

УДК 115:5

Б.Н. Лузгин

**Аритмия в жизни организмов,
общества, природы**

Жизнь и все жизненные процессы ритмичны по своей сути и отступления от этого приводят к разрушению самих жизненных устоев, к кризисным явлениям и в конечном счете к гибели этих систем. В широком смысле слова к ритмичным системам следует относить и системы роста, развития, эволюции, и системы спадов, упадков, крушения. В связи с широко дискутируемой в настоящее время проблемой «устойчивого развития» предлагаемая тема представляется весьма актуальной, поскольку само понятие «развитие» следует дифференцировать на две его ветви – прогрессивную и рецессивную. А в последнем случае крайне важным фактором как раз и является сама аритмия.

Аритмия в жизнедеятельности организмов. Существуют несомненные, объективные доказательства, свидетельствующие о том, что ритмичные колебания являются фундаментальным свойством всего живого [1]. Регулярно повторяющиеся в биологических системах события, происходящие через равные промежутки времени, характеризуют биологический ритм, организующий и координирующий всю их деятельность (рис. 1).

Такой процесс самоорганизации жизни обеспечивает и поддерживает приток энергии к данной организменной системе. Вне этого жизнь невозможна.

Координация отдельных ритмов в единые жизнедеятельные системы осуществляется благодаря внутренним связям (когерентности) между всем разнообразием биологических ритмов (рис. 2).

Сложные связи организменных ритмов наиболее исследованы на примерах изменений сердечных ритмов, определяемых в общем как аритмия, – нарушение нормальной частоты сердцебиений, их регулярности, а также источников возбуждения сердечной деятельности и внешних воздействий некардиального происхождения, таких как интегральные нейрогенные (психические), дисэлектролитические (недостаток ионов калия и магния) и дисгормональные. Сюда же относятся сенсбиляциянные (повышенная чувствительность, например, к кофеину, алкоголю, никотину и т.п.) и интоксикационные. Причем в качестве последних выступают не только ве-

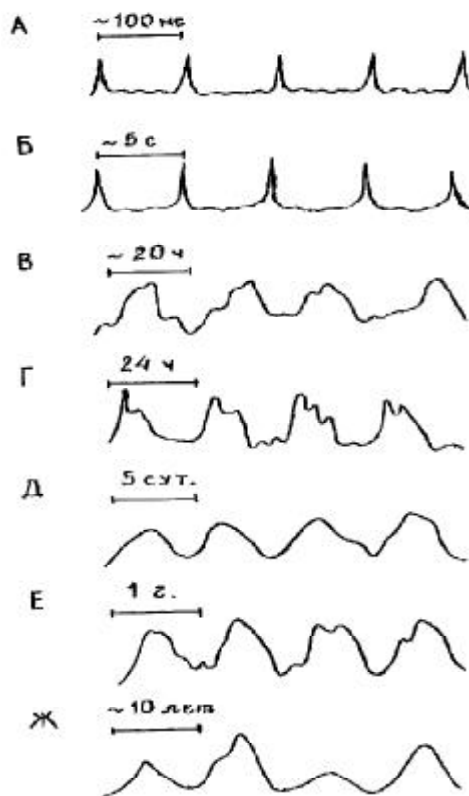


Рис. 1. Разнообразии биологических ритмов живых организмов (по [2], с упрощениями):

- А – разряды холодого рецептора (*nervus lingualis*) у кошек;
- Б – пейсмекерская активность (*ganglion parietale*) улитки;
- В – вспышки двигательной активности (*Microtus arvalis*);
- Г – потребление кислорода (*Peromyscus maniculatus*);
- Д – устройство гнезда (*estrus*) у крысы;
- Е – самоубийства (человек, Испания, 1923-1926 гг.);
- Ж – заготовка пушнины (*Lynx canadensis*)

щества с явно выраженными токсичными свойствами, но и многие «обычные» загрязнители окружающей среды, такие как водорастворимые компоненты нефтей и целый ряд других, которые негативно отражаются на ритме сердечных сокращений.

