

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО СССР

ЧТЕНИЯ ПАМЯТИ акад. Л. С. БЕРГА
16—18 марта 1971 г.

РИТМИЧНОСТЬ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ

(тезисы)

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕНИНГРАД
1971

Ответственный редактор
проф. А. В. ШНИТНИКОВ

А. В. Шнитников

РИТМЫ В ПРИРОДЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ ПУТИ ИХ ИЗУЧЕНИЯ

Ритмика природных явлений... С первого дня жизни человека, с первой его сознательной мысли и до последнего часа, ритмы в той или иной форме сопровождают его существование. День и ночь; месяц и год; сочетания ряда лет в сухих и теплых фазах или во влажных, многоводных и прохладных; ритмы землетрясений или солнечных и лунных затмений и многое другое в окружающей человека среде невольно и неизбежно оказывает свои влияния, зачастую весьма глубокие, на условия его существования.

И надо сказать, что человек никогда не проходит мимо тех природных явлений, которые проявлялись в виде ритмов тех или иных порядков. Уже с самой ранней поры существования человеческого общества человек стремился проникнуть в смысл ритмичности явлений окружавшей его природы, понять их причинность и какими-то доступными ему средствами и путями или воспользоваться ее следствиями, или противостоять им.

Не затрагивая таких «повседневных» ритмов, как суточные, месячные и годовые, которые всегда были неоспоримыми для человека на любом уровне его культурного становления, нельзя не отметить, что еще за тысячелетия до нашей эры египтяне и древние халдеи сумели точно установить продолжительность периодов лунных затмений, длительность которых они определяли близкими к 9 и 19 годам («Сарос» и «Большой Сарос»).

Прошли тысячи лет, прежде чем с такой же достоверностью люди установили иные природные ритмы — ритмы солнечной деятельности, так называемые 11-летние и 22-летние циклы солнечной активности.

И ритмы затмений, и ритмы солнечной активности — вполне закономерные природные явления. Однако первые из них — периодичны, вторые — цикличны. Периодичность подразумевает

равновеликость временных интервалов; таковы периоды затмений, зависящие от строгого соотношения между собой Земли, Солнца, Луны, неизменно повторяющиеся через одни и те же промежутки времени. 11-летние и 22-летние ритмы (приблизительно: первые — в пределах 7—15 лет, вторые — 21—24 лет) — цикличны: повторяемость их во времени недостаточно строга. Это определение весьма важно для всей теории ритмичности природных явлений.

Значение явлений ритмичности в природных явлениях очень наглядно проявляется в том стихийном развитии исследований в этой обширнейшей области наук о Земле и Вселенной, которое становится все более и более очевидным за последние 20 лет. Литература по вопросам ритмичности различных направлений постепенно становится поистине неисчерпаемой как в СССР, так и за рубежом. При этом лавина исследований в некоторых направлениях иногда не может не вызывать известной тревоги.

Такое положение в какой-то мере за последние годы создано в области изучения тех зависимостей, которые существуют между процессами и явлениями в климатологии, гидрологии, самых различных отраслях биологии и медицины с солнечной активностью в ее 11-летних циклах. Сотни исследований, непрерывно появляющихся в печати, устанавливают «отличные» зависимости анализируемых явлений от колебаний солнечной активности буквально в неисчислимом количестве путей как самого анализа, так и географического распределения явлений, что уже само по себе не может не вызывать острых сомнений.

Вместе с тем в настоящее время известно, что ряд явлений космического пространства, как, например, частота появлений комет или частота падения метеоритов (Е. В. Максимов, 1968) и некоторые другие, в том числе и сама солнечная активность, следуют той же 11-летней (а некоторые — 22-летней) цикличности.

Эти и целый ряд других соображений приводят нас к мысли о том, что 11-летняя, а возможно и 22-летняя цикличность представляет собой общую закономерность космического пространства. Другими словами, это процесс, присущий всем явлениям космического пространства, в том числе и явлениям ландшафтной оболочки в их изменчивости от многих лет до многих тысячелетий.

Возможно, что 22—23-летний цикл представляет собой такую же общую закономерность Космоса. Если же это хотя бы в какой-то мере так, тогда становятся гораздо понятнее как хорошие сходимости между собой многих явлений 11-летней цикличности, так и их различия или даже отсутствие взаимозависимости.

Изложенное выше представляет собой всего лишь один, хотя и весьма немаловажный, пример того, сколь существенным яв-

ляется в настоящее время научное проникновение в проблемы ритмичности природных явлений и ее закономерностей.

По существу лишь ритмичность природных явлений и ее строгие или нестрогие, но раскрытые закономерности представляют собой единственный реальный и конкретный путь научного предвидения естественных тенденций развития природных явлений в будущем.

Однако совершенно очевидно, что стихийное развитие массы личных исследований неизбежно требует коллективного обсуждения возникающих вопросов и получаемых итогов.

Поэтому совершенно не случайно в программы некоторых общественных совещаний от времени до времени включаются доклады на темы ритмической изменчивости природных явлений. Инициатива в этом отношении была прежде всего проявлена Географическим обществом Союза ССР.

Так, в программах всех совещаний по проблемам планетологии, организовывавшихся Обществом, начиная с третьего, включаются разделы по этим вопросам.

Сессия «Чтений памяти акад. Л. С. Берга», приуроченная к 90-летию со дня его рождения (1966), полностью была посвящена вопросам колебаний климата в аспекте именно их ритмической изменчивости; соответствующим этому направлению был выпущен и сборник этих «Чтений» (1968).

В значительной мере вопросам ритмики было посвящено рабочее совещание по колебаниям климата, проведенное в ноябре 1969 г. Институтом географии АН СССР.

Однако всего того, что было выполнено до настоящего времени в области проведения совещаний или симпозиумов по вопросам ритмичности в природных явлениях, совершенно недостаточно. Совершенно очевидно, что эта крупнейшая проблема в области наук о Земле требует все более высокого уровня организации исследований по ней, а это в свою очередь невозможно без серьезнейшего подведения итогов исследований прошлого времени для систематизации достигнутых результатов и представлений и разработки дальнейших целесообразных путей исследований с целью исключения элементов случайности, хаоса в работе и прямых ошибок, иногда весьма грубых и невольных.

В Географическом обществе СССР уже давно зародилась идея о необходимости созыва первого совещания, посвященного непосредственно обсуждению вопросов по проблеме ритмичности в природных явлениях.

Предполагается, что такое совещание, поскольку оно является первым, отнюдь не должно ставить перед собой необъятные задачи. Наоборот, на нем наиболее целесообразно рассмотреть небольшое количество вопросов, однако затрагивающих ритмы разных временных порядков,— от крупных геологических

циклов до наиболее коротких современных, именуемых внутри-вековыми и относящихся к различным средам Земли — земной коре и ландшафтной оболочке.

Одной из первостепенных задач такого совещания является рассмотрение и обсуждение ритмичности в природных явлениях с позиций самого существования ритмичности, в свете фактических материалов. Причину возникновения ритмичности в программу совещания, как правило, едва ли целесообразно включать, так как это чрезвычайно осложнило бы все его проведение из-за недостаточной обоснованности в настоящее время всей теоретической базы. Вместе с тем в отдельных случаях возможно обсуждение и тех природных причин, которые обуславливают возникновение ритмической изменчивости природных явлений.

Ни в коем случае нельзя пройти мимо того факта, что проблема ритмов в природных явлениях имеет как своих сторонников, достаточно убежденных и деятельных, так и противников, зачастую не менее убежденных.

Совершенно очевидно, что принципиальная сторона вопроса заключается совсем не в реальности или нереальности ритмов в природных явлениях, поскольку реальности их опровергнуть нельзя, так же как нельзя опровергнуть существования суток, месяца, года, или Земли, Солнца и Луны и их взаимодействия.

Дискуссия идет по вопросам характера проявлений тех или иных ритмов; закономерностей, определяющих их возникновение; возможности их закономерного выявления и установления конкретных причин их возникновения. Это — вопросы теоретической базы для дискуссии и в этом аспекте сама дискуссия вполне закономерна. Поэтому в подобных совещаниях вполне целесообразно и желательно участие широкого круга как сторонников, так и противников учения о ритмичности в природных явлениях.

Академик Л. С. Берг, как известно, относился критически к вопросам чисто формальной и строгой «периодичности в образовании осадочных пород». Но он защищал идеи 11-летней цикличности в геологических отложениях и «20—50-летней» ритмичности в колебаниях климата. Со времени его кончины прошло 20 лет. Именно за эти 20 лет вопросы ритмичности в природных явлениях получили наибольшее свое развитие и фактически превратились в учение, хотя еще и далекое от стройности. За эти же десятилетия появилось огромное количество новых фактических материалов как в сферах геологии и геоморфологии, так и в климатологии, гидрологии, как в областях астрономии, так и биологии. Все это дает возможность взглянуть на проблему ритмичности зачастую с совершенно новых более широких и более глубоких позиций. Широта кругозора Л. С. Берга как ученого, географа и биолога как нельзя более отвечает тем

обширным географическим перспективам, которые открываются на путях изучения природных ритмов.

Организованная и неорганизованная деятельность человеческого общества, обладающего ныне могучими средствами воздействия на природу, в отдельных случаях начинает уже заметно проявляться в природе. Изменяется природный лик планеты в отношении водных ресурсов и количественно, и качественно, и с позиций географического распределения поверхностных и подземных вод; изменяется состав атмосферы; не остается неизменным и растительный лик крупных территорий земного шара; даже воды Мирового океана начинают постепенно испытывать на себе влияние человеческой деятельности. Тем более важно не терять времени для изучения проблем ритмики природных явлений с целью получения реальных возможностей, не только предвидеть тенденции их дальнейшего природного развития, но и изыскания путей наиболее рационального преобразования природных явлений на пользу человечества. Знание ритмичности природных явлений и ее общей тенденции открывает реальные возможности предвидения будущего нашей природы.

И. В. Круть

О СУБОРДИНАЦИИ ЗЕМНОГО ПЛАНЕТНОГО ВРЕМЕНИ

1. В основу изучения периодичности процессов и ритмов в природе следует положить представление о времени как атрибутивном свойстве естественных тел. Такая конкретизация известного положения диалектического материализма о времени как всеобщей форме существования материи позволяет развивать специально-научные выводы о множественности видов времени — космических, физических, геологических, биологических.

2. Длению (по В. И. Вернадскому) Галактики (более 10 млрд. лет) субординировано дление Земли, которое в шкале физического атомного времени измеряется не менее чем в 4—5 млрд. лет. Земное планетное время в целом может выступать одной из крупнейших единиц космического гравитационного времени и определяет максимальную единицу геологического времени. Подсистемы Земли — ее физико-географическая и собственно геологическая оболочки — неравнозначны по времени; возраст литосферы близок к 4 млрд. лет, тогда как дление физико-географических процессов современного типа должно быть меньшим, что связано с генетической субординацией названных оболочек.

3. На более «глубоком» уровне организации Земли происходит подразделение на океанические и континентальные области, которое обозначилось не менее 1,5 млрд. лет назад, хотя время существования конкретных океанов и материков может быть значительно меньшим. По-видимому, на еще более глубоком уровне организуются такие геологические мегакомплексы, как складчатые пояса и платформенные области, дление которых составляет тектоно-магматические циклы продолжительностью 1000—500 млн. лет, что соизмеримо со всей детально разработанной ныне биостратиграфической шкалой («крупнейшей» единицей биологического времени). Комплексы более вы-

сокого порядка слагаются в литосфере сериями геологических формаций и близки к стратиграфическим группам и подгруппам; границы их в значительной мере совпадают с биостратиграфическими (по существу биогеоценотическими). Дление этих комплексов (Эратемы) близко к галактическому году (около 225 млн. лет). Исследование такого совпадения может иметь решающее значение для корреляции главных видов природного времени.

4. Земные объекты более глубоких уровней организации также имеют субординированные пространственные и временные границы. Для установления соотношений геолого-тектонического и биостратиграфического времен особенно важны структурно-вещественные объекты с длением в 40—80 млн. лет, для которых характерно установление сдвигов границ фаз в геологических разрезах. На более глубоком уровне можно выделять биогеоценотические формации и соответствующие им в географической оболочке ландшафты, которые определяют биостратиграфическое (биогеоценотическое) время. При высокой точности наблюдений чаще обнаруживается пространственно-временная неадекватность ископаемых и современных биоценозов (биозон и др.), с одной стороны, геологическим формациям и ландшафтам, с другой. По-видимому, на основе охарактеризованной таксономической иерархии времен в природе можно развивать более дробную дифференциацию единиц земного природного времени — стадий, фаз, импульсов и ритмов высоких порядков, которые все более уверенно коррелируются с естественными единицами космического и физического (гравитационного и атомного) времен.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ И РИТМЫ КАЙНОЗОЯ

Ритмостратиграфический метод позволяет представить сложную совокупность природных процессов четвертичного периода в виде ряда сменяющих друг друга явлений, в которых оледенения, межледниковья, трансгрессии, регрессии, изостатические движения земной коры, минимумы и максимумы солнечной радиации характеризуют естественную последовательность геологических событий, фиксирующихся в виде ритмов и циклов. Одной из существенных задач метода служит тщательный анализ процесса седиментогенеза, фаз оледенений, лёссо- и почвонакопления, изменений палеогеографической обстановки, чтобы определить в стратиграфическом разрезе ведущие ритмы, в рамках которых зарождался, протекал и завершался определенный этап развития земной коры. По данным В. А. Зубакова (1968), для антропогена Евразии типичным является крупный ритм, или, в нашей классификации, мезоритм продолжительностью 360—370 тыс. лет. Параллельно с В. А. Зубаковым нами были выделены сходные мезоритмы в антропогене Украины (на окраинах Донбасса) и в среднем течении Дуная.

В первом случае описаны два ритма, состоящие из чередования следующих слоев (снизу): погребенная почва, коричневый лёсс, серый лёсс, желтый лёсс и выше опять погребенная почва, коричневый лёсс, серый и желтый лёсс; общая мощность слоев в каждом ритме 8—10 м.

На правобережье Дуная, между гг. Лом и Русе, наблюдается следующий разрез антропогена (снизу):

ритм I: 1) песок грубозернистый с гравием, мощность 4—8 м; 2) суглинок желто-коричневый с включением журавчика, мощность 4—15 м;

ритм II: 3) песок, гравий и щебень, мощность 6—12 м; 4) суглинок коричневый и желтый, лёссовидный, мощность 14—17 м.

Весьма вероятно, что псаммиты 1-го слоя образовались при трансгрессии чаудинского моря, а псаммиты 3-го слоя — при трансгрессии древнезвксинского моря.

Продолжительность каждого из приведенных мезоритмов была определена ориентировочно в 330 тыс. лет. Такая цифра вытекала из предположения Пенка о том, что четвертичная ледниковая эпоха длилась 660 тыс. лет. В отношении респектабельного мезоритма В. А. Зубаков внес существенную поправку, повлиявшую на уточнение длительности циклов и ритмов в кайнозое. Остается нерешенным вопрос о том, к каким фазам геолого-географического развития приурочиваются начало и конец мезоритмов четвертичного периода. В. А. Зубаков выделяет три интервала: 965—605, 605—225 и 225—0 тысяч лет, характеризующихся закономерной последовательностью событий. «Все три интервала начинаются,— пишет В. А. Зубаков,— сильно выраженным двухфазным оледенением типа днепровского, длительностью около 50 тысяч лет. За ним следует длительное, около 60—70 тысяч лет, межледниковье одицовского типа. Затем — короткий, около 10—15 тысяч лет, но интенсивный ледниковый надвиг типа варты. После него — короткое, около 30 тысяч лет, но более теплое межледниковье земского типа. Затем снова двухфазное оледенение, длительностью около 60 тысяч лет. И, наконец, очень длительное, около 145 тысяч лет, межледниковье с тремя фазами похолодания, из которых средняя в ряде районов вполне может относиться к самостоятельному оледенению глючского типа 10—15 тысяч лет длительностью».

Установление границ между мезоритмами и ритмами в четвертичном периоде основывается на анализе оледенений и межледниковий; при этом учитываются экстремумы солярной кривой, отмечающей минимумы и максимумы солнечной радиации.

Вопрос о том, к какому моменту геологической истории относить начало мезоритмов, нельзя считать решенным. Представляется вполне естественным, что начало ритмов или во всяком случае ведущих мезоритмов должно более или менее совпадать с началом морских трансгрессий, находящихся почти всегда во взаимосвязи с уровнем океана. Пульсационные движения земной коры, вызывающие морские трансгрессии и регрессии, а также связанную с ними периодичность осадконакопления, обуславливаются геотектоническими факторами. Под воздействием тектонических процессов формируется также рельеф, меняются ландшафты и климат. Поэтому обязательным условием для ведущего мезоритма является увязка с морскими трансгрессиями и регрессиями.

Эвстатические колебания уровня Мирового океана проявляются на фоне изостатических движений земной коры.

В данном процессе участвуют волновые движения (ундации) крупного масштаба, охватывающие океанические впадины и континентальные области.

Сжатие Земли соответствует изостатическим погружениям дна океанов, сопряженным с подъемом континентов, при этом увеличивается амплитуда соответствующей планетарной ундационной волны. Опускание сопровождается регрессиями, похолоданием климата и оледенениями.

Расширение Земли проявляется в виде трансгрессий, потеплений климата и наступлением межледниковий. Преобладание восходящих движений на континентах при сжатиях Земли сопровождается формированием речных и морских террас. Чем выше в рельефе расположена терраса, тем к более древнему моменту четвертичной истории она относится. Однако это правило довольно часто имеет исключения: в зонах местных погружений — синклиналях, грабенах — образуются наложенные террасы. В этом случае наблюдается постепенное уменьшение уровней террас — при следовании от вложенных к наложенным, что иногда приводит к ошибочным определениям возраста.

При морских трансгрессиях и ингрессиях на континентах происходит подпруживание рек и аккумуляции аллювия. Обычно эрозионно-аккумулятивные уровни речных долин соответствуют эвстатическим подъемам уровня моря.

Периодизация истории развития Земли имеет непосредственное отношение к стратификации четвертичных отложений и в особенности к определению их нижней границы. Решение столь ответственного вопроса зиждется обычно на биостратиграфических, литостратиграфических и климатостратиграфических данных. Ритмостратиграфический метод содействует не только расчленению геологического разреза, но и реконструкции палеогеографической обстановки. В этом отношении представляет интерес анализ колебательных движений в кайнозое с целью выявления и сравнительной оценки специфических особенностей тектогенеза на грани неогена и антропогена.

Подобный анализ в планетарном плане выполнялся Б. Л. Личковым и В. Е. Хаиным. Эти исследователи продемонстрировали целый ряд отличительных признаков четвертичного периода, настолько эффективных, что может идти речь о начале новой тектонической фазы. В качестве живого примера мы кратко рассмотрим колебательные движения юга Русской платформы в кайнозое.

В палеогеновом периоде уровень Тетиса был высок, региональные трансгрессии на платформу чередовались с регрессиями, причем море наступало с интервалами около 9 млн. лет. Темпы опускания сохранялись устойчивыми, чрезвычайно медленными, порядка 6—10 м в один миллион лет. Климат палеогена был в общем теплым, а в бучакское время — субтропиче-

ским и тропическим, со средней годовой температурой 21—23° С. В конце олигоцена годовая температура снизилась до 17—18° С.

Неогеновая история геологического развития юга Русской платформы характеризуется прерывистым и очень замедленным отступанием Тетиса, при этом формируются нижнемиоценовая, тортоская, сарматская (иванковская) и мэотическо(?)—понтическая (новохарьковская) террасы. Наиболее крупные трансгрессии наступали через те же интервалы времени, что и в палеогене. Эти интервалы группируются в макроциклы (таблица).

Макроциклы кайнозоя

Макроциклы	Геологическое исчисление	Абсолютный возраст, млн. лет	
		по цикличности	по радиоактивным методам
	Четвертичный период	0—1,08	0—1
1	Плиоцен и мэотис	1,08—9,72	1—10
2	Сармат	9,72—17,4	
3	Тортон	17,4—26,0	
4	Нижний миоцен	26,0—34,7	10—34
5	Олигоцен	34,7—43,3	
6	Верхний эоцен	43,3—52,0	34—70
7	Средний и нижний эоцен	52,0—60,6	
8	Палеоцен	60,6—69,3	

На грани плиоцена и антропогена характер колебательных движений коры испытывает революционные преобразования. В этот момент происходит редкое в истории Земли грандиозное явление: активизация платформ с образованием эпиплатформенных геосинклинальных поясов и сокращение геосинклинальных областей, деградируют также шельфовые моря на платформах.

Отчетливо антропоген отделяется от плиоцена на Балканском полуострове. По данным Д. Яранова, главной причиной, почему здесь разделяют плиоцен-антропогеновый этап на два подэтапа — плиоценовый и антропогеновый, служит огромное различие в знаке и размере радиальных тектонических движений: они были преимущественно позитивными и значительно более интенсивными в антропогене, в то время как в плиоцене погружения играли значительную роль, а общие движения были сильно замедленными. «Четвертичный тектонический этап в развитии территории Болгарии,— пишет Д. Яранов,— был самым беспокойным в общем тектоническом развитии страны» (Д. Яранов, 1960).

Почти повсеместное прекращение нисходящих движений и начало исключительно энергичных восходящих движений на Балканском полуострове Д. Яранов относит к калабрию. Именно к этому моменту приурочены значительные изменения палеогеографической обстановки и климата. В стратиграфическом разрезе позднему калабрию соответствует накопление широко распространенных покровных галечников.

В начале четвертичного периода Добруджа также была поднята на 150 м выше современного уровня. Прямым следствием явилась интенсивная эрозионная деятельность в древнечетвертичное время (Н. Онческу, 1960). Таким образом, переход от плиоцена к новейшему периоду развития Земли на Балканском полуострове ознаменовался усилением восходящих тектонических движений и накоплением огромных масс галечников. Поздний калабрий соответствует поздневиллафранскому (скифскому) времени. В свете корреляции основных геологических событий плейстоцена, проведенных В. А. Зубаковым (1968), абсолютный возраст позднего калабрия определяется в 700—1000 тыс. лет. Для позднего апшерона в той же работе приводится абсолютный возраст 1060 ± 14 тысяч лет.

