

УДК 551.24

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

В. В. Меннер

Содержание. Учет особенностей распространения современных пелагических организмов говорит вопреки существовавшим представлениям о возможной «планетарности» даже дробных стратиграфических подразделений. Это предположение подтверждается анализом зональной шкалы палеогена, построенной по планктонным фораминиферам, и особенностями изменения их комплексов в пространстве. Палеомагнетизм является на сегодня единственным методом, позволяющим оценивать в идеале степень синхронности границ подразделений удаленных районов. Однако без разработки методов диагностики отдельных инверсий его данные могут пониматься неоднозначно.

Вопрос о пространственном значении дробных стратиграфических подразделений является одним из наиболее злободневных. Он определяет пределы унификации легенд геологических карт, точность принимаемых корреляций, а в конечном итоге и представлений о последовательности событий геологической истории. Однако несмотря на такое значение, этот вопрос всегда решался, исходя из общих представлений, проверявшихся чисто эмпирически, почему принимавшиеся решения не раз оказывались неверными и изменялись на прямо противоположные.

Начать с того, что А. Орбиньи [32], устанавливая ярусные или зональные категории, считал их планетарными, как разделенные всемирными катастрофами.

Торжество эволюционной теории Ч. Дарвина [7] в корне изменило эти представления. Становление исторической биогеографии, выявление причинности в распространении органических форм позволило А. Ортману [33] разработать первое обоснованное биогеографическое районирование Мирового океана, сохранившее свое значение и поныне, и четко разграничить ряд областей сублиторали. Эта работа, как и основанное на ней «Введение в геологию» И. Вальтера [37] заставили VIII сессию Международного геологического конгресса 1900 г. считать планетарными только системы и отделы, а ярусы и зоны рассматривать как провинциальные категории, зависящие от фаций. Эти взгляды прочно вошли в представления геологов и в основном бытуют и сейчас.

С этими взглядами хорошо вяжется деление кембрийских фаун на Тихоокеанские, Атлантические и Австрало-Синийские, резкие раз-

личия брахиоподовых фаун ордовика Англии, Прибалтики и Сибири и девонских и каменноугольных фаун различных континентов как и невозможность прямого сопоставления третичных фаун Европы и Америки. Из сказанного прямо следует, что существовавшее представление прекрасно подтверждалось практикой геологических работ и исключением из этого правила являлись лишь граптолиты и некоторые группы аммонитов, зоны которых могут быть прослежены на ряде континентов.

Последующие работы, 30-х и 50-х годов С. Экмана [26], в общем подтвердили предложенное А. Ортманом [33] районирование сублиторальных фаун, но в то же время выявили совершенно иные закономерности в распространении пелагических и нектонных форм, среди которых большинство оказалось приуроченными не к тому или иному океану, как предполагал А. Ортман, но обитающими во всех трех океанах. Это позволило А. Штейеру [35] в 20-х годах, а затем и С. Экману [26, 27] выделить среди пелагических фаун не пять, а только три области — две холодноводные, характеризующиеся относительно бедной фауной, и обширную тепловодную, охватывающую как тропические, так и субтропические области. Обобщение данных по распространению пелагических фаун (К. В. Беклемишев [3]) и данных по бентосным фаунам шельфов выявило уже общие моменты, определяющие распространение как сублиторальных, так и пелагических форм, и позволило наметить единые поясы [17], в пределах которых выделяются уже области и более мелкие категории, резкие среди шельфовых фаун и очень слабо различающиеся в пелагиали. Первая карта как шельфовых, так и пелагических фаун была составлена В. Г. Богоровым в 1969 г. [5].

К сожалению, все эти результаты прошли мимо биостратиграфов, и громадное большинство исследователей, изучающих историю фораминифер, моллюсков, трилобитов, брахиопод и даже аммонитов, и сейчас исходят в своих построениях из особенностей распространения только сублиторальных фаун, развивая тезис о провинциальности ярусных и зональных категорий. Но, если окинуть взглядом всю стратиграфическую шкалу и посмотреть на каких группах она строилась и какова пространственная значимость ее drobных подразделений, то факты говорят сами за себя.

Как только геологи брали за основу остатки трилобитов, брахиопод, крупных фораминифер, пелеципод и гастропод, то сразу же выявлялись провинциальные особенности и подчеркивалась локальность выделяемых подразделений. Это заставляло говорить о региональности ярусных категорий, а иногда даже систем. Когда же авторы обращались к выделению ярусов или зон по граптолитам или аммонитам, то возможность выделения планетарных категорий становилась реальной, хотя и в этих фаунах отмечались провинциальные особенности. Но при всех этих работах всегда подчеркивалось, что если ярусы и могут рассматриваться как обобщающие планетарные категории, то зоны, учитывая фациальный характер комплексов, во всяком случае являются региональными, распространение которых определяется развитием тех или иных фаций. Эти представления исключали суждения о межконтинентальном распространении зональных фаун и многие из нас хорошо помнят те горячие диспуты, которые вызывало установление Н. Н. Субботиной [13, 14] и В. А. Шохвиной [15] видовой тождественности глобигеринид и ханткенид палеогена Гольфа и Кавказа. Им часто говорили, что, конечно, легче параллелизовать Гольф с Кавказом, нежели последний с Русской платформой, так как проверить та-

кие построения невозможно. Эти факты противоречили существовавшим до 50-х годов представлениям, казались ошибочными и подвергались резкой критике.

В послевоенные годы развитие геологических работ во всем мире сразу же опрокинуло подобные представления. Начать с того, что большинство ярусов триаса, юры и мелы оказалось возможным выделять по очень близким родам и видам практически на большинстве континентов. То же касается и подразделений, выделяемых по граптолитам, а также по палеозойским аммонейм и отчасти по фузулинидам. В то же время, чем дальше продвигалось изучение нуммулитов, пелеципод, гастропод, трилобитов и брахиопод, тем резче выявлялись провинциальные особенности их фаун. Но, конечно, самой крупной победой в этом направлении явилась ревизия стратиграфических подразделений пермского и третичного времени [10, 20, 21, 24], для которых как эпох геокритических всегда считалось невозможным установление единых межконтинентальных подразделений.

Работы последних десятилетий как у нас, так и в Западной Европе с предельной ясностью показали невалидность громадного большинства ранее предлагавшихся ярусов палеогена и неогена [18] из-за обоснования их разрезами мелководных, а часто солоноватоводных отложений, сопоставление которых с разрезами океанических бассейнов вызывает чрезвычайно большие трудности. Фауны пелеципод и гастропод в таких отложениях всегда характеризуются резко выраженными провинциальными особенностями. Я не говорю уже о том, что в ряде случаев из-за неразработанности конкретных филогенезов фациальные границы, выделяемые на основе изменения родового состава комплексов пелеципод, оказываются неизмеримо более резкими, нежели возрастные, за которые их обычно принимают, что вызывает немало недоразумений при переходе к более детальным работам как в Средней Азии, так и на Камчатке.

С другой стороны, те же исследования показали значительное, если не сказать полное единство зон, выделяемых по планктонным фораминиферам почти для половины поверхности земного шара [10, 20, 21, 23, 24, 31]. Эти зоны легко коррелируются с зонами бореальных областей, в которых фауна состоит в значительной степени из тепловодных форм, встречающихся и в тропической зоне. Исходя из этого, ширина пояса, в котором могут быть прослежены зоны тепловодных фораминифер, распространяется почти на $\frac{3}{4}$ земной поверхности, от 55° с. ш. до 55° ю. ш. Это уже открывает колоссальные перспективы для выработки действительно единой стратиграфической шкалы третичных отложений мира. То же надо сказать и в отношении стратиграфии перми, перестройка которой по остаткам фузулинид и аммоней, позволила выделить почти на всех континентах мира швагерининовые слои и артинский ярус; а сейчас позволяет ревизовать и стратиграфию верхней перми.

В противоположность ранее существовавшим утверждениям эти факты не только не противоречат биогеографическим представлениям, но, как мы видим, блестяще ими подтверждаются, если принимать во внимание распространение не только шельфовых, но прежде всего планктонных и нектонных фаун. И действительно все авторы, изучавшие распространение современных планктонных фораминифер [4, 23, 34], считают возможным выделять в Мировом океане только три четко выраженных пояса — арктический и антарктический, от 40° и выше, и тепловодный, располагающийся между тропиками и характеризующийся массовым развитием планктонных глоботоралий и глобигери-

ноидесов, тогда как в северных поясах широко распространены только глобигерины. Области между этими поясами имеют переходный характер и во всех океанах характеризуются преобладанием глобигерин с резким сокращением глобороталий. Сходная картина отмечается и в распространении других групп планктона [3].

Крайне интересно, что очень близкое распространение типично и для кальмаров [1], среди которых, если рассматривать только нектонные формы, встречающиеся в наших дальневосточных морях умеренного пояса, почти 50% принадлежат космополитам или формам, имеющим циркумтропическое распространение. В то же время среди спрутов и каракатиц, ведущих бентальный образ жизни, этот процент не превышает 15, да и то за счет родов и видов, переходящих к нектонному образу жизни (аргонавт и др.).

Еще лучше отмеченные особенности видны на примере распространения акул [28], среди которых очень небольшой процент приспосабливается к жизни в пелагиали, но раз приспособившись к ней эти виды сразу же получают громадное распространение и встречаются в тропических и умеренных зонах всех океанов. Они наглядно говорят о том, какие колоссальные перспективы обретает стратиграфия при систематическом использовании остатков нектонных организмов, о чем всегда поучают студентов с кафедр университетов, и вузов, но, что, к сожалению, редко используется на практике, особенно применительно к кайнозойским отложениям мира. Сказанное позволяет утверждать о возможности построения по остаткам пелагических и нектонных форм действительно единой зональной стратиграфической шкалы по крайней мере для большей половины или даже $\frac{3}{4}$ земной поверхности, что почти равноценно представлению о планетарности таких категорий.

Эти представления находят свое подтверждение и в конкретных данных геологического прошлого. Не будем сейчас вспоминать хорошо известных аммонитов и граптолитов, долгое время считавшихся исключениями. Особенности распространения планктонных фораминифер палеогена, как было показано В. А. Крашенинниковым [10], во многом совпадают с данными по распространению современных пелагических форм. Это позволяет говорить о наличии в палеогене широкой полосы, разрезы которой до зон легко коррелируются между собой, судя по Тринидаду, Италии, Египту, Сирии, Новой Гвинее. Близкие комплексы описаны и из разрезов у оз. Танганьика, располагающегося около 40° ю. ш., а на север несколько иные комплексы, но легко сопоставимые с тропическими, выделяются в Крымско-Кавказской области до Дании включительно, причем на последней из названных площадей в эоцене преобладают уже глобигерины. Сходные комплексы в последние годы отмечаются и на Японских островах [19], а хвосты их в виде глобигериновых фаций с редкими глобороталиями встречаются, по данным М. Я. Серовой [12, 36], и на Камчатке и в Коряцком национальном округе. В этом распространении форм совершенно очевиден тот же план, который характеризует и распространение современных фаун.

Из этих фактов прямо следует вывод о единстве тепловодных планктонных фаун мира, комплексы которых изменяются главных образом в зависимости от температур воды и постепенно обедняются формами по мере перехода к более высоким широтам. Это исключает представления о локальном развитии определенных форм океанического планктона, которые часто развивались в последние годы в геологической литературе [8, 9], основываясь главным образом на путанице между старыми и новыми данными.

В свете сказанного, естественно, возникает вопрос, не следует ли сейчас все внимание концентрировать только на планктоне, учитывая широкое распространение таких форм и их быструю изменчивость во времени. Во многих странах и особенно в лабораториях нефтяных компаний Запада этот подход уже реализуется и проводится в жизнь, однако результаты в этом отношении получаются не блестящие.

Планктонные фораминиферы встречаются не повсеместно. Обширные пространства континентов, внутренних солоноватоводных бассейнов, а иногда даже фашии, неблагоприятные для сохранения фораминифер в океанах, оказываются совершенно лишенными их остатков. Кроме того, исследователям часто трудно решать, какой образ жизни вела та или другая форма и являются ли они планктонными или донными, например швагерины. Еще труднее бывает решить о том, сколько длительно существовали планктонные личинки тех или других донных форм, которые по характеру своего распространения могли приближаться к распространению пелагических форм (агностиды, иноцерамы).

Но если мы обратимся к повседневной практике и к детальности используемых в настоящее время стратиграфических подразделений, то совершенно очевидно, что схемы, разработанные для разрезов солоноватоводных отложений, во много раз более детальны нежели схемы стратиграфии океанических отложений. Учитывая, что особенно хороший результат в этом отношении дает палеоэкологический, или палеогеографический, метод [6], опирающийся на все органические остатки того или иного разреза и особенности его литологии, эти моменты никак не могут быть сняты со счетов и, наверное, всегда будут основными в региональных стратиграфических работах. Однако нужно твердо помнить о региональности получаемых этими методами данных и невозможности проведения по ним широкой пространственной корреляции, хотя часто в нашей литературе приходится встречаться с предложениями уточнения по таким региональным циклам планетарных стратиграфических категорий, что, конечно, ничего кроме конфуза вызвать не может.

Установление тождественной последовательности зон на различных континентах, а сейчас и в меловых и третичных отложениях океанов является одним из наиболее ярких свидетельств планетарности даже дробных стратиграфических подразделений, но, конечно, еще не доказывает их синхронности. Все эти результаты были лишь догадками, пока не существовало методов, которые могли бы объективно проверить одновременность подразделений, выделяемых на биостратиграфической основе на разных континентах. Наиболее обычным и часто используемым для этого методом является радиоактивная геохронология [2], которая пока недостаточно точна для датировок каждого из выделяемых подразделений, но с успехом используется для определения общей длительности систем и их наиболее крупных подразделений. Она допускает определение пока средней продолжительности ярусов и зон, входящих в состав того или другого подразделения, и давая временную характеристику основным реперным границам на разных континентах позволяет судить о синхронности заключенных между ними зон. Однако это еще не дает возможности использовать геохронологические данные для проверки на площади синхронности дробных стратиграфических подразделений.

Совершенно исключительный интерес в последнем отношении представляют результаты палеомагнитных исследований, использование которых также наталкивается на значительные трудности. Начать с то-

го, что для стратиграфической корреляции серьезное значение могут иметь лишь моменты инверсии магнитного поля, так как суждение о возрасте, исходя из положения магнитных полюсов того или иного момента геологической истории, позволяет определять возраст с точностью не более чем до системы, что для геологических работ совершенно недостаточно.

Другое дело представляют собой инверсии магнитного поля, которые являются соотносительно кратковременными моментами [15]. Освещая их отношения с границами того или иного стратиграфического подразделения, можно действительно получить материал для суждения о синхронности или вернее степени синхронности той или иной границы с точностью, значительно превышающей точность биостратиграфических датировок. Но все это, увы, только в идеале. Пока не будет найдено способов определения индивидуальных особенностей той или иной инверсии, не может быть и разговора о точном сопоставлении по ним далеко отстоящих разрезов, особенно более древних толщ.

В настоящее время с наибольшим успехом для этого используются последние и ближайšie к ней инверсии магнитного поля. Именно потому, что они являются последними. Благодаря этим инверсиям удастся наметить сопоставление ранее никак не сопоставлявшихся разрезов Камчатки, Армении и Исландии, говорить о массовых излияниях оливиновых базальтов у нижней границы квартера и т. д. Однако все эти положения из-за неточностей в привязке инверсий и данных по их абсолютным датировкам не могут считаться на сегодня однозначно доказанными. Наглядным примером этому может служить интерпретация разрезов Исландии.

Уже в первой трактовке этих разрезов, данной Д. Гопкинсом и Т. Эйнарсