

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аэрокосмические методы геологических исследований / под ред. А.В. Перцова. – СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕ-ГИИ, 2000. – 316 с.
2. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г., Назаров В.Н., Кузнецов А.С. Дистанционные методы геологических исследований, прогноза и поиска полезных ископаемых (на примере Рудного Алтая). – Томск: СГТ, 2007. – 228 с.
3. Коробейников А.Ф., Масленников В.В. Закономерности формирования и размещения месторождений благородных металлов в черносланцевых толщах Северо-Восточного Казахстана. – Томск: Изд-во ТГУ, 1994. – 337 с.
4. Ермоленко А.Е. Геолого-структурные условия формирования золоторудных месторождений в центральной части Зайсанской складчатой системы: дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Томск, 1988. – 240 с.
5. Ананьев Ю.С., Коробейников А.Ф. Метасоматизм и благородно-металльное оруденение в черносланцевых толщах Западной Калбы. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 206 с.
6. Ваганов В.И., Иванкин П.Ф., Кропоткин П.Н. и др. Взрывные кольцевые структуры щитов и платформ. – М.: Наука, 1985. – 200 с.
7. Булин Н.К., Афанасьева Н.А., Проняева Е.А., Эрглис Е.И. Глубинное строение территории Юго-Западного Алтая по сейсмологическим данным // Советская геология. – 1969. – № 4. – С. 97–109.
8. Любецкий В.Н. Глубинное строение и районирование Иртыш-Зайсанской складчатой системы по геофизическим данным // Известия вузов. Геология и разведка. – 1965. – № 12. – С. 3–14.
9. Щерба Г.Н., Дьячков Б.А., Нахтигаль Г.П. Металлогения Рудного Алтая и Калбы. – Алма-Ата: Наука, 1984. – 240 с.
10. Нусипов Е.Н., Оспанов А.Б., Шашилов В.И. и др. Глубинное строение орогенов Гиндукуша, Памира, Тянь-Шаня и Казахского Щита // Сейсмические исследования земной коры: Сб. докл. Междунар. науч. конф. – Новосибирск, 2004. – С. 361–369.
11. Нарсеев В.А., Гостев Ю.В., Захаров А.В. и др. Бакырчик (геология, геохимия, оруденения). – М.: ЦНИГРИ, 2001. – 174 с.
12. Калинин Ю.А., Ковалев К.Р., Наумов Е.А., Кириллов М.В. Золото коры выветривания Суздальского месторождения (Казахстан) // Геология и геофизика. – 2009. – Т. 50. – № 3. – С. 241–257.
13. Нарсеев В.А. К дискуссии о генезисе руд карлинского типа. Суздаль-тренд, Юго-Западный Алтай // Руды и металлы. – 2002. – № 1. – С. 67–70.
14. Гальперов Г.В., Журавлев Е.А., Константинов М.М., Аристов В.В. Космоструктурное моделирование золоторудных районов и узлов Верхоянской и Яно-Колымской складчатых систем // Руды и металлы. – 2006. – № 5. – С. 19–22.
15. Журавлев Е.А. Критерии прогноза золоторудных узлов Яно-Колымской складчатой системы по данным дешифрирования космических снимков // Руды и металлы. – 2009. – № 5. – С. 53–58.

Поступила 17.05.2010 г.

УДК 553.493(575)

ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДОМЕЗОЗОЙСКОГО ЮЖНОГО И СРЕДИННОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

Б.И. Мирходжаев

НИИ «Гидроингео», г. Ташкент, Узбекистан
E-mail: mirbax@rambler.ru

Все урановые месторождения локализованы либо в докембрийско-нижнепалеозойском фундаменте либо в мезозой-кайнозойском чехле. Генетически они подразделяются на три класса: эндогенный, экзогенный и полигенный. Принимая во внимание то, что основным и наиболее изученным промышленным типом является экзогенный, научные изыскания были посвящены месторождениям двух оставшихся классов – эндогенному и полигенному. Некоторые типы руд этих классов нередко рассматриваются как «нетрадиционные» типы уранового оруденения.

Ключевые слова:

Геология, геохимия, минералогия, типы месторождений урана, модели образования, полигенные месторождения.

Key words:

Geology, geochemistry, mineralogy, class of uranium deposits, formation models, polygenic deposits.

Введение

Узбекистан по ресурсам урана входит в десятку крупнейших стран мира. Месторождения и рудопроявления радиоактивного металла географически локализованы на западе страны в горных сооружениях Южного Тянь-Шаня и на востоке – в Чаткало-Кураминском регионе Срединного Тянь-Шаня. В настоящее время основным промышленным типом являются месторождения «песчаникового» типа, проблемным вопросам геологии, технологии добычи и переработки которых посвящены многочисленные научные труды [1–3 и др.]

Поэтому, в данной статье внимание уделено так называемым нетрадиционным для Узбекистана типам уранового оруденения, пространственно и генетически связанного с «чёрными» и «зелёными» сланцами, а также с гранитоидами субщелочного состава и вулканогенными породами кислого ряда. На приведённом рисунке наглядно показаны площади развития таких сланцев.

В геологическом отношении урановые залежи Центральных Кызылкумов Южного Тянь-Шаня размещаются в самых древних углеродисто-вулканогенно-кремнистых породах рифей-ордовикско-

го возраста, а в Срединном Тянь-Шане – в вулканогенных породах пермского периода.

Месторождения урана Южного Тянь-Шаня

В западных отрогах Южного Тянь-Шаня сосредоточены основные месторождения и рудопроявления урана. Породы, вмещающие рудный металл, стратиграфически относятся к разновозрастным толщам (табл. 1), сформировавшимся в разных геодинамических условиях, прошедших несколько этапов своей эволюции и, поэтому, содержащих разное количество радиоактивной руды.

Наиболее древние толщи, слагающие комплекс основания (ауминзинская свита и её аналоги) были метаморфизованы в эпидот-амфиболитовой и амфиболитовой фациях предорогеной или собственно-геосинклинальной I стадии по [4, 5] магмато-метаморфических процессов. Эта стадия предшествует становлению гранитоидов и характерна для офиолитовых и вулканогенных складчатых поясов.

Мы предполагаем, что поднимающиеся к поверхности Земли высокотемпературные флюиды, с одной стороны подвергли толщи метаморфизму, а с другой – содержали рудогенные металлы, которые в зависимости от состава вмещающих пород рассеивались и/или аккумулировались в них. Например, геосинклинальная стадии представлена не только вулканогенными породами основного состава, но и породами аспидной формации, которые благодаря своему специфическому углеродсодержащему составу сыграли роль нейтрализаторов рудосодержащих трансмагматических растворов. При этом, такие тяжёлые металлы как Co, Ni, Sn, Mo, Cu, Au, Ag, U рассеялись в объёме этой формации без рудообразования, и тем самым отразили особенность первого этапа формирования урановой минерализации.

Позднее, в верхнем рифее создаются условия для образования терригенных отложений, существенно обогащённых органическим веществом (тасказганская свита и её аналоги) и формирующихся в пределах активных окраин континентов.

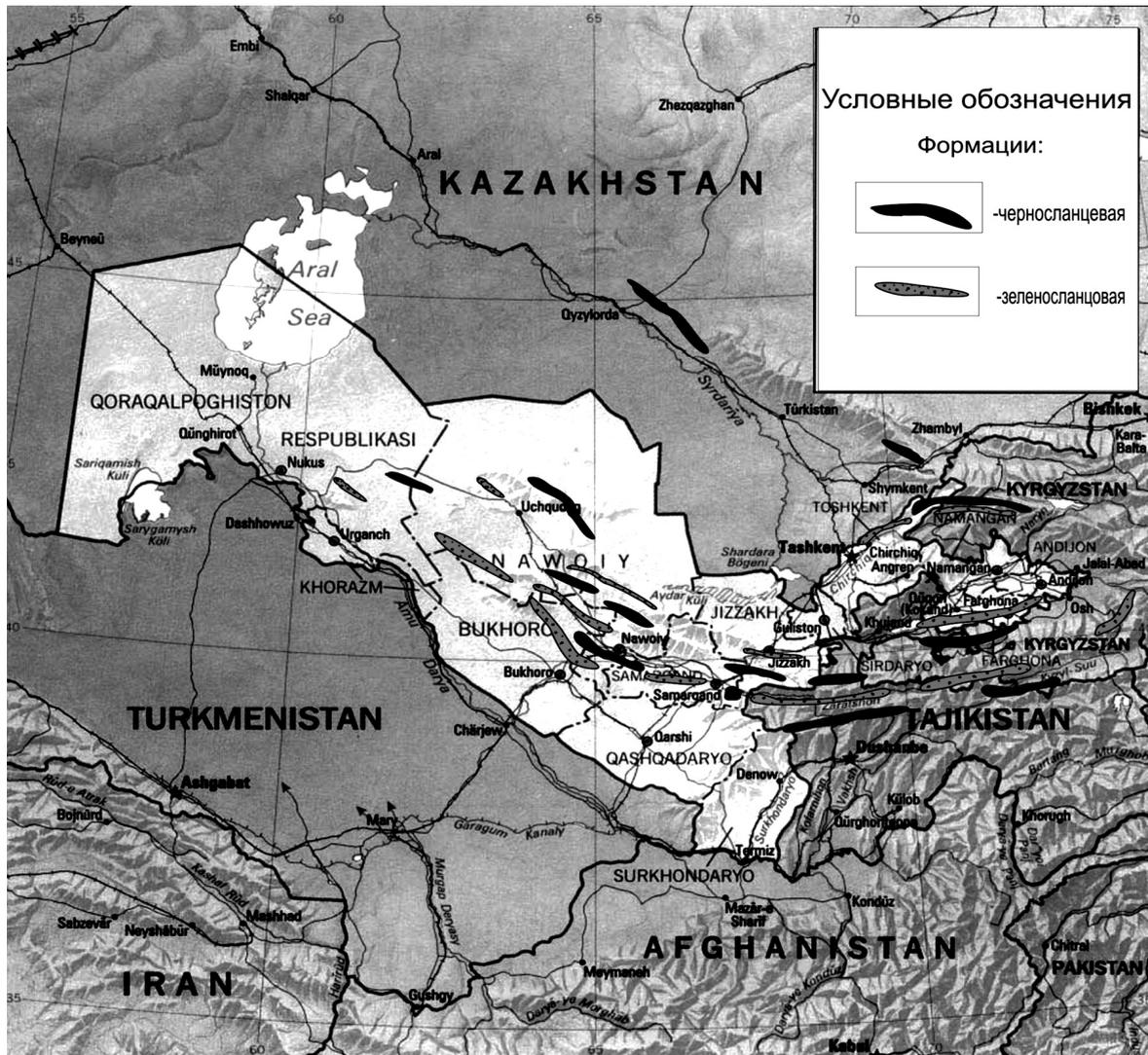


Рисунок. Поля размещения ураноносных сланцев (вне масштаба)

Натровая тенденция I стадии постепенно сменяется натро-калиевой, что фиксирует начало раннеорогенной II стадии формирования земной коры континентального типа, сопряжённой с развитием кварцевых диоритов и плагиигранитов. Тепловой поток этой стадии метаморфизует уже литифицированных к этому времени отложений в условиях зеленосланцевой фации с выносом Na и рудных элементов из нижнего комплекса метаморфического основания и концентрацией их в верхней углеродсодержащей толще с формированием стратиформных месторождений (тип А, табл. 2).

Дальнейшая история геологического развития связана с орогенной или гранитной III стадией эволюции земной коры. В течение последней формируются отложения флишоидной формации, которая наиболее ярко проявилась в карбонатно-терригенных породах с доминированием глинистых отложений (бесапанская свита и её аналоги). На

этой стадии происходит изменение флюидного режима гидротермальных растворов в сторону усиления окисленных компонентов (H₂O, CO₂). Такая геохимическая обстановка способствует активной миграции не только петрогенных, но и рудогенных элементов, в результате которой происходит их перераспределение с привносом Rb, Zr, La, U, Au, Ag и выносом Li, V, Mo, Sn.

Площадная миграция рассеивает рудные элементы, а вертикальная перераспределяет тяжёлые металлы между породами различной степени метаморфизма: в биотит-хлоритовой зоне концентрируются такие элементы как Au, Sn, W, Cu, а в низкотемпературной зоне – U, Mo и редкоземельные, но их содержание в этом процессе не достигает промышленных масштабов. Основная часть (до 80 %) урана и редких элементов локализуется в черносланцевой формации, а золотое оруденение – в зеленосланцевой.

Таблица 1. Принципиальная схема стратиграфии и метаморфизма образований зеленосланцевой и черносланцевой формаций

Геологический возраст (млн л)	Свита	Формация	Составляющие формаций	Минеральные парагенезисы	Фации метаморфизма	
V-O (477...650)	Бесапанская и её аналоги	Зеленосланцевая	Метатеригенно-сланцевая	Хл+сер+аб+кв± прен+орг	Зеленосланцевая фация	
R ₃ (800...1200)	Тасказганская и её аналоги	Черносланцевая	Углеродисто-глинисто-карбонатно-кремнистая	Би±му+хл+аб+кв±сглф+крб+орг		T≥400 °C P ₃ =3...4 кбар
			Углеродисто-вулканогенно-карбонатно-кремнистая	Би+акт+хл+аб+му+крб+орг		Биотит-мусковитовая, зеленосланцевая субфация T=400...600 °C P ₃ =5...6 кбар
R ₁₋₂ (1450...2200)	Ауминзинская и её аналоги	Черносланцевая	Метаморфический комплекс основания	Би+эп+амф± глф+аб+му±ан± гр±анд±корд+орг	Эпидот-амфиболитовая, амфиболитовая фации T=550...800 °C P ₃ =3...7 кбар	

Условные обозначения: хл – хлорит, сер – серицит, аб – альбит, кв – кварц, прен – пренит, орг – органическое (углеродистое) вещество, акт – актинолит, му – мусковит, крб – карбонаты, амф – амфибол, глф – глаукофан, сглф – субглаукофан, ан – андезин, гр – гранат, анд – андалузит, корд – кордиерит.

Таблица 2. Основные геолого-промышленные типы уранового оруденения*

Класс	Тип	Рудные формации	Минеральные парагенезисы	Генетическая, парагенетическая зависимость
Полигенный	A Стратиформный	Уран-ванадий-углеродистая	Настуран+каолинит+карнотит+барит+С _{орг}	Собственно чёрные сланцы, а также С _{орг} -содержащие осадочные породы
	B Метаморфогенный	Сульфидно-урановая	Настуран+серицит+хлорит+гематит+пирит+кварц	Метаморфизм С _{орг} -содержащих пород и субщелочных гранитоидов
	C Инфильтрационный	Уран-ванадий-сульфидная	Карнотит+туямунит+отенит+гётит+пирит+молибденит+монтмориллонит	Рудоформирующая роль пластовых вод в чёрных сланцах и гранитоидах
Эндогенный	D Гидротермальный	Уран-флюорит-карбонатная	Настуран+флюорит+галенит+сфалерит+пирит+молибденит+карбонат+мусковит	Грейзенизация гранитов как основной процесс рудообразования
		Уран-молибден-гематитовая	Настуран+молибденит+галенит+пирит+гематит+кальцит+кварц+хлорит	Околорудные изменения в связи с кварцевыми порфирами и гранит-порфирами
	Уран-сульфидная	Урановая смолка+сульфиды+флюорит	Вулканы кислого состава, слагающие кальдеры и неки палеовулканов	

*Составлено с использованием материалов «Урангеология», г. Ташкент, ВИМС, ВСЕГЕИ.

Динамотермальный метаморфизм герцинской эпохи складчатости заметно повысил концентрацию рудных элементов в обеих формациях и, что очень важно, создал системы трещин в породах фундамента, которые в перспективе и послужили рудоподводящими каналами. Таким образом возникли урановые залежи (табл. 2) в чёрных сланцах (тип В, месторождение Джантуар).

Кроме этого, в ранний мезозойский этап эти трещины способствовали интенсивному развитию коры выветривания в среднем до глубины 100...120 м, а по разломам – до 500...600 м. Впоследствии, в мел-палеогеновый этап формирования артезианских бассейнов, площади развития коры выветривания превратились в зоны окисления и сыграли важнейшую роль в формировании в породах фундамента инфильтрационного уранового оруденения (тип С, месторождения Рудное).

Данные по абсолютному возрасту уранового оруденения (настурана) дают следующие интервалы времени: 400, 180...190 и 8...10 млн л. При этом, первая цифра, видимо, отражает возраст сингенетического рудообразования, второй интервал – соответствует эпохе рудообразования, связанной с процессами выветривания, а третий – новейшей неоген-четвертичной эпохе формирования урановых месторождений [6, 10].

