

С. А. Балласова

К ВОПРОСУ О ПРИЧИНАХ ВЫМИРАНИЯ ОРГАНИЗМОВ В МИНУВШИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЭПОХИ

Предисловие

Жизнь и вымирание организмов в прошедшие геологические эпохи интересует не только специалистов-биологов, но и широкие круги читателей, а особенно учащихся школьного возраста, которых так привлекает все необычайное и «таинственное», а жизнь прошедших эпох они считают именно таковой.

Взгляд на жизнь и вымирание организмов прошедших геологических эпох как на нечто необычайное и таинственное базируется, вероятно, на том, что учащиеся средней школы знакомы с ними в большинстве случаев только по картинкам, на которых обычно изображены наиболее причудливые формы. Популярной литературы по этому вопросу почти не имеется. Специальная же литература, в которой этот вопрос затрагивается обычно мимоходом, недоступна молодежи школьного возраста, да в большинстве случаев и вопрос здесь освещается методологически неверно, поэтому знакомство учащихся с такой литературой зачастую ведет только к углублению и укреплению их ошибок.

Изложенные обстоятельства заставляют преподавателя биолога быть хорошо подкованным в указанном вопросе, так как здесь он является почти единственным источником знания для своих учеников.

Нужно показать ученикам, что жизнь и вымирание в прошлом подчинялись тем же биологическим законам, которые действуют и в современном органическом мире, и что ничего таинственного в этом процессе нет.

С этой целью следует использовать там, где это можно, данные современной эпохи.

Мне кажется, что для объяснения причин вымирания следует широко использовать современные данные не только для популярного изложения этого вопроса, но и в более специальной литературе, так как явление вымирания организмов присуще не только прошедшим геологическим эпохам, но и современному органическому миру.

И все же при разрешении проблемы вымирания почти не ис-

пользуются имеющиеся наблюдения над современными явлениями этого порядка, и вопрос часто рассматривается абстрактно, теоретически.

Такой подход к разрешению широкой естественно-исторической проблемы, каковой является вопрос о вымирании организмов, не может, конечно, способствовать диалектико-материалистическому освещению его, а потребность в таком освещении здесь особенно велика.

Надо учесть, что в поисках причин вымирания различных групп организмов мы можем высказывать только более или менее вероятные предположения о той обстановке, в которой протекал этот процесс, а поэтому здесь имеются широкие возможности для пропаганды различных, часто методологически неправильных идей под видом научных теорий. Вообще незнание сущности того или иного явления нередко приводит к неверным и зачастую реакционным выводам, если исследователи данного явления не руководствуются теорией диалектического материализма. Обилие таких «теорий» мы находим в учении о гене и генных мутациях, о происхождении видов и т. п. Так обстоит дело и с вопросом вымирания организмов. Здесь мы встречаемся и с ультра-идеалистическими теориями о таинственных (называемых «внутренними») причинах вымирания, и с упрощенно-механистическими, как вымирание от пожирания одних организмов другими, от непосредственного влияния холода и т. д.

Вышеизложенные соображения и побудили меня взять вопрос о вымирании организмов темой для своей работы.

Одной из важнейших задач советского педагога является формирование у учащихся диалектико-материалистического мировоззрения, а для этого педагог должен научиться соответствующим образом освещать научные факты.

Из истории педагогической мысли мы знаем немало случаев, когда правильное научное положение при отсутствии диалектического освещения превращалось в реакционнейшее учение. Примером может служить учение о биоценозах. Это учение является прекрасным подтверждением диалектического развития природы, но в руках таких педагогов, как Кайгородов, оно превратилось в факт, доказывающий «мудрость божью». Все это заставляет нас — педагогов — научиться критическому отношению к различным научным теориям, во избежание проникновения в школу чуждых нам взглядов.

I. Теории вымирания организмов в минувшие геологические эпохи

1. Изменение физико-географических условий

Наиболее старой и распространенной является теория, объясняющая вымирание организмов изменением физико-географических условий. Эта теория имеет много вариаций в зависимости от того, изменению какого физико-географического фактора придается преобладающее значение.

Климатическая теория

Одни авторы первенствующее, почти исключительное значение придают непосредственному влиянию изменившегося климата. Сторонником такого взгляда является Н. Н. Яковлев (21, 22). В резюме своей статьи «Вымирание животных и растений и его причины по данным геологии» (21) он говорит: «Одна группа вытесняет другую, вступая с ней в борьбу, но занимает место, ею освобожденное вследствие неблагоприятных условий жизни, прежде всего неорганических и прежде всего климатических». И далее: «Резюмируя вышеизложенное, можно сказать, что единственным первичным фактором, определенно являющимся причиной вымирания, следует считать изменение климата». В доказательство правильности своей теории Яковлев приводит три «критические периода из истории земли», сопровождавшиеся похолоданием климата и необычайным вымиранием:

1. Эпоха возникновения Каледонских кряжей в силуре.
2. Эпоха возникновения Герцинских кряжей в конце палеозоя.
3. Эпоха возникновения Альпийских кряжей на границе мезозоя и кайнозоя.

Вопрос зависимости вымирания от изменения климата никем не оспаривается, но не в такой постановке, какая имеется в указанной статье Яковлева. Этой постановке противоречат факты вымирания в периоды, не отмеченные изменением климата. Помимо этого, данная теория может привести к телеологическому объяснению процесса эволюции. Если новые формы не вытесняют старых, а становятся на предварительно освобожденное им место, то чем же объяснить закономерность эволюции, приводящей к прогрессивному усложнению и усовершенствованию организмов? Придется допустить наличие особого стремления к прогрессу, будет ли это в форме старых ламарковских «градаций» или более новых, но не менее идеалистических теорий «ортогенеза», «номогенеза» и т. п.

Заслуга Н. Н. Яковлева в том, что он подчеркнул неравномерность эволюционного процесса и наметил периоды более интенсивного вымирания и развития новых форм, связанные с изменениями среды.

Вероятно, ближе к истине другое толкование, сущность которого заключается в следующем: изменение климата само по себе, а также и вследствие вызванного им изменения растительности, создает необходимость для большинства групп или приспособляться к новым условиям, или мигрировать. О том, как происходит это приспособление, мы скажем ниже, в главе о естественном отборе, а сейчас отметим, что приспособление различных групп идет неравномерно и в итоге этого процесса выигрывают те формы, которые лучше и быстрее приспособились к новым условиям. Миграции же (о чем подробнее будет сказано ниже) обычно нарушают равновесие во взаимоотношениях различных групп, а это нарушение влечет за собой обострение борьбы за существование.