Формы проявления сердечной аритмии крайне разнообразны, как и тяжесть вызванных этим последствий. Отмечаются учащение ритма при вдохе и выдохе, при длительном выполнении тяжелой работы («дыхательная аритмия»), уча-

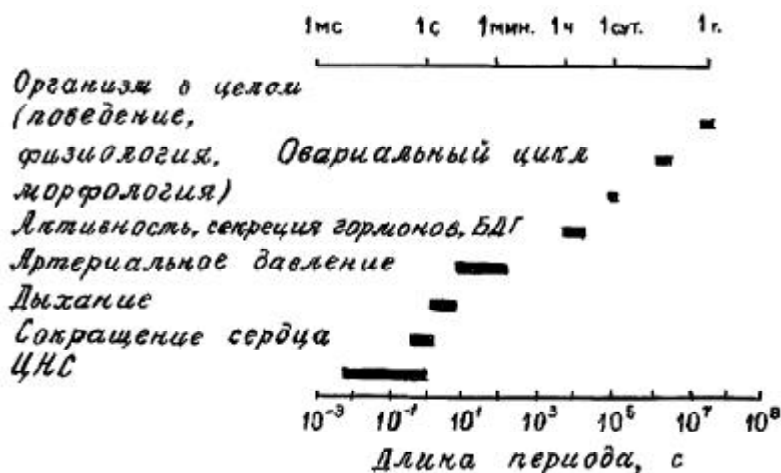


Рис. 2. Продолжительности биологических ритмов человека (по: [3], с сокращениями) (БДГ – быстрые движения глаз; ЦНС – центральная нервная система)

шение сердечных сокращений приступами продолжительностью от нескольких минут до многих часов (тахикардия). И, наоборот, – «дефицит пульса», блокады, ведущие к ишемии (задержкам в поступлении крови в артериях), которые при приступах, продолжающихся более 5 мин, приводят к летальным исходам [4, 5]. Очевидно, любые нарушения ритма работы сердца – аритмии – являются свидетельствами кризисов и катастроф у всех живых организмов на Земле.

Наряду с другими, ритмична и деятельность нервной системы. В общем виде уравнивание этого сложного ритма человека осуществляется двумя его «половинами»: деятельностью раздражения, или «свободы в широком смысле», по определению И.П. Павлова, и в проявлении противоположной деятельности – задерживания, торможения. «Вне этого нет жизни. Жизнь уничтожается» [6, с. 158].

Аритмия общественного развития. Общественная деятельность современного человечества во многом определяется уровнем его цивилизованности, а следовательно, – уровнем развития производственных и социальных отношений.

Сущностными характеристиками категории времени служат необратимость и событийность развития мира [7]. Взаимодействие социально-экономических циклов развития определяет сложную ритмику исторического процесса [8]. Представления о волнообразных циклах развития широко используются при анализах развития общества на уровнях экономики, цивилизаций, этногенезов. В связи с этим, как показывает история мировых цивилизаций, в развитии любого общества имеются периоды подъема, упадка и крушений. Причем как при становлении общества, так и при его угасании соответствующая направленность развития сопровождается при-

сущей ей ритмикой этих необратимых процессов. Л.Н. Гумилев [9] при обобщении периодизации этногенезов рассматривал их с позиции «ритмики пламени», определяемой энтропией пассионарности, как отражением биогеохимической энергии В.И. Вернадского. Он определил продолжительность существования исторических этносов в диапазоне 1300–1500 лет, показав вместе с тем значительное разнообразие каждого из рассмотренных им этносов.

Можно неоднозначно относиться к этой событийной гипотезе, но нельзя не признать ее право на осознание познавательной картины мира и на целесообразность дальнейших разработок в этом направлении. На наш взгляд, в определенной увязке с этими представлениями находятся вариации разрабатываемых в настоящее время концепций демографических переходов. В частности, С.П. Капица провел системные обобщения демографических исследований, касающиеся прогностических характеристик численности населения ряда государств мира, естественно, включающих в себя элементы этнического характера (рис. 3).

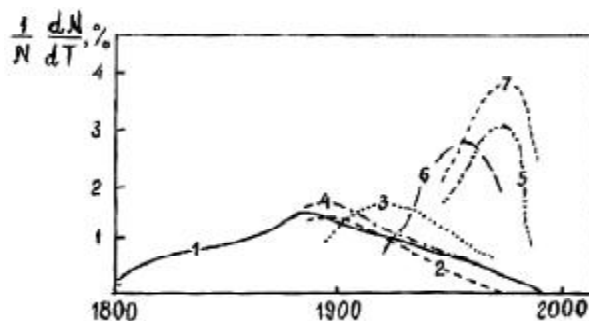


Рис. 3. Демографические переходы (по: [10], с сокращениями). Страны: 1 – Швеция, 2 – Германия, 3 – СНГ, 4 – США, 5 – Маврикий, 6 – Шри-Ланка, 7 – Коста-Рика

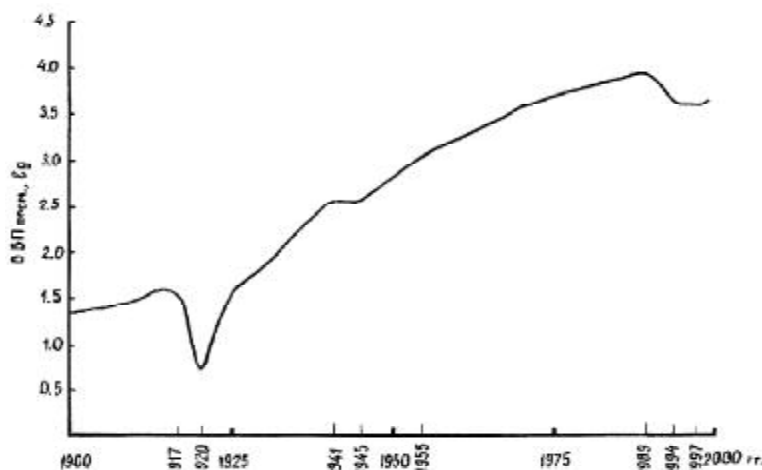


Рис. 4. Динамика промышленного ВВП в XX столетии (график построен по табличным данным [11])

На основании поведения приведенных на графике кривых, вероятно, можно сделать вывод относительно этих стран, что сам переход от роста населения к противоположной тенденции (убывание численности) зависит от присущих им внутренних особенностей развития. В совокупности представленные частные графики образуют синкопический ритмический ряд частных переходов, распределенных по всей временной шкале.

Сам автор анализа полагает, что закон развития народонаселения неизменен, учитывая неизменность роста населения мира до демографического перехода, из чего следует, что изменения алгоритмов этого роста определяются не граничными условиями, а внутренними причинами – ограниченной скоростью роста, обусловленной природой человека и количественно выраженной в характеристическом времени τ .

Как мы полагаем, это может быть положено и в основу анализа развития общих закономерностей общественно-социальной системы России.

Она отличается от других стран мира лишь тем, что ей присущ поиск «особого» пути развития, непоследовательность и непостоянство планов и темпов их осуществления. В XX в. эти тенденции получили свое крайнее развитие. Особенно крупные кризисы, с предельно резко выраженной аритмией, были связаны с революционно-гражданскими событиями 1917–1928 г., Отечественной войной 1941–1945 гг. и радикальными реформами, начатыми в 1990-х гг. (рис. 4).

Первый из указанных – промышленно-общественный кризис (катастрофа) – сопровождался спадом промышленного производства, свыше 5% от мировой продукции до 0,5 – на порядок [11]. П. Струве констатировал, что революция обернулась реакцией и возвратом страны в XVIII в. Второй кризис резко затормозил возрожденное

и восходящее развитие. Третий привел к новому падению уровня экономики: свыше 15% от суммарного производства мира в 1991 г. до менее 1% к 2000 г. [12]. Если до революционного кризиса начала века примерное соотношение уровней экономики России к экономике США составляло 1:6, а в период максимального спада этого периода снизилось до 1:30, то в последний период падение достигло отметки 1:25.

Классическим примером глубины экономических кризисов является «Великая депрессия» США 1929–1933 гг., сопровождавшаяся снижением ВВП на 30%, то в самом конце XX столетия Россия потеряла 42% собственного ВВП. В первом случае падение выпуска индустриальной продукции достигло 55%, во втором – 54%.

Очень большим оказался уровень «отката» отраслей национального хозяйства (табл.).

Эти критические для существования России периоды, естественно, сопровождались координируемыми с ними крупнейшими демографическими катастрофами. Из них самой продолжительной и детерминированной являлась революционно-социалистическая, открытая Октябрем 1917 г., самой глубокой – крупнейшая мировая война, самой устойчивой и затяжной – реформаторско-капиталистическая катастрофа конца XX в.

Социалистическая революция 1917 г. и последующая за ней затяжная гражданская междоусобица унесли до 5 млн человек. Голод 1932 г. привел к небывалому снижению средней продолжительности жизни в России до 15,2 года у мужчин и 19,5 лет у женщин [16]. Это даже ниже средней продолжительности жизни людей бронзового и железного века – 20 лет. Разница в этих показателях для мужчин и женщин к 1936 г. достигает 10,8 лет, превратив страну до конца столетия, с переходом в XXI в., в «страну вдов».