Месторождения урана Срединного Тянь-Шаня

Рудные залежи урана в Чаткало-Кураминских горах принципиально отличаются от выше описанных месторождений полигенного класса.

Урановое оруденение данного региона, локализованное на небольших глубинах от поверхности земли (300...500 м), сформировалось на заключительных этапах вулканической деятельности как результат поствулканических гидротермальных процессов и генетически связано с вулкано-интрузивными комплексами пород верхнепермского возраста.

Особенности геологии и петрологии Чаткало-Кураминского срединного массива изложены в трудах учёных-геологов [7–9 и др.]. Здесь мы ограничимся описанием некоторых важнейших особенностей формирования месторождений урана данного типа.

Такие месторождения и рудопроявления урана отнесены к классу эндогенных, а по типу считаются гидротермально-метаморфогенными (тип D). В структурном отношении месторождения имеют двухярусное строение: нижний ярус сложен гранитоидами основания и терригенно-карбонатными породами нижнепалеозойского возраста, а верхний – образует вулканический чехол. Основные рудные залежи сосредоточены в вулканогенных породах кислого состава, особенно в их туфовых разностях, характеризующихся высокой проницаемостью, пористостью и пониженными значениями прочности на сжатие (месторождение Чаули). Предполагается, что роль подземных вод в формировании месторождения является определяющей. В нижнем ярусе руды урана, как правило, отсутствуют.

Формирование рудных месторождений (в числе урановых) данного региона связывается с орогенной стадией метаморфических и магматических процессов, которые характеризовались сугубо калиевой тенденцией гидротермальных флюидов и риолит-гранитовым магматизмом.

В отличие от месторождения Чаули, рудную формацию которого можно характеризовать как сульфидно-урановую, другое месторождение Алтанга формируется в чёткой пространственной зависимости от разнообразных околурудных изменений – гематитизация, альбитизация, аргиллизация, карбонатизация, хлоритизация. Месторождение локализовано в экстрезивных куполах кварцевых порфиров и гранит-порфиров.

Третье известное месторождение данного класса Чаркасар относится к уран-флюоритовой формации и пространственно приурочено к зонам грейзенизации кислых гранитоидов. Месторождение стоит особняком в связи с высоким содержанием редких металлов, сопровождающих урановую минерализацию.

Хотя эндогенные месторождения Чаткало-Кураминских гор и отличаются друг от друга некоторыми геологическими условиями локализации урановых залежей, но основное урановое оруденение этого региона сформировалось приблизительно в одно и то же время – около 270...280 млн л. назад. Кроме этого, и в этом регионе также зафиксировано «молодое» урановое оруденение, связанное с альпийской эпохой складчатости и имеющее возраст 5...10 млн л.

Заключение

Важно подчеркнуть, что по геохимическим особенностям урановые руды Южного и Срединного Тянь-Шаня заметно отличаются друг от друга. Для Южного Тянь-Шаня рудоносность черносланцевой формации оценивается высоко, при этом органическое вещество является одним из основных концентраторов полезных элементов, таких как V, Cu, Au, Mo, Re, Pb, Zn, U. Из геохимических особенностей наиболее ярко проявлены – прямая корреляция $C_{орг}$ с V, U, Mo, P и обратная корреляция (часто резко отрицательная) U с Au. Отметим, что урановое оруденение фиксируется и в нижней части зеленосланцевой формации, содержащей пропластки углеродсодержащих пород, а также и в подстилающем комплексе основания. Но масштабы этого оруденения значительно уступают урановым залежам в собственно «чёрных сланцах».

Для Срединного Тянь-Шаня отчётливо проявляется прямая положительная корреляция урана и золота, что отражает генетическую связь уранового и золотого оруденения с вулканогенными породами кислого состава древних вулканических кальдер и некков. Формирование основной урановой минерализации, видимо, происходило в течении одного этапа рудообразования, тесно связанного с заключительным стадией герцинской эпохи тектоно-магматической активизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гольдштейн Р.И., Бровин К.Г., Каримов Х.К. и др. Металлогения артезианских бассейнов Средней Азии. – Ташкент: ФАН, 1992. – 272 с.
2. Каримов Х.К., Кушнеренко В.К., Шукин С.И. Региональная геохимия домезозойских формаций Центральных Кызылкумов. – Ташкент: ФАН, 1992. – 81 с.
3. Основы прогноза урановорудных провинций / под ред. Н.П. Лаврова. – М.: Недра, 1986. – 205 с.
4. Маракушев А.А. Метаморфическая петрология. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 256 с.
5. Маракушев А.А. Магматическое замещение и его петрогенетическая роль // Очерки физ-хим. петрологии. – Вып. 14. – М.: Наука, 1987. – С. 24–38.
6. Каримов Х.К. Ураноносные эпохи и важнейшие историко-эволюционные рубежи Земли // Узбекский геологический журнал. – 1988. – № 5. – С. 60–65.
7. Шаякубов Т., Далимов Т. Вулканизм Западного Тянь-Шаня. – Ташкент: ФАН, 1988. – 328 с.
8. Далимов Т., Троицкий В. Эволюционная геология. – Ташкент: ФАН, 2006. – 376 с.
9. Геология и полезные ископаемые Узбекистана / под ред. Т.Н. Далимова. – Ташкент: Университет, 1998. – 723 с.
10. Wallace Ch.A., Thorson J.P. Black Shale Source for Uranium in the Paradox Basin // Global Uranium Symposium U2009. – Keystone, CO USA, 2009. – P. 22–24.

Поступила 10.03.2010 г.

УДК 551.1/.4:551.583.13

ЦИКЛИЧНОСТЬ ТОРФООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА НА ЮГЕ ЛЕСНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В.А. Крутиков, Ю.И. Прейс, А.И. Кусков, Н.Н. Чередыко

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск
E-mail: preisuyi@rambler.ru; atnik3@rambler.ru

Определены количественные характеристики цикличности торфообразовательного процесса детально изученных торфяных разрезов юга лесной зоны Западной Сибири. Выявлено, что на временных рядах скоростей прироста и аккумуляции торфа, а также индекса влажности ведущая гармоника относится к низкочастотному диапазону и выделяются циклы порядка 500, 1000, 1500...1800, 2400 лет, аналогичные циклам, установленным для водных режимов западно-европейских и северо-американских болот.

Ключевые слова:

Цикличность, торфяная залежь, Западная Сибирь, голоцен.

Key words:

Cyclic, peat deposit, Western Siberia, Holocene.

В свете современного потепления климата актуально качественное прогнозирование водных режимов болот, определяющих скорость возобновления торфяных ресурсов и состояние окружающих природных объектов. Особенно это значимо для Западной Сибири, являющейся крупнейшим в мире торфяным бассейном. Прогнозирование состояния болот возможно на основе выявления цикличности их развития в голоцене.

Циклы различной длительности, накладываясь друг на друга, взаимодействуют, оказывая при этом резонансное либо тормозящее влияние на ход того или иного процесса, приводя к варьированию в пределах сотен лет дат наступления того или иного события даже в соседних районах. Поэтому, количественное измерение и математическое моделирование цикличности весьма затруднительно. Однако, бесспорно наличие некоторых общих черт, что позволяет выделять периодическую составляющую ландшафтно-климатических условий.

Главным в голоцене считают цикл длительностью около 1500...1800 лет [1]. Впервые периодичность такого порядка (1850 лет) установлена А.В. Шнитниковым [2] по закономерностям из-

менчивости общей увлажненности материков Северного полушария. Затем она неоднократно подтверждена в последующих исследованиях [3–10]. Этот цикл связывают с изменчивостью приливообразующих сил, открытой О. Петтерсеном [4] и имеющей подобную продолжительность. С так называемым «Парадом планет» разной конфигурации связывают 600- [11] и 179-летние [1, 12] циклы. Однако, вопрос о механизмах проявления этих циклических колебаний до настоящего времени остается открытым и требует дальнейших исследований.

Природная ритмика климата голоцена в Западной Сибири исследована для подзон средней тайги и лесостепи на основании его реконструкций по палинологическим данным 2-х торфяных разрезов (т.р.). Спектральным анализом палеоклиматических изменений в рядах июльских и январских температур продолжительностью в 2400 и 10000 лет выявлены гармонические составляющие с периодами продолжительностью в 3300, 1500...1800, 1300...1400, 500 и 300 лет и на их основании составлены уравнения для прогноза климата [13]. Описаны 1000- и 500-летний ритмы изменения состава растительности в голоцене на юге Западной Сибири [14].