ние, в результате которой менее приспособленные формы могут быть вытеснены.

Но в таком случае противопоставление климатической теории естественному отбору не имеет под собой почвы. Естественный отбор не исключает, а, наоборот, предполагает изменение среды, в том числе и климата.

Изменение границ суши и моря

Другие авторы решающее значение в вопросе вымирания организмов придают изменению границ суши и моря, вызванному колебаниями земной коры. Для разбираемого здесь вопроса важны не сами по себе движения земной коры и не их причины, а те последствия, которые вызываются этими движениями. Рассмотрим главные геологические изменения, которые получаются в результате колебания земной коры, и те пути, которыми эти изменения могут привести к вымиранию организмов.

Наиболее изумительным явлением, с давних пор поражающим всех исследователей, является перемещение моря и суши.

Кювье и его последователи видели в этих перемещениях катастрофы, уничтожившие весь органический мир, населявший площади, подвергшиеся катастрофе.

Со времени Ляйеля, объяснившего геологическую эволюцию ныне действующими силами, мы уже не можем говорить о перемещениях моря, как о быстро совершавшихся катастрофах. Но перемещение суши и моря, как фактор, ведущий к вымиранию, не утратил своего значения, хотя в совершенно ином освещении.

Данные геологии показывают, что морские трансгрессии и регрессии нередко расчленили громадные континенты на отдельные участки, уменьшали или увеличивали площадь суши, изменяли глубину моря, создавали сообщение между изолированными ранее областями, и наоборот.

Такие крупные изменения не могут не отразиться на органическом мире.

Расчленение континентов вызывает географическое разобщение организмов, что является весьма благоприятным фактором для образования новых форм, на что в свое время указывал Дарвин (4), говоря: «Большая континентальная область, подвергшаяся значительным колебаниям своего уровня, должна была оказаться наиболее благоприятной для образования новых форм».

В дальнейшем соединении отдельных участков суши должно было повлечь миграции обособившихся групп, влекущих за собой нарушение биоценозов, обострение борьбы за существование и отбор наиболее приспособленных.

К такому же результату приведет и сокращение континентальных площадей.

Изменение рельефа и вызванное им изменение климата тоже создают неблагоприятные условия для организмов, приспособленных к определенной среде, и будут стимулировать или усиленную

изменчивость их, или миграции в такие области, которые являются для них более соответствующей средой.

Итак, в результате анализа перемещений суши и моря как фактора вымирания организмов можно сделать такое заключение: эти перемещения, точно так же как и изменение климата, не являются непосредственной причиной вымирания, а, как правило, действуют через естественный отбор.

Роль «катастроф» в процессе вымирания

Исключение составляют такие случаи, когда физико-географические изменения носят характер катастроф. Такие явления, как извержения вулканов, засухи, наводнения, необычайно суровые зимы и т. п., часто являются непосредственной причиной гибели колоссального числа организмов. В литературе имеется очень много описаний подобных явлений. В частности, А. П. Павлов в своей дополнительной главе к работе М. В. Павловой «Причины вымирания животных в прошедшие геологические эпохи» (13) излагает результаты исследований о влиянии вулканических извержений на органический мир и приходит к следующему заключению: «Если в современную эпоху относительного геологического покоя за какую-нибудь сотню лет мы могли наблюдать немало вулканических извержений, повлекших за собой гибель колоссального числа морских и сухопутных организмов, то какие же результаты должны были вызвать грандиознейшие извержения и излияния лавы, покрывавшие собой площади в сотни тысяч квадратных километров, как, например, Деканское плоскогорье в конце мелового периода?» Эти соображения, а также и совпадение периодов мощных тектонических движений с эпохами великого вымирания, дают основание А. П. Павлову установить связь между этими явлениями (14, стр. 112).

Это предположение как-будто дает возможность разрешить многие неясные вопросы, например, вымирание аммонитов отравлением воды ядовитыми вулканическими продуктами. Несмотря на заманчивость этой теории, она вряд ли соответствует действительности. Для этого надо допустить наличие в прошлом или одновременных вулканических извержений по всему почти земному шару, или настолько сильных извержений, что продукты их могли распространиться по всей земле. Для того и другого предположения нет данных, тем более, что пласты, состоящие из продуктов извержения, нигде не являются границей, отделяющей старую фауну от новой.

Следовательно, вулканические извержения вряд ли могут послужить причиной вымирания широко распространенных групп; они могут сыграть такую роль только для узко эндемичных форм, населяющих район, подвергшийся катастрофе.

То же самое можно сказать и относительно других катастроф. Более вероятно влияние катастроф на вымирание не в форме истребления катастрофой всех представителей той или иной группы, а

через посредство тех перегруппировок, которые могут получиться в результате катастроф, и в первую очередь через посредство миграций. Вполне допустимо, что засухи, землетрясения и другие катастрофы могут вызвать массовое переселение животных со всеми их последствиями, о которых речь будет ниже.

Миграция сельди «иваси» от берегов Японии к нашим дальневосточным берегам после землетрясения 1923 года дает не только большой доход нашему хозяйству, но и является фактом, доказывающим правильность высказанного выше предположения.

Не отрицая громадной роли изменения физико-географических условий в вопросе вымирания организмов, я все же думаю, что эти изменения лишь в очень редких случаях являются непосредственной причиной вымирания, обычно же они нарушают установившиеся взаимоотношения, вызывая миграции, стимулируя изменчивость и образование новых форм, давая преимущество одним группам над другими и т. д.

В результате этого происходят громадные перегруппировки, обостряется борьба за существование и естественный отбор, вызывающий гибель одних групп и пышный расцвет других.

Вполне понятно, что такие изменения условий ведут к вымиранию прежде всего таких групп, которые процветали за счет тесных приспособлений к старым условиям (специализация) и не обладали достаточной способностью к изменчивости, чтобы успеть приспособиться к новым условиям.

2. Миграции

Разбирая в предыдущей части работы вопрос о возможности влияния различных физико-географических факторов на вымирание организмов, каждый раз приходилось делать заключение, что изменение каждого из этих факторов должно было вызывать миграции в широком масштабе. Если это предположение верно, то в прошлом миграции должны были происходить часто.

И действительно, данные геологии вполне подтверждают правильность этого предположения.

Эти данные позволяют утверждать, что эволюция какой-нибудь группы, как общее явление, почти никогда не протекает в одной точке земного шара.

Почти всегда последовательные представители ветви, обладающей сколько-нибудь продолжительным существованием, в течение своей истории мигрировали несколько раз: исчезая в одной области, появлялись в другой, более или менее удаленной стране.

О причинах миграций я уже имела случай говорить в предыдущей части работы, причем упомянутые там факторы отнюдь не исчерпывают всех причин миграций. Достаточно сказать, что любое изменение в окружающей среде или в численности самой группы может повлечь обширные переселения. Но в данном случае для нас важно разобрать не причины, а последствия этого явления.

Здесь большую услугу могут оказать наблюдения над современными явлениями этого порядка.

Уоллес, Ляйель и др. приводят много случаев глубокого и быстрого изменения фауны, обусловленного вселением на острова новых форм (13, стр. 58). Из ряда примеров можно указать на вытеснение лисы в Канаде кайотом — мелким видом волка, питающегося той же пищей, что и лиса. Кайот держится вблизи человека и пришел в Канаду из южных областей Америки вслед за золотопромышленниками, вытеснив отсюда лису, водившуюся ранее в этих областях в громадном количестве и служившую предметом промышленной охоты.

Широко известен непредвиденный и весьма плачевный результат ввоза мангусты на плантации сахарного тростника¹.

Правда, во всех приведенных случаях причиной миграции явилось вмешательство человека, но, повторяю, здесь для нас важны не причины, а те последствия, которые были вызваны этими переселениями. Факты же миграций в прошедшие геологические эпохи бесспорно доказываются данными геологии.

Итак, значение миграций в качестве причины вымирания организмов подтверждается как данными геологии, так и современными наблюдениями. Помимо явления непосредственного вытеснения, миграции могут оказывать косвенное влияние на вымирание организмов, учесть которое часто бывает очень трудно, а в прошлом даже и вовсе невозможно, но значение которого может быть очень велико — это случаи вымирания, обусловленные нарушением взаимосвязи организмов, или так называемой бионической зависимости. В этом и заключается главное значение миграций.

3. Бионическая зависимость

Факт зависимости одних организмов от других настолько общеизвестен, что долго останавливаться на нем нет надобности. Эта зависимость часто бывает настолько тесна, что участь одних всецело зависит от судьбы других. Сюда относится зависимость хищников от добычи, растительных от соответствующих растений и т. д.

Помимо таких простых и очевидных взаимосвязей, существуют очень сложные и трудно уловимые даже для опытного наблюдателя случаи бионической зависимости.

Нет сомнения, что бионическая зависимость одних организмов от других существовала и в прошедшие геологические эпохи, но установить конкретные факты этой зависимости мы очень ча-

¹ К приведенным автором примерам можно прибавить еще один, довольно интересный факт, имевший место за последние годы. Это занос двусторки *Mitilaster lineatus* в Каспийское море. Эта форма довольно широко распространена в Черном и Азовском морях. В 1918 и 1919 гг., в период гражданской войны, в Каспийское море были переброшены из Азовского моря суда, к бортам которых приросли раковины *Mitilaster*. Сейчас эта форма повсеместно распространилась в Каспии, особенно в его северной части, прирастая в изобилии к днищам судов и вытесняя местные формы. — В. В.

сто не можем, так как слишком мало знаем об образе жизни вымерших организмов, а кроме того, сохранились остатки далеко не всех организмов, живших в минувшие геологические эпохи. Поэтому, разбирая значение бионической зависимости в вопросе вымирания организмов, приходится базироваться почти исключительно на данных современности, хотя и весьма неполных, но все же достаточных, чтобы по ним можно было судить о той громадной роли, какую играет в органическом мире факт бионической зависимости различных групп организмов. Очень часто о существовании таких взаимосвязей мы узнаем только тогда, когда нарушаем их.

Попытки применения биологического метода борьбы с вредителями в некоторых случаях, а именно в тех, когда взаимосвязи учтены правильно, дают блестящие результаты. Так, например, ввоз в Калифорнию одного из видов божьей коровки, уничтожившей червеца, дал возможность развить и сохранить знаменитые калифорнийские апельсиновые сады. В других случаях экспериментаторы попадали впросак, так как при производстве эксперимента обнаруживались такие взаимосвязи между различными группами, предвидеть которые было невозможно.

В этом отношении очень интересен факт, изложенный П. В. Серебровским в его вступительной статье к «Основам палеонтологии» Циттеля (16, стр. 35—36). Исследователь Август Бринкман 15 лет изучал причины сокращения числа белых куропаток в Норвегии, с 1912 по 1926 год, и пришел к заключению, что основной причиной является истребление охотниками хищных птиц — врагов куропатки. На первый взгляд такое заключение кажется абсурдным, но внимательное изучение факта показало, что сначала число куропаток увеличилось, но потом стало резко сокращаться вследствие гибели куропаток от эпидемий, причиняемых паразитом *Eimeria avium*. При наличии хищников заболевшие куропатки, потеряв способность к нормальному полету, быстро попадались в лапы хищникам и таким образом изолировались от здоровых. С истреблением хищных птиц исчезла такая возможность устранения переносчиков заразы, и эпидемии приняла размеры, угрожающие исчезновением белых куропаток в Норвегии.

Этот и подобные ему случаи показывают, что в природе существует цепь сложнейших взаимоотношений между различными группами органического мира, и заставляет нас быть очень осторожными при попытках во что бы то ни стало установить конкретную причину вымирания для каждой группы, так как незнание бионических связей в органическом мире минувших эпох легко может привести к неверному заключению.

«Ибо в природе ничто не совершается обособленно. Каждое явление воздействует на другое и обратно, и в забвении факта этого всестороннего движения и взаимодействия и кроется в большинстве случаев то, что мешает нашим естествоиспытателям видеть ясно самые простые вещи» (Энгельс, «Диалектика природы», стр. 56, 1932 г.).

4. Внутренние причины вымирания

Термином «внутренние» обычно обозначают все причины вымирания, которые обусловлены не непосредственными воздействиями внешней среды, а «вытекают из развития самой группы и из организации ее представителей». Принимая такое определение, следует и специализацию отнести сюда же.

Несмотря на объединяющий термин «внутренние», все эти причины можно разделить на две категории, по существу не имеющие между собой ничего общего, кроме противопоставления их внешней среде.

Первую категорию составляют те «внутренние» причины, которые базируются на различных виталистических понятиях. В этом смысле слово «внутренние» в дальнейшем я буду брать в кавычки. Ко второй категории можно отнести все те реальные причины, которые обусловлены организацией представителей вымерших групп, т. е. их морфологическими и физиологическими особенностями. Внутренние причины этого порядка вполне реальны. Но, как мы увидим далее, самое противопоставление внутренних причин внешним является неправильным.

«Внутренние причины» целым рядом авторов выдвигаются для объяснения явлений вымирания. Берг в своем сочинении «Номогенез или эволюция на основании закономерностей» (1) доказывает, что развитие и вымирание идут predeterminedным путем, обусловленным задатками, заложенными как в отдельном организме, так и в развитии филогенетической ветви.

Кобельт, Джiovанни Броки, Райат и др. тоже склонны рассматривать вымирание, как завершение predeterminedного цикла развития. К «внутренним» причинам такого же порядка следует отнести «иссыкание жизненной силы», выдвигаемое И. Вальтером (3, стр. 366) для объяснения вымирания аммонитов, а также объяснения Осборна, считающего эволюцию процессом «целесообразно направленным» в силу особых таинственных «свойств живого тела».

Все эти теории, под какими бы научными терминами, как «номогенез», «ортогенез», и т. д., они ни скрывались, для нас не приемлемы, так как логика этих теорий неизбежно приводит к признанию «высшего существа», направляющего процесс развития органического мира. Под новыми учеными терминами творцы таких теорий иногда стараются прикрыть наготу идеализма в их содержании.

Совершенно иной характер имеют объяснения вымирания организмов причинами, связанными с их организацией, но обусловленными не какими-то мистическими свойствами живых существ, а теми или иными неблагоприятными морфологическими и физиологическими особенностями организмов, наличие которых при изменении среды могло привести к их вымиранию.

К таким причинам вымирания нужно отнести специализацию, неадаптивную редукцию, так тщательно разработанную В. О. Ко-

валевским (6) для различных представителей копытных, малую или не в том направлении идущую изменчивость, затрудняющую процесс приспособления к изменившимся условиям. Частным примером могут служить холонокровность мезозойских рептилий, сыгравшая, возможно, известную роль в процессе вымирания их, медленность размножения, огромные размеры многих вымерших организмов, при определенных обстоятельствах затрудняющие для них возможность приспособления к новым условиям, и т. п. Рассмотрим подробнее одну из подобных причин вымирания — специализацию организмов.

Закон специализации

Уже с давних пор многие исследователи увязывали вопрос вымирания организмов с их специализацией. Причиной этому послужило обилие высоко специализированных форм среди вымерших организмов. А после установления Копом «закона неспециализированности» и Долло «закона необратимости развития» теория вымирания организмов в связи со специализацией получила видимость научного обоснования и была возведена некоторыми авторами во всеобщий закон вымирания. Сущность этого «закона» заключается в следующем: эволюция всякой филогенетической ветви сопровождается специализацией определенных органов. На определенном этапе развития эта специализация достигает крайнего предела, в силу чего дальнейшее развитие становится невозможным, заходит в тупик, и данная филогенетическая ветвь вымирает. Депере (5), сторонник этой теории, формулирует это так: «Филогенетические ветви подчинены общему закону, который более или менее быстро и часто без видимой механической или функциональной причины направляет их по пути все более и более выраженной специализации. Эта специализация ни в коем случае не является условием процветания или долголетия ветви, а служит, напротив, старческим признаком, который предшествует их близкому вымиранию» (стр. 169). Учитывая, что не только среди вымерших, но и среди современных организмов есть очень специализированные формы, Депере добавляет: «Ведь и рода современной природы представляют те из ветвей, которые еще не достигли старческой фазы», т. е. крайней специализации.

На это можно возразить следующее: во-первых, на основании чего мы можем утверждать, что та степень специализации, которая сопутствует вымиранию той или иной рассматриваемой группы, является предельной?

Только лишь потому, что она совпадает с моментом вымирания? Но тогда получается заколдованный круг: данная специализация является предельной, потому что при ней организмы вымирают; а организмы вымирают, потому что их специализация является предельной. Во-вторых, геология дает нам немало примеров вымирания менее специализированных групп, тогда как более специализированные продолжали развиваться и процветать. Например,

в эволюционном ряду лошадей сохранились наиболее высоко модифицированные члены, тогда как менее специализированные ветви вымерли. То же можно сказать о верблюдах, слонах и других филогенетических ветвях копытных.

В другом случае, как, например, у рептилий, сохранились менее специализированные ветви, а достигшие высокой специализации вымерли. Хотя и здесь черепахи и змеи показывают обратное.

Повидимому, в вопросе вымирания играет роль не сама по себе специализированность или неспециализированность. Сохраняется то, что является наиболее выгодным в данный момент и в данной обстановке, а то, что невыгодно, отмирает. Предел специализации кладет не бессилие природы организма, а изменение среды, в силу которого ценность данной специализации если не теряется, то уменьшается.

Я отнюдь не хочу доказать, что специализация не играет никакой роли в вопросе вымирания. Наоборот, играет, и весьма большую роль, но только не в качестве самостоятельного всеобщего закона, а как фактор, действующий через естественный отбор.

Она может повести к вымиранию по двум причинам: или изменившиеся условия обесценивают эту специализацию, как, например, замена лесом больших степных пространств, которая сделала бы бесполезной специализацию многих копытных и могла бы вызвать их миграции с вытекающими отсюда последствиями, или же появляются другие, лучше специализированные конкурирующие формы. Иллюстрацией может служить смена птерозавров птицами. Хотя мы и не можем с несомненностью утверждать здесь факт непосредственного вытеснения одной фауны другой, но все же очень трудно предположить, чтобы птерозавры могли процветать после распространения таких конкурентов, как птицы, которые несравненно лучше приспособлены к воздушной стихии. В том и другом случае специализированные формы теряют шансы на выживание в борьбе со своими конкурентами и отмирают естественным отбором, так как способность специализированных форм к новым приспособлениям ограничена.

Следует отметить, что все эти внутренние факторы могут послужить причиной вымирания отнюдь не сами по себе, так как никакая филогенетическая ветвь в силу естественного отбора не может развиваться нецелесообразно. Те или иные признаки становятся нецелесообразными только в силу изменившейся среды.

5. Естественный отбор

«Дарвинизм был и останется дарвинизмом, боевой теорией, с сокрушительной логикой фактов, с диалектической направленностью мысли».

Академик В. Комаров.

Рассмотренные выше факторы вымирания, как специализация, изменение физико-географических условий и др., выдвигаются различными авторами в качестве самостоятельных причин вымирания. Создаются теории вымирания вследствие специализации,

вследствие изменения климата, вследствие массовой гибели при вулканических извержениях и т. д. Они сопоставляются с теорией естественного отбора, а иногда даже и противопоставляются ей. Мне кажется, что для подобных утверждений нет оснований. В основе их лежит, вероятно, неправильное, чересчур суженное толкование теории естественного отбора.

Многие авторы сводят борьбу за существование к конкуренции отдельных особей (внутривидовая борьба) или отдельных групп (межвидовая борьба), упуская из виду, что в это понятие Дарвин вкладывает и борьбу организмов с силами окружающей неживой природы, то, что Плате называет «конституционной борьбой». Причина такого суженного понимания кроется, вероятно, в том, что Дарвин нечетко разграничивает эти два понятия борьбы, на что указывает Энгельс в «Диалектике природы» (1936 г., стр. 123). Главное внимание Дарвин сосредоточил на доказательствах наличия борьбы и вытеснения одних форм другими, т. е. на отборе благодаря давлению перенаселения, так как именно это положение шло вразрез с господствующими представлениями того времени и могло встретить много возражений. Но Дарвин нигде не отрицает, как это приписывает ему Депере (5, стр. 27), ни влияния изменения физико-географических условий, на процесс эволюции, а следовательно, и вымирания, ни возможности появления неспособительных признаков.

Наоборот, у него имеются хотя и краткие, но очень четкие указания на то, что эти факты не противоречат, а, наоборот, входят в понятие естественного отбора. Замечание Дарвина: «изменения в жизненных условиях сообщают толчок усиленной изменчивости» — предполагает неравномерность эволюционного процесса. Несмотря на это, некоторые авторы указывают на неравномерность развития органического мира, как на факт, противоречащий теории естественного отбора. Депере (5, стр. 162—169) приводит для многих вымерших форм примеры крайне специализированных органов, полезность которых сомнительна даже в прошлом. Он рассматривает это как факт, противоречащий теории естественного отбора, упуская из виду, что именно Дарвин подтверждает возможность появления и закрепления и неполезных признаков, если они не являются большой помехой для животного и до поры до времени не устраняются естественным отбором.

Уже одной только фразой: «изменения бесполезные и невредные не будут подчиняться естественному отбору — будут колебаться или закрепляться» Дарвин дает действительно диалектическое и согласующееся с современными, неизвестными в его время, научными данными, — объяснение бесполезных признаков у организмов, чего нельзя сказать о Депере, которого даже знание современных данных науки не спасло от неверного взгляда на значение неспособительных признаков. Из книги Дарвина видно, что он понимал борьбу за существование весьма широко, «разумея под ней всякую зависимость одного живого существа от другого», а также взаимоотношение организмов с окружающей средой.

В таком расширенном понимании борьба за существование и вытекающий из нее естественный отбор являются единственной теорией, способной подлинно научно объяснить процесс вымирания. Недаром всякая другая теория вымирания, претендующая на свою независимость от теории естественного отбора, неизбежно приводит или к идеалистическому («внутренние» причины, специализация), или к механистическому (климатическая теория) пониманию процесса вымирания. В конце концов все они заставляют признать телеологический принцип в эволюции, даже и такая на первый взгляд материалистическая теория, как климатическая теория Яковлева, так как и она не может со своих позиций объяснить смену вымерших форм более высоко организованными формами. Но, будучи приведены в связь с теорией естественного отбора, эти теории дают весьма многое в смысле детализации и конкретизации факторов, движущих естественный отбор.

II. Вымирание организмов в меловом периоде и его вероятные причины

Вымирание является постоянным спутником эволюции органического мира.

Нет таких геологических периодов, которые не были бы отмечены исчезновением тех или иных групп организмов.

Но в некоторые эпохи этот процесс достигал таких размеров, которые наводили первых исследователей на мысль о мировых катастрофах, уничтоживших весь старый органический мир.

При более углубленном и детальном изучении вымирание в эти эпохи оказывается вовсе не таким внезапным и всеобщим, как казалось это раньше. Но все же существование эпох особенно интенсивного вымирания остается не опровергнутым до сих пор. Наиболее яркой из таких эпох является меловой период, особенно конец его.

«Смерть никогда не пожинала такой обильной жатвы, как в конце мелового периода», говорит И. Вальтер (3, стр. 364).

Так же характеризует меловую эпоху и Неймайр, сравнивая фауны меловой и третичной систем. «Во всей истории земли мы не можем указать двух других последовательных фаун, которые столь резко непохожи друг на друга» (12, стр. 352).

В меловом периоде вымирают самые разнообразные формы, вне зависимости от их геологического возраста, среды обитания, высоты организации, размеров и т. д. Среди вымерших групп мы находим, с одной стороны, такие древние формы, как аммониты, а с другой — организмы, зародившиеся в триасе, — белемниты и даже такие животные, как рудисты и мозозавры, в меловом же периоде и возникшие.

Наряду с морскими формами, каковыми являются аммониты, рудисты, ихтиозавры и др., исчезают и сухопутные динозавры. Вымирание становится уделом колоссальных атлантозавров, диплодоков и других гигантов, а наряду с ними гибнут и мелкие

формы динозавров и многие роды мелких древнейших млекопитающих.

Уже краткое перечисление важнейших групп дает понятие о разнообразии форм, вымерших в течение мелового периода.

В дополнение к этому следует, однако, сделать оговорку: никогда нельзя ручаться за точность и длительность указываемых в литературе сроков вымирания тех или других форм.

Следует иметь в виду, что исчезновение ископаемых остатков той или иной группы организмов в определенных отложениях может быть обусловлено не только вымиранием, но и миграцией этих животных в другие области, не исследованные до сих пор, а возможно и вообще недоступные нашему исследованию, если данная область находится на месте современного моря.

Для мелового периода возможность таких случаев кажущегося вымирания особенно вероятна. К этому добавлению следует сделать еще другое: меловой период является хотя и великой, но не единственной эпохой интенсивного вымирания.

Так, на границе перми и триаса тоже происходит преобразование органического мира, когда вымирают последние трилобиты, бластоидеи, большое число родов плеченогих, головоногих, мшанок, а многие классы, как, например, брюхоногие двустворчатые, кораллы, морские ежи и лилии, совершенно обновляются. Интенсивное вымирание млекопитающих характеризует конец третичного периода.

Процесс вымирания в меловом периоде привлекает внимание отчасти потому, что среди вымерших организмов много очень крупных и оригинальных форм, исчезновение которых бросается в глаза даже неспециалисту.

Если факт усиленного вымирания в меловом периоде можно считать доказанным, то возникает вопрос, какие же причины могли вызвать это явление? Точнее, здесь приходится говорить не о причинах вымирания, так как всеобщей причиной вымирания является естественный отбор в борьбе за существование, а о тех обстоятельствах, которые могли усилить процесс естественного отбора в эту эпоху.

Наиболее характерным явлением для мелового периода были трансгрессии, в результате которых на значительных площадях неоднократно менялись местоположение, размеры, очертания, степень расчлененности и рельеф суши, а также площадь и глубина моря, характер морского дна, направление морских течений и т. д. В конце мелового периода, наоборот, происходит резкая регрессия.

Эти изменения не могли пройти бесследно для органического мира того времени.

В предыдущие периоды мезозоя мы видим довольно резкое изменение физико-географических условий в начале юры, когда обширные пространства, бывшие сушей в триасе, захватываются юрскими морскими трансгрессиями и сухой климат сменяется влажным. В дальнейшем на протяжении юрского периода физико-географические условия изменяются постепенно в определенном

направлении. Мы видим развитие морской трансгрессии, которая в большинстве областей достигает максимума в келловейский век.

В климате этого времени не наблюдается заметных колебаний. Соответственно этому и развитие органического мира, повидимому интенсивно шло по линии идиоадаптации, приводящей организмы к узкой специализации и к созданию сложных и стойких биоценозов.

К концу юрского периода и началу мелового происходит значительное сокращение моря, после чего в меловом периоде, особенно же в верхне-меловую эпоху, развивается грандиознейшая трансгрессия. В конце мелового периода она сменяется резкой регрессией.

Происшедшие в мелу изменения физико-географических условий и особенно смена растительности в верхне-меловую эпоху, уничтожили преимущества многих специализированных форм, давая их другим, менее пострадавшим от изменения условий. Эта «переоценка ценностей» нарушила старые взаимосвязи между различными группами организмов, вызывая обострение борьбы за существование и устранение менее приспособленных форм.

Кроме того, изменения среды могли давать стимул для обширных переселений, а возникновение сообщения между изолированными ранее областями суши во время регрессий и установление новой связи между бассейнами во время трансгрессий давали новые пути для этих миграций.

О роли миграций в вопросе вымирания уже говорилось выше. Помимо непосредственного вытеснения одних форм другими, миграции часто влекут за собой нарушение биоценозов; то и другое в конечном итоге приводит к усилению процесса естественного отбора. Кроме того, миграции, совершающиеся в неблагоприятных условиях, могут ослаблять мигрирующую группу (10, стр. 129—132).

Переходя к разбору возможных причин вымирания отдельных групп животных мелового периода, нельзя упускать из виду, что на основании имеющихся у нас скудных и отрывочных знаний мы не можем восстановить полную картину жизни этого периода, всю сложную сеть взаимосвязей между различными группами организмов, а это значит, что мы не знаем тех факторов, которые могли решать судьбу определенных филогенетических ветвей. Это обязывает нас подходить очень осторожно к упомянутому вопросу.

Из всех форм, вымерших в меловом периоде, наиболее интересной, разнообразной и многочисленной является группа рептилий. О причинах вымирания большинства мезозойских представителей этого класса существует много мнений, которые в основном сводятся к общим причинам вымирания, изложенным в первой части этой работы.

Так, Яковлев видит причину вымирания рептилий в похолодании климата, при котором холоднокровные рептилии не могли существовать (21, стр. 23; 22, стр. 23).

По мнению А. Борисяка, смена растительности оказалась губи-

тельной для пресмыкающихся. Кроме того, он говорит, что «высшая степень специализации пресмыкающихся конца мелового периода, приводящая иногда к уродливым формам, предшествует вымиранию большей части групп» (2, стр. 205).

Вальтер выдвигает геологические изменения, узкое приспособление к определенным условиям и продолжительное отсутствие подбора, допуская при этом и «старческую слабость» (3, стр., 366).

Из сторонников естественного отбора наиболее определенно высказывается Неймайр, объясняющий вымирание сухопутных рептилий и птерозавров вытеснением их млекопитающими и птицами, а вымирание ихтиозавров — вытеснением акулами (11, стр. 329).

Многие авторы, как, например, Уоллес (17, стр. 599—600), Павлова (13, стр. 34) и др., ставят вымирание пресмыкающихся в связь с недостатком пищи при их большом росте, неприспособленностью к новой растительности, медленной размножаемостью.

Сторонники «внутренних причин», как Берг и Депере, находят для себя здесь широкое поле деятельности, ввиду обилия крайне специализированных форм, трудности установления причин их исчезновения и отсутствия сильных конкурентов.

Пожалуй, единственным пунктом, объединяющим почти все эти разноречивые теории вымирания рептилий, является признание «внезапности» их исчезновения.

Противники естественного отбора иногда используют эту «внезапность» в качестве факта, противоречащего теории Дарвина. При ближайшем рассмотрении этот факт оказывается в значительной степени преувеличенным, основанным на неполноте знаний эволюции рептилий.

Помещаемый ниже процентный подсчет вымирания в различные периоды родов рептилий (дан по таблице распространения рептилий, составленной дипломницей Захаровой по Циттелю) хотя и весьма схематичен, так как здесь взяты очень крупные хронологические и таксономические единицы и составлен по устаревшим в настоящее время данным, все же ясно показывает, что вымирание огромного количества рептилий в меловом периоде не было исключительным явлением в эволюции этого класса.

На границе перми и триаса вымирает 50 родов из 55 существовавших, т. е. 90,91%.

На границе триаса и юры 67 родов из 69, т. е. 97,1%.

На границе юры и мела 44 из 60, т. е. 73,35%.

На границе верхнего и нижнего мела 52 из 65, т. е. 80%.

На границе мела и третичной эпохи 90 из 93, т. е. 96,77%.