Уровни снижения производства продукции промышленности и сельского хозяйства за период постсоветских реформ (данные, заимствованные из [13], помечены знаком *; [14] – **, [15] – ***)

Вид производства	Ед. изм.	Уровень производства.	Историческая дата, соответствующая уровню современного производства, годы
Добыча нефти*	млн т	2001 г. – 337	1979
природного газа	млрд. м ³	2000 г. – 555	Максимальная добыча 652 – 1990 г.
угля*	млн т	2001 г. – 269	1957
железной руды	млн т	2000 г. – 87,1	1973
золота	т	2000 г. – ~150	Конец 1950-х гг.
Выплавка чугуна	млн т	1999 г. – 40,9	1969**
стали	млн т	1999 г. – 51,5	1966**
Производство пиломатериалов*	млн м ³	2001 г. – 17,3	1930
тканей всех видов*	млн м ²	2001 г. – 2617	1910
Производство зерна	млн т	2000 г. – 65,4	1913, 1956***
Выращивание КРС*	млн голов	2001 г. – 27,1	1885
свиней*	«	15,5	1936
овец и коз*	«	15,2	1750
Производство мяса*	тыс. т	2001 г. – 6621	1953
молока*	млн т	2001 г. – 32,9	1958
масло (животное)*	тыс. т	2001 г. – 269	1956

На этом фоне даже очень крупная военная демографическая катастрофа 1941–1945 гг., с общей потерей населения в 26,6 млн человек, кажется уже не столь невообразимой.

Специфика третьей крупнейшей российской демографической катастрофы, продолжающейся поныне, заключается в стойком спаде численности населения России, с темпом в среднем 0,5–1,0 млн человек за год, тогда как до революции в начале XX в. ему противостоял рост в количестве около 2 млн человек в год. Нетто-коэффициент воспроизводства населения в стране снижен до 0,6. Ожидаемая средняя продолжительность жизни (менее 58 лет у мужчин и 72 лет у женщин) стала значительно ниже таковой для всех развитых стран мира. Это 134-е, 95-е места в мировом реестре. Продолжительность предстоящей здоровой жизни (DALE) замыкает перечень 40 промышленно развитых стран Земли.

Д.И. Менделеев [17], сделавший на основании выявленных им тенденций начала XX в. прогноз об увеличении численности населения страны к 2000 г. до 600 млн человек (при 146 млн человек для того времени), явно не мог предусмотреть насильственную аритмию разрушающих Россию событий и ту нечеловеческую бездну людских жертв некогда единой страны, разделенной на два противоборствующих лагеря.

Чрезвычайно остры экопатологические проблемы, свидетельствующие о крайне низком здо-

ровье населения страны. Медики по существу едины в выводах, что современный период модернизации привел к резкому общенациональному социальному стрессу. По их мнению, свыше 70% населения России живет в состоянии затяжного психоэмоционального пресса, сопровождаемого ростом депрессий, реактивных психозов, тяжелых неврозов, психосоматических расстройств, психических срывов и обострения целого ряда внутренних заболеваний.

И вновь необходимо обратить внимание на неравномерность, исключительную динамичность этих событий, аритмию демографического развития России, массовость и изменчивость миграционных волн населения, резкие смены занятости и ориентированности труда.

Аритмия эволюционного развития природы. Время в естественных науках занимает ключевую позицию при рассмотрении направленных (событийных) процессов. По мнению И. Пригожина и И. Стенгерс [1], эволюционный дарвиновский подход является моделью необратимости и самоорганизации.

Весьма характерно, что, согласно этой точке зрения, пункты бифуркации, отражающие временную неустойчивость живых систем, приводят к появлению дискретных форм эволюционирующих ветвей различных групп животных. И не менее характерно, что именно идеи бифуркаций лежат в основе многих физико-матема-

тических моделей инициирования катастрофических событий (теории катастроф) [18, 19]. Это не случайное совпадение, так как верификация развития событий в этих случаях отвечает аритмичному этапу как в том, так и в другом случаях.

Решающее значение имеет взаимная согласованность во всех природных системах и между ними. Мы уже отмечали ранее [20] в качестве примера, что даже при проявлении частичной рассогласованности движения небесных тел единого галактического пространства, в результате изменения их масс, замедления или ускорения орбитальных перемещений и т.п. происходят космические катастрофы, устраняющие проявившийся диссонанс. Чередование сезонов года отражается на ритмичной флуктуации состояния растительности, но развитие самого растительного покрова Земли обусловлено динамическим равновесием с климатическими изменениями, в связи с чем происходит смена палеогеографических ареалов растительного и животного мира.

По существу на аритмических изменениях в органическом мире основано одно из фундаментальных построений геологии – геохронологическая шкала, имеющая событийную временную природу. Сама методика выделения соответствующих геохронологическим биостратиграфических единиц заключена в существенном несовпадении набора ископаемых органических остатков в ниже- и вышележащих литологических комплексах (горизонтах, пачках, толщах), что означает принципиальную смену их состава. По резкости этих смен в хронологии Земли мы и выделяем иерархию подразделений геохронологической шкалы от эонов до эпох и секул (рис. 5).

Строго говоря, геологическая шкала времени не является классически ритмичной. И вместе с тем она тесно коррелируется с выделением природных седиментационных циклов и ритмов. Последние как раз и являются основой литолого-стратиграфического расчленения осадочных серий. Обособляются ритмокомплексы, ритмосери, ритмопачки, ритмосвиты, грубый и тонкий флиш и т.п. В.И. Попов выделил в качестве обособленной науки ритмостратиграфию, как научное направление в стратиграфическом расчленении толщ на основе их фациально-циклического анализа.

В подобных ритмичных построениях, используемых в геологии, существует своя специфика и свои сложности выделения, связанные с особенностями геологического времени, с синкопированием ритмов с учетом денудационных событий, с чрезвычайно трудным и проблематичным установлением диапазонов временных

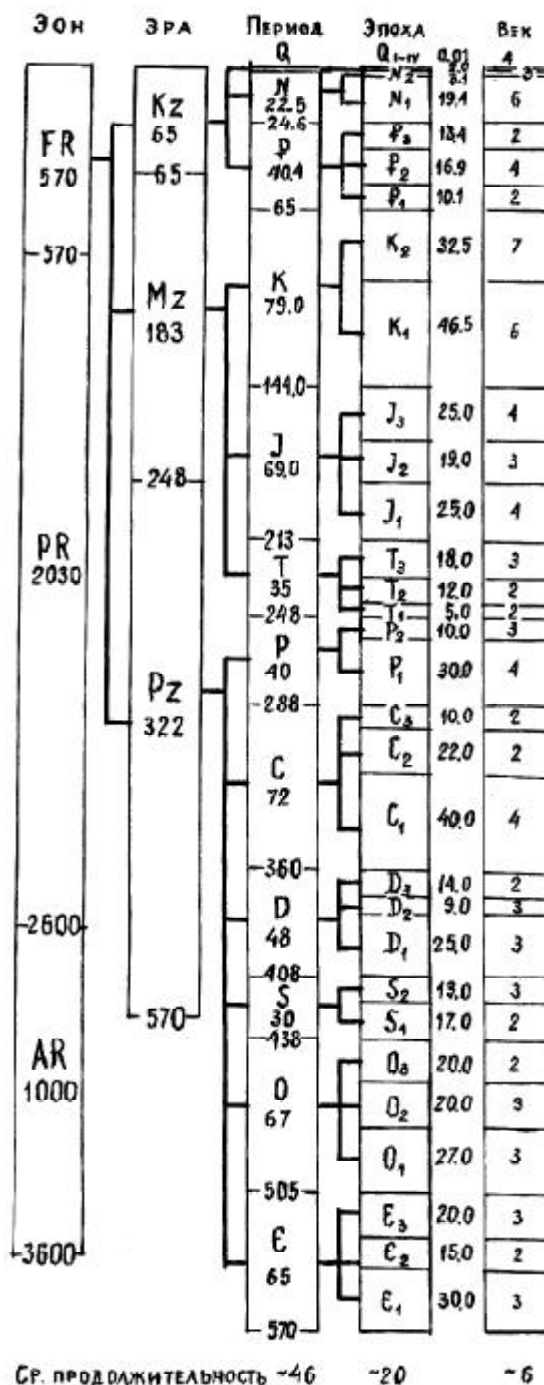


Рис. 5. Дендрограмма кластеров геохронологической шкалы, представленная в равных соотношениях масштабов абсолютного времени Эоны: AR – археозой, PR – протерозой, FR – фанерозой; эры – Pz – палеозойская, Mz – мезозойская, Kz – кайнозойская; периоды – ε – кембрийский, O – ордовикский, S – силурийский, D – девонский, C – каменноугольный, P – пермский, T – триасовый, J – юрский, K – меловой, P – палеогеновый, N – неогеновый, Q – четвертичный. В эпохах подстрочными цифрами показаны: 1 – ранняя, 2 – средняя (верхняя в случае двучленного деления), 3 – верхняя. В столбце веков показано их количество в каждой эпохе