Теперь рассмотрим вкратце один из вариантов корреляции континентальных мезоритмов долины Днепра с морскими мезоритмами бассейна Понта. При изучении ритмичности антропогена среднего Днепра важно добыть доказательство о синхронности речных террас (имеется в виду время аккумуляции аллювия) и трансгрессий Понта. Значимость отдельных трансгрессий и ингрессий при расчленении и корреляции четвертичных отложений трактуется геоморфологами Украины различно. В обстоятельной сводке А. П. Ромодановой (1964) принцип соответствия террас Днепра ингрессиям Понта выдерживается лишь для одной карангатской трансгрессии, но не полностью соблюдается для двух наиболее крупных трансгрессий — чаудинской и древнезвксинской.

Детальные геоморфологические исследования долины Днепра все же допускают синхронизацию фаз аккумуляции аллювия с начальными этапами упомянутых трансгрессий.

В системе Днепра чаудинской трансгрессии соответствуют две террасы: Гуньковская и Градижская. В связи с отсутствием в разрезе Гуньковской террасы красно-бурых (скифских) глин и наличием фауны чаудинского века в озерно-болотных осадках Н. И. Дмитриев определил ее возраст как раннечетвертичный. Гуньковская терраса выражена спорадически и неясно; Градижская терраса, наоборот, имеет широкое распространение; ее аллювий содержит пресноводную фауну *Vivipara diluviana* Kunth и достигает мощности 15—18 м. Чаудинский этап укладывается, по-видимому, в два мезоритма. Первый мезоритм

(скифский) отвечает позднему калабрию — времени максимальной позднеапшеронской регрессии.

В этот кульминационный интервал времени проявляется мощная валахская тектоническая фаза. Во втором мезоритме (тираспольском) трансгрессия чаудинского моря выражена значительно заметнее. Наибольшие трудности возникают при выделении аллювия, синхронного ингрессии древнеэвксинского моря. Это можно объяснить тем, что флювиогляциальные отложения днепровского яруса, лежащие непосредственно под мореной или отделяемые от нее горизонтом лёсса и суглинков мощностью до 8—10 м, часто принимают за предледниковые осадки днепровского ледника.

Однако данную концепцию нельзя считать доказанной. Дело в том, что при детальном изучении псаммитов «подморенного флювиогляциала» по зернистости, диагональной слоистости и пр., автором, а также М. О. Мельник, установлены три фации песков: потоковая, золотая, смешанная. В верхней части песков преобладает золотая фация.

В потоковой фации рассеяна галька кристаллических пород, при этом песчаный материал плохо отсортирован. В подошве песков лежит плохо окатанная галька и небольшие глыбы песчаников и кварцитов бучакского яруса и сеномана. В золотой фации пески хорошо отсортированы, мелкозернистые, кварцевые, аналогичные по составу и зернистости пескам аллювия древнечетвертичной (Градижской) террасы Днепра. Мощность песков, находящихся в основании днепровского яруса, достигает 20 м, в среднем 12—14 м, в Каневском районе они залегают с глубоким размывом на отложениях бучакской и каневской свит палеогена. Изложенное свидетельствует о том, что во второй половине нижнего антропогена (т. е. в позднетираспольское время) район Среднего Приднепровья подвергался глубокой эрозии, связанной с позднечаудинской регрессией.

Заслуживает внимания заключительный этап среднечетвертичной эпохи в районе Среднего Приднепровья, детально изученного автором.

Днепровская морена здесь представлена кирпично-красным суглинком с галькой и валунами кристаллических пород; изредка встречаются обломки известняков девона. Предельный диаметр валунов 1,5 м. Среди руководящих валунов В. Н. Чирвинский выделяет аландский гранит, выборгский рапакиви, даларнский порфир и порфирит, кристаллические сланцы и пр. Максимальная мощность морены 8 м. В отличие от нижележащих отложений, морена не участвует в чешуйчатой складчатости Каневских дислокаций, тем не менее она полого дислоцирована и залегает в пределах дислоцированного плато на абсолютных отметках от +90 до +220 м. Морена вовлечена только в пологую складчатость. Основываясь на наличии

складок — взбросов с амплитудой 160 м, мощность ледника намечается в 700—800 м. В стадию таяния днепровского ледника формировалась овражная система вместе с громадными оползнями, получившими название палеовюрмских. После таяния ледника в оврагах отложились валуны и щебень (вторичная морена), а также флювиогляциально-аллювиальные мелкозернистые пески мощностью до 8 м. Времени аккумуляции этих пострисских песков соответствует ингрессия Карангатского моря и начало одицовского межледниковья. На примере Среднего Приднепровья подтверждается вывод А. В. Шнитникова о том, что морские и океанические трансгрессии соответствуют теплым, сухим и длительным материковым фазам, а регрессии — материковым прохладно-влажным, относительно непродолжительным фазам (А. В. Шнитников, 1961). В заключение отметим, что метод ритмостратиграфического анализа позволяет расширить круг представлений по столь существенным вопросам естествознания, как положение Земли в мировом пространстве, структура и взаимодействие геосфер и пр. Явления геологической цикличности свидетельствуют о слоисто-волновом строении земного шара.

В глубинах Земли притяжение и отталкивание между атомами и молекулами и степень их сближения зависят от термодинамических условий и миграционной активности элементов. При геохимической миграции важнейшее значение имеет постоянная тенденция неактивных мигрантов (в особенности элементов группы железа) к упорядоченному расположению, соответствующему минимальному значению потенциальной энергии. Наиболее устойчивое состояние атомов и молекул с минимумом потенциальной энергии соответствует кристаллическому состоянию вещества.

Вследствие этого геосферы расчленены на зоны минимумов и максимумов кинетической энергии. В первых концентрируются неактивные элементы — мигранты, во второй — активные. В зонах максимумов радиогенные элементы благодаря постоянно действующему лучеиспусканию образуют высокотемпературные слои с хаотическим расположением элементов. В тектоносфере минимальное значение потенциальной энергии сопряжено с поверхностью Мохоровичича. Максимальное значение кинетической энергии приурочено к волноводу или астеносфере. В геосинклиналях присутствует еще верхняя астеносфера, находящаяся примерно на грани базальтовой и гранитной оболочек.

Благодаря наличию подобных гравитационно-радиогенных волн с температурными экстремумами тепловая энергия в тектоносфере переносится преимущественно путем инфракрасного излучения. Вследствие этого термодинамическое равновесие восстанавливается быстро и могут фиксироваться в разрезе мелкие

флишевые ритмы продолжительностью 1500—2000 лет. На континентах флишевые ритмы отвечают 2000-летним климатическим ритмам А. В. Шнитникова, соответствующим периодическим изменениям «подвижных» элементов ландшафта, увеличению стока рек и повышению уровня озер.

Космические процессы, среди которых видное место занимают следствия возмущений планет, неумолимо нарушают физико-химическое и энергетическое равновесие земных оболочек. Это обстоятельство служит исходной причиной циклически-поступательной эволюции нашей планеты.

Е. В. Максимов

РИТМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В КОСМОСЕ

Ритмичный характер солнечной активности теперь уже не вызывает сомнения. Помимо 11-летнего ритма, надежно установлен 22-, 23-летний, или магнитный, ритм солнечных пятен. Достаточно отчетлив также вековой или близкий к нему ритм солнечной активности. Более проблематичным является общее изменение фона солнечной активности на протяжении последних столетий. Однако имеются сведения о том, что за последние два века солнечная активность в общем повышалась (А. И. Оль, 1949).

В связи с активностью Солнца, видимо, находится, помимо Земли, и активность некоторых планет солнечной системы. Так, и для Сатурна, и для Юпитера известен 20—22-летний ритм активности (Д. Фокас, 1963; С. К. Всехсвятский, 1967). Более того, имеются данные о том, что общая активность Сатурна заметно поднималась на протяжении последних 300 лет (С. К. Всехсвятский). В активности Луны (по материалам Б. Миддлхерст, 1968) хорошо прослеживается ритм, близкий к вековому. Отчетливые вспышки активности Луны привязываются к 1671, 1788, 1878 и 1964 гг., что в общем близко к положительным экстремумам векового ритма на Солнце.

Аналогичный характер имеет также метеоритная и кометная активность. В ней замечены признаки и 11-летнего, и 23—24-летнего ритмов (Е. В. Максимов, 1968, 1970). И метеоритная, и кометная активность имеет ясную тенденцию к общему росту на протяжении последних 200—300 лет, что, впрочем, возможно, представляет следствие улучшения качества астрономических наблюдений.

Наконец, устанавливается ритмичный характер вспышек эруптивных переменных звезд. Так же как и в активности Солнца, в активности новых и сверхновых звезд заметны ритмы, близкие по продолжительности к 11—12 и 22—24 годам. Кроме

того, создается впечатление, что общая активность звезд также поднимается по крайней мере на протяжении последних 100 лет (Е. В. Максимов, 1970).

Таким образом, возникает предположение, что и земные ритмические процессы, и ритмические процессы на других планетах солнечной системы вряд ли могут быть связаны только с активностью Солнца. По-видимому, ритмические импульсы приходят из глубин Космоса, вызывая ритмические колебания во всей солнечной системе.

Космическую сущность, очевидно, имеет и 40 700-летний ритм. Это прежде всего вытекает из кривых М. Миланковича. Кроме того, имеются данные о том, что последний экстремум указанного ритма (5800 лет назад) по времени совпал с потрясением космического порядка. В частности, об этом говорит возраст австралитов (Э. Гилл, 1965), а также факт падения на Землю почти в этот же самый момент крупного метеоритного тела (В. Кассиди и др., 1965). Любопытно, что приблизительно к этому же моменту приурочен и взрыв сверхновой звезды в Галактике, породивший Крабовидную туманность и наблюдавшийся в 1054 г. (И. С. Шкловский, 1966; Е. В. Максимов, 1970).

Приведенные данные заставляют предполагать, что ритмические процессы, определяющие ход развития плейстоценовых оледенений, связаны с ритмическими процессами, происходящими в глубинах Космоса. Вероятно, это касается и 40 700-летнего, и 1850-летнего и 23-летнего ритмов. Видимо, и плейстоцен в целом следует рассматривать как следствие явлений космического порядка.

Ранее нами было установлено, что плейстоцен имеет очень характерный «рисунок»: первое довольно значительное покровное оледенение сменилось продолжительным (фактически двойным) межледниковьем; после него появилось три оледенения, из которых наиболее раннее было максимальным, а последнее наименьшим (Е. В. Максимов, 1970). Таким образом, плейстоцен составляется из пяти 40 700-летних ритмов, из которых первый и три последних были гляциогенны, а второй оледенением не сопровождался. По хоту этих пяти ритмов происходило формирование многослойных лёссовых толщ. Кроме того, на протяжении еще двух 40 700-летних ритмов, предшествовавших плейстоцену, происходило формирование слоистых толщ красных и розовых глин (Е. В. Максимов, 1970). Общая продолжительность образования слоистой плиоцен-плейстоценовой толщи определяется примерно в 300 000 лет, а ее плейстоценовой части — в 200 000 лет.

В связи со всем сказанным возник вопрос: нет ли в Космосе и, в частности, в солнечной системе образований, «кодирующих» ход развития плейстоцена?

Таким образованием вероятнее всего является кольцо Сатурна. В общем случае ход формирования кольца Сатурна можно представить себе следующим образом: с началом плейстоцена резко активизировались процессы вулканизма на Сатурне; гигантские вулканические взрывы выбрасывали часть изверженных масс в межпланетное пространство (возможность таких выбросов обосновывается С. К. Всехсвятским); из той части изверженных масс, которые оставались в зоне притяжения Сатурна, формировалось кольцо; поскольку вулканические выбросы имели ритмический характер, кольцо получило концентрическо-«слоистое» строение; яркие полосы кольца соответствуют сгущениям материи и связаны с вулканическими импульсами; темные полосы, напротив, говорят о временном ослаблении или прекращении вулканизма.

Посмотрим теперь, напоминает ли «стратиграфия» кольца Сатурна «рисунок» плейстоцена на Земле. Главной особенностью «рисунка» плейстоцена является как бы незаконченное отсутствие одного оледенения, которое должно было бы следовать за окско-Эльстерским. Предположим теперь, что этот «разрыв» плейстоцена отвечает на кольце Сатурна щели Кассини. В части кольца, внешней по отношению к щели, имеется одна яркая и широкая полоса; в части кольца, внутренней по отношению к щели, имеются три яркие и широкие полосы (фотография Сатурна, полученная Б. Лию в обсерватории Пик-дю-Миди, 1953; фотометрический разрез кольца Сатурна, выполненный А. Дольфюсом в обсерватории Мак-Дональд, 1961—1963). Создается впечатление, что все четыре полосы можно отождествить с эпохами плейстоценовых оледенений.

Двойное межледниковье (т. е. щель Кассини) ограничено поверхностями размыва (или разрывами цельности кольца). Еще две поверхности размыва (а также и два разрыва цельности кольца) связаны с началом формирования всей плиоцен-плейстоценовой слоистой толщи и с концом ее формирования. На кольце Сатурна нет (может быть, не замечено?) только одного разрыва цельности, отвечающего поверхности размыва, отделяющего образование плиоценовых глин от нижнеплейстоценовых лёссов. Теперь можно хронологически индексировать все кольцо Сатурна: внешнее кольцо *A* отвечает плиоцен-нижнеплейстоценовой эпохе, кольцо *B* — средне- и верхнеплейстоценовой эпохе, кольцо *C* — голоцену.

Вероятно также, что переход гипотетического мегаритма из области одного баланса в другую должен был сопровождаться вспышками вулканизма. На кольце Сатурна эти вспышки, видимо, отражены двумя яркими узкими полосами — самой внешней полосой кольца *A* и самой внутренней полосой кольца *B*.

Слабая полоска, занимающая промежуточное положение между широкой и яркой полосой последнего оледенения и уз-

кой и яркой полосой конечного выброса мегаритма, видимо, может быть связана с I стадией горного оледенения (т. е. уже с 1850-летним ритмом). Тогда две крайние внутренние светлые полосы кольца В можно сопоставить с двойным вулканогенно-лёссовым горизонтом I стадии оледенения.

Если наш расчет верен, то в креповом кольце С должны быть различимы очень слабые светлые полосы II, III, IV, V, VI и VII стадий. На рисунке, сделанном Б. Лио, во внешнем крае крепового кольца хорошо видны две очень слабые светлые полосы (видимо, II и III стадий); примерно на середине расстояния между внешним краем крепового кольца и поверхностью планеты Лио уверенно рисует еще одно слабое светлое кольцо (предположительно VI стадии). В промежутке между двумя внешними кольцами и этим кольцом как будто просматриваются неясные следы еще двух колец (IV и V стадий). Наконец, в зоне более внутренней, чем предполагаемое кольцо VI стадии, как будто есть следы еще одного кольца (VII стадии).

Таким образом, общее число светлых полосок в креповом кольце как будто равно шести (три из них вполне определены). Видимо, они отражают вспышки вулканизма, связанные с 1850-летними ритмами А. В. Шнитникова (1957).

Произведенное сопоставление «стратиграфии» кольца Сатурна и «рисунка» плейстоцена Земли говорит в пользу их визуальной однозначности. В связи с этим кажется вероятным, что кольцо Сатурна «кодирует» ритмическую структуру плейстоцена, возникшую в результате интерференции трех процессов ритмического типа — мегапроцесса, на положительной 300 000-летней волне которого развернулся плейстоцен, 40 700-летнего и 1850-летнего ритмов.

В. А. Зубаков

О СООТНОШЕНИИ ЭТАПНОСТИ И РИТМИЧНОСТИ В ГЕОЛОГИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ И НЕКОТОРЫХ ОБЩИХ ВОПРОСАХ УЧЕНИЯ О РИТМАХ

В современной науке широким фронтом развивается новое направление, объектом изучения которого является выявление временных закономерностей развития. Это направление, назовем его условно ритмистическим, нельзя рассматривать как какую-то новую науку (логию), как, например, и кибернетику, ибо оно развивается внутри научных дисциплин: геологии, биологии, климатологии, гидрологии и т. д. Скорее это новый прием исследования, при котором объектом изучения становится длительность событий, а необходимым условием изучения — наличие точных инструментов и точных методов определения времени, т. е. разнообразных «часов» и хронометрических методик.

Процесс развития в философском понимании есть единство направленности и повторяемости. Классическое естествознание, в частности геология, до середины XX века имело возможность изучать только направленность развития, в которой реализуется качественное изменение объектов. В геологии направленность развития предстает в форме этапности — наличия своеобразных неповторимых ступеней эволюции, выделяющихся по наиболее прогрессивной — магистральной — линии развития, т. е. по линии ускорения. Для выделения этапов длительность событий не имеет значения. Важно их качественное отличие, их значимость с позиций выбранного критерия классификации. Поэтому выделение этапов развития было, есть и останется описанием событий.

Повторяемость тех или иных элементов развития была замечена еще ранее направленности (теория катастроф Кювье предшествовала эволюционному учению), однако классическое естествознание вплоть до XX века практически не имело возможностей для изучения повторяемости и вынуждено было считать ее случайной. Ввиду отсутствия точных инструментов и ме-

тодик для определения длительности геологических событий поиски временных закономерностей были бесплодными и вели к метафизическим выводам. Поэтому в классическом естествознании и в особенности в геологии возникли сильные традиции, ограждавшие науку от этих бесплодных в то время занятий.

К середине XX века положение коренным образом изменилось. Возникли и бурно развиваются точные методы определения физического возраста горных пород, минералов, органических остатков и т. д. Качественное описание развития во всех науках дополняется количественным анализом, детальное описание истории развития становится недостаточным, требуется раскрытие его закономерностей и прогноз на будущее. Все это неизбежно приводит очень многие науки к необходимости изучения длительности актов развития с помощью точных «часов» и точной хронометрической методики, т. е., иными словами, к классификации событий по длительности актов их становления.

Представляется очевидным, к сожалению еще не всем, что временной ритм событий является такой же фундаментальной характеристикой развития материи, как и структурность пространства, и что обе эти характеристики тесно между собой связаны. Становится ясным, что надо выделять типы повторяемости событий, как отражение разного типа взаимодействия частей пространства. Возникает представление о дискретности пространства — времени и его иерархической структуре, т. е. о наличии ядерного, земного, солнечного и галактического пространства — времени и т. п. Короче говоря, ритмика развития начинает выступать перед нами как показатель устойчивости определенного типа взаимодействий окружающего нас пространства.

Проблемой ритмов в разных науках занимается много исследователей. Но неофициально. До сих пор психологический барьер традиций все еще ограждает многие научно-исследовательские институты, в частности, геологические, от этой тематики. В результате развитие этого нового и актуального научного направления происходит стихийно и предоставлено, по существу, кустарям-одиночкам. Нежелательные и печальные последствия этой ситуации очевидны.

В основе ритмогнозии должны лежать точные статистические данные, полученные в ходе целенаправленных и оснащенных соответствующей аппаратурой измерения возраста исследований. Энтузиасты-одиночки, не обладая такими возможностями, либо вынуждены создавать свой кустарный аппарат (метод) для оценки длительности событий, либо сразу же, минуя длительный и сложный этап накопления фактов, переходят к разработке гипотез, как обычно бывает в таких случаях, слабо обоснованных.

К примеру, при разработке климатической ритмики позднего плейстоцена некоторые исследователи, взяв за основу реально доказанный А. В. Шнитниковым для голоцена 1850-летний ритм увлажнения, вместо поисков его отражения в осадках с помощью радиоуглеродного метода создают с помощью математического аппарата гипотезу о колебательном «макропроцессе», якобы позволяющую определять возраст древних каров, рассчитывать длительность плейстоцена, фаз горообразования и т. д. В принципе, может быть, это и верно, но всерьез такие попытки приняты не будут до тех пор, пока они не будут подтверждены радиологическим материалом.

В последние годы проведенные в СССР (Ш. Г. Шараф) и за рубежом с помощью ЭВМ расчеты показали справедливость механизма Миланковича, действие которого объясняет ритмические колебания увлажненности и температуры, влияющие на развитие оледенений. Однако вместо того, чтобы сравнивать с астрономической кривой радиологически и палеомагнитно датированную эмпирически установленную хронометрическую схему климатических событий, некоторые исследователи берутся прямо датировать оледенения по астрономической кривой. Такая мнимая «датировка» событий ничего не дает и едва ли оказывает пользу развитию геохронологий.

Ясно, что настало время для постановки в планах научно-исследовательских институтов тем по изучению ритмов. Только тогда можно будет перейти к серьезному и глубокому обсуждению конкретных задач и проблем ритмохронологии.

Целью таких тем должна, во-первых, быть «каталогизация» уже имеющихся эмпирических данных о системе ритмов и их статистическая обработка, во-вторых, терминология ритмов, в-третьих, разработка методов исследования и, в-четвертых, целенаправленное накопление новых фактов и их обобщение.

Непременным условием дальнейшего развития ритмохронологии являются научные дискуссии. Все новое, что заслуживает жизни в науке, должно выдержать испытание критикой, «пройти огонь и медные трубы», и не беда, если многое, создаваемое годами, будет разбито. Только встреча противоположных идей высекает искры, способные зажечь огонь, понимая под ним практическую отдачу науки.

По моему мнению, нашему направлению совершенно необходима сейчас жесткая критика. Но она должна разворачиваться на основе обсуждения законченных научно-исследовательских тем, а не на основе одностороннего «разноса» того или иного сборника или научно-общественного совещания, как это бывало в прошлом, ибо состав этих сборников и совещаний, в значительной мере случайный, нельзя отождествлять с состоянием проблемы.

Немного о терминологии. Имеющее место разнотолкование таких терминов, как периодичность, цикличность, ритмичность, крайне нежелательно. Довольно часто понятия период, цикл, ритм употребляют для обозначения разных таксонов ритмов. Мне кажется это неверным. Едва ли есть смысл чересчур точно придерживаться и семантического значения этих терминов, что предлагает Ю. И. Возовик (1970). По его мнению, периодом следует именовать повторение через равные интервалы времени, циклом — развитие с возвратом в идентичное состояние и ритмом — закономерное повторение определенных элементов через необязательно равные интервалы.

Термин для обозначения развития с возвратом в идентичное состояние не нужен вообще по той простой причине, что такое развитие является абстракцией метафизического способа мышления и в природе его не существует. Все три указанных термина бесспорно имеют в виду только закономерное повторение в процессе развития определенных качественных элементов старого на новом фоне.

Отразить тремя терминами все многообразие таксаномических соотношений невозможно. Поэтому мы должны использовать упомянутые термины для двух основных целей:

1) для отражения принципиального различия между описанием самого процесса и его материального выражения, остающегося его свидетелем. Именно процесс в большинстве случаев называют периодичностью или ритмичностью, в то время как его материальное выражение чаще всего именуется цикличностью. Так, в геологии говорят о метоциклах, циклотемах, тектоно-магматических циклах и т. п.;

2) для подразделения процессов со строгими и не строгими закономерностями в повторяемости чего-либо. За первыми в геологии уже закрепился термин ритм, тогда как периодичность понимается геологами достаточно широко. Например, периодическими являются изменения полярности магнитного поля Земли, но какой-либо ритмики в этом процессе пока еще не уловлено, хотя ее можно предполагать (Тамразян).

И. А. Одесский

АНАЛИЗ РИТМИЧНОСТИ И СИНТЕЗ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАЗРЕЗОВ

Исходя из существующих представлений о ритмичности природных процессов, автором проведен гармонический анализ геологических разрезов мезозойско-кайнозойских осадочных толщ, распространенных на территории Западной Сибири, Казахстана, Средней Азии, Кавказа, Крыма и бассейна р. Печоры. В качестве математического аппарата использован метод простого обзора числовых совокупностей (Ханович и др., 1968), позволяющий выявлять в числовых рядах скрытые в них периодичности. Для приведения разрезов в удобную для математической обработки форму предварительно производилось кодирование литологического состава представляющих их слоев (Одесский, 1969), а согласно идее о временной форме развития гармонических процессов геологические разрезы перестраивались из масштаба мощности в масштаб абсолютного времени (Одесский, 1969).

Проведенный анализ позволил выявить идентичную «конструкцию» всех проанализированных геологических разрезов, независимо от их принадлежности к тому или иному геологическому региону. Каждый разрез представляет собой конкретную литологическую реализацию результата суммирования серии разнопорядковых долгопериодических гармоник с периодами 8—13, 17—22, 29—35, 39—45, 51—57 и 61—66 млн. лет. Различие в строении разрезов и их индивидуальные особенности обуславливаются различием в пространственном положении (фазовое положение) указанных гармоник относительно абсолютной геохронологической шкалы, а также степенью рельефности этих гармоник.

Правильное разложение исходного числового ряда на составляющие его элементарные гармоники должно обеспечить воссоздание этого ряда (в числовой или графической форме) пу-

тем обычного суммирования выделенных гармоник. Эта операция, в отличие от анализа, названа нами синтезом геологических разрезов. Допуская, что полученные гармоники лежат в основе всего или значительной части разреза, можно распространить их в разумных пределах за границы известного интервала геологической толщи. Таким образом, производя суммирование гармоник, получаем не только числовой ряд, отображающий исходный геологический разрез, но приобретаем также возможность экстраполяции данных в обе стороны от проанализированного интервала.

Проверка по ряду регионов результатов экстраполяции показала согласованность конфигурации синтезированной кривой с общим характером истории геологического развития районов, представленных геологическими разрезами, а следовательно, и с возможными типами и последовательностью чередования динамических комплексов (по Страхову) осадочных пород.

Е. В. Максимов

РИТМИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГОРНОГО РЕЛЬЕФА ЗЕМЛИ

Статистическая обработка высот горных вершин в ряде горных стран, резко отличных друг от друга и в тектонико-геологическом, и в морфолого-орографическом отношении, отчетливо указывает на существование высотной упорядоченности горных вершин, проявляющейся вне зависимости от географического положения той или иной страны во всем возможном на суше интервале (от 0 до 8848 м). Суть этой упорядоченности такова: в частотно-высотном отношении горные вершины распределены не хаотично, а как бы ступенями, выступающими через более или менее одинаковые высотные интервалы. Среднее значение высотного интервала между двумя ступенями составляет 65 м (по данным из 14 горных стран).

Помимо нее, фиксируется еще одна общая закономерность в виде «большой волны», поднимающейся над общим более или менее равновеликим фоном частотных пиков. Параметры «большой волны» несколько расплывчаты, но в большинстве случаев она смещена в верхнюю часть всего диапазона высот, охватывая примерно полуторакилометровый высотный интервал с более или менее отчетливой вершиной посередине.

Формирование вершинных ступеней может быть понято в том случае, если на протяжении всего периода воздымания гор проявлялся постоянно действующий и равновеликий ритмический процесс, накладывающийся на общее воздымание гор. Таким процессом скорее всего является 1850-летний ритм увлаженности (А. В. Шнитников, 1957), в ходе которого сухие и влажные периоды закономерно чередуются. Во время сухих периодов преобладает физическое выветривание, во время влажных — вынос продуктов выветривания и их аккумуляция. Возникающие при этом тектонические напряжения разрешаются обра-

зованием разрывов, отделяющих ступени вершинного рельефа одна от другой.

Таким образом, на протяжении всего периода воздымания гор действует «точный, как часы» ритмический климато-тектонический механизм, обуславливающий глыбово-ступенчатое строение гор.

Осредненные по всем использованным горным странам параметры «большой волны» таковы: общий размах высоты 1670 м, ветвь подъема — 1010 м, ветвь спада — 660 м. Вершина волны в большинстве случаев близка (с некоторым превышением) к осредненному положению снеговой линии. В общем случае можно принять, что вершина «большой волны» на 150—160 м превышает осредненное положение снеговой линии. Сопоставление конфигурации и параметров «большой волны» и сводного карового графика (Е. В. Максимов, 1968) показало их очень близкое подобие. Каровый график был интерпретирован нами как результат интерференции 40 700-летнего и 1850-летнего ритмов. В связи с этим возникло предположение, что «большая волна» на вершинных графиках является отражением 40 700-летнего ритма тектонических движений.

Моделирование «большой волны» по сводному каровому графику позволило произвести общий расчет результатов интерференции 40 700-летнего и 1850-летнего ритмов тектонических движений. Отклонение конфигурации «большой волны», построенной на основании фактического материала, от ее модели, трансформированной по сводному каровому графику, оказалось закономерным и дало возможность вычислить общее воздымание гор в расчете на один 40 700-летний ритм (для гор высотой 3000—4000 м — примерно 200 м со средней скоростью 4,9 мм/год).

Было установлено, что ритмы оледенения не играют самодовлеющей роли, а только активизируют те процессы, которые проявлялись и до начала оледенений. 40 700-летний ритм за счет эффекта изостазии ритмически задерживает рост гор; с распадом ледников происходят компенсационные воздымания. 1850-летний ритм и за счет экзарации, и за счет изостазии способствует и более энергичному росту вершин, и большей дифференциации вершинно-карового рельефа. Совместное проявление обоих ритмов, ускоряя рост вершин, создает «большую волну» — динамическую систему, меняющую свою конфигурацию и в зависимости от перемещения снеговой линии, и в зависимости от общего воздымания гор.

Тектоническая активность, создаваемая эффектом ледниковой нагрузки, перемещается по ходу развития оледенения внутри «большой волны». Волна тектонической активности «катится» вниз за наступающими ледниками или вверх за отступающими ледниками. Разрядки напряженности происходят

импульсивно в связи и с 1850-летним, и с 40 700-летним ритмами. Первые, по всей видимости, регулируют блоковые перемещения, вторые создают импульсивность воздымания гор в целом.

Глыбово-ступенчатая структура гор, очевидно, свойственна всему вертикальному размаху континентов от их подножия и до высшей точки Эвереста. Подножие континентов обычно помещают на глубине 2440 м. Однако эта величина вызывает сомнение. Процентная гипсографическая кривая отчетливо указывает на минимум площадей, разделяющих сушу и дно океана, приходящийся на глубинный интервал от 1000 до 2000 м (в среднем 1500 м). Примерно на этой же глубине (—1459 м) находится уровень симметрии планетарного рельефа, т. е. некоторый уровень, занимающий среднее положение между средней высотой материков (875 м) и средней глубиной океанов (—3794 м). Для дальнейших расчетов мы приняли округленную отметку уровня симметрии — 1500 м.

Общий размах рельефа континентов в этом случае составит 10 348 м и включит 159 ступеней по 65 м каждая. Отождествляя формирование 65-метровых ступеней с 1850-летним ритмом, можно рассчитать продолжительность формирования горного рельефа Земли. Она оказывается равной 294 000 лет. Напомним в связи с этим, что общая продолжительность формирования плио-плейстоценовой слоистой толщи глин и лёссов Китая была определена нами примерно в 300 000 лет (Е. В. Максимов, 1970).

Полученные пространственные и хронологические параметры «большой волны» дают возможность найти хронологическое положение начальной точки плейстоцена. Пользуясь вершинными графиками и параметрами «большой волны», удалось определить момент встречи поднимающихся гор и ритмически опускающейся снеговой линии. При этом мы исходили из того, что в среднем снеговая линия на Земле проходит на высоте 2500 м (С. В. Калесник, 1963; П. С. Воронов, 1968), а вершина планетарной «большой волны» должна находиться на высоте 2660 м. Депрессия снеговой линии во время раннего оледенения (гюнц) была определена нами по кривой М. Миланковича в 1340 м, исходя из предпосылки, что во время последнего оледенения она составляла 1160 м. Во время последнего оледенения ветвь подъема «большой волны» составила 1100 м; в гюнце она пропорционально должна была быть равной 1270 м. Начальную точку плейстоцена в этом случае следует отнести к высоте 1390 м (2660—1270). Хронологически она окажется привязанной к 213 000 лет назад ($8848 - 1390 = 7458$; $7458 : 65 = 115$; $1850 \times 115 = 212\,750$ лет назад. Напомним в связи с этим, что начальный момент плейстоцена был определен нами ранее, и притом совершенно иным путем, в 210 000 лет назад (Е. В. Максимов, 1970).

Приведенные расчеты, а также целый ряд других соображений позволяют сформулировать следующую исключительно важную закономерность общего воздымания гор: в предплейстоценовое время имел место короткий период стремительного воздымания гор земного шара; в плейстоцене воздымание гор хотя и продолжалось, но замедленным темпом. Иными словами, современные горы поднялись перед самым началом четвертичной ледниковой эпохи.

Далее было сделано предположение, что формирование гипсометрии суши во времени происходило по общему плану гипсографической кривой, т. е. наиболее высокие точки современного рельефа обладали и наиболее высокими скоростями подъема и, наоборот, наиболее низкие точки — наиболее низкими скоростями. Отсюда следует, что равные по абсолютной высоте точки современного рельефа поднимались с одинаковыми скоростями. На основании приведенных рассуждений была сделана попытка построения гипсографической кривой для начального момента плейстоцена. Максимальная высота предплейстоценового рельефа была определена следующим образом: начальная точка плейстоцена была привязана к высоте 1390 м (см. выше); относительно современного положения снеговой линии она показывает депрессию в 1110 м; это значит, что к моменту начала плейстоцена горы своими вершинами располагались примерно на 1110 м ниже современного положения снеговой линии; там, где снеговая линия расположена наиболее высоко, должны были к началу плейстоцена находиться наибольшие высоты. Известно, что в отдельных местах Тибета современная снеговая линия приближается к 7000 м (С. В. Калесник, 1963). Отсюда вытекает, что максимальная высота гор к моменту начала плейстоцена составила 5890 м¹. Далее по принципу подобия современной гипсографической кривой была проведена гипсографическая кривая для эпохи 213 000 лет назад. Теперь мы смогли, пусть в первом приближении, определить абсолютную высоту любой точки горного рельефа к началу плейстоцена и вычислить скорость ее плейстоценового воздымания. Оказалось, что в среднем за плейстоцен горы Земли поднялись на 1426 м со средней скоростью 6,7 мм/год. Как видно, полученная величина среднего воздымания гор за плейстоцен попадает как раз в середину интервала воздымания гор за плейстоцен (1000—2000 м), указанного К. К. Марковым и А. А. Величко (1967).

Опираясь на все приведенные выкладки, можно без особого труда вычислить средние и максимальные высоты гор для всех ледниковых эпох. Средняя высота гор к началу плейстоцена составила 2945 м над уровнем моря. Она может быть получена

¹ Конечно, эту величину следует рассматривать только как оценочную.

двумя способами: либо от современной средней высоты гор, равной 4424 м, надо отнять средний подъем за плейстоцен, равный 1426 м, либо разделить пополам максимальную высоту гор к началу плейстоцена (5890 м). В первом случае получаем 3000 м, во втором случае — 2945 м. Это лишний раз показывает принципиальную правильность всех выполненных расчетов.

Общий подъем гор за 294 000 лет составляет 5120 м (в среднем). Эта величина получена следующим образом: предполагается, что подъем начался с уровня симметрии, т. е. с отметки —1500 м. К началу плейстоцена средняя высота гор относительно уровня симметрии составила 2195 м (2945—750 м), а общий подъем с начала воздымания до плейстоцена 3695 м (2195+1500 м); за плейстоцен горы поднялись еще на 1426 м; таким образом, общий подъем за эоплейстоцен и плейстоцен составил 5121 м. Полученные нами величины близки к оценке доплейстоценовых и плейстоценовых поднятий гор Алтая и Западной Тувы, приводимой Е. В. Девяткиным (1964), — соответственно 3600 и 1000 м. При этом доплейстоценовые поднятия Е. В. Девяткин подразделяет на доэоплейстоценовые (примерно 850 м) и эоплейстоценовые (примерно 2750 м). Хотя эти оценки и носят чисто региональный характер, но можно в первом приближении принять, что горы Земли в доэоплейстоценовое время в среднем поднялись на 850 м; тогда на эоплейстоцен останется 2845 м подъема или примерно 1400 м на один 40 700-летний ритм при средней скорости подъема 34—35 мм/год.

Таким образом, за последние 294 000 лет, в которые укладывается 7,25 ритма продолжительностью 40 700 лет, горы Земли в среднем поднялись на 4200—4300 м, из которых на первые два ритма приходится 2845 м подъема, а на пять остальных ритмов — только 1426 м. Теперь можно со всей определенностью сказать, что самой важной чертой новейших движений Земли явилось скачкообразное уменьшение темпа воздыманий от эоплейстоцена к плейстоцену.

40 700-летний ритм, так же как и 1850-летний, развивается в плане чередования сухих и влажных интервалов. Поэтому к нему также применимы рассуждения, которыми мы сопровождали объяснение формирования глыбово-ступенчатой структуры гор в ходе 1850-летнего ритма. Во время сухого интервала 40 700-летнего ритма преобладало физическое выветривание, а снос материала был ослаблен; в условиях влажного интервала, напротив, вынос материала из гор и его аккумуляция на предгорных равнинах резко возрастали. В результате нарушалось равновесие, которое восстанавливалось в результате образования крупного разрыва, отделяющего горы от прилегающих равнин и сопровождавшегося резким (может быть, даже моментальным) воздыманием гор и прогибанием равнин.

На графике, построенном нами с использованием схемы М. П. Гричук (1961), отчетливо видно фазовое смещение хода увлажненности относительно гляциального (т. е. термического) хода 40 700-летнего ритма. Наибольшая увлажненность, согласно построенной схеме, должна иметь место в моменты перехода кривой увлажненности из положительной области баланса в отрицательную (в силу интегрального эффекта макропроцесса), как раз соответствующие положительным экстремумам гляциального хода макропроцесса. Именно в это время, очевидно, происходят энергичные разрядки тектонической напряженности, сопровождающиеся общим воздыманием гор. После них горы в силу изостатического эффекта, создаваемого разрастающимися оледенением, прекращают общие воздымания. Воздымания возобновляются только с началом распада ледников и носят постепенный характер. Расчеты показывают, что воздымание гор во время дегляциации не превосходит 70 м. Таким образом, на взбросы гор в моменты положительных экстремумов макропроцесса (в плейстоцене) приходится примерно 210 м. Далее можно предположить, что во время 40 700-летних ритмов, не сопровождавшихся оледенениями, имели место только однократные взбросы гор на полную величину воздымания. Для эоплейстоценовых ритмов эта величина составляет 1400 м, а для второго плейстоценового ритма, не сопровождавшегося оледенением, — 280 м.

Главной особенностью графика роста гор является ступенчатость. На графике за 294 000 лет совершенно отчетливо видны семь основных ступеней; в действительности их восемь, так как надо считать в качестве самостоятельной ступени и еще неподнявшуюся поверхность. Как указывалось, за 294 000 лет горы Земли поднялись на 4200—4300 м и достигли средней высоты над уровнем симметрии 3620 м, а над уровнем моря округленно 4400 м. Очевидно, это и есть абсолютная высота наиболее высокого уровня денудации. Последовательно вычитая из него вычисленные ранее диапазоны поднятий, разделяющие смежные поверхности денудации, получим их абсолютную (среднепланетарную) высоту. В табл. 1 сопоставлены полученные высоты поверхностей денудации со средними высотами поверхностей денудации в горах Средней Азии (Б. Л. Личков, 1945).

Еще 25 лет назад с необычной проницательностью Б. Л. Личков обратил внимание на единообразие ступенчатого рельефа гор. В различных горных системах Средней Азии, Кавказа, Балкан и Альп он видит 7—8 генетически и хронологически однозначных денудационных ступеней. Именно к этому выводу пришли и мы. Удивительная близость абсолютных высот денудационных ступеней планетарного порядка и в горах Средней Азии (табл. 1) не должна настораживать. Дело в том, что

Абсолютные высоты уровней денудации, м

Планетарные	В горах Средней Азии
4400	4300—4500
3000	3000
1600	1300—1700
1390	1100—1200
1040	900—1000
830	780—850
550	500—600
270	204(?)

Тянь-Шань по многим показателям может рассматриваться как «средняя» горная система Земли.

Нарисованной картине воздымания гор Земли в эоплейстоцене и плейстоцене можно найти и совершенно иное подтверждение. Естественно предположить, что импульсы воздымания суши, видимо, сопровождавшиеся импульсами погружения океанического дна, должны были фиксироваться на морских побережьях. Вспомним в связи с этим кривую изменения уровня океана по данным изучения террас Средиземного моря, составленную Ф. Цейнером (1959). На этом графике все без исключения средиземноморские террасы нашли свое место. Более того, становится очевидным, почему сицилийская, тирренская, монастырская террасы и, очевидно, терраса тапес являются двойными. Именно они связаны с гляциогенными проявлениями 40 700-летнего ритма. Милацкий уровень — однозначный — отвечает «пропущенному» оледенению.

В заключение необходимо подчеркнуть, что становление современного горного рельефа Земли самым тесным образом связано с проявлением 1850-летнего и 40 700-летнего ритмов. Сейчас еще трудно ответить на вопрос, носят ли эти ритмы чисто тектонический характер или связаны с ритмическим воздействием атмосферы и гидросферы на поднимающиеся горные сооружения. Второе решение на данный момент кажется более оправданным. Общее воздымание гор Земли связано с проявлением ритма большей продолжительности (мегапроцесса). Можно утверждать, что активная волна этого ритма включает по крайней мере семь 40 700-летних ритмов.

ГЛАВНЕЙШИЕ РИТМЫ В ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЯХ ВЕРХНЕГО ПЛЕЙСТОЦЕНА И ГОЛОЦЕНА

1. Применительно к плейстоцену, равно как и голоцену, ведется чрезвычайно обширное количество исследований, в частности в области выявления ритмичности тех или иных природных явлений. Очень многие авторы устанавливают наличие ритмичности в динамике тех явлений, изучением которых они заняты. Как правило, в каждом явлении, или во всяком случае в большинстве из них, обнаруживается наличие ритмичности с той или иной длительностью ритмов. Большей частью это зависит от принимаемой методики, от глубины и тщательности проработки и анализа полученных материалов. Поэтому к настоящему времени и применительно к динамике во времени различных компонентов ландшафтной оболочки в течение плейстоцена и голоцена обнаружено чрезвычайно большое количество ритмов различной длительности.

Автор еще в 1949 г. и, видимо, впервые в литературе сделал попытку составить систематизированную таблицу известных к тому времени природных ритмов; в дальнейшем эта таблица была расширена (М. С. Эйгенсон, 1957). Однако обе они, несмотря на свою содержательность, были весьма далеки от полноты. За прошедшие 15 лет обширность исследований по ритмичности природных явлений стала несоизмеримой с тем, что было в 1950-х годах. Чрезвычайно возросло и разнообразие длительности самих ритмов во времени. И тем не менее в процессе развития верхнего плейстоцена и голоцена просматривается ряд ритмов — периодов и циклов, которые могут быть определены как ведущие или главнейшие за эту эпоху, весьма важную для современного и будущего человечества.

2. Основопологающим фактором верхнего плейстоцена и голоцена, направляющим общий характер развития ландшафтной оболочки в эту эпоху, был распад последнего — валдайского

или вюрмского — оледенения. Последний в свою очередь представляет собой следствие крупного природного ритма в его регрессивной фазе.

К настоящему времени мнение многих опирающихся на результаты многочисленных радиоуглеродных анализов авторов, если не большинства, склоняется к тому, что плейстоценовая эпоха состояла из нескольких ритмов оледенения, длительностью несколько более 40 тысяч лет, причем имеются датировки до 50 тысяч лет.

В данном случае не имеется в виду какой-либо подробный анализ ритмов 40—50 тысяч лет, однако нельзя пройти мимо того обстоятельства, что уже в течение столетия известен астрономический период предварения равноденствий, связанный с изменениями наклона эклиптики, длительность которого около 40 700—40 800 лет. Нет строгих оснований, которые способствовали бы хотя бы приближенной синхронизации ледниковых 40—50-тысячелетних ритмов с астрономическим периодом в 40 700—40 800 лет. Однако можно говорить о вероятности того, что ледниковый ритм представляет собой следствие упомянутого астрономического периода с той или иной степенью «размытости» во времени. Принципиальная сторона такой зависимости едва ли может вызывать сомнения.

3. Распад ледникового ритма вызывает во всей ландшафтной оболочке тех частей материков, которые в той или иной степени с ним связаны, крупнейшие изменения. Они касаются всех без исключения компонентов ландшафтной оболочки: климатических условий; состояния всех вод во всех фазах; горных пород и почв; растительного и животного мира и всех их взаимоотношений между собой. Следовательно, последствия распада ледникового ритма влекут за собой крупнейшие изменения во всей ландшафтной оболочке.

4. Распад плейстоценового оледенения в ландшафтной оболочке отнюдь не происходит монотонно. Наоборот, на развитии ландшафтной оболочки в целом и ее отдельных компонентов, являющемся следствием распада оледенения, на общем фоне этой эпохи систематически наблюдаются проявления ритмических возмущений рангов более низких, нежели основной ледниковый, — около 41 000 лет.

К настоящему времени установлено существование целой иерархии ритмов: около 3500 лет, около 2000 лет; около 1200—1500 лет; около 600 лет; около 100 лет и ряд более мелких. Проявления их большей частью оказываются четко выраженными или на отдельных компонентах ландшафтной оболочки, как, например, климатические процессы, динамика оледенения, изменчивость состояния растительных сообществ и фауны, или на их сочетаниях по два-три. Вместе с тем нельзя пройти мимо того фундаментального значения факта, что из числа перечисленных

ритмов наиболее широко и комплексно, и к тому же в течение всей рассматриваемой эпохи, выражен ритм длительностью несколько менее 2000 лет, проявляющийся в динамике всех компонентов ландшафтной оболочки.

Очевидно, что ритмичность в природных явлениях может возникать как следствие ряда причин. Основными можно считать следующие:

а) взаимодействие динамики развития отдельных компонентов между собой;

б) влияния внешних по отношению к нашей планете воздействий;

в) влияние воздействий эндогенных, т. е. процессов, происходящих внутри тела самой планеты.

В первом случае если и можно ожидать проявления той или иной ритмичности в динамике компонентов ландшафтной оболочки, то едва ли можно ожидать проявления энергичных или четких ритмов;

В третьем случае проявления ритмичности в основном должны иметь или локальный, или, в крайнем случае, региональный характер.

И лишь во втором случае можно ожидать крупных материковых или глобальных проявлений ритмичности. Именно такой характер имеют проявления 2000-летней ритмичности, которую можно связать с глобальной приливной ритмичностью длительностью 1800—1900 лет.

5. В целом ряде компонентов ландшафтной оболочки хорошо усматриваются проявления «векового» цикла.

Этот цикл весьма сложен как по его структуре, так и по вероятной причинности.

В некоторых компонентах, в основном в динамике рыбной фауны, хорошо проявляется ритм в 100—110 лет, который схож с вековым (111 лет) ритмом приливных сил; но в других явлениях, в основном геофизического характера, превалирует 80—90-летний цикл, схожий с так называемым вековым циклом солнечной активности.

6. Чрезвычайно существенными в общей ритмике природных явлений в течение всего голоцена являются основной 11-летний цикл, как ныне предполагается, солнечной активности и его производный двойной цикл, цикл Хэла, длительностью 21—24 года. Поскольку этим циклам на совещании уделяется большое внимание, здесь на них останавливаться нецелесообразно.

7. Огромное значение в изменчивости всех компонентов ландшафтной оболочки в течение всей поддающейся изучению исторической эпохи имеет внешне как бы беспричинный ритм длительностью от 20 до 50 лет, носящий имя его первооткрывателя Э. А. Брикнера. Он проявляется всегда и повсеместно, однако ритмы его для различных территорий отнюдь

не синхронны. Наиболее вероятной причиной его возникновения является, с одной стороны, биение длинных рядов двух важнейших климатических элементов — температуры воздуха и атмосферных осадков, а с другой — приграничное взаимодействие условий общей увлажненности расположенных по соседству территорий различных размеров и с различными ландшафтными характеристиками.

Брикнеровская ритмичность имеет особенно большое значение для всех условий существования человеческого общества почти во всех географических зонах, за исключением Крайнего Севера и приэкваториальной зоны, вследствие того, что она в пределах ритма 20—50 лет вносит весьма серьезные изменения в состояние географической среды.

Ю. И. Витинский

СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ, ЕЕ ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРИРОДА

1. Солнечной активностью в настоящее время называют все физические изменения, происходящие в атмосфере Солнца, безотносительно к их пространственным и временным характеристикам. В этом смысле ограничение размеров активных солнечных образований снизу является чисто условным и понятие «спокойного Солнца» связано скорее с отсутствием рассматриваемой области солнечной атмосферы не солнечной активности вообще, а только центров активности.

2. Солнечная активность включает в себя как макроструктурные, так и микроструктурные образования. Для первых характерны более регулярные и отчетливые временные изменения, чем для вторых. Основным комплексом макроструктурных образований является центр активности, включающий в себя явления как долговременные (продолжительностью от нескольких часов до полутора лет), так и кратковременные, переходящие (продолжительностью от секунды до нескольких часов).

3. Основой солнечной активности, в частности и центра активности, являются солнечные магнитные поля. Структура этих полей тесно связана со структурой полей движения. Поэтому особый интерес представляет изучение особенностей супергранул, различных магнитных областей и гигантских супергранул, а также проблемы дискретности магнитных и немагнитных структур.

4. Пространственное распределение солнечной активности является неравномерным. Это выражается в локализации ее преимущественно в «королевских зонах» по обе стороны от экватора Солнца и в существовании активных долгот. Долготная расчлененность явлений солнечной активности наиболее четко проявляется для мощных активных образований.

5. Временные изменения частоты явлений солнечной активности безотносительно к их мощности характеризуются прежде всего 11-летним циклом, который в свою очередь имеет тонкую структуру. Применение новейших математических методов показало, что законы Швабе—Вольфа и Шпёнера в их классической форме применимы ко всем индексам частоты активных образований на Солнце.

6. Хотя статистически реальность 22-летнего цикла не поддается доказательству, однако этот цикл вполне четко обнаруживается в физических, качественных изменениях солнечной активности, прежде всего в изменении знака магнитных полей солнечных пятен и полярных магнитных полей.

7. Несомненно, существуют циклы солнечной активности большей длительности, продолжительность которых в настоящее время еще не поддается надежному определению. Наиболее вероятно наличие 80—90-летнего цикла, который обнаруживается во многих физических характеристиках солнечной активности, в особенности связанных с мощностью явлений.

8. Так называемая иерархия солнечных циклов является весьма сомнительной не только в силу отсутствия строгой кратности их средней продолжительности, но и вследствие различного их характера. В частности, если 11-летний цикл напоминает взрыв, то 80—90-летний цикл имеет форму свободных псевдогармонических колебаний. Более того, тогда как 11-летний цикл и циклы большей длительности определяются прежде всего их мощной периодической составляющей, флуктуации солнечной активности являются случайными колебаниями (стационарными или нестационарными).

9. В настоящее время еще не существует единой теории солнечной активности. Имеются только попытки объяснить основные черты 11-летнего и 22-летнего солнечных циклов. Вряд ли можно принимать всерьез работы, в которых проводится идея планетной обусловленности солнечной активности, хотя влияние планет в принципе может сказываться на некоторых ее особенностях. Сейчас практически все теории солнечной цикличности, объясняющие ее внутренними причинами, присущими самому Солнцу, являются гидромагнитными. Наиболее разработанной из них является теория Бэбкока, хотя в основе ее лежит положение, которое следует считать наиболее уязвимым. Это же касается теорий, лишенных этого недостатка, то они находятся еще в стадии разработки.

ПЕРИОДЫ И ЦИКЛИЧНОСТЬ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ ЗЕМЛИ

1. Магнитное поле Земли испытывает интенсивные изменения во времени. Подобная интенсивная изменчивость отсутствует (или неизвестна) в других физических полях Земли — гравитационном, электрическом, тепловом.

2. Частотный спектр временных изменений магнитного поля Земли чрезвычайно широк. Многие из них имеют четко выраженный период, например солнечно-суточные и лунно-суточные вариации. В других обнаруживаются циклические изменения — в солнечной активности, в вековых вариациях. Диапазон периодов и циклов весьма широк — от нескольких секунд до нескольких столетий. Обнаруживаются также периоды по палеомагнитным данным в несколько десятков и сотен миллионов лет. Природа столь значительной изменчивости многообразна. Сравнительно короткопериодные вариации вызываются внеземными источниками (пульсации, солнечно-суточные и лунно-суточные вариации, магнитная возмущенность, магнитные бури).

Длиннопериодные вариации — вековые изменения, инверсии поля и другие — вызываются внутриземными источниками, расположенными в различных геосферах Земли — от ядра до земной коры.

Природа короткопериодных вариаций более ясна, чем природы длинопериодных. Несомненно, что важную роль в последних играют тектонические, вулканические, а также глубинные процессы, происходящие в мантии и ядре Земли.

Несмотря на то, что измерения магнитных полей, осуществленные с помощью космических ракет на Луне и вблизи Венеры и Марса, не обнаружили присутствия магнитных полей дипольного характера, вполне вероятно, что аномальное поле (мультипольное) имеет место и на других планетах.

Измерение магнитных свойств лунных пород показало наличие значительной намагниченности у них.

Таким образом, присутствие магнитного поля на других планетах весьма вероятно, хотя не исключено, что только Земля обладает им в силу особых условий, существующих в недрах Земли и отсутствующих на других планетах.

И. М. Пудовкин и Г. Е. Валueva

К ВОПРОСУ О ПРИЧИННОЙ ОБУСЛОВЛЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ С ПОЗИЦИЙ ДРЕЙФА ГЕОМАГНИТНОГО ЦЕНТРА

1. В работах авторов (1967 и 1969) было обращено внимание на то обстоятельство, что так называемый эксцентричный диполь (геомагнитный центр) в период с 1829 по 1965 г. передвигается по некой кривой, расположенной в плоскости большого круга, наклоненной к экватору на 30° . Было показано, что диполь двигался по кривой эллиптического вида, что его движение ответственно за глобальные черты векового хода геомагнитного поля, за так называемый западный дрейф последнего и за периодические изменения магнитного наклонения, выявленные археомагнитными исследованиями.

2. В работе Э. Э. Фотиади и др. (1967) обсуждается вопрос о вероятности совпадения геомагнитного центра с гравитирующим, вследствие чего передвигение диполя не означает ли передвигения субъядра Земли, которое, будучи несбалансированным в системе Земля — Луна — Солнце, «плавает» в жидком ядре? В этом случае на поверхности Земли должны наблюдаться глобальные вековые изменения силы тяжести.

3. Если гипотеза о движении субъядра правильна в том смысле, что субъядро в первом и весьма грубом приближении движется с периодом ~ 1200 лет по эллиптической орбите, длинная ось которой ~ 2300 км, а короткая ~ 1400 км [при этом продолжение длинной оси эллипса пересекает земную поверхность близ точек с $\varphi_1 = 30^\circ$, $\lambda_1 = 60^\circ$ (а минимальное расстояние от диполя до твердой оболочки Земли может быть ~ 1400 км) и с $\varphi_2 = -30^\circ$, $\lambda_2 = 240^\circ$ (минимальное удаление диполя от центра Земли 200 км)], то во времена наибольшего приближения субъядра к оболочке Земли сила тяжести может возрасти примерно на 0,005 ее современной величины.

Такие периодические изменения гравитационных условий не могли пройти бесследно. Это должно было приводить к периодическим изменениям в физико-географических условиях и прежде всего к периодическим изменениям климатических условий. В районах Срединной Азии со строгой последовательностью через каждые ~ 1200 лет (возможно больше, возможно меньше) должны были наступать длительные засухи, приводящие к высыханию водоемов и пастбищ. Населяющие эти районы народы должны были покидать освоенные места в поисках воды и корма для своих стад, если это касалось кочевников-скотоводов, и освоенных земельных угодий, если это касалось оседлых земледельцев.

Поскольку такие бедственные условия должны были охватывать большие территории, то это должно было сказаться на судьбах целых народов. Тогда и возникает вопрос о том, что известные в истории великие переселения народов были прямыми следствиями указанных явлений.

4. Не эти ли движения субъядра являются причиной известной в географической литературе периодической изменчивости увлажненности материков Земли? Наша постановка вопроса, собственно, должна звучать так: не существует ли в природе физико-географических, климатических или астрономических периодических явлений с длительностью периода порядка 1200 лет? Если существуют и если при этом они находятся в определенной корреляционной связи с дрейфом диполя (субъядра), то это будет означать, что мы имеем косвенное доказательство правильности выдвигаемой гипотезы об указанной форме дрейфа магнитного центра Земли и тем самым о дрейфе субъядра и в конечном счете о природе главного магнитного поля Земли, а возможно, и квазипостоянных магнитных полей звездных образований.

5. Кривая T_0 (напряженности магнитного поля дрейфующего эксцентричного диполя), построенная в предположении о существовании 600-летнего периода в движении диполя, на что нас наталкивают данные археомагнитных исследований образцов археологических объектов, хронологически относящихся ко второму и частично к первому тысячелетию нашей эры, согласуется с резкими изменениями уровня Каспийского моря, возможно происходившими в III, IX и XV веках нашей эры (Л. Н. Гумилев, 1966).

6. В работе А. В. Шнитникова (1957) рассмотрены многочисленные фактические материалы с целью выявления признаков закономерной изменчивости общей увлажненности материков северного полушария с периодом около 1800—1900 лет и анализа этой закономерности.

Кривая общих условий увлажненности, с которой сопоставляется кривая изменения напряженности геомагнитного

поля T_0 , построенная в варианте 1800-летней периодичности в движении эксцентричного диполя, неплохо согласуется с последней. Максимумы T_0 совпадают с кульминацией периодов усыхания. Итак, ритмы изменения уровня Каспия — 600-летние, ритмы общей увлажненности — 1800—1900-летние. Очевидное противоречие? По-видимому, нет. Дело в том, что периоды изменения магнитного наклона по мере удаления в глубь истории увеличиваются до 1000—1500 лет и более. Главнейшие ритмы Арала в голоцене, как показывает А. В. Шнитников (1970), тоже определяются периодом 1800—1900 лет. Это вполне совпадает с представлением о том, что геомагнитный центр движется по сжимающейся спирали. Поэтому период его обращения со временем уменьшается.

7. Ритмы некоторых земных явлений, находящихся, если так можно выразиться, в генетическом родстве, представляются весьма сложными и, несомненно, завуалированными интерферируемым результатом наблюдаемых в природе явлений. Возможно, что явления с ритмом 1800—1900 лет налагаются на явления менее или более длительной периодичности, например, на такие явления, как вековые изменения климата, ледниковые периоды и т. п. В этой связи крайне интересно коснуться причинной обусловленности ледниковых периодов. Как видно из работы М. Миланковича (1939), во второй половине прошлого и в первой четверти текущего столетия причины глобальных оледенений были предметом многочисленных исследований и живейших дискуссий. В то время было опубликовано большое число гипотез. Наибольшее внимание как возможные причины оледенений привлекали к себе динамические свойства Земли как астрономического объекта, находящегося в гравитационном взаимодействии с Солнцем и планетами солнечной системы. Прецессия оси вращения Земли, вековые изменения наклона эклиптики и эксцентриситета орбиты Земли в этом плане были рассмотрены многими учеными как порознь, так и в совокупном их действии. Миланкович в упомянутой работе именно эти явления принял во внимание в своей «астрономической теории колебаний климата». В ней же он дает обзор развития этой теории и разбирает гипотезы о причинной обусловленности ледниковых периодов. Из последних гипотеза Кролля, опубликованная в 1875 г., представляется, на наш взгляд, наиболее вероятной, хотя его современниками она была отвергнута. Суть ее в весьма кратком виде заключается в следующем.

8. Известно, что ось вращения Земли прецессирует с периодом 26 000 лет. Угол прецессии равен $23,5^\circ$. Проведем мысленно плоскость, перпендикулярную плоскости эклиптики, проходящую через длинную ось эллиптической орбиты Земли. Ось вращения Земли дважды за период прецессии совпадает с указан-

ной плоскостью: один раз, когда Земля находится в перигелии, и второй, когда она находится в афелии, т. е. через 13 000 лет. При этом, если в одном случае Земля, находясь, скажем, в перигелии, будет наклонена северным полушарием в сторону Солнца, то в другом — от него. Назовем эти моменты времени критическими. Во все другие моменты прецессионного периода вертикальная плоскость, проходящая через ось вращения Земли и центр Солнца, перемещается по эклиптике со скоростью предвращения равноденствий, т. е. со скоростью приблизительно 50" в год.

Когда Земля при прохождении через перигелий оказывается в одном из критических моментов времени, то в зависимости от того, куда обращено северное полушарие — в сторону Солнца или от него, будет устанавливаться режим годовой абляции поверхности ледяного покрова полярной шапки. Если в такой момент северное полушарие обращено в сторону Солнца, это будет означать накопление льда в районах северной полярной шапки, и накапливающиеся ледники будут сползать на материки. Это будет означать наступление максимального оледенения в северном полушарии, т. е. наступление кульминации ледникового периода. Если же в такой момент времени северное полушарие будет обращено в сторону от Солнца, то в Антарктиде будет период максимального оледенения, т. е. то, что приблизительно имеет место в настоящее время. Дело только в том, что в периоды максимального оледенения с антарктического материка ледники сползают в океан и поэтому, как говорится, «все концы прячутся в воду». Конечно, это представление надо усложнить за счет наложения на прецессию результатов изменчивости наклона эклиптики и эксцентриситета. Однако главным обстоятельством, определяющим смену режимов оледенения надо признать прецессию оси вращения Земли.

9. Правомерность этой гипотезы можно показать и на материалах табл. 15 работы Милановича (1939), в которой приводятся численные выражения векового хода облечения Земли. Если считать, что прецессия из всех других астрономических факторов является главным, а вековые изменения наклона эклиптики и эксцентриситета орбиты Земли — второстепенными, то во всех колонках табл. 15 средние временные интервалы между всеми ближайшими относительными экстремумами облечения должны составить 13 тысяч лет, т. е. половину периода прецессии. Оказалось, что этот интервал в среднем равен 12 тысячам лет. Если принять во внимание неравномерность шага временного интервала при вычислении интенсивности облечения, некоторые допущения, упрощающие численное решение задачи при вычислении значений векового хода облечения, то надо признать указанное совпадение вполне удовлетворительным.

В этом отношении интересно сослаться на работу Е. В. Максимова (1968), в которой он (табл. 1) дает выборку данных об оледенениях в заливе Кука. Даются времена максимумов и минимумов оледенений. Если образовать разность этих времен по строкам таблицы, то среднее ее значение равно 14 тысяч лет. Это опять-таки сильный аргумент в пользу правомерности высказанной гипотезы. По столбцам тех же табличных данных желательного периода не получается. Это говорит, видимо, только о том, что к выборкам фактического материала нужно подойти весьма осторожно. Кроме того, в интересах дела совершенно необходимо провести повторное решение задачи Миланковича на современном уровне вычислительной техники и теоретических представлений.

РИТМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ИОНОСФЕРЕ

По современным представлениям магнитно-ионосферные возмущения являются результатом сложного комплекса процессов, разыгрывающихся в ионосфере, особенно на высоких широтах, во время вторжений заряженных частиц из шлейфа (или хвоста) магнитосферы. Магнитно-ионосферное, или авроральное, возмущение состоит из магнитной бури, полярного сияния и из ионосферного возмущения, складывающегося из усиления ионизации в нижней части ионосферы и падения плотности ионизации в верхней ионосфере. Все эти явления, особенно сильные в зонах полярных сияний, окружающих магнитные полюса Земли, обнаруживают связь с активностью Солнца, т. е. первопричиной их являются, несомненно, солнечные корпускулярные потоки. Однако непосредственно в ионосферу эти потоки не проникают. Сравнительно слабые потоки частиц, всегда испускаемые Солнцем, даже в невозмущенных условиях (так называемый солнечный ветер) «сдувают» силовые линии магнитного поля Земли в антисолнечном направлении, образуя магнитосферу с далеко вытянутым шлейфом. В шлейфе постепенно запасается значительное количество магнитной энергии, для освобождения которой бывает достаточно незначительного толчка. Таким толчком может оказаться либо усиление солнечного ветра, связанное, например, с выбросом облака плазмы из солнечной вспышки, либо прохождение через Землю одной из границ секторной структуры межпланетного магнитного поля, вращающейся вместе с Солнцем. В результате этого в шлейфе магнитосферы возникает бурное пересоединение противоположно направленных силовых линий, пересоединившиеся линии сокращаются и увлекают плазму, находившуюся внутри шлейфа, по направлению к Земле, одновременно ускоряя ее. Заряженные частицы движутся вдоль силовых линий, оканчивающихся в зонах полярных сияний, и вызывают там авроральные возмущения.

Магнитно-ионосферные возмущения по ряду свойств разделяются на два типа: вспышечные и рекуррентные. Первые связаны с появлением на Солнце ярких хромосферных вспышек, вторые — с возникновением устойчивой секторной структуры слабых солнечных магнитных полей, выносимых солнечным ветром в межпланетное пространство. Устойчивость секторной структуры на Солнце приводит к появлению 27-дневной повторяемости, характерной для рекуррентных возмущений, тогда как вспышечные возмущения такой повторяемости не обнаруживают. Чаще всего на Солнце имеются либо два, либо четыре сектора с противоположно направленными магнитными полями, что приводит к возникновению 13—14- и 6—7-дневных ритмов в ионосферных явлениях, обнаруживающихся, так же как и 27-дневный ритм, во многих тропосферных процессах.

Вспышечные магнитно-ионосферные возмущения возникают наиболее часто на фазе максимума пятнообразовательной деятельности Солнца и практически исчезают в годы минимума. Иначе ведут себя рекуррентные возмущения. Они достигают максимального развития на ветви спада 11-летнего цикла солнечной активности и наиболее интенсивны за 2—3 года до минимума чисел Вольфа. Поэтому, если какое-либо геофизическое явление возникает при встрече Земли с потоками обоих типов, т. е. вспышечными и рекуррентными, то это явление обнаруживает 5—6-летний ритм, так как расстояние между фазами максимального развития на Солнце вспышечной и рекуррентной активности составляет 5—6 лет. Если же геофизическое явление обусловлено каким-либо определенным типом активности, то оно будет обнаруживать 11-летний ритм. Наблюдения показывают, что для магнитно-ионосферных возмущений, четко разделяющихся на вспышечные и рекуррентные, наиболее характерным является 11-летний ритм, тогда как в тропосфере наблюдаются оба вида ритмов — и 5—6-летний, и 11-летний.

В солнечной активности обнаруживается еще 22-летний цикл, проявляющийся как в распределении магнитных полей солнечных пятен, так и в своеобразном чередовании 11-летних циклов солнечной активности. Был установлен закон объединения соседних 11-летних циклов, оказалось, что физически связаны между собой четный и следующий за ним нечетный (по цюрихской нумерации) циклы, тогда как четный и предыдущий нечетный циклы такой связи не обнаруживают. Оказалось, что в некоторых метеорологических и гидрологических параметрах (например, в атмосферном давлении и уровнях некоторых озер) 22-летний цикл прослеживается весьма отчетливо.

Имеются указания на то, что в ряде геофизических явлений (например, в смене типов атмосферной циркуляции) выявляется и хорошо известный «вековой» (80—90-летний) цикл солнечной активности.

Исследование связи между возмущенностью магнитного поля Земли и солнечной активностью за довольно большой промежуток времени (1884—1968 гг.) привело к важному как в принципиальном, так и в практическом отношении выводу: средняя интенсивность рекуррентных магнитных возмущений в данном 11-летнем цикле оказалась чрезвычайно тесно ($r = +0,95$) связанной с числом Вольфа в максимуме следующего 11-летнего цикла. Это позволило высказать предположение о том, что 11-летний цикл состоит из двух фаз, причем в первой фазе цикла, начинающейся еще на середине ветви спада предыдущего цикла, на поверхности Солнца развиваются униполярные магнитные области, тесно связанные с секторной структурой межпланетного магнитного поля, тогда как во второй фазе развиваются биполярные магнитные области (группы солнечных пятен).

Таким образом, полная длина цикла солнечной активности составляет около 15 лет. С другой стороны, обнаруженная связь позволяет осуществлять уверенный долгосрочный прогноз солнечной активности — максимальное число Вольфа в каком-либо цикле может быть предсказано за 2—3 года до наступления максимума.

О. А. Дроздов и Л. Г. Полозова

**ЦИКЛИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ
И АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В СОВРЕМЕННУЮ ЭПОХУ
В УМЕРЕННЫХ И ВЫСОКИХ ШИРОТАХ
ЕВРАЗИИ И СЕВЕРНОЙ АМЕРИКИ**

1. В структуре многолетних рядов средней месячной температуры воздуха обнаруживаются колебания циклического характера различной длительности и амплитуды, изменяющиеся в зависимости от времени года и географического района.

2. Спектр колебаний температуры включает циклы длительностью от 2 до 100 и более лет, причем наиболее распространенными являются циклические колебания с периодом 2—3 года и более 60 лет, так называемые вековые, наблюдаемые и в ходе атмосферной циркуляции.

3. На составленных для каждого месяца картах районов многолетней цикличности наиболее обширными являются районы преобладания вековых колебаний температуры.

4. Расположение этих районов, по-видимому, указывает на причинно-следственную связь их с влиянием как земных (океан), так и внеземных (потoki космических частиц) факторов.

5. Сложная динамика потепления климата в 30-е годы может найти удовлетворительное объяснение при использовании гипотезы о стимулировании развития в атмосфере циркуляционных пар потоками космических частиц высокой энергии, изменяющейся в вековом цикле.

6. В рядах атмосферных осадков также проявляются циклические составляющие. При осреднении их членов за несколько лет часто квазипериодические составляющие становятся ведущими. Средние периоды колебаний встречаются от 2 до 100 лет. При этом в каждом пункте выделяются всего несколько частот колебаний. 2-летний цикл малой амплитуды заметен практически везде. Более длительные циклы проявляются в строго ограни-

ченных областях, которые, группируясь, образуют иногда обширные системы, в которых данные длительности колебаний или не встречаются вовсе, или оказываются весьма неустойчивыми.

7. В умеренных широтах Евразии преобразования циклов сводятся или к некоторому изменению их средней длительности, или к изменениям длительности сразу же в 2 раза. Полное исчезновение ранее действовавших циклов происходит редко.

8. Эти закономерности более четко проявляются в циклах длительностью от 3 до 22 лет; циклы менее и более продолжительные не так устойчивы. Последние часто распадаются на обертоны в пределах одной системы.

9. Наибольшее влияние на ход природных явлений (уровень водоемов, смену растительности и т. д.) оказывают влияния длительные циклы. За период инструментальных наблюдений над осадками цикла длительностью более 80—100 лет («вековых») выявить не удалось. «Сверхдлинные циклы» оказались ложными, связанными с несовершенством методики наблюдений, однако уже в XVIII веке вероятны осадки, большие современных.

Вековые циклы выражены преимущественно зимой к востоку от меридиана Москвы и в Сибири (с некоторым смещением фаз с запада на восток), а также в субтропических районах (особенно в Средней Азии и Средиземноморье, в последнем случае летом). На юге лесной зоны и в степях колебания происходят преимущественно, но не строго в обратной фазе, из-за чего колебания уровней Каспийского и Аральского морей не всегда зеркальны.

В летнее время измерен также вековой ход засух большого распространения. В Казахстане этот ход обратен ходу ледовитости полярных морей; на Украине максимум засушливости держался до векового максимума солнечной активности. Связь вековых циклов колебаний осадков с ледовитостью прослеживается и на протяжении XIX века. В Западной Европе вековые циклы выражены слабее; здесь преобладают колебания больших частот.

10. Циклы длительностью 25—50 лет (брикнеровские, или внутривековые) на территории СССР в поле осадков проявляются не везде, но соответствуют часто колебаниям водоемов, что может быть следствием влияния интерференции колебаний температуры и осадков на режим увлажнения. В Западной Европе циклы подобной длительности (возможно, обертоны векового) выражены более четко.

Обратный ход температуры и осадков характерен только для лета; зимой ход этих элементов чаще совпадает.

11. В группе циклов длительностью около 20 лет выделяются: а) 25-летние, связанные с повторяемостью смен

зональной и меридиональной циркуляций — выражены в Прибалтике; б) 22-летние с большой амплитудой, но локализованные в ограниченных районах и даже со своими обертонами не охватывающие территорию сплошь; в) 19-летние — также с большой амплитудой, по-видимому, приливные. На границах действия указанной группы циклов наблюдаются неправильные колебания длительностью от 20 до 30 лет.

12. Заслуживают отметки в связи с большой амплитудой также 14-летние циклы с их 7-летним обертоном, проявляющиеся в северной полосе Евразии и в полосе к югу от 50° широты, — видимо, приливные.

13. Учет цикличности в колебаниях температуры и осадков важен для оценки устойчивости климатических норм, для сверхдолгосрочных прогнозов и для объяснения векового хода природных явлений.

Л. П. Дубров

ГЕЛИОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РИТМИЧНОСТИ В БИОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

1. Гелиобиология является научной дисциплиной, изучающей зависимость биологических процессов на Земле от Солнца и космических тел. В развитие мировой гелиобиологической науки большой вклад внесли отечественные ученые — проф. А. Л. Чижевский, Н. С. Щербиновский, В. Б. Шостакович, М. С. Эйгенсон и многие другие исследователи. Именно совместный труд ученых различных специальностей, основанный на анализе огромного по объему фактического материала и четкой математической обработке всех данных, дал возможность прийти к выводу о решающей роли солнечной активности для ритмических изменений различных процессов в биосфере.

Исследования гелиобиологов выявили тесную связь между солнечной циклической активностью и ритмическими проявлениями различных биологических процессов в биосфере Земли — размножением вирусов и бактерий, растений и животных, биологической продуктивностью водоемов и приростом древесины в лесах, колебаниями численности рыб и урожайности полей и т. д.

Таким образом, гелиобиологические исследования выявили одну из важных особенностей солнечно-земных связей — их всеобщий, глобальный характер. Глобальный характер связей прослеживается не только в универсальной зависимости биологических процессов на Земле от показателей солнечной активности, но также в синхронности и синфазности проявления различных ритмических биологических процессов, а также в синхронности изменения функциональных биологических и физико-химических процессов при их длительном наблюдении или воспроизведении в различных географических пунктах и, кроме того, в синхронности нарушения и невозпроизводимости этих процессов в течение определенного времени.

2. Глобальный характер проявления солнечно-земных связей приводит к необходимости исследовать причины столь необычного универсального влияния на ритмичность различных процессов в биосфере Земли.

Исследования последних лет показали, что при анализе гелиобиологических связей в ритмичности биосферных процессов необходимо учитывать три важных физических фактора: геомагнитное, гравитационное и космическое поля. При этом следует учитывать, что особенности и сложности в проявлении ритмичности биосферных процессов, с которыми сталкиваются исследователи на практике, объясняются особенностями проявления каждого из вышеуказанных главных физических факторов и их трансформирующего влияния на три важнейших для биосферы оболочки Земли — магнитосферы, ионосферы и атмосферы, а также сложными взаимодействиями и влияниями различных космических факторов на радиационные пояса Земли и мощные токовые системы Земли.

3. Не умаляя роли гравитации и космических полей, мы придаем большое значение геомагнитному полю. Геомагнитное поле является одной из главных характеристик солнечного влияния на биосферу Земли. Для такого утверждения имеются следующие основания и доказательства, полученные в геофизике, биологии, медицине и сельском хозяйстве:

а) в геофизике четко установлена связь между изменениями геомагнитной активности и различными климатическими процессами;

б) магнитный момент Земли имеет огромную величину, что оказывает свое влияние на ход биологических, физико-химических и химических реакций в биосфере;

в) компенсация или сильное уменьшение геомагнитного поля специальными экранами приводят к изменению функциональных и структурных свойств биологических объектов;

г) на основе большого фактического материала (сотни тысяч наблюдений) показана тесная корреляция резких подъемов обострения различного рода заболеваний у человека с геомагнитной активностью (сердечно-сосудистые заболевания, аллергические реакции и т. д.);

д) анализ работ исследователей, изучавших самые различные процессы, показывает синхронность суточной ритмики изучаемых процессов с суточными вариациями геомагнитного поля, а также синфазность сезонных изменений биологических процессов с «сезонным» ходом элементов геомагнитного поля за конкретные даты, когда проводились исследования (суточная ритмика процессов у растений, сезонный ход инверсий хромосом у насекомых и т. д.);

е) изменения функциональных показателей у растений и животных, находящихся в районе крупных магнитных аномалий;

ж) экспериментальные исследования в факторостатных условиях (т. е. при исследовании организмов в условиях постоянной влажности, температуры, освещенности, газового состава) указывают на роль геомагнитного поля в ритмических колебаниях функциональных процессов;

з) исследования по географической (по странам света) ориентации животных и растений, а также исследования по ориентированным посевам указывают на большую роль геомагнитного поля;

и) влияние природных электрических и электромагнитных полей различного диапазона частот на течение биологических процессов указывает на связь биологических процессов с геомагнитным полем, ибо электрические и магнитные характеристики живых организмов тесно связаны между собой.

4. На основе признания ведущей роли геомагнитного поля и определенного влияния на эту связь природных электромагнитных полей становится понятной глобальность (синхронность, синфазность) гелиобиологических реакций, ибо геомагнитное поле всепроникающее и имеет наряду с локальными особенностями унитарные вариации. Получают также объяснения многие явления в эволюции живых организмов на Земле. Изменения постоянного магнитного поля важны для долгопериодных биосферных изменений. В то же время изменениями переменного магнитного поля можно объяснить известные микрорезволюционные процессы: внезапность появления новых типов и смена вариантов вирусных возбудителей, колебания в различные годы генетических нарушений у человека и животных и т. д. Проведенные нами аналитические исследования показали, что мутационный процесс на всех его уровнях (хромосомный, клеточный и популяционный) связан с изменением геомагнитного поля за конкретный период времени и место, где наблюдался этот мутационный процесс. В силу этого ясно, что резкие изменения геомагнитного поля приводят к возникновению новых форм бактерий и вирусов или к изменению в генотипе животных и растений на молекулярном и субмолекулярном уровне.

Далее становится понятным различное проявление солнечной активности в различных географических пунктах, ибо это связано со спецификой геомагнитной и природной электромагнитной обстановки в данном географическом месте. Кроме того, следует учитывать различную функциональную активность живых организмов на действие гелиофакторов, а также изменение указанной функциональной активности в результате генотипических изменений, идущих под влиянием геомагнитного поля.

5. В ритмичности биосферных изменений следует различать два типа компонентов: **периодический**, регулярный, обусловленный унитарными вариациями геомагнитного, гравитационного поля и космических полей, и **апериодический**, спонтанный, но в принципе циклический, связанный с повышенной солнечной активностью (вспышки, деятельность активных областей), с внезапным изменением космических полей (в том числе межпланетного магнитного поля) и гравитационных сил. Следует при этом учитывать, что изменения, вызванные этими факторами, накладываются на «эндогенную» биосферную ритмику, связанную с внутренними взаимоотношениями и циклическими изменениями в биоценозах (экосистемах).

6. Не нарушая общих гелиобиологических закономерностей, деятельность человека вносит изменения в характер ритмических проявлений в биосфере Земли. Например, введение в медицинскую практику различного рода сывороток, эффективных лекарственных средств, проведение различных санитарно-гигиенических мероприятий — карантин и т. д. — устраняет возможность естественного проявления и возникновения болезней, позволяет купировать очаги инфекции и тем самым нарушает стихийность и естественную ритмичность в проявлении эпидемических заболеваний. В то же время массовое применение различных инсектицидов, пестицидов и других препаратов, содержащих ртуть, хлор, мышьяк, а также загрязнение биосферы в результате бытовой и производственной деятельности человека (например, нефтяная пленка в морях и океанах, промышленные и сточные воды в реках и т. д.) приводят к резкому нарушению взаимоотношений в биосфере и к нарушению естественного хода ритмических явлений в биосфере Земли. Поскольку в биосфере биотические и абиотические факторы тесно связаны друг с другом, подобного рода нарушения могут оказывать влияние на ритмичность природных процессов и иметь самые неожиданные последствия. Например, наличие нефтяной пленки на значительных акваториях может привести к резкому уменьшению испарения и увеличить частоту появления засух в тех или иных аграрных районах.

7. Таким образом, ритмические изменения в биосфере, являясь гелиофизическими в своей основе, отражают влияние планетарных и космических сил и все усиливающейся деятельности человека.

Использование системного анализа, четкое выделение роли главных действующих факторов, установление всей сложной картины взаимосвязи и взаимозависимости позволит в будущем построить полную картину гелиобиологических основ ритмичности в биосфере Земли.

Н. В. Ловеллус

РИТМИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИРОСТА ДЕРЕВЬЕВ

Использование данных о приросте годовичных колец деревьев для изучения колебаний климата и солнечной активности имеет длительную историю.

В докладе дается представление об основных проблемах в области дендроклиматологических исследований и некоторых особенностях методики, применяемой различными специалистами, способах сбора и обработки информации.

Показаны возможности применения данных о приросте деревьев для реконструкции некоторых элементов климата в прошлом и возможные пути их прогноза.

В основу работы положены результаты сбора автором образцов хвойных пород деревьев из ряда горных районов СССР по «профилю» Карпаты—Камчатка и данные о приросте годовичных колец хвойных, полученные в виде образцов или в цифровом выражении от В. Н. Адаменко, В. Г. Колищука, Б. А. Колчина, Г. Е. Комина, Е. В. Максимова, А. В. Шнитникова, С. Г. Шиятова и других исследователей.

В качестве основной характеристики была использована величина годовичного прироста хвойных пород деревьев, измеряемая на поперечном срезе стволов под микроскопом.

Получение сводных данных о приросте годовичных колец по каждому району осуществлялось путем осреднения измерений по нескольким великовозрастным модельным деревьям. Таким образом достигалось нивелирование некоторых возрастных особенностей отдельных моделей. Полученный ряд годовичных колец по каждому из районов исследований использовался далее при оценке связи приростов с ходом метеорологических элементов, что предоставило автору возможность выполнить реконструкцию теплообеспеченности гор Путорана и Сунтар-Хаята, уточнить представления о распаде горного оледенения хр. Сунтар-Хаята, датировать гибель леса на верхней границе и т. д.

Помимо региональных исследований, выполнено построение обобщенной серии годовичных колец для 10 районов СССР. Это оказалось возможным выполнить в результате приведения данных о годовичных приростах деревьев отдельных районов к сопоставимому виду путем расчета модульных коэффициентов по методике В. Е. Рудакова (1951).

Проведение 5- и 13-летнего скользящего сглаживания позволило выявить существование 12- и 24-летнего ритмов в приросте деревьев в горных районах СССР.

И. Я. Поляков

РИТМИКА ЯВЛЕНИЙ В ПРИРОДЕ И ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ВРЕДИТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

1. Во всех районах Земли, за исключением ограниченных районов тропического пояса, все формы проявления жизни имеют ярко выраженную сезонную и многолетнюю ритмику. Кроме того, повсеместно четко выражена суточная ритмика активности. Эта ритмика обусловлена в конечном итоге сезонными и многолетними изменениями поступления солнечной энергии на Землю. Количество и качество энергии, достигающей поверхности Земли, связано с характером вращения нашей планеты вокруг Солнца и изменчивостью интенсивности солнечной радиации. В итоге суточная, сезонная и многолетняя ритмика поступления на Землю солнечной энергии стала решающим фактором, направляющим формирование биосферы и эволюцию всех видов ее заселяющих. В равной мере она стала обязательным условием существования жизни на Земле.

2. Ритмика проявления всех форм жизненной активности животных связана не только с непосредственными воздействиями на них физических факторов, состояние которых целиком определяется энергией солнца, проникающей на поверхность земли, но и кормовой базой, создаваемой в конечном итоге за счет аутотрофов, использующих солнечную энергию для синтеза органических веществ. Для животных источником энергии являются растения, а физические факторы среды определяют доступность энергетических ресурсов, характер и интенсивность их расходования. Практически термином энергетические факторы объединяются: условия, обеспечивающие накопление энергии растениями, наличие и доступность энергетических ресурсов для животных, условия, определяющие интенсивность расходования энергии животными на разные формы и виды жизнеобеспечения.

3. Решающим стимулом эволюции является необходимость приспособиться к суточной, сезонной и многолетней изменчивости поступления солнечной радиации на Землю. Конечным результатом является обеспечение положительного энергетиче-

ского баланса организмов и популяций, несмотря на существенную изменчивость доступности энергетических ресурсов и условий их расходования по сезонам и годам. Однако пути эволюционного процесса нестандартны, хотя они характеризуются общностью тенденций, суть которых состоит в ослаблении зависимости особей, популяций и биогеоценозов от сезонной и многолетней ритмики поступления солнечной энергии на Землю.

4. Нестандартность путей эволюции обусловлена многими причинами. В конечном итоге они определяют разную чувствительность особей и популяций у отдельных видов на состояние энергетических ресурсов среды — кормовой базы и климатических факторов. Это обуславливает разные темпы эволюции и саму ее возможность. Если судить по видовому составу класса млекопитающих, то, чем выше чувствительность к состоянию энергетических ресурсов среды, тем многообразнее видовой состав отряда (семейства), тем выше потенция эволюции. Наоборот, формы, достигшие относительно большой независимости их существования от факторов, определяющих энергетические ресурсы, их доступность и условия расхода усвоенной энергии, представлены малым числом видов, их эволюция как бы зашла в тупик (И. Д. Стрельников, 1970). В равной мере это может быть отнесено ко всем формам животных (К. М. Завадский, 1968).

5. Одним из наиболее объективных показателей чувствительности вида к изменчивости энергетических факторов среды и возможностей обеспечения энергетического гомеостаза популяций является потенция размножения — показатель вероятного воспроизводства при оптимальном состоянии среды в течение года или другого отрезка времени (И. Я. Поляков, 1964, 1967). В то же время сохранение биогеоценозов как форм существования биосферы возможно только в том случае, если обеспечивается гомеостаз во взаимоотношениях компонентов, их слагающих, с меняющейся физической средой по сезонам и годам. Этот гомеостаз, охватывающий все виды, безотносительно к тому, какую экологическую нишу они занимают, в конечном итоге определяется количественными соотношениями особей. В связи с этим эволюция всегда затрагивала все параметры межвидовых отношений. Все видовые адаптации тесно связаны с обеспечением гомеостаза межвидовых отношений биогеоценоза и биогеоценоза как целого с физической средой. Сопряженность эволюции определила выработку механизмов саморегуляции, проявляющихся специфично на разных уровнях организации живой материи — организм, популяция вида, биогеоценоз — работающий по принципу обратной связи.

6. У форм с наименьшей чувствительностью к энергетическим факторам среды наибольшее значение в регуляции численности приобрели внутрипопуляционные отношения. У форм,

сохранивших высокую лабильность реакций на состояние энергетических факторов среды, они и являются наиболее существенными в регуляции их численности. При этом отмечается большая морфофизиологическая изменчивость популяций — сезонная, ботаническая, географическая, формирующаяся изменчивостью состояния энергетических факторов среды, их распределением и степенью оптимальности во времени и пространстве (И. Я. Поляков, 1964, 1968, 1969). Подавляющее число видов животных на Земле реагируют на среду по этому типу. Однако имеются и переходные формы между отмеченными крайними типами. У таких форм существенное значение в регуляции численности могут иметь внутривидовые и межвидовые отношения, также действующие по принципу обратной связи.

7. Для форм с высокой чувствительностью реакций на среду характерна большая динамичность распространения и численности, которая заложена как потенция в самом типе их эволюции. В естественных биогеоценозах, с характерной для них физической средой и межвидовыми отношениями, обеспечивается относительная сбалансированность численности популяций всех видов независимо от потенциала из размножения. Гомеостаз осуществляется по принципу обратной связи. Однако в тех случаях, когда для видов с лабильными реакциями на среду создается возможность более полной реализации потенциала размножения (за счет лучшего обеспечения энергетическими ресурсами и на более длительный срок, чем обычно), численность их становится массовой. Это отражается на структуре биогеоценоза. Биогеоценозы тундры, степи, пустыни, отчасти лесостепи, в которых более сильно проявляется прямое влияние ритмики состояния энергетических факторов, характеризуются сравнительной бедностью видового состава и большим диапазоном изменения численности популяций входящих в них животных компонентов, без нарушения целостности экосистем. В других типах биогеоценозов, характеризующихся богатым видовым составом, массовые размножения отдельных видов способны вызвать сукцессию.