(Следует оговориться, что приведенные цифры имеют временное значение и по мере новых находок ископаемых рептилий могут меняться.)

Эти данные, с одной стороны, опровергают весьма распространенное мнение о внезапности вымирания рептилий в конце мела, а с другой — позволяют отметить несколько критических моментов

в истории развития этой группы, как, например, граница триаса и юры, когда вымерло 97% существовавших тогда родов.

Интересно отметить, что именно в триасовом и меловом периодах происходили массовые переселения рептилий, фактические доказательства которых приводит, например, Дешере в своей книге «Превращения животного мира» (стр. 232—237), а также существенно изменились физико-географические условия. Эти совпадения едва ли случайны.

Попутно можно отметить, что эти периоды были такими же критическими моментами и для аммоней.

Но в эпохи, предшествующие меловому периоду, эти критические моменты сменялись новым расцветом, так как, повидимому, не было еще предпосылок для вытеснения данных групп другими формами, и они, приспособясь к новым условиям, опять пышно расцветали.

В критический же момент конца мелового периода ситуация была такова: произошли значительные регрессии моря, среди рептилий имелось большое количество крайне специализированных форм, вместе с тем во второй половине мелового периода развилась новая флора покрытосеменных растений и развилась группа теплокровных млекопитающих, которые, вероятно, тогда уже начали приспособляться к новому роду пищи и оказались в более выгодном положении по сравнению с рептилиями, с их не специализированной зубной системой. Некоторые авторы указывают, что в конце мелового периода, в связи с Ларамийской складчатостью, произошло похолодание климата (Мазарович, 8 стр. 353; Яковлев, 21, стр. 23 и др.), в результате чего рептилии оказались в менее выгодных условиях по сравнению с теплокровными млекопитающими. Несомненно, такое похолодание вызвало бы обострение борьбы за существование и выживание более приспособленных теплокровных млекопитающих. Но самое указание на охлаждение климата в конце мела не находит серьезного подтверждения в известных нам фактах, и большинство геологов не считают возможным допустить охлаждение климата в конце мела (Naug, 23, стр. 1370—1371; Schouchert, 24, стр. 303; А. П. Павлов, 14, стр. 109—110 и др.). Но даже если откинуть предположение об охлаждении климата, смена растительности, нарушения биоценозов вследствие значительных регрессий моря в самом конце мела, крайняя специализация рептилий и развитие млекопитающих дают достаточно оснований говорить о том, что в конце мела обострилась борьба за существование, в которой специализированные рептилии уступили свое место млекопитающим.

Это предположение становится еще более вероятным, если допустить вполне правдоподобное предположение, что расцвет и дифференциация класса млекопитающих начались до третичного периода, но неизвестны нам благодаря неполноте геологической летописи, о чем говорилось выше, или недостаточной изученности в настоящее время всех областей развития континентальных верхне-мело-

вых отложений, в которых могут быть впоследствии найдены остатки плацентарных млекопитающих.

Среди беспозвоночных мезозоя аммониты занимали такое же место, какое рептилии среди позвоночных: они были самой многочисленной и распространенной группой в море. Отсюда понятен тот интерес, который вызывается фактом вымирания аммонитов в мелу.

Теории, выдвигаемые различными исследователями в качестве причин вымирания аммонитов, в общем аналогичны таковым же для рептилий, а именно: специализация, похолодание, трансгрессии, вызывающие перемещение и изменение глубины моря, вызванные ими миграции и нарушение биоценозов и т. п.

Многие ученые ставят вымирание аммонитов в связь с раскручиванием их раковины, считая это признаком старости группы, «иссяканием жизненной силы», и строят на этом признаке целые сложные теории, хотя единственным основанием для подобных заключений является приблизительное совпадение появления этого признака с периодом вымирания. Но известны раскрученные формы и в триасе.

Если мы не знаем биологического значения раскручивания раковины, то отсюда нельзя делать заключения, что это явление не было в известных условиях полезным для данных форм и является предвестником вымирания.

История вымирания аммонитов дает картину, аналогичную вымиранию рептилий. Здесь тоже вымирание является постоянным спутником развития, что видно из следующих данных: на границе девона и карбона вымерло 6 семейств из 9, т. е. 66,6% известных нам семейств аммонитов.

В середине карбона 3 из 7, или 42,8%.

На границе перми и триаса 4 из 8, или 44,4%.

» » триаса и юры 18 из 19, или 94,7%.

» » юры и мела 4 из 10, или 40%.

В конце мела 5 из 5 или 100%.

Эта таблица тоже говорит о том, что вымирание аммонитов не происходит внезапно в конце мелового периода. Как можно видеть, намечается ярко выраженный критический момент на границе триаса и юры, когда вымирает 18 семейств из 19 нам известных.

Аналогичные данные позволяют сделать аналогичный же вывод: юрские и меловые трансгрессии и регрессии и вызванные ими последствия, из которых наиболее важными являются миграции и нарушения биоценозов, вызывали неоднократно усиленное вымирание аммонитов и уменьшили численность этой группы к концу мела. Тем самым она была как бы ослаблена, когда в ее развитии снова наступил критический момент, подобный наблюдавшемуся на границе триаса и юры. Остатки ослабшей в указанном смысле группы в конце мела не дали нового расцвета не потому, что они были неспособны к этому, не потому, что изжили свою «жизненную силу», а потому, что оказались в менее выгодном положении.

чем некоторые другие группы, расцветшие к этому времени и представленные многочисленными формами, как, например, костистые и акуловые рыбы или брюхоногие моллюски. Не исключена возможность существования других конкурентов. Изменившаяся в связи с появлением новых форм обстановка обусловила окончательное вымирание сравнительно уже малочисленной группы аммонитов в конце мела.

Что касается исчезновения белемнитов, иноцерамов, рудистов и других групп, вымерших в конце мелового периода, то и здесь, вероятно, известную роль сыграло изменение условий существования, поставившее их в невыгодное положение, ускорившее устранение их естественным отбором. В частности, на рудистах особенно должно отозваться колебание береговой линии моря, так как рудисты обитали в литоральной полосе, в области Средиземноморской геосинклинали, которая испытала значительное поднятие и осушение в конце мелового периода.

Гибель многих групп обусловлена тесной биомической зависимостью от вымирающих господствующих форм. А это значит: чем большее число групп вымирает, тем больше причин, с одной стороны, для вымирания ряда других, а с другой стороны — для развития новых форм.