локусов, отвечающих перерывам в осадкообразовании и т.п. Но необходимость использования в геохронологических построениях ритмики и цикличности, как периодичности геологических процессов, абсолютно естественна.

Из приведенной дендрограммы, выверенной в масштабе абсолютного возраста, видно, что хронологическая ритмика неоднородна по времени, но закономерна по степени частоты смен комплексов органических ассоциаций.

В связи с этим обнаруживается крайняя важность во многом загадочной проблемы «великих вымираний» в органической истории Земли [21]. Хорошим примером нашего познания этих крупнейших аритмичных событий является сравнение научных представлений, отраженных на диаграммах вымирания семейств морских организмов в фанерозое, между публикациями которых лежит полуторавековая временная разрыв (рис. 6).

Пока анализу поддаются лишь наиболее массовые вымирания, причины которых являются предметом многих научных дискуссий.

В.Е. Хаин [23] выделяет 6 грандиозных переломов в развитии органического мира, которые имели место в фанерозое (последние 800 млн лет).

Кембрийско-ордовикский кризис отвечает временному интервалу, в течение которого мог осуществиться переход от ледникового состояния к среднепалеозойскому парниковому состоянию.

Ордовикско-силурийский кризис совпал с оледенением и соответствует резкому и кратковременному переходу к другим климатическим условиям. Или же это действие неизвестного внешнего фактора, вызвавшего как оледенение, так и биотический кризис.

Позднедевонский кризис, возможно, был обязан переходу от среднепалеозойского парникового состояния к позднепалеозойскому ледниковому.

Кризис на границе перми и триаса и последней части позднепермско-триасового холодного интервала наступил после оледенений, но задолго до раскола Пангеи. Возможные причины его: резкое понижение уровня моря и возникновение солоноватых приповерхностных вод за счет различных факторов.

Триасово-юрский кризис фиксирует переходное климатическое состояние, возникшее вскоре после начала рифтообразования, вслед за которым наступили парниковые условия.

Кризис на границе мела-палеогена отличается от всех других своей внезапностью. Даже в областях непрерывного морского осадконакопления он может быть привязан к определенной поверхности напластования или к тонкому слою «пограничной глины». В ней наблюдаются высокие концентрации иридия. Относится ли к этому времени вымирание динозавров – не определено. Несомненно, что он не был связан с длитель-

