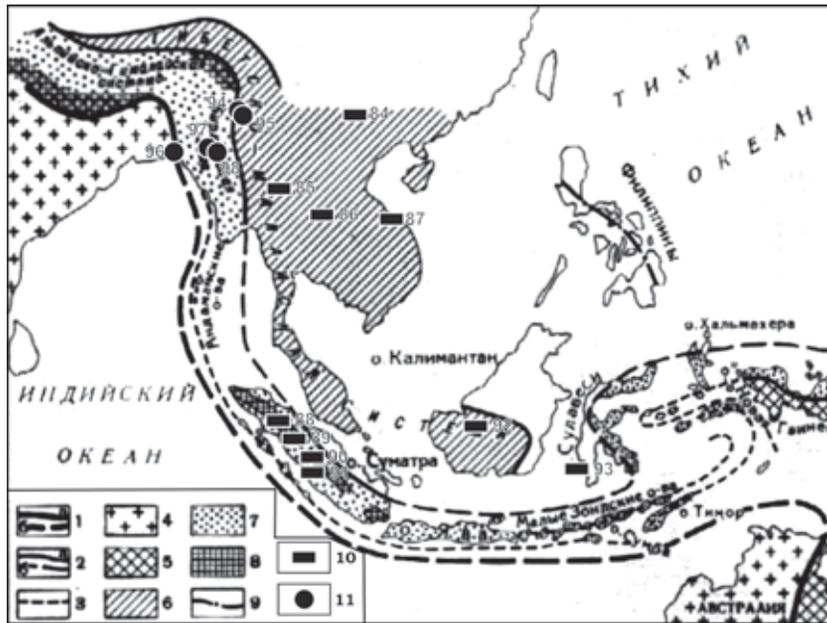


Рис. 3. Расположение месторождений и отдельных рудопроявлений урана в восточной части Альпийско-Гималайского пояса. Основа – по В. И. Соболевской, 1966 [9] с изменениями, положение урановых проявлений по [12]

1 – границы Гондваны (а – установленные, б – предполагаемые); 2 – границы Альпийско-Гималайского пояса (а – установленные, б – предполагаемые); 3 – активные вулканические дуги; 4 – древние кратоны; 5 – эпипалеозойские плиты; 6 – области развития мезозойской складчатости; 7 – области развития альпийской складчатости; 8 – палеозойды в альпийской складчатой зоне; 9 – разломы; 10, 11 – урановорудные объекты и площади: 10 – песчанниковые (84 – месторождение Биньдьюонг; 85 – Сев. Таиланд, 86 – плато Хорат, 87 – бассейн Нонгшон, месторождение Кхехоа-Кхекао и др., 88 – Сиболга, 89 – бассейн Омбайлин, 90 – Центральной Суматра, 91 – Муэйра, 92 – Мелави, 93 – Марос-Гова), 11 – неясного генезиса (94 – Паонпъин, 95 – Кьяукпхигон, 96 – Кьяуксин, 97 – Магуэ, 98 – Таунвингуи)

дения в связи с зонами грунтового и пластового окисления (Хасково, Момино и др.), среди позднемiocен-плиоценовых эндогенных образований месторождения Бык и Бештау (Кавказ), Ханнешин (Афганистан). Наблюдается «омоложение» возраста оруденения с запада на восток, характерное для других типов эндогенных месторождений. Наиболее крупные месторождения связаны с альбитизированными метаморфизованными песчаниками позднепермского возраста. Отмечаются рудные скопления сложного генезиса, возникшие при сочетании как первичных факторов рудогенеза, так и последующих изменений наложенного характера за счет позднепалеозойского вулканизма и мезозойского магматизма.

Присутствие в породах перми сингенетического и эпигенетического органического вещества сделало этот стратиграфический уровень своеобразным протяженно-прерывистым маркером, главным образом в западной и центральной части АГП. Восточная часть пояса в этом отношении мало исследована.

Продуктивная позднеолигоцен-раннемiocеновая эпоха в АГП обязана проявлению континентального вулканизма кислого состава (месторождения в Родопах, Ергени-Мангышлакская группа месторождений на границе с поясом).

Урановая продуктивность неоген-четвертичной эпохи обусловлена главным образом тектоническим фактором (альпийским диастрофизмом). В эту эпоху усилилась динамика кислородсодер-

жащих поверхностных, грунтовых и пластовых вод в депрессионных структурах, а также трещинно-жильных вод в сформированных массивах изверженных и кристаллических пород в основании и в обрамлении этих структур. Возникновение большинства урановых проявлений в восточной части АГП обязано именно данной эпохе.