Эпохи «великого вымирания», подобные меловому периоду, указывают на неравномерность эволюционного процесса.

В истории развития органического мира можно отметить относительно «мирные» периоды, когда органический мир медленно изменялся, все более совершенно приспособляясь к определенным условиям. Их сменяют «революционные» эпохи, когда происходят значительные изменения этих условий, возникают противоречия между специализировавшимися формами и окружающей средой, и эти, господствовавшие раньше, формы сменяются новыми. После этого опять наступает период «мирного» развития, но уже на новой, более совершенной основе.

Некоторую аналогию этого процесса мы можем наблюдать на развитии какого-нибудь маленького замкнутого биоценоза (свежевырытая яма, срубленное дерево), где процесс смены фаун доступен непосредственному наблюдению. Здесь ранняя фауна неизбежно подготавливает почву для другой, которая сменяет ее с тем, чтобы потом уступить место следующей. Причем и здесь этот процесс протекает не без борьбы и неравномерно: периоды относительного равновесия, называемые в биологии «климаксом», сменяются фазами «сукцессий», когда поселяются новые обитатели, которые нарушают установившийся «распорядок жизни». В результате этого нарушения из данного биоценоза исчезают одни формы, а поселяются другие, после чего опять наступает фаза «климакса», но значительно отличающаяся от первой по составу своих жильцов.

Нельзя, конечно, отождествлять процесс развития органического мира на земле с развитием упомянутого микроскопического биоценоза, так как во втором случае налицо только смена фаун на

очень небольшом участке, осуществляющаяся в короткий срок, в первом же случае мы имеем длительный исторический процесс развития, в котором главным двигателем является естественный отбор, «этот страж и судья приспособленности».

Теория естественного отбора, и только она, может дать приемлемое для нас объяснение процесса вымирания одних форм и появление новых, более совершенно приспособленных к данным условиям и в большинстве случаев более высоко организованных.

Выводы

1. Вымирание организмов — явление, присущее не только прошедшим геологическим эпохам, но и современному органическому миру. Поэтому при изучении вопроса о причинах вымирания нужно базироваться не только на данных геологии, но необходимо привлекать и тот материал, который нам дается изучением современного органического мира.

2. В выяснении причин вымирания главными задачами являются: установление общих закономерностей, обуславливающих процесс вымирания в целом, и по возможности тщательное изучение того конкретного материала, который нам дают палеонтология и историческая геология для выяснения условий вымирания отдельных групп.

3. Вымирание организмов обусловлено постоянным изменением среды, с которой тесно связан всякий живой организм и к изменению которой он должен приспособляться. Смена физико-географических условий, изменение биологической обстановки в результате миграций, нарушение биоценозов и т. п. — обуславливают вымирание одних форм и стимулируют развитие других, причем в первую очередь погибают специализированные формы, менее способные к новым приспособлениям. Но основной причиной вымирания организмов в этих условиях является естественный отбор, а изменения среды, специализация — только факторы, усиливающие естественный отбор и действующие через него.

4. Ни одна из существующих теорий вымирания, кроме теории естественного отбора, не может объяснить с диалектико-материалистических позиций смену большинства вымерших организмов формами, более совершенно приспособленными к новым условиям, более высоко организованными.

5. Вымирание является постоянным спутником эволюции органического мира, но в некоторые периоды этот процесс достигает таких размеров, которые дают возможность охарактеризовать эти периоды как эпохи «великого вымирания». К числу таких эпох относится и конец мелового периода.

6. Главнейшими общими причинами, обусловившими устранение естественным отбором очень многих групп в меловом периоде, являются: во-первых, трансгрессии и регрессии, вызвавшие обширные переселения и нарушения биоценозов; во-вторых, изменение

растительности и, наконец, обилие узко специализированных форм, появившихся в результате развития органического мира в предыдущие эпохи мезозоя.

7. Вымирание рептилий и аммонитов в меловом периоде не было внезапным, а сопровождало всю историю их развития.

8. Наличие периодов «великого вымирания» как в истории отдельных групп (для рептилий и аммонитов триас — юра и мел), так и в истории органического мира в целом доказывают неравномерность эволюционного процесса.

СПИСОК ЦИТИРУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Л. С. Берг, Номогенез или эволюция на основании закономерностей, «Тр. Геогр.-инст.», т. I, 1926.
2. А. А. Борисьяк, Курс палеонтологии, ч. II, 1936.
3. И. Вальтер, История земли и жизни, 1911.
4. Ч. Дарвин, Происхождение видов, 1856.
5. Деспере, Превращения животного мира, 1915.
6. В. О. Ковалевский, Monographie der Gattung. *Antracotherium* Cuv., „Paläontographica“, vol. XXII, 1873.
7. Комаров, Происхождение растений, 1934.
8. А. Н. Мазарович, Курс исторической геологии, 1938.
9. Сборник «Маркс, Энгельс, Ленин — о биологии», 1934.
10. М. А. Мензбир, Очерк истории фауны Европейской части Союза, 1934.
11. М. Неймайр, Корни животного царства, 1919.
12. М. Неймайр, История земли, 1904.
13. М. В. Павлова, Причины вымирания животных в прошедшие геологические эпохи, 1924.
14. А. П. Павлов, О некоторых еще мало изученных факторах вымирания животных. Добавление к книге М. В. Павловой «Причины вымирания животных в прошедшие геологические эпохи», 1924.
15. А. И. Северцов, Основные направления эволюционного процесса, 1934.
16. П. В. Серебровский, Пути и этапы палеонтологии, статья в книге Циттеля «Основы палеонтологии» (русское издание 1934).
17. Уоллес, Дарвинизм, изд. 1898 г.
18. К. Циттель, Основы палеонтологии, ч. I, 1934.
19. Шмалъгаузен, Сравнительная анатомия.
20. Ф. Энгельс, Диалектика природы, изд. 1936.
21. Н. Н. Яковлев, Вымирание животных и растений и его причины по данным геологии, «Изв. Геол. ком.», № 1, 1922.
22. Н. Н. Яковлев, Понятие палеонтологии и ее задачи, статья в книге Циттеля «Основы палеонтологии» (русское издание 1934).
23. Haug, *Traité de géologie*. II. Les périodes géologiques 1908 — 1911. Paris.
24. Schuchert Ch., *Climates of geologic time* From the Smiths, report for 1914, p 277—311.