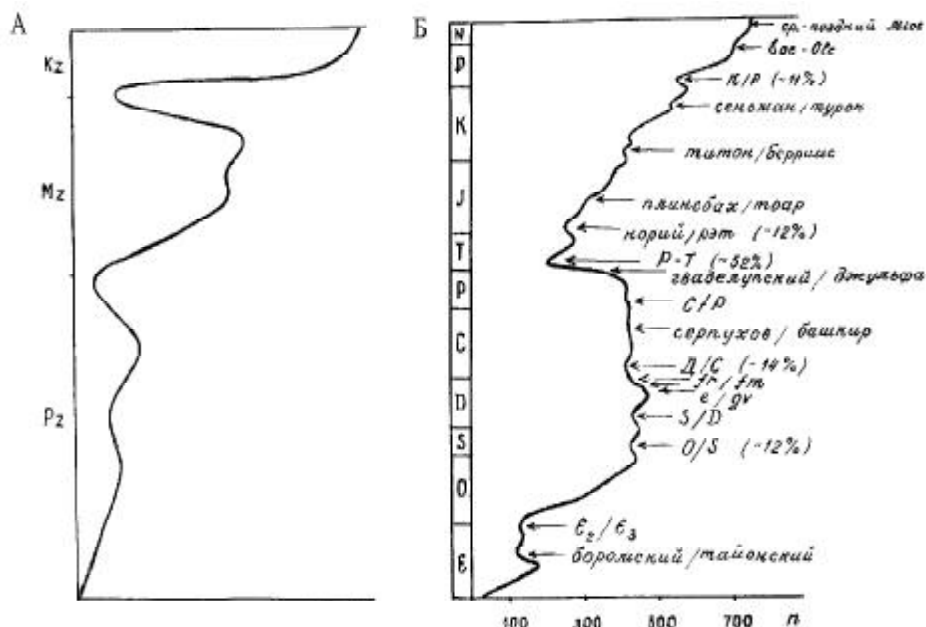


Рис. 6. Динамика вымираний морских организмов в фанерозое: А – по Филлипсу (середина XIX в.) [21], Б – по В.В. Алексееву (конец XX в.) [22] Вертикальная шкала отвечает объемам геологических эпох (А) и периодов (Б), горизонтальная – суммарному количеству биологических семейств. На рисунке 6Б показаны основные «эпохи» массовых вымираний в основном в диапазоне геологических веков; в скобках – соответствующие масштабы вымираний, %

ной парниковой инверсией, так как мезозойские парниковые условия продолжались до эоцена.

Кризис на границе верхнего эоцена-олигоцена ярко выражен в пелагической области: переход от мезозойско-эоценового парникового эффекта к последующему состоянию оледенения.

Таким образом, основные переходные моменты между главными климатическими эпизодами в истории Земли отвечают следующим кризисам: постпозднекембрийскому (около 500 млн лет назад), позднедевонскому (около 355 млн лет), концу триаса (192 млн лет), позднеэоценовому (около 40 млн лет назад). Интервалы между ними составляют 145, 163 и 152 млн лет.

Из всех перечисленных кризисов – явлений, когда стресс вызывает замену главных структур системы, а последняя сохраняется в связи с поглощением этого стресса подсистемами и происходит замена старой системы новой, – два претендуют на оценку, близкую к катаклизмам, – полному разрушению системы и подсистем. Это глобальный «фанерозойский кризис» Мак-Алистера (конец перми) и географически более ограниченный региональный – «мессинский» (позднемиоценовый).

За время «фанерозойского кризиса» разнообразие животных семейств и в море и на суше резко упало с 228 до 161. Этот мор пытаются объяснить отравлением организмов рассеянными элементами, сокращением площадей обитания, радиацией, изменением пищевых ресурсов, высокими температурами и колебаниями солености вод. Чаще всего его связывают с увеличением солености морских вод.

Предполагают отток рассолов и формирование глубоководного слоя высокой солености (подобно современному Средиземному морю). В верхних слоях моря соленость снизилась с 35 до 30‰ в результате удаления (осаждения) около 3 млн км³ растворенных солей (в пермских отложениях их находится около 1,59 млн км³). Этот период соответствует начальному этапу образования океана Тетис, который закрылся в миоцене (5–6 млн лет назад).

Может быть, предпочтительней другое объяснение: возможное сокращение областей обитания на шельфах.

Наоборот, в «мессинский кризис солености» происходит финальное событие в развитии океана Тетис в позднем миоцене, когда прервалась его последняя связь с Мировым океаном (орогенные комплексы Бетико и Рифа закрыли Иберийский проход). Океан превратился в глубокое теплое море, уровень воды в котором понизился на 70 м, а эвапориты в цепи озер сконцентрировались в объеме 1,2 млн км³, что повсюду вызвало

вымирание стеногалинной морской фауны. При переходе от миоцена к плиоцену сменилось более 40% видов морских организмов.

Кризис закончился внезапно разрушением преграды, отделявшей озера-моря от Атлантического океана. Вновь возникло Средиземное море.

Структурные исследования этих катастроф находятся на низком уровне. В наиболее общем виде они подразделены В.В. Жереховым и А.С. Ратутианом [24] на следующие этапы: предкризисный (состоящий из подготовительных фаз), собственно кризисный (пароксизмальная и драматическая фазы) и посткризисный (фаза успокоения).

Выводы. Приведенные выше случаи нарушений ритмики жизнедеятельности живых организмов, общественно-социального прогрессивного развития и природного эволюционного преобразования дают основание полагать, что во всех случаях аритмий они означают возникновение кризисных или критических обстановок. Они приводили и приводят к природным, природно-антропогенным и антропогенным катастрофам различной значимости, тяжести, масштабов.

Даже на уровне аритмий организмов мы имеем дело как с гибелью отдельных живых существ, так и с более или менее массовыми утратами их на разных уровнях видового разнообразия – от относительно локальных внутри одного места обитания или одного сообщества (α -биоразнообразия), разнообразия между разными ландшафтами (β), экосистемами (γ) и биомами (ω -биоразнообразия) [25]. При этом доминируют первые, но тенденция расширения сферы воздействия проявлена очень отчетливо. Влияние прямых токсикантов на биоструктуры сопровождается все возрастающим воздействием косвенных токсикантов, таких как промышленные, радиоактивные, нефтяные и другие загрязнения.

Нарушение ритмов эволюционного развития растительного и животного миров, особенно на уровнях γ - и δ -биоразнообразия, как показывают палеонтологические исследования, всегда приводит к массовым вымираниям, чаще континентального или морского распространения, но в отдельных случаях затрагивали их и на биомном уровне (ω).

Важно отметить, что, несмотря на нередкость проявления катастроф, в истории Земли не было такого всеобъемлющего катастрофического события, которое бы привело к биологической катастрофе планетарных масштабов. Но такое событие, учитывая все возрастающий антропогенный пресс, не исключено.

Особое положение во всех рассмотренных нами системах ритмики занимает социально-общественная сфера, неперенным условием

самого существования которой является согласованность в уровнях развития производств и соответствующих цивилизаций. Как показывает более чем вековой опыт России, вне зависимости от меняющихся «брендов» (социалистическая, коммунистическая, капиталистическая), крупнейшие в ее истории аритмичные события (революции, войны, реформы), связанные с крайним радикализмом господствующих влияний,

неоднократно приводили к сильнейшим кризисам. Именно они отбрасывали развитие страны на десятки лет и века назад.

Если в понятие страны входит не только ее территория, но и население, то единственный, естественный путь ее благополучия – сохранение этого населения. Это то, что гражданин и писатель России А.И. Солженицын определяет как ее национальную идею.

Литература

1. Пригожин И. Время, хаос, квант. К решению парадокса времени / И. Пригожин, И. Стенгерс. М., 1994.
2. Биологические часы. М., 1964.
3. Биологические системы. М., 1984.
4. Шулушко Б.И. Справочник терапевта. 3-е изд. СПб., 2004.
5. Гохман Е. Справочник домашнего доктора. М., 2005.
6. Павлов И.П. PRO ET CONTRA / Под ред. Д.К. Бурлака. СПб., 1999.
7. Пригожин И. Переоткрытие времени // Вопросы философии. 1989. №8.
8. Яковец Ю.В. Цикличность как всеобщее свойство природы / Ю.В. Яковец, А.Г. Гамбургцев // Вестник РАН. 1996. Т. 66, №8.
9. Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. М., 1989.
10. Капица С.П. Рост населения как главная глобальная проблема человечества // Глобальные проблемы биосферы. М., 2001.
11. Симчера В.М. Валовое производство России за 100 лет / В.М. Симчера, Н.П. Федоренко // Россия в окружающем мире: 2002. М., 2002.
12. Трейвиш А.И. География российских кризисов // Известия РАН. Сер. геогр. 1999. №3.
13. Пурто Е.Е. Ставка больше, чем жизнь / Е.Е. Пурто, А.Г. Данилов // ЭКОС. 2004. №4.
14. Федорчук В.П. Много ли у России минеральных ресурсов? // Россия в окружающем мире: 1999. М., 1999.
15. Петриков А.В. Сельское хозяйство России в XX веке / А.В. Петриков, М.Л. Галас // Россия в окружающем мире: 2001. М., 2001.
16. Прохоров Б.Б. Общественное здоровье России за 100 лет (1897–1997) // Россия в окружающем мире: 2000. М., 2000.
17. Менделеев Д.И. К познанию России. М., 2002.
18. Арнольд В.И. Теория катастроф. М., 1990.
19. Чупрынин В.И. Нелинейность в геосистемах // Известия РАН. Сер. геогр. 2003. №6.
20. Лузгин Б.Н. Время как природно-ресурсная категория // Известия АлтГУ. 2005. №3 (47).
21. Катастрофы и история Земли. Новый универсализм. М., 1996.
22. Алексеев В.В. Человек и биосфера. М., 1973.
23. Хаин В.Е. Основные проблемы современной геологии (геология на пороге XXI века). М., 1995.
24. Анатомия кризисов / Под ред. В.М. Котлякова. М., 1999.
25. Лебедева Н.В. Биологическое разнообразие / Н.В. Лебедева, Н.Н. Дроздов, Д.А. Кривошукский. М., 2004.