Перспективы ураноносности. Урановое оруденение Альпийско-Гималайского пояса развито довольно широко, но неравномерно, что, по всей видимости, отражает степень его изученности. Наибольшее количество месторождений расположено в блоке на пересечении общего пояса субширотной ориентировки (50° – 60° с. ш.) с субмеридиональной полосой между 20° и 30° в. д. на территории Словакии (Западные Карпаты), Румынии (Восточные Карпаты), Болгарии (Стара Планина, Родопский срединный массив). Второй по рудонасыщенности Кавказский блок расположен между 40° и 50° в. д. и центральной осью пояса по 45° с. ш. Заметное количество малых месторождений и рудопроявлений урана установлено в Итальянских Альпах.

Выявленные объекты входят (с известной степенью условности) в состав эндогенных, экзогенных и полигенных типов уранового оруденения. Первые относятся в основном к ларамийской, а также к кайнозойской эпохе рудогенеза, вторые к кайнозойской и в меньшей мере к древнекеммерийской эпохам.

На основании проведенного металлогенического анализа ранее в АГП выделялось десять урано-

ворудных и потенциально урановорудных районов (Люблянский, Словацкий, Восточно-Карпатский, Западно-Банатский, Восточно-Банатский, Балканский, Родопский, Северо-Кавказский, Сулеймановский) [3]. Выполненные исследования на ряде территорий в границах российского сектора пояса позволяют дать предварительную оценку возможности промышленного освоения его урановых объектов.

Северо-Кавказский потенциально урановорудный район. Район расположен в пределах антиклинория Большого Кавказа, в ядре которого размещаются породы докембрия и палеозоя, а на крыльях мезозойско-кайнозойские толщи. Металлогенический облик территории определяется тремя рудными эпохами: позднегерцинской, раннеальпийской и позднеальпийской. В районе известны малые месторождения различной формационной принадлежности – стратиформные фосфорно-урановые, медно-урановые, ураново-битумные (Даховское, Бамбакское, Пскентское, Гидамское, Аксаутское, Эшкаконтское, Гизельдонское Быкогорское и Бештаугорское). Прогнозные ресурсы урана кат. P_3 составляют около 50 тыс. т.

Следует полагать, что имеющиеся достоверные данные по геологии и ураноносности Кавказа, Предкавказья и Закавказья не позволяют рассматривать этот регион как урановорудную провинцию с высокими перспективами выявления крупных урановых месторождений. Вместе с тем нужно иметь в виду, что, как и на других территориях АГП, здесь остается недоизученным ряд направлений и площадей, которые могут представлять интерес. Учитывая, что российская часть Кавказа издавна традиционно является здравницей страны (знаменитые источники Кавказских Минеральных Вод), а экологические аспекты обширной курортной зоны ограничивают проведение в ней геологоразведочных работ, в ближайшем будущем вряд ли целесообразны дальнейшие специализированные работы, направленные на выявление новых урановых месторождений.

Ергенинский потенциально урановорудный район. Находится в пределах сочленения Сальско-Маньчской гряды и Ургенинского уступа. Рудомещающими породами являются отложения морской глинистой формации с костным детритом майкопского времени (P_3-N_1)мк. Ураноносные образования («рыбные слои») заключены в породах нижнекалмыцкой подсвиты (P_3^3 кс₁). Руды комплексные, наряду с ураном, включают фосфор и редкие земли [16]. В пределах района установлены 13 месторождений, 38 рудопроявлений и 25 проявлений минерализации, в том числе крупные залежи Степновская, Центральная, Яшкульско-Троицкая, Воробьевская, Нугринская, Северо-Харабулукская, Прудово-Южнобуратинская, Багабурульская, Шаргадыкская, Богородская и Цубукская. Прогнозные ресурсы урана кат. P_3 составляют 75 тыс. т. Ергенинский урановорудный район следует рассматривать в качестве промышленного резервного. После геолого-экономической оценки добычные работы возможно осуществлять как горным способом, так и методом скважинной гидродобычи.

Перспективность промышленной ураноносности Ергенинского урановорудного района заключается не только в развитии на его территории комплексных фосфор-редкометалльно-урановых руд (майкопский тип), но также и в том, что страти-

графически выше в западной части района и далее на север в миоценовых отложениях древней речной системы установлены многочисленные проявления урана палеодолинного типа, условно объединенные в *Палеодонской потенциально урановорудный район (месторождение урана Балковское)*.

Палеодонской потенциально урановорудный район охватывает выходы средне-верхнемиоценовых отложений, формирующих структуру палео-Дона. Наряду с *Балковским месторождением* урана, в терригенных отложениях яшкульской свиты миоцена выявлен целый ряд рудопроявлений. Прогнозные ресурсы урана кат. P_3 составляют около 80 тыс. т.

Выводы. В пределах АГП каждая последующая тектоническая и тектоно-магматическая активизация приводила к новой миграции и регенерации накопленного в породах до этого рудного вещества. В благоприятных природных «ловушках» (различные барьеры – геохимические, температурные и т. д.) происходило его концентрирование до промышленных содержаний (Бихорский и мн. др. урановорудные районы).

На территориях, примыкающих к АГП, при активизационных процессах имело место оживление гидродинамики пластовых и грунтовых вод, и при благоприятном расположении артезианских бассейнов (наличие источников урана в областях питания, аридный климат и т. п.) формировалось гидrogenное урановое оруденение (*месторождения Гамр, Кенигштайн* и др.).

Полученные авторами новые данные вносят определенные коррективы в сделанные ранее построения [3] с дальнейшей целью изучения ураноносности выделенных при металлогеническом анализе перспективных территорий в пределах АГП.

1. *Аранов Ю.А.* Урановорудные месторождения альпийской части Средиземноморского подвижного пояса // *Материалы по геологии урановых месторождений: Информ. сб. Вып. 72.* – М., 1982. – С. 3–47.
2. *Афанасьев А.М.* Урановые месторождения Карпатской дуги // *Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов: Информ. сб. Вып. 153.* – М., 2009. – С. 50–59.
3. *Афанасьев А.М., Миронов Ю.Б.* Урановорудные формации Альпийско-Гималайского пояса // *Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов: Информ. сб. Вып. 158.* – М., 2012. – С. 102–114.
4. *Бузовкин С.В., Миронов Ю.Б.* Современные классификации урановых месторождений и возможности их использования // *Тезисы Второго Междунар. симп. «Уран: ресурсы и производство».* – М.: ВИМС, 2008. – С. 26.
5. Геологическая карта Мира 1 : 15 000 000 / ред. Б.Я. Яцкевич. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2000.
6. Геология и рудные месторождения Среднего Востока // *Геология и полезные ископаемые зарубежных стран.* – М.: Недра, 1973. – 381 с. (Труды НИЛЗАРУБЕЖГЕОЛОГИЯ, Вып. 24).
7. *Данчев В.И., Стрелянов Н.П.* Экзогенные месторождения урана. – М.: Атомиздат, 1979. – 243 с.
8. *Лаверов Н.П., Смилкстин А.О., Шумилин М.В.* Зарубежные месторождения урана. – М.: Недра, 1983. – 320 с.
9. *Магакьян И.Г.* Металлогения (главные рудные пояса). – М.: Недра, 1974. – 304 с.
10. *Миронов Ю.Б., Бузовкин С.В.* Уран Юго-Восточной Азии // *Тезисы Третьего Междунар. симп. «Уран: геология, ресурсы, производство».* – М.: ФГУП «ВИМС», 2013. – С. 101–103.

11. Образование месторождений урана: Труды симпозиума по образованию месторождений урана / под ред. Я.Д. Готмана и А.Н. Еремеева. — М.: Мир, 1976. — 762 с.
12. Печенкин И.Г., Грушевой Г.В. Металлогения ураноносных осадочных бассейнов Евразии. — М.: РИС «ВИМС», 2015. — 224 с.
13. Твалчрелидзе Г.А. Рудные провинции мира (Средиземноморский пояс). — М.: Недра, 1972. — 343 с.
14. Тектоническая карта Европы и смежных областей 1 : 10 000 000 / ред. В.Е. Хаин. — М., 1979.
15. Хаин В.Е. Региональная геотектоника. Альпийский средиземноморский пояс. — М.: Недра, 1984. — 344 с.
16. Шарков А.А. Условия образования и генезис стратиформных ураново-редкометаллических месторождений Восточного Паратетиса. — М.: РосГео, 2011. — 184 с.
17. Шумилин М.В. Историческая металлогения урана (опыт глобального анализа). — Иркутск: Изд. ООО «Ре-процентр», 2015. — 255 с.
18. Эпохи уранового седиментогенеза черносланцевого типа в осадочных бассейнах Земли / А.М. Карпунин, Ю.Б. Миронов, С.В. Бузовкин, Н.Н. Соболев // *Отечественная геология*. 2012. № 1. — С. 18–28.
19. Dahlkamp F.J. Uranium Deposits of the World — Asia. 2008. Vol. 1. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag. — 508 p.
6. Geology and ore deposits of the Middle East. *Geology and minerals of foreign countries*. Moscow: Nedra. 1973. 381 p. (Trudy NILZARUBEZHGEOLGIYA, Iss. 24). (In Russian).
7. Danchev V.I., Strelyanov N.P. Ehkzogennyye mestorozhdeniya urana. [Exogenous uranium deposits]. Moscow: Atomizdat. 1979. 243 p.
8. Laverov N.P., Smilkstin A.O., Shumilin M.V. Zaru-bezhnyye mestorozhdeniya urana [Foreign uranium deposits]. Moscow: Nedra. 1983. 320 p.
9. Magak'yan I.G. Metallogeniya (glavneyshie rudnye poyasa) [Metallogeny (the main ore belts)]. Moscow: Nedra. 1974. 304 p.
10. Mironov Yu.B., Buzovkin S.V. Uranium of Southeast Asia. *Theses of the Third International Symposium "Uranium: geology, resources, production"*. Moscow: FGUP "VIMS." 2013. Pp. 101–103. (In Russian).
11. Obrazovaniye mestorozhdeniy urana: Trudy simpoziuma po obrazovaniyu mestorozhdeniy urana [Uranium deposits: Proceedings of the symposium on the formation of uranium deposits]. Ed. by Ya.D. Gotman, A.N. Eremeev. Moscow: Mir. 1976. 762 p.
12. Pechenkin I.G., Grushevoy G.V. Metallogeniya uranono-snykh osadochnykh basseynov Evrazii [Metallogeny of uranium-bearing sedimentary basins of Eurasia]. Moscow: VIMS. 2015. 224 p.
13. Tvalchrelidze G.A. Rudnye provincii mira (Sredizemnomorskiy poyas) [Ore provinces of the world (Mediterranean belt)]. Moscow: Nedra. 1972. 343 p.
14. Tektonicheskaya karta Evropy i smezhnykh oblastey 1 : 10 000 000 [Tectonic map of Europe and allied areas 1:10,000,000]. Ed. by V.E. Hain. Moscow. 1979.
15. Hain V.E. Regional'naya geotektonika. Al'piyskiy sredizemnomorskiy poyas [Regional geotectonics. Alpine Mediterranean belt]. Moscow: Nedra. 1984. 344 p.
16. Sharkov A.A. Usloviya obrazovaniya i genezis stratiformnykh uranovo-redkometall'nykh mestorozhdeniy Vostochnogo Paratetisa [Conditions of formation and genesis of stratiform uranium-rare metal deposits of Eastern Paratethys]. Moscow: RosGeo. 2011. 184 p.
17. Shumilin M.V. Istoricheskaya metallogeniya urana (opyt global'nogo analiza) [Historical metallogeny of uranium (experience of global analysis)]. Irkutsk: Izd. ООО "Reprocentr". 2015. 255 p.
18. Karpunin A.M., Mironov Yu.B., Buzovkin S.V., Sobolev N.N. Epochs of uranium sedimentogenesis of black shale type in sedimentary basins of the Earth. *Otechestv. Geologiya*. 2012. No 1, pp. 18–28. (In Russian).
19. Dahlkamp, F.J. 2009: *Uranium Deposits of the World — Asia. Vol. 1*. Berlin—Heidelberg: Springer-Verlag. 508.

Миронов Юрий Борисович — доктор геол.-минер. наук, зав. отделом, ВСЕГЕИ¹. <Yuri_Mironov@vsegei.ru>
 Карпунин Анатолий Михайлович — канд. геол.-минер. наук, ст. науч. сотрудник, ВСЕГЕИ¹. <Anatoly Karpunin@vsegei.ru>

Mironov Yuriy Borisovich — Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Head of the entire department, VSEGEI¹.
 <Yuri_Mironov@vsegei.ru>
 Karpunin Anatoliy Mihaylovich — Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Senior Researcher, VSEGEI¹.
 <Anatoly Karpunin@vsegei.ru>

¹ Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ). Средний пр., 74, Санкт-Петербург, 199106, Россия.
 A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI). 74 Sredny Prospect, St. Petersburg, 199106, Russia.