8. В различных районах Земли диапазон изменчивости состояния энергетических факторов неодинаков. Наблюдается четкая корреляция между диапазоном изменчивости свойств особей и популяций и диапазоном ритмической изменчивости энергетических факторов среды. При этом, чем лабильнее реакции на среду, тем большее значение приобретает фенотипическая изменчивость в обеспечении гомеостаза особей и популяций со средой. У форм специализированных, с наибольшей устойчивостью к состоянию физических факторов среды, преобладает генотипическая изменчивость, что и приводит в тупик их эволюцию. В равной мере и биогеоценозы, приспособленные к большим диапазонам изменчивости состояния энергетических

факторов, более устойчиво переносят значительные колебания численных соотношений компонентов. При этом биогеоценозы, чувствительные к диапазону изменчивости соотношений компонентов, создают собственную среду, существенно смягчающую ритмику изменчивости состояний физических факторов.

9. Воздействия человека на природу в результате общего технического прогресса и развития сельскохозяйственного производства состоят в том, что разрушаются механизмы, обеспечивающие гомеостаз в биогеоценозах. Это ведет к обеднению видового состава животных (и, вероятно, растений), увеличению численности особей отдельных видов, нашедших в новых условиях более благоприятную обстановку для существования, ускоряет процесс микроэволюции (И. Я. Поляков, 1964, 1968; Ж. Дорст, 1968).

10. Земледелие бурно развивается, так как необходимо обеспечить ежегодно примерно 3—4% -ную прибавку собираемой продукции для снабжения продовольствием растущего народонаселения и сырьем промышленности. За счет различных технических приемов (культивация, мелиорация земель, химизация, использование теплиц, парников и другие приемы) и выведения все новых сортов культурных растений человек стремится уменьшить зависимость урожая культурных растений (на площади свыше 900 млн. га) от сезонной и многолетней изменчивости климатических факторов. В данном случае с большим или меньшим успехом снимаются экстремальные воздействия среды. Это приводит к тому, что и для многих вредных видов ослабляется сдерживающее влияние физических факторов и усиливаются их положительные воздействия в течение благоприятных сезонов. В итоге общая динамика популяций многих видов вредителей становится в большей мере зависимой от агротехнических и организационно-хозяйственных мероприятий, а зависимость их от естественной ритмики энергетических факторов резко ослабляется.

11. Большой урон, причиняемый вредителями сельскохозяйственному производству, обусловил необходимость активной защиты посевов от них. На эту работу тратятся огромные средства (у нас — свыше миллиарда рублей в год, в США — более 4 миллиардов долларов и т. д.). Эффективность этой работы зависит от разработки трех типов прогнозов: многолетних, являющихся основой стратегии защиты растений; годовых, обеспечивающих планирование профилактических мероприятий в масштабах страны или региона; фенологических, определяющих сроки проведения защитных работ (И. Я. Поляков, 1970).

12. Многолетние прогнозы изменения среднего уровня экономического значения вредителей учитывают преимущественно те изменения в обеспечении энергетическими ресурсами определенных группировок вредных видов, которые произойдут

в связи с изменениями интенсивности и технологии сельскохозяйственного производства. Кроме того, принимаются во внимание возможные микроэволюционные процессы и их направленность. Для микроэволюции вредителей сельскохозяйственное производство создает исключительно благоприятную обстановку (И. Я. Поляков, 1968, 1969). Роль изменения активности солнца практически пока учесть невозможно. Кроме того, ее значение перекрывается силой воздействия деятельности человека на всю констелляцию факторов среды. Известные попытки прогнозировать периодичность массовых размножений отдельных вредных видов (или группировок) на основе учета циклики изменения активности солнечной радиации (Ч. Элтон, 1924; Б. С. Виноградов, 1934; Н. С. Щербиновский, 1952; А. А. Максимов, 1968 и многие другие) не дали обнадеживающих результатов, хотя их следует в принципе считать биологически оправданными для территорий, слабо преобразованных человеком.

13. Прогнозы распространения вредителей на год учитывают прежде всего морфофизиологические свойства популяций вредных видов, вызываемые комплексным воздействием на них состояния энергетических ресурсов и энергетических факторов, специфически изменяющихся по сезонам и годам в пределах биотопов и географических районов. В отношении многих вредных видов более или менее раскрыты механизмы влияния этих факторов на формирование свойств популяций, определяющих их численность и характер реакций на среду. На этой основе возникла возможность математического моделирования динамики популяций и перехода к разработке математических методов прогноза распространения вредителей.

14. Фенологические прогнозы основаны на учете состояния физических факторов среды, сохраняющих свою сезонную и отчасти многолетнюю ритмику, а также морфофизиологических свойств популяций, определяющих характер реакции на них. В этой связи выявляется специфика реакций у географических и даже биотопических популяций одного вида. Раскрыты некоторые механизмы, определяющие заблаговременный характер реакций популяций на сезонную и даже многолетнюю изменчивость физических факторов среды. Осмысливаются механизмы отбора, способствующие закреплению таких адаптаций.

15. Рассмотренные вопросы — ритмика энергетических факторов и ее значение для динамики численности вредителей — имеют важное практическое и теоретическое значение. Многие положения, вероятно, вызовут дискуссию, так как еще не сложились общепринятые представления. Это и естественно для такой важной научной проблемы. Вместе с тем разработка этих вопросов становится все более насущной для обоснования генерального направления в развитии земледелия (оптимизации агроценозов) на многолетний период.

Е. А. Борисенко

ГАЛАКТИЧЕСКИЙ РИТМ В ИСТОРИИ ЗЕМЛИ

Геологам давно уже известна глобальная ритмичность в чередовании различных по своему составу геологических образований. Повторение во времени определенной последовательности формационного спектра на обширнейших площадях нашей планеты, скорей всего, следует увязывать с космическими закономерностями, прежде всего с общей пульсацией энергетического поля Земли и гравитационного ускорения.

Для доказательства этой закономерности был проанализирован последний аномалистический период (последний галактический год), соответствующий по геохронологической шкале времени от юры до наших дней. Этот период был выбран для анализа потому, что его геологическая история наиболее достоверно изучена и сравнительно однозначно решен вопрос временной характеристики его геологических подразделений. Чтобы более наглядно увязать историю развития Земли с космическими явлениями, обусловленными движением солнечной системы вокруг центра масс Галактики, построены два графика. Деления оси абсцисс каждого графика соответствуют общепринятой геохронологической шкале. По ординате верхнего графика отложены значения произведения VR , где V — линейная скорость движения Солнца по галактической орбите, а R — расстояние до центра масс Галактики. (Вероятно, можно считать, что данный график отражает изменения гравитационного ускорения.) Величины V и R взяты по П. П. Паренаго. На ординате нижнего графика показано количество ярусов, приходящееся на 10 млн. лет. Кривая характеризует скорость накопления признаков, определяющих ярус, т. е. отражает изменение скорости эволюции Земли.

Детальный анализ геологической истории последнего аномалистического периода дает следующую картину.

Моментам пересечения солнечной системой галактического экватора, перигалактия и апогалактия соответствуют революционные периоды в жизни Земли, эволюционные занимают промежуточное положение.

Революционные этапы (верхняя юра — неоком, неоген — антропоген — время пересечения перигалактия и галактического экватора, верхний мел — апогалактия) длительностью 25—30 млн. лет отличаются повышенной сейсмической активностью, происходит активизация глубинных разломов. Характерной особенностью этих периодов является образование широтных складчатых поясов и глубоких океанических впадин в экваториальной зоне. В геологических разрезах этого времени обычны угловые и стратиграфические несогласия регионального характера. В морских бассейнах преимущественно отлагаются карбонатные и хемогенно-лагунные осадки. Резко увеличивается площадь континентальной седиментации, причем грубообломочные фракции захороняются вблизи места разрушения материнских пород. Зеркало Мирового океана сильно сокращается. Наступает время планетарных регрессий. Климатическая зональность резко выражена. Остатки ископаемой флоры и фауны свидетельствуют о скачкообразном изменении кода наследственности. Выделяются эндемичные виды.

Наибольший скачок во всех явлениях приурочен к моменту пересечения галактического экватора.

Эволюционные этапы (апт — альб, палеоген) продолжительностью 40—45 млн. лет зафиксированы в геологической летописи преобладанием морского осадконакопления терригенных и коллоидных фаций. Стратиграфические разрезы этого времени отличаются наибольшей полнотой. Сейсмический режим характеризуется относительным спокойствием. Мировой океан покрывает мелководным плащом почти всю планету. Развиваются планетарные трансгрессии. Рельеф земной поверхности сильно выравнен, о чем свидетельствует однообразие литологического состава морских образований, прослеженное на громадных площадях. Климатическая зональность или отсутствует совсем, или очень слабо выражена. Органическая жизнь медленно и плавно эволюционирует. Выделяются виды космополиты.

Сопоставление построенных графиков показывает, что на протяжении последнего аномалистического периода ритмичность геологических процессов зависела от положения солнечной системы на галактической орбите.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ШКАЛА АБСОЛЮТНОГО ВОЗРАСТА

При попытке сравнения моментов геологической истории с положением солнечной системы в Галактике выяснилось, что сходные моменты геологической истории будут соответствовать одинаковым фазам галактических лет при условии, если все мезозойские и палеозойские отрезки времени будут равны продолжительностям своих кайнозойских аналогов. Например, продолжительность юры должна быть равна продолжительности ее кайнозойского аналога — палеоцена и эоцена вместе взятых ($7 + 23$ млн. лет).

Как известно, геохронологические шкалы составлены с различной детальностью и точностью для кайнозойской, мезозойской и палеозойской частей. Для подразделений кайнозоя общей длительностью 67 ± 3 млн. лет с достаточной точностью (± 2 млн. лет) установлены не только границы систем, но даже границы между отдельными эпохами. Возрастные границы между системами мезозоя установлены с меньшей надежностью, особенно границы юра—триас и триас—пермь. Надежность обоснования возрастных границ между системами палеозоя, как отмечено в объяснительной записке к геохронологической шкале 1964 г. (Г. Д. Афанасьев и др., 1964), является недостаточной.

Одинаковая продолжительность отрезков времени с подобной геологической историей была основным принципом, на котором базировалось определение продолжительности отдельных систем и, когда это было возможно, ярусов.

За «эталонные» принимались продолжительности отрезков геологического времени кайнозоя и конца мезозоя, определенные методами абсолютной геохронологии с наибольшей точностью и детальностью.

Для проверки полученной шкалы абсолютного возраста был применен корреляционный метод, который состоит в сопоставлении кривых распределения абсолютных возрастов гранитоидных массивов, отражающих интенсивность горообразования, с кривыми трансгрессий.

Для построения кривой распределения возрастов гранитоидных массивов было взято 400 случайных значений абсолютного возраста, полученные по породе, биотиту и мусковиту гранитоидов с использованием постоянных полураспада калия — $\lambda_K = 5,57 \times 10^{-11}$ лет⁻¹ и $\lambda_B = 4,72 \times 10^{-10}$ лет⁻¹.

Очевидно, что кривые распределения возрастов гранитоидных интрузий являются характеристикой интенсивности интрузивной деятельности и горообразования. Эта характеристика была бы полной, если бы она была составлена на основа-

нии большинства замеров возрастов гранитоидных массивов мира.

Средние значения полученной периодичности 86 и 175 млн. лет почти точно совпадают с продолжительностями галактического года (176 млн. лет) и полугодия (88 млн. лет), вычисленными П. П. Паренаго (1952), по данным которого время между двумя последовательными прохождением солнечной системы через перигалактий или апогалактий — 176 млн. лет (перигалактий — кратчайшее расстояние от центра Галактики до Солнца, апогалактий — наибольшее расстояние между ними, так называемый аномалистический период галактического движения). Момент последнего прохождения Солнца через апогалактий был 76 млн. лет назад, а через перигалактий — будет спустя 12 млн. лет.

Таким образом, подтверждается продолжительность галактического года, вычисленная П. П. Паренаго, и надежность аргонного метода определения абсолютного возраста. Полученная кривая состоит из трех подобных отрезков, отражающих интенсивность интрузивной деятельности в течение каждого галактического года, которые коррелируются с периодом в 175 млн. лет.

Для того чтобы получить наиболее полную характеристику интенсивности процесса образования гранитоидных интрузий в течение галактического года в целом, автором была построена суммарная кривая распределения возрастов гранитоидов с помощью сложения кривых трех галактических лет. Получившаяся кривая более рельефна, чем каждая из ее составляющих, что доказывает сходный характер изменения интенсивности интрузивной деятельности в течение каждого из трех галактических лет. Если бы эти кривые не коррелировались, то суммарная кривая была бы менее рельефна.

Таким образом, интенсивность интрузивной деятельности зависит от времени галактического года.

Моменты прохождения солнечной системы через три апогалактия и два перигалактия отмечены резкими вспышками интрузивной деятельности, после которых следовал период в 20—25 млн. лет с минимальной активностью интрузивной деятельности, соответствующий самым трансгрессивным и самым теплым эпохам.

Закономерное увеличение отклонения пиков на кривой распределения от соответствующих им моментов перигалактия и апогалактия с увеличением возраста, вероятно, свидетельствует о несколько завышенных значениях постоянных полураспада калия, принятых в настоящее время.

Интересно, что апогалактиям соответствуют датский, наюрский и ланвирнский века низкого положения уровня Мирового океана.

Каждый район обуславливает один-два и в редких случаях три-четыре максимума на кривой распределения возрастов гранитоидных интрузий, и только кривая интенсивности интрузивной деятельности многих районов похожа на перевернутую кривую трансгрессий. Еще большее сходство с ней имеет суммарная кривая распределения возрастов интрузий, полученная при отнесении всех имеющихся возрастов гранитоидных массивов к одному галактическому году.

Максимумы интенсивности интрузивной деятельности закономерно смещаются от начала галактического года в каледонском этапе через промежуточное положение в герцинском на его конец в альпийском, что, вероятно, связано с изменением положения районов Тянь-Шаня, Южного Урала, Казахстана и Алтая по отношению к оси вращения Земли.

Таким образом, суммарная кривая интенсивности интрузивной деятельности, которую можно считать и суммарной характеристикой горообразования, сходна с перевернутой кривой трансгрессий Русской платформы. Если учесть, что каждый из упомянутых выше районов (Кавказ, Тянь-Шань, Урал и др.) развивался по-своему, а характер трансгрессий на Русской платформе трижды повторился, то такое совпадение вряд ли случайно. Где же суммироваться всем этим частным горообразованиям, как не в Мировом океане... Следовательно, предпосылка о связи трансгрессий с колебаниями уровня Мирового океана, вероятно, верна. Механизм этого явления можно объяснить следующим образом. При подъеме гранитоидных тел по соседству с ними образуются компенсационные прогибы, которые заполняются океанической водой и осадками, двигавшимися в океан. Это в свою очередь сказывается на понижении уровня океана. Если считать, что объем Земли и гидросферы постоянен в течение хотя бы ограниченного отрезка времени (5—10 млн. лет), то объем поднятий должен быть равен объему погружений и объем поднявшегося над водой горного сооружения должен быть равен приращению емкости океана. В этом случае можно примерно оценить вероятную амплитуду изменения уровня океана, определив объем современных горных сооружений. Расчеты показывают, что даже объем горных сооружений, превышающих 1000 м над уровнем моря, составляет 80 млн. км³, что эквивалентно понижению уровня океана на 200 м. Это реально возможная и далеко не максимальная величина изменения уровня океана, которая приблизительно соответствует высоте распространения эоценовых отложений на платформах.

Как известно, в интервале первых 70 млн. лет все шкалы абсолютного возраста мало отличаются друг от друга. В этом интервале всем регрессивным этапам соответствуют максимумы на кривой распределения возрастов гранитоидных массивов,

а всем трансгрессивным — минимумы. Совершенно невероятно, чтобы в кайнозой интрузивная деятельность и трансгрессии были связаны одной закономерностью, а в мезозой и палеозой — другой. Эта давно известная закономерность продолжает выдерживаться при сравнении кривой распределения возрастов гранитоидных массивов с мезозойской и палеозойской частями кривой трансгрессий, построенной в масштабе периодической шкалы абсолютного времени, в то время как в других шкалах эта закономерность нарушается. Периодическая шкала составлена в результате уточнения Советской шкалы 1964 г. с помощью корреляционного метода. Она выгодно отличается от существующих шкал, составленных по опорным точкам, перспективой развития, большим количеством информации и ее доступностью.

В масштабе периодической шкалы крупные месторождения нефти, газа, горючих сланцев, фосфоритов, бокситов, марганца и других полезных ископаемых имеют правильную периодичность в 176 и 88 млн. лет и зависят от времени галактического года, что позволяет определять стратиграфические критерии их поисков. Таким образом, практический смысл этой шкалы очевиден.

В. Б. Нейман

О НЕКОТОРЫХ ОБЩИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ПРОЯВЛЕНИЯ РИТМИЧНОСТИ В ПРИРОДЕ

1. Ландшафты, как и прочие природные объекты, обладают ритмичностью как во времени, так и в пространстве, являющейся ее обязательным элементом.

2. Ритмичность природных объектов отражает дискретную природу пространства — времени как физической категории.

3. Дискретность пространственных категорий имеет строгую закономерность. Так, последовательные порядки форм рельефа Земли укладываются в ряд с соотношением $1:3$ (В. В. Пиотровский, 1964), длины рек разных порядков — в соотношении $1:\sqrt{3}$ (Г. И. Леонтьев, 1968), кратеры Земли (В. Г. Кузнецов, 1964) и Луны (М. М. Шемякин, 1968) — в соотношении $1:\sqrt{2}$ и т. д. Дискретностью характеризуются и ландшафтные единицы, в основе чего, несомненно, лежат тектонические условия, опосредствованные через рельеф.¹

¹ В виду имеются лишь микро- и мезоформы ландшафта. Как известно, макроформы характеризуются широтной (климатической) зональностью.

4. Любой природный объект — это почти «мгновенный» срез эволюционного процесса. Поэтому дискретность пространства переплетается с дискретностью времени.

5. Следует уточнить, что в природе не может существовать чисто пространственный, мгновенный срез объекта. Это связано с конечной скоростью распространения процессов. Поэтому любой природный объект, коль скоро он — единое целое, испытывает сходный процесс в разных местах в различное время. Причем процесс постоянно качественно и количественно эволюционирует.

Любой природный объект существует в четырех координатах: трех пространственных и одной временной.

6. Ритмичность во времени связана с общими свойствами пространства. Так, существует 27-дневная ритмичность биологических объектов Земли, земной коры, вулканических проявлений (?), сидерических ритмов Луны, ритмов межпланетной плазмы (солнечной короны), синодических ритмов Солнца. Возможно, что это — единая ритмичность более крупных космических зон.

7. Ритмы часто имеют не синусоидальный ход, а скачкообразный, на грани этапов. Такой ход характерен, например (геологически), для ритмичных колебаний поверхности Земли.

8. Соотношение ритмов разных порядков, так же как и пространственные соотношения, имеет дискретный ход. Это подмечено Б. С. Гуревич и М. Я. Иосилевой (1965), которые установили, что $T = 2Mn^2$, где $M = 11$ лет, n — натуральный ряд чисел, а T — дискретный ряд периодичности естественных процессов.

Эта дискретность характеризуется, в частности, соотношением длительности земных геологических формаций.

Дискретность характерна также для сидерических циклов Луны. Как выяснилось (Н. А. Комков, по В. Б. Нейману, 1969), полуциклы (между верхней и нижней или нижней и верхней элонгациями Луны) имеют продолжительность 299, 323, 347, 371 час, т. е. разнятся на величину длительности земных суток.

9. Физические явления всегда выражаются в определенных, конкретных формах материи (а не материи «вообще»). Однако проявление одних из них этими, частными, формами материи и ограничивается. Другие же являются более общими, охватывая в ряде случаев и материю в целом. К последним относится категория дискретности. Однако выражение этой категории в значительной степени различно, в зависимости от вида материи, в которой эта категория выражена.

10. Ритмичность земных толщ как основа палео- и современных ландшафтов связана, очевидно, с периодическим изменением размеров Земли. Благодаря этому без существенных

изменений объема вод эпиконтинентальных морей могли в прошлом сменяться трансгрессии и регрессии, имевшие планетарный характер.

11. Видимо, в основе изменения размеров Земли (идущих резкими скачками) лежат периодические изменения полей космоса. При этом Земля на них реагирует резонансно, преобразуя синусоидальные циклы в более резко очерченные.

Б. Л. Соловьев

О РОЛИ ПЛАНЕТАРНЫХ КОЛЕБАНИЙ КЛИМАТА В ФОРМИРОВАНИИ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И РЕЛЬЕФА

Собственные полевые исследования и знакомство с литературными источниками приводят автора к мысли о том, что основной причиной, контролировавшей на протяжении антропогена развитие экзогенных физико-геологических процессов, формировавших различные генетические типы четвертичных отложений и рельефа, являются в конечном счете периодические планетарные колебания климата. Каждое изменение климата в планетарном масштабе в сторону похолодания или потепления нарушало установившееся в ландшафтной оболочке Земли динамическое равновесие и приводило в движение сложную цепь взаимосвязанных экзогенных процессов.

Первым звеном опосредования влияния планетарных колебаний климата на материальное вещество земной поверхности являлось чередование ледниковий и межледниковий. Во время оледенений в областях распространения материковых и горных ледников формировались отложения гляциальной группы и гляциальный рельеф, а в перегляциальной зоне накапливались эоловые отложения: лёссы и лёссовидные суглинки. По данным Т. С. Кавеева (1954), И. А. Шамрая (1955) и других авторов, а также по нашим наблюдениям, основная масса лёссовидных суглинков юга Европейской части СССР является эоловыми осадками. Во время межледниковий поверхностный слой эоловых осадков преобразовывался в почвы, которые во время следующего оледенения без каких-либо следов размыва погребались под новым ярусом эоловых отложений.

Чередование оледенений, сопровождавшихся концентрацией влаги на материках, и межледниковий, когда ледяные массы таяли, вызывало чередование регрессий и трансгрессий океа-

нов и морей, представляющих второе звено опосредования влияния планетарных колебаний климата на верхнюю часть земной коры. Во время океанических трансгрессий (т. е. в межледниковые эпохи), по данным автора, полученным при работе на Черноморском побережье Кавказа, происходило образование цоколя морской террасы, берегового уступа, вышележащей террасы, а также накапливалась основная масса рыхлых отложений формирующейся террасы. Во время следовавшей затем регрессии эти отложения частично перерабатывались прибоем и покрывались крупнообломочными осадками регрессивной серии. Оформление террасы нисходящим ^{морем} уступом происходило при очередной трансгрессии в следующую ледниковую эпоху. Необходимым условием образования морских террас как форм рельефа являлось тектоническое поднятие береговой зоны. Накопление отложений, составляющих аккумулятивные тела террас, на поднимающемся побережье происходило, возможно, по той причине, что скорости повышения уровней эвстатических трансгрессий намного превышали скорости тектонического поднятия дна.

Периодические изменения уровня океанов и морей на протяжении антропогена приводили к чередованию фаз эрозии и аккумуляции постоянных и временных водотоков, в долинах которых формировались террасы.

Проследивание связи формирования речных террас с фазами планетарных климатических циклов в долинах р. Дона и рек Западного Кавказа показывает, что при снижении уровня приемного морского бассейна в ледниковую эпоху реки, приспособившись к новому базису эрозии, образовывали эрозионные врезы (распространявшиеся снизу вверх по течению), вырабатывали цоколь террасы и отлагали базальный слой аллювия, а во время следовавшей затем трансгрессии морского бассейна, т. е. в межледниковую эпоху, происходило накопление основной массы рыхлых отложений террасы. Нисходящий уступ террасы образовался во время последующей эрозионной фазы, отвечающей снижению уровня моря в течение очередного оледенения. Необходимым условием образования речных террас (так же как и морских) являлись тектонические поднятия, так как благодаря им аккумулятивные отложения террас выводились из зоны действия вод очередной трансгрессии и таким образом сохранялись от размывания.

Образование оползневых отложений и оползневых форм рельефа, приуроченных к уступам речных и морских террас, на протяжении антропогена шло также циклично. Фазы активизации оползнеобразования на берегах океанов и соединенных с ними морей были связаны с трансгрессиями и межледниковьями, по берегам рек — с эрозионными фазами и регрессиями эпохи оледенения.

Интенсивность перечисленных экзогенных процессов на протяжении антропогена менялась в зависимости от смены фаз климатических циклов. Этапы существования более или менее однородного климата (холодного в эпохи оледенений и теплого в межледниковые эпохи), занимающие относительно длительные промежутки времени, до многих десятков тысяч лет, характеризовались падением интенсивности экзогенных процессов. Переходные же периоды от оледенений к межледниковьям и обратно, бывшие значительно короче, характеризовались во много раз более сильным развитием экзогенных процессов. С прекращением резкого изменения климата, т. е. с установлением более или менее однородных климатических условий, свойственных оледенению или межледниковью, интенсивность экзогенных процессов постепенно замедлялась и они приходили в состояние относительного динамического равновесия, соответствующего низкому уровню океанов и открытых морей в ледниковые эпохи и высокому их уровню во время межледниковий.

Во время более мелких планетарных колебаний климата, проявлявшихся в виде интерстадиалов в ледниковые эпохи и относительных похолоданий во время межледниковых эпох, вызывались к жизни те же экзогенные процессы, что и в соответствующие фазы вышеописанных макроколебаний климата, но в значительно более ослабленном виде. Результаты этих процессов в ходе геологической истории накладывались на результаты деятельности экзогенных процессов, порожденных макроклиматическими колебаниями, и усложняли строение формирующихся отложений и форм рельефа.

Выяснение роли периодических планетарных колебаний климата различного порядка в изменении характера, направленности и интенсивности развития целого ряда взаимообусловленных экзогенных процессов, при обязательном учете тектонической обстановки той или иной территории, открывает возможность корреляции четвертичных отложений различных генетических типов значительно удаленных друг от друга районов, а также может содействовать постановке научного прогноза развития экзогенных процессов в будущем.

ПРИРОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И РИТМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ АНТРОПОГЕНА СЕВЕРНОЙ ОКРАИНЫ ЕВРАЗИИ

Состав, строение и само существование антропогеновой толщи на севере Евразии определено особенностями природных процессов, протекавших здесь в последние два миллиона лет. Восстановление их последовательности читается ныне по ритмическому строению толщи, в зоне трансгрессии Арктического бассейна выделенной мною в шельфовую формацию. Под шельфовой формацией понимается закономерное сочетание морских, береговых и подчиненных им континентальных отложений в ритмически построенной толще образований в условиях пульсационного режима тектонических движений на материковой ступени в границах распространения шельфовых морей. Шельфовая формация в антропогене приморских низменностей Советского Союза простирается от Белого моря до Хатангского залива; восточнее в узкой полосе побережья установлено неоднократное повторение в разрезах прибрежноморских осадков; шельфовая формация развита на Чукотском полуострове и на Аляске, а также в Северо-Западной Европе и арктической Канаде, где ее изученность недостаточна.

На севере Евразии формация имеет четырехчленное строение, причем II ритм подразделяется на два этапа. Каждый из ритмов распадается на денудационный и седиментационный этапы, последний из которых состоит из трансгрессивной фазы фазы максимума трансгрессии и регрессивной фазы. Нижние возрастные рубежи ритмов определяются: IV — 70 тыс. лет, III — 255—280 тыс. лет, II₂ — 650—700 тыс. лет, II₁ — 1120—1500? тыс. лет и I — 1750—2000 тыс. лет. Важно отметить, что длительность ледниковой эпохи достигает по минделк 640 тыс. лет, а по проблематичному гюнцу всего 950 тыс. лет. Следовательно, ни изменения зоогеографического состава морского бентоса, ни колебания уровня Арктического бассейна ни, наконец, ритмическое строение формации не могут быть объяснены с позиций чередования ледниковых и межледниковых этапов.

Формирование видового и зоогеографического состава морской бентосной фауны зависело не от климатического режима, а от гидрологических обстановок, предопределявших характером океанических течений, глубинами бассейнов, стоком материковых вод. Изменения состава морской фауны отражают и подчеркивают ритмическое строение шельфовой формации. Весь комплекс данных свидетельствует о синхронности олед-

нений трансгрессиям. Это позволяет считать, что не только гляциоэвстатический, но и гляциоизостатический фактор не был решающим в колебаниях уровня вод; ни тот, ни другой не проливают свет на этапность трансгрессии до начала оледенений. Поэтому я склоняюсь к тектонической природе трансгрессии, вытекающей из высокой активности земной коры в области океанической впадины и материковой ступени, хотя «чистота» ее временами и не была полной.

Исследование каждого из ритмов седиментации приводит к ряду общих положений: 1) регрессивная фаза II ритма явилась переломным моментом, с которого общая тенденция к опусканию окраины материка сменилась некоторой тенденцией к воздыманию. На ее фоне еще проявились III и IV ритмы трансгрессии, но область бассейна и мощности осадков заметно редуцировались; 2) глубина проникновения морских вод во многих местах контролировалась не уровнем моря и высотами местности, а подпором вод, выносившихся реками, огромными акваториями солоноватоводных бассейнов; 3) современная орография суши, а скорее всего и шельфа, сложилась в конце позднего плейстоцена; 4) распространение шельфовой формации ограничено западными регионами Евразии. Осадки береговой зоны восточных регионов являются лишь слабым отзвуком мощной морской седиментации. Но важно подчеркнуть сопоставимость этапов осадконакопления в циркумполярном плане, подтверждающую планетарный характер неотектонического развития Земли; 5) выявленные закономерности должны быть распространены и на толщу антропогенных отложений, находящуюся под водами современных шельфовых морей. Следует только заметить, что в силу пространственного положения и истории бассейнов ее ритмическое строение может оказаться выраженным слабее, чем в пределах современной суши.

Ю. Ф. Чемяков

РИТМИЧНОСТЬ МОРФОГЕНЕЗА

Развитие рельефа земной поверхности имеет ритмично-направленный характер, усложняющийся с течением времени, отражая аналогичный же процесс развития геологической формы материи.

Для более глубокого познания морфогенеза методически دوستимо и необходимо анализировать отдельно ритмичную со-

ставляющую и направленную составляющую процесса морфогенеза. Целью настоящего сообщения является предварительный анализ ритмичной составляющей морфогенеза.

Обширный фактический материал, поток которого в последние десятилетия заметно возрос, подтверждает ритмичность морфогенеза и ее глобальное проявление. Можно считать установленным, что ритмичность обуславливается космическими и внутриземными факторами. Среди космических факторов следует назвать вращение Земли вокруг своей оси, вращение Луны вокруг Земли, вращение Земли вокруг Солнца, колебания солнечной инсоляции и т. д. Взаимодействие Земли с другими космическими телами носит ярко выраженный ритмичный характер, обуславливая возникновение суточных, годовых, 4-годовых, 11-летних и других, вплоть до 200-миллионных и еще более значительных по объему ритмов. Природа внутриземных ритмов во многом продолжает оставаться загадкой. Большинство исследователей связывает ее с явлениями периодического нагрева (радиоактивного происхождения) и охлаждения планеты и другими причинами. Как полагают, эти ритмы имеют большую длительность (десятки и сотни миллионов лет), проявляясь, в частности, в периодичности процессов магматизма и тектогенеза (ритмы 20, 40, 200 и т. п. миллионов лет). Ряд исследователей предполагает, что и внутриземные («эндогенные») ритмы в значительной мере обуславливаются космическими влияниями.

В самой общей форме глобально проявляющаяся ритмичность выявляется в чередовании фаз активизации и фаз стабилизации процессов морфогенеза. Каждая пара фаз активизации и стабилизации (мобильная + стабильная фазы) отвечает единичному морфоциклу.

Таким образом, геоморфологический этап в истории Земли (напомню, что в моем понимании его длительность составляет около 4,5 млрд. лет, соответствуя геологическому этапу Земли) представляет собой закономерное чередование фаз активизации и фаз стабилизации процессов морфогенеза или непрерывную смену одних морфоциклов другими.

Нет сомнения в том, что в геологической истории Земли размеры однотипных ритмов не оставались неизменными, испытывая направленные изменения. Так, например, Н. Ф. Балуховский, Ю. А. Мещеряков, Л. И. Салоп и другие исследователи отмечают, что длительность крупных ритмов (от нескольких десятков миллионов лет до нескольких сотен миллионов лет) к современности сокращается. Пока еще не ясно, как это явление можно объяснить на фоне расширяющейся Вселенной. Следствием расширения должно было бы быть прогрессирующее удлинение рассматриваемых ритмов к современности но не сокращение.

Другая закономерность связана с уменьшением значения асинхронности глобальных границ ритмов с увеличением длительности ритмов. Так, например, суточный ритм морфогенеза, обусловленный вращением Земли вокруг своей оси, глобально асинхронен. Его временные границы являются скользящими, что легко установить, прослеживая постепенное наступление дня на разных долготах при движении с востока на запад. Для ритмов более высоких таксонов подобная асинхронность теряет значение в связи с существенным увеличением длительности ритмов и незначительным интервалом скольжения границ начала и завершения ритмов. Это явление обуславливает глобальную асинхронность ритмов низких таксонов и глобальную синхронность ритмов высокого таксономического ранга.

Третья закономерность проявляется в явлении интерференции ритмов разных порядков. Накладываясь друг на друга, они создают чрезвычайно сложную, запутанную картину изменения процессов морфогенеза. Ее графическим выражением обычно является весьма сложная кривая, в которой ритмичные элементы нередко прямо не вычитываются. Лишь применяя математический анализ (ряды Фурье, гармонический анализ), можно разложить эту кривую на составляющие ее разнорядковые ритмы. Интерференция ритмов ведет к осложнению фаз активизации крупных ритмов фазами стабилизации мелких ритмов и к усложнению фаз стабилизации крупных ритмов фазами активизации ритмов и низких таксонов.

Ввиду того что рельеф является элементом географической среды, ритмика его развития усиливает или обуславливает периодичность развития других элементов этой среды. В свою очередь ритмичность развития последних вызывает периодичность морфогенеза. Так, например, климатические ритмы разных порядков обуславливают ритмичность экзогенного морфогенеза (например, появления и исчезновения ледовых форм). Аналогично влияние ритмичности эндогенных процессов на формирование эндогенного или эндогенно-предопределенного рельефа с наблюдающейся и здесь обратной связью.

Географическое и геологическое значение периодичности процессов морфогенеза очень велико. Она обуславливает ритмичность перемещений земной поверхности, денудационного среза, образования и перемещения геологических тел и содержащихся в них полезных ископаемых и многих других процессов. Все эти явления происходят на земной поверхности, являющейся основной ареной хозяйственной деятельности человека.

Глобально проявляющаяся ритмичность, накладываясь на направленно-циклично развивающиеся природные зоны Земли геотектонические элементы ее литосферы, конкретизируются провинциальных климатических вариантах циклов (географы-

ческие циклы В. М. Дэвиса) и морфоциклов основных крупных геотектонических областей (отражающих, по Ю. Ф. Чемякову, преимущественное влияние эндогенного морфогенеза).

К. С. Кальянов

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ВЕТРОВОЙ ЭРОЗИИ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЕМ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА

1. Ветровую эрозию необходимо рассматривать как объективное явление, имеющее место на поверхности Земли. В процессе развития ветровой эрозии затрачивается колоссальное количество энергии, источником которой являются процессы влагооборота и циркуляции атмосферы, обусловленные радиационной энергией Солнца.

Исходя из этого, динамику развития ветровой эрозии следует рассматривать как следствие изменения гидротермического режима.

2. А. В. Шнитников (1957, 1969) путем анализа обширного и разностороннего материала установил многовековой ритм общей увлажненности материков северного полушария от пятого тысячелетия до н. э. до современности, что имеет важное значение в познании закономерностей ритмичности развития ветроэрозионных процессов. За это время им выделено четыре ритма.

Данные разных авторов о сухих и влажных периодах или о времени проявления ветровой эрозии тесно согласуются с кривой, построенной А. В. Шнитниковым, хотя получены на основании изучения различных материалов.

3. Неотъемлемой чертой ландшафтной оболочки Земли являются ритмические явления (С. В. Калесник, 1970). Установленный за последнее время факт и характер изменения гидротермического режима на Земле в связи с изменением приливообразующих сил и солнечной активности позволяет наметить схему периодичности развития ветровой эрозии за последние шесть тысяч лет.

Можно выделить четыре фазы дефляции, которые соответствуют эпохам пониженного увлажнения и разделяются на вековые периоды и циклы, а последние на внутривековые. В среднем каждая фаза состоит из 15 вековых ритмов (периодов и циклов) и 100 внутривековых ритмов ветроэрозионной активности.

Фазы и вековые и внутривековые периоды и циклы разделяются временем с более увлажненными условиями, когда процессы дефляции затухают. Таким образом, непрерывное проявление ветровой эрозии на Земле происходит через прерывистое развитие в пределах отдельных регионов.

4. Деятельность человека играет определенную роль в интенсификации развития ветровой эрозии, однако она только накладывается на общую динамику объективных причин, обуславливающих развитие дефляции.

Засушливые гидротермические условия приводят к усыханию лесов и изреживанию полога травянистой растительности и тем самым создают объективные предпосылки развития дефляции, которые могут быть усилены или ослаблены деятельностью людей. Однако люди не могут вызвать развитие ветровой эрозии, если гидротермические условия данного времени тому не соответствуют, и не могут полностью ликвидировать объективно сложившуюся ветроэрозионную ситуацию, хотя, при условии предвидения и соответствующей подготовленности, могут существенно уменьшить возможный хозяйственный ущерб от пыльных бурь.

В будущем деятельность человека открывает перспективы глубокого изменения климата (М. И. Будыко, 1969). В этом случае человек сможет внести изменения в ритмичность проявления ветровой эрозии.

5. Исходя из имеющихся представлений о предполагаемой тенденции к понижению увлажненности, следует ожидать в целом интенсификации ветроэрозионных процессов. Несомненно, будут наблюдаться и вековые, и внутривековые ритмы спада, иногда довольно значительные, однако их нельзя рассматривать как прекращение развития дефляции. В связи с этим годы ослабления ветроэрозионной активности должны использоваться для подготовки к новым вспышкам ветровой эрозии.

Кроме того, необходимо учесть, что по мере нарастания засушливости климата некоторые древесные породы могут оказаться нестойкими, а поэтому подбор лесных культур в лесозащитные полосы должен быть особенно тщательным.

Основное внимание в настоящее время в вопросах борьбы с ветровой эрозией должно быть сосредоточено на прогнозировании этого явления, на правильном использовании колебаний гидротермических условий, так как от этого в большей степени зависит действенность и долговечность, эффективность и рентабельность разрабатываемых и применяемых противодефляционных мероприятий.

7. Следует отметить, что изменения гидротермического режима используются недостаточно при планировании противоэрозионных работ. Даже беглый взгляд на историю развития

борьбы с ветроэрозийными процессами может показать, что она проявлялась волнами.

Большой интерес эти вопросы вызвали в докучаевский период, новая волна имела место в 30-е годы, затем в конце 40-х — начале 50-х годов текущего столетия и, наконец, в настоящее время. В промежутках имело место ослабление внимания, а в некоторых случаях даже действия, направленные против мероприятий по борьбе с ветровой эрозией. Такое действие порождалось временным затуханием дефляции, вызванным изменением гидротермического режима. Здесь как раз и сказалось неумение человека использовать ритмические явления.

8. На ближайшее время прогнозирование развития ветровой эрозии необходимо увязывать с 11-летней цикличностью активности Солнца, исходя из того, что в периоды максимума и нисходящей кривой развитие ветровой эрозии наиболее вероятно.

А. Н. Афанасьев

К ПРОБЛЕМЕ СОВРЕМЕННЫХ МНОГОЛЕТНИХ ИЗМЕНЕНИЙ НЕКОТОРЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ В СЕВЕРНОЙ ПОЛОВИНЕ ЕВРАЗИИ

Проблема современных многолетних изменений природных явлений обсуждалась многими русскими и зарубежными учеными. Однако она еще далека от полного решения, хотя весьма ответственна в деле использования и охраны природных ресурсов в дальней перспективе.

В основу теории многолетних изменений земных явлений советские и зарубежные ученые принимают факторы солнечной деятельности и процессов атмосферной циркуляции, рассматривая их как единый процесс изменения этих явлений.

В последние годы некоторые зарубежные ученые снова вернулись к газовой гипотезе для объяснения изменений климата. Однако высказывания в этом отношении весьма противоречивы. Так, Пласс (1966) пишет: «Изменением количества CO_2 можно просто объяснить общее потепление климата в последнее столетие». И далее в той же работе он подчеркнул: «Все же неясно, чем вызвано повышение температуры в текущем столетии — сжиганием топлива или совершенно иными причинами». Флон (1966) указывает, что... «широко распространившееся потепление в период с 1770 по 1810 г., т. е. задолго до

начала промышленной эры, должны предостеречь нас от придания теории CO_2 общего значения».

В сообщении рассматриваются вековые соотношения этапности и ритмичности гидрометеорологических элементов по некоторым станциям Западной Европы и СССР, с привлечением для анализа данных по солнечной деятельности и процессам атмосферной циркуляции.

Установлен различный характер в соотношении этапности и ритмичности вековой изменчивости температуры. Выделяются две климатические зоны. Одна лежит к северу от гор Карпат, Черного моря и гор Кавказа; другая — к югу от этой границы. Первая зона освещается станциями Ленинград, Берлин, Киев, Казань, Свердловск, Златауст, Барнаул; вторая зона — Вена, Будапешт, Николаев, Тбилиси.

В первой зоне особенностью вековой этапности температуры является пространственно-временное согласование ее соотношения, лишь с некоторым нарушением этапности в вершинах вековых циклов в сторону их запаздывания в восточном направлении и небольшой вариацией этапности в начальных фазах развития циклов. Во второй зоне проступает аналогичный характер этапности, но во втором вековом цикле температуры в западной части этой зоны (Вена и Будапешт) вершина цикла значительно сдвинута в сторону опережения.

Еще большие различия обнаружены в выявленном сверхвековом соотношении этапности температуры. В первой зоне минимум был в 1809 г., а во второй — в 1891 г., указывая на противоположный характер сверхвековой ритмичности температуры в течение XIX столетия. В Берлине эта этапность прерывается с середины 1910 г. заметным понижением температуры.

Сверхвековое повышение температуры за период 1810-х — 1960-х годов для сглаженных колебаний за малые и внутривековые циклы соответственно составляет в Ленинграде 3,4 и 1,5° и в Берлине 2,1 и 1,4°.

Установлено, что в период VI 11-летнего цикла (1811—1823 гг.), являющегося минимумом первого векового солнечного цикла, температура была повышена по сравнению с V циклом, вследствие чего и вековой минимум температуры оказался сдвинут в среднем на 11 лет в сторону опережения относительно солнечного. В период вершин первого (III и IV циклы) и второго (VIII и IX, а также XI циклы) вековых солнечных циклов температура была понижена по сравнению с соседними циклами, следовательно максимум температуры в первом цикле в сравнении с солнечным также наблюдался раньше в среднем на 13 лет; но во втором цикле он запаздывал в среднем на 13 лет.

В период 1914—1957 гг. наблюдалось небывалое повышение активности. На протяжении этого времени западная форма

атмосферной циркуляции понижалась, восточная была высокой и меридиональная до 1937 г. ослабленной, затем она интенсивно повысилась. На этом фоне процессов температура на исследуемой территории повышалась и в 30—40-х годах достигла векового максимума. Вековой цикл температуры начался в среднем с 1895 г., т. е. с опережением векового минимума солнечного цикла на 18 лет. Таким образом, здесь вековой цикл температуры вступил в фазу понижения. Это понижение температуры наблюдалось в период вершины векового солнечного цикла (XVIII и XIX 11-летнего цикла), векового минимума западной, векового минимума восточной и интенсивного повышения меридиональной форм циркуляции.

В трех вековых циклах намечаются временные зоны с повышенной температурой в период максимальных 11-летних солнечных циклов. Главная роль в образовании зон принадлежит интенсивности и типам процессов атмосферной циркуляции, определяемых уровнем и характером структуры вековой изменчивости солнечной активности. По-видимому, газовая гипотеза не может представляться решающей в отношении формирования вековых изменений температурного режима.

Почти правильный синфазный характер вековой изменчивости активности и температуры может быть назван временной гелиогеофизической аналогией, имеющей важное практическое значение.

Реальность существования временных зон подтверждается коэффициентами корреляции между средними величинами 11-летних солнечных циклов и соответственно им температуры воздуха при сдвиге вековых фаз последней на один 11-летний цикл, которые получились для Ленинграда и Берлина равными $0,88 \pm 0,07$ и $0,84 \pm 0,09$. Однако эта связь характеризует первый и второй вековые циклы. Для третьего цикла она оказалась противоположной.

Другим подтверждением этой реальности является наступившее в 30—40-х годах текущего столетия похолодание в ряде высоких и средних широт Евразии при продолжавшемся очень интенсивном вековом росте солнечной активности.

Характер вековых соотношений и этапности атмосферных осадков и речного стока весьма разнообразен и находится более или менее в соответствии с процессами атмосферной циркуляции.

ПРИЗНАКИ РИТМИЧНОСТИ В ДИНАМИКЕ АНТРОПОСФЕРЫ

Ритмические проявления в природе в последние годы находят все большее признание. Наряду с 11-летним ритмом выявляется значительная роль так называемого хэловского двойного 11-летнего ритма, по продолжительности близкого к 22—24 годам. Существует даже мнение, что двойной ритм играет более существенную роль в природе, чем обычный 11-летний.

Двойной 11-летний ритм, часто именуемый также внутривековым, проявляется в закономерном чередовании интервалов повышенной и пониженной активности различных природных процессов. Математически правильной периодичностью этот ритм не обладает: повторение одинаковых фаз ритма обычно происходит через 17—29 лет; квадратичное отклонение достигает значительной величины — 5—6 лет (или примерно 22—26 %).

Известно также, что внутривековой ритм интерферирует с ритмами большей продолжительности и прежде всего с 1850-летним ритмом А. В. Шнитникова. На положительной, т. е. активной, волне последнего внутривековые ритмы выступают более отчетливо, чем в промежутках между активными интервалами многовекового ритма. Далее, ход внутривековой ритмичности осложняется хотя и не слишком ясным проявлением векового ритма. Так же как в случае с многовековым ритмом, на положительных волнах векового ритма «всплески» внутривекового ритма более отчетливы, чем в эпохи упадка векового ритма.

Внутривековой ритм давно замечен в явлениях и процессах, протекающих в атмосфере и гидросфере; особенно четко обнаруживается он в состоянии горного оледенения. Последние годы он выявлен в явлениях и процессах, протекающих в литосфере (сейсмичность, вулканизм, пульсации земной коры). Наконец, не менее ясен он в процессах и явлениях космического порядка: активности Солнца и планет-гигантов Юпитера и Сатурна, в частоте падения на Землю метеоритов, в частоте появления комет и даже в частоте вспышек новых и сверхновых звезд (Е. В. Максимов, 1970).

Проявление ритма указанной продолжительности замечено и в биосфере, в частности в интенсивности роста деревьев (А. Дуглас, 1909; Н. В. Ловелиус, 1970).

Все сказанное заставляет предположить, что ритм, обладающий столь широкой сферой проявления, не может в какой-то

степени не отражаться на процессах и явлениях, протекающих в антропосфере.

В связи с этим в качестве эксперимента была проделана следующая работа. Из «Энциклопедического словаря», тт. 1—3 (изд-во БСЭ, М., 1953—1955) за отрезок времени с 1500 г. до наших дней были выбраны годы рождения всех упоминаемых там лиц. При этом авторы исходили из того, что любое общество в издаваемых им энциклопедиях упоминает лиц, которые по тем или иным соображениям представляются выдающимися. Видимо, не вызовет возражений рассматривать указанных лиц также и как наиболее активных.

На основании сделанной выборки был составлен частотный ряд, который далее был подвергнут 11-летнему скользящему сглаживанию. В результате была построена кривая рождений активных лиц¹.

Полученная кривая отчетливо показывает наличие двух тенденций: общего увеличения числа рождающихся активных лиц как следствия общего роста народонаселения и волнового характера числа рождений, проявляющегося в более или менее закономерном чередовании пиков и провалов на кривой. Особенно ясными «всплески» кривой становятся начиная с 1800 г. Резкое падение кривой после 1900—1903 гг. носит фиктивный характер ввиду того, что в энциклопедиях редко упоминаются лица моложе 50-летнего возраста.

Опознание «всплесков» кривой носит в некоторой степени субъективный характер. За 400 лет вероятнее всего имело место 18 таких «всплесков»; из них 16 достаточно отчетливы. Средняя продолжительность ритма составляет 22,7 года при среднем квадратичном отклонении 4,2 года (или 18,5%).²

Авторы не ставили себе задачи пытаться увязать ритмы рождения активных людей с ритмами солнечной или космической активности (эта связь, видимо, достаточно сложна). На материале XIX века как будто видно, что периоды разрастания ледников (т. е. похолодания), отвечающие вспышкам солнечной, космической и сейсмо-вулканической активности, соответствуют уменьшению числа рождений активных людей. Решить этот вопрос окончательно пока не представляется возможным.

В результате выполненной работы выявлено изменение среднего превышения 22—23-летних ритмов над фоном активности. Его заметный рост в конце XVIII и особенно в XIX веке указы-

¹ 11-летний интервал сглаживания был принят потому, что выявление внутривековых ритмов в различных природных процессах и явлениях производилось ранее именно при указанном интервале сглаживания для того, чтобы «погасить» проявление 11-летнего ритма.

² Уменьшая интервал сглаживания, можно без особого труда получить ритм, по продолжительности близкий 11-летнему.

вает на возрастание степени выраженности внутривековых ритмов, что само по себе говорит в пользу того, что внутривековые ритмы накладываются на положительную волну многовекового ритма.

Теперь можно с большей степенью уверенности говорить о том, что на протяжении XVIII и XIX веков происходил общий рост числа рождений активных людей.

Напомним, что все упоминавшиеся природные процессы, протекающие на Земле и в Космосе (сейсмо-вулканическая, кометно-метеоритная, звездная и, вероятно, солнечная активность), имеют определенную тенденцию к возрастанию своей активности на протяжении последних 200—300 лет (Е. В. Максимов, 1970).

Приведенные факты наводят на мысль, что и в целом динамика антропосферы во времени носит ритмический характер.

Г. Б. Гортинский

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПРИРОСТА ЕЛИ ПО ДИАМЕТРУ В ПРЕДЕЛАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТАЙГИ

Динамика прироста древесины ели изучалась в различных типах леса южной, средней и северной подзон тайги. Сравнительные данные были получены также для условий крайней северной границы тайги и подзоны хвойно-широколиственных лесов. Всего было заложено более 30 пробных площадей и круговых площадок с анализом изменчивости прироста во времени в основном в пределах текущего столетия у более чем 250 учетных деревьев.

Годичные слои измеряли на бинокулярной лупе МБС-1 с точностью до 0,05 мм по четырем радиусам на высоте 1,3 м, а иногда с методическими целями — на нескольких уровнях по высоте стволов. Полученные данные обыкновенно пересчитывали на площадь поперечного сечения годичного слоя, а затем выражали в процентах (индексах) от скользящей многолетней средней. В различных случаях использовали скользящую среднюю за 5 лет или за 21 год.

Исходными опорными пунктами для сравнения динамики прироста по подзонам служили гидротермические центры подзон, намеченные ранее Д. Л. Арманд (1950).

В центре южной тайги (Костромская область) амплитуда годичной изменчивости прироста незначительна ($V \approx 12—18\%$). Колебания его вокруг средней величины не проявляют

периодических признаков. Динамика прироста связана почти исключительно с изменчивостью экологических факторов по различным вегетационным сезонам. При комплексном анализе последних удастся наметить надежную связь экологометеорологических показателей с приростом ($r = +0,85$).

При движении на запад (Ярославская и Калининская области) и северо-запад (Ленинградская область) у ели возрастает как сама изменчивость прироста, так и его периодичность. При расчете индекса от 5-летней скользящей средней различные типы леса проявляют сходную динамику с периодичностью в несколько лет, имеющую различную продолжительность краткосрочных ритмов. Индекс в процентах от 21-летней скользящей средней различен для типов леса разной продуктивности. Наиболее богатые типы еловых лесов (сложные, кисличные) показывают большую амплитуду изменчивости с одновременным увеличением продолжительности ритмов. Однако продолжительность ритмов, их взаиморасположение, точки экспрессии и депрессии отчетливо не увязываются с известными краткосрочными климатическими циклами. Основной их причиной по-прежнему является изменчивость экологических факторов по сезонам. Однако их повышенная амплитуда, а также нерегулярная повторяемость объясняются автокорреляционными свойствами фитоценоза как системы, когда благоприятные экологические условия в течение 2—3 лет создают физиологическую основу для повышенного прироста в продуктивных типах леса и на более продолжительное время.

На южной границе сплошного естественного ареала ели в Европе (Татарская АССР) отмечаются весьма значительные по амплитуде периодические колебания прироста ели, сопряженные в основном с 22-летним циклом выпадения осадков. Прирост проявляет надежную связь с условиями влагообеспеченности сезона даже без учета прямого воздействия температурного фактора.

В условиях гидротермического центра северной тайги, а также и крайней северной границы подзоны прирост ели проявляет периодическую изменчивость с ритмом, приблизительно соответствующим 11-летнему циклу солнечной активности, и с элементами запаздывания реакции прироста на 2—3 года. Однако отмеченная связь иногда сильно нарушается, что наблюдалось в особенности на протяжении последних двух циклов. Динамика прироста имеет весьма сходный характер в совершенно различных типах леса и удовлетворительно увязывается также и с изменчивостью экологических условий сезонов.

РИТМИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ ПРИРОСТА СТВОЛОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ ДАУРСКОЙ НА ПОЛЯРНОМ ПРЕДЕЛЕ («АРЫ-МАС», ТАЙМЫР)

Изучению колебаний прироста деревьев и динамике полярной и вертикальной границ леса посвящена обширная литература. Наряду с многочисленными исследованиями за рубежом (А. Браве и Х. Мартин, 1841; А. Покорни, 1869; А. Дуглас, 1928; С. Ерландсон, 1936; И. Хустич, 1948—1956; П. Микола, 1962; Д. Шоув, 1950; Е. Шульман, 1956; В. Глок, 1937, 1941, 1955; Г. Фриц, 1965—1969 и др.) в нашей стране связь прироста деревьев с колебаниями условий среды нашла свое отражение в работах многих специалистов (А. Н. Бекетов, 1867, 1872; А. Ф. Миддендорф, 1867; Ф. Шведов, 1892; Г. И. Танфильев, 1911; В. Н. Сукачев, 1924, 1936; А. И. Толмачев, 1931; Л. Н. Тюлина, 1936, 1937; Б. А. Тихомиров, 1941; В. Н. Андреев, 1954, 1956; А. П. Тыртиков, 1953, 1955 и др.). В последние годы в самостоятельную группу выделяются исследования в области дендроклиматологии, в которой в СССР успешно работают В. Е. Рудаков, С. И. Костин, Г. И. Галазий, В. Н. Адаменко, В. И. Вихров, В. Г. Колищук, Г. Е. Комин и С. Г. Шиятов, Т. Т. Битвинскас и др.

Как отмечалось ранее (Б. А. Тихомиров, 1941), наиболее перспективными для организации исследований колебаний климата являются сборы модельных деревьев на верхней и северной границах леса. Однако таких работ до настоящего времени проведено на территории Восточной Сибири чрезвычайно мало. Хотя анализ роста лиственницы был выполнен еще А. Ф. Миддендорфом (1867), Л. Н. Тюлиной (1936, 1937), а позднее Г. И. Галазием (1954), однако попыток выявить внутривековые колебания в приросте деревьев на материалах с полярного предела лиственницы даурской не было. Больше того, часть из приводимых данных не могла быть распространена сколько-нибудь широко на другие территории, так как еще не было достаточно четких представлений о возможностях применения величин прироста годовичных колец.

Летом 1969 и 1970 гг. на полярном пределе лиственницы даурской, в лесном острове «Ары-Мас» (за 72° с. ш.) были проведены работы по изучению возрастной структуры древостоев и изменчивости прироста лиственницы экспедицией Ботанического института им. В. Л. Комарова АН СССР. Наряду с описанием и картированием растительности выполнено детальное обследование деревьев на пробных площадях, проведены

измерения подроста и глубины залегания многолетней мерзлоты под деревьями и на открытых участках в редицах, редколесьях и в пятнистых тундрах.

Для характеристики возрастной структуры древостоев в оценке темпов роста лиственницы взяты спилы модельных деревьев через 0,5 м. Нулевой спил брался на уровне поверхности почвы, что обеспечивало возможность получить наибольшую длину рядов годовых колец и истинное представление о возрасте анализируемых деревьев. Измерения ширины годовых колец выполнялись под микроскопом МИН-1 в единицах шкалы окуляр-микрометра по линии наибольшего прироста, в порядке, описанном одним из нас ранее (Ловелиус, 1967).

Сравнение данных из контрастных мест произрастания лиственницы на «Ары-Масе» показало, что ход прироста их изменяется синхронно. Таким образом, установлено, что колебания прироста задаются общим лимитирующим прирост фактором — термическим режимом в период вегетации. Этот результат позволил построить сводный ряд величин прироста годовых колец по 5 модельным деревьям (21 спил, 1325 годовых колец) и получить сводную серию продолжительностью 213 лет (1756—1969 гг.).

Для определения дат аномальных приростов были выполнены расчеты модульных коэффициентов по В. Е. Рудакову (1951), полученные отклонения от 31-летней средней скользящей нормы были сглажены с шагом в 15 лет. Полученные данные были нанесены на график, с которого взяты даты закономерно повторяющихся максимумов и минимумов прироста лиственницы по диаметру. Так как построение сводной шкалы осуществлялось на основе средних характеристик прироста годовых колец, полученных по нескольким спилам с каждого модельного дерева (от нулевого до привершинного), то полученный сводный график является отражением погодичной изменчивости прироста ствольной древесины лиственницы даурской на северном пределе распространения. В табл. 1 приведены годы аномально больших и аномально малых приростов лиственницы в «Ары-Масе».

В результате расчет повторяемости положительных и отрицательных экстремумов прироста соответственно равен $20 \pm 2,0$ и $21 \pm 3,8$ года. Таким образом, выявлен внутривековой ритм в колебаниях прироста лиственницы на полярном пределе, который по продолжительности близок к внутривековому ритму, выявленному ранее на материале годовых колец хвойных с верхней границы леса горных районов СССР (Ловелиус, 1970). К аналогичным результатам пришел при изучении колебаний прироста сосны в Скандинавии С. Ерландсон (1936), выделивший 23-летний ритм основным в изменении прироста годовых колец.

Таблица 1

**Даты экстремумов прироста лиственницы даурской
в «Ары-Масе»**

Годы минимумов	Интервал лет	Годы максимумов	Интервал лет
1770	26	1766	18
1796	20	1784	23
1816	17	1807	21
1833	16	1828	19
1849	21	1847	16
1870	20	1863	19
1890	19	1882	20
1909	25	1902	22
1934	26	1924	19
1960		1943	20
		1963(?)	

Установленное закономерное чередование аномально больших и аномально малых приростов ствольной древесины лиственницы позволяет предположить наличие ритмической изменчивости прироста фитомассы в высоких широтах. Дальнейшая разработка этой проблемы позволит подойти к прогнозу изменений прироста растительных объектов и к его учету при перспективном планировании.

М. Е. Вигдорчик, П. М. Долуханов

**РИТМЫ ПЛЕЙСТОЦЕНА СЕВЕРО-ЗАПАДА
РУССКОЙ ПЛИТЫ КАК ВЫРАЖЕНИЕ
КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ХАРАКТЕРА
РАЗВИТИЯ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ**

Геолого-геоморфологические, палеоботанические и геохронологические данные, полученные в последние годы на Северо-Западе Русской плиты, а также астрономические расчеты (Миланкович, Шараф, Ван-Верком) позволяют выделить для плейстоцена области материковых оледенений ритмы различных порядков. Продолжительность плейстоцена оценивается в 800 000 лет, что соответствует приблизительно полуритму (полупериоду) общего процесса похолодания в северном полушарии. Максимум

похолодания (днепровское оледенение) приходится на 230 000 лет назад и логически разделяет плейстоцен на две части.

Выделяются ритмы первого порядка, включающие оледенения и межледниковья. Различаются следующие ритмы: свирский (800 000 — 590 000 л. н.), наревский (590 000 — 476 000 л. н.), окский первый (476 000 — 435 000 л. н.), окский второй (435 000 — 230 000 л. н.), днепровский первый (230 000 — 187 000 л. н.), московский (115 000 — 72 000 л. н.), ленинградский (72 000 — 25 000 л. н.), валдайский (начался 25 000 л. н.).

Продолжительность ритмов первого порядка нижнего плейстоцена (800 000 — 230 000 л. н.) оценивается в 142 000 лет, а для верхнего плейстоцена (начался 230 000 л. н.) продолжительность таких ритмов составляла 49 000 лет.

Ритмы второго порядка наиболее полно проявились в процессе деградации последнего оледенения. Начиная с 20 000 лет (максимальное распространение ледника) до 8600 лет назад (распад ледника в Скандинавских горах) отчетливо выразились 5 ритмов второго порядка. Каждый такой ритм состоял из холодной фазы (надвигание льда) и теплого межфазияла (деградация). Такие ритмы суть: бологовский (20 000 — 16 000 л. н.), вепсовский (16 000 — 13 200 л. н.), крестецкий (13 200 — 12 100 л. н., включая беллинг), средний дриас (12 100 — 10 800 л. н., включая аллеред), сальпауселькя (10 800 — 8600 л. н.). Названия ритмов первого и второго этапов приняты по наименованиям холодных этапов. Продолжительность ритмов второго порядка — 2280 лет.

П. М. Долуханов

КОРОТКОПЕРИОДИЧЕСКИЕ РИТМЫ ПЛЕЙСТОЦЕНА

Изотопный анализ толщи гренландского льда (Дансгорд, Ионсен и др., 1969) дает материал для выявления короткопериодических ритмов развития ландшафтной оболочки в голоцене. На палеоклиматической кривой указанных авторов отчетливо выделяется резкий перелом (от холода к теплу) около 10 000 л. н., а также 8 менее значительных потеплений в последующее время. Максимальные потепления отмечаются для 6400 и 4200 л. н. Геохронологические и палеогеографические данные относительно послеледниковой истории Балтийского моря дают основания связать все значительные подъемы уровня бассейна с периодами потеплений, отмеченными на кривой Дансгорда и соавторов. Это оказывается справедливым как для бассейнов, связанных с Океаном, так и для замкнутого

Анцилового озера. Палеогеографическое и геохронологическое исследование ряда озерных котловин в восточной Прибалтике позволило установить существование двух крупных озерных трансгрессий в атлантическое время: 7000—6500 и 4500—3800 л. н. Эти трансгрессии совпадают с наиболее сильными трансгрессиями Литоринового моря и с максимальными потеплениями, устанавливаемыми анализами гренландского льда.

Таким образом, для голоцена можно выделить крупный ритм (10 000—4200 л. н.: половина теплого ритма), а также мелкие ритмы продолжительностью ~1250 лет. Эти последние находят выражение в чередовании морских и озерных трансгрессий и регрессий, влажных и засушливых фаз, находят отражение в развитии торфяников и континентальных дюн.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>А. В. Шнитников.</i> Ритмы в природе и общественные пути их изучения	3
<i>И. В. Круть.</i> О субординации земного планетного времени	8
<i>Н. Ф. Балуховский.</i> Геологические циклы и ритмы кайнозоя	10
<i>Е. В. Максимов.</i> Ритмические явления в космосе	18
<i>В. А. Зубаков.</i> О соотношении этапности и ритмичности в геологическом развитии и некоторых общих вопросах учения о ритмах	22
<i>И. А. Одесский.</i> Анализ ритмичности и синтез геологических разрезов	26
<i>Е. В. Максимов.</i> Ритмические закономерности формирования горного рельефа Земли	28
<i>А. В. Шнитников.</i> Главнейшие ритмы в природных явлениях верхнего плейстоцена и голоцена	35
<i>Ю. И. Витинский.</i> Солнечная активность, ее основные особенности и природа	39
<i>В. И. Почтарев.</i> Периоды и цикличность в магнитном поле Земли . .	41
<i>И. М. Пудовкин и Г. Е. Валусва.</i> К вопросу о причинной обусловленности некоторых физико-географических явлений с позиций дрейфа геомагнитного центра	42
<i>А. И. Оль.</i> Ритмические процессы в иносфере	47
<i>О. А. Дроздов и Л. Г. Полозова.</i> Циклические колебания температуры и атмосферных осадков в современную эпоху в умеренных и высоких широтах Евразии и Северной Америки	50
<i>Л. П. Дубров.</i> Гелиобиологические основы ритмичности в биосфере Земли	53
<i>Н. В. Ловелиус.</i> Ритмическая изменчивость прироста деревьев	57
<i>И. Я. Поляков.</i> Ритмика явлений в природе и динамика численности вредителей сельскохозяйственных культур	59
Фиксированные выступления	64

Ритмичность природных явлений

Ответственный редактор *А. В. Шнитников*

Редактор *З. И. Мироненко*

Техн. редактор *А. Г. Алексеев*

Корректор *Е. А. Ежова*

Сдано в набор 28/1 1971 г. Подписано к печати 16/II 1971 г. Бумага тип. № 1 60×90¹/₁₆. Бум. л. 2,875. Печ. л. 5,75. Уч.-изд. л. 5,2. Тираж 500 экз. М-25073. Индекс ОЛ-25. Гидрометеорологическое издательство. Ленинград, В-53, 2-я линия, д. 23. Цена 36 коп. Заказ № 74.

Ленинградская типография № 8 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР
Ленинград, Прачечный пер., д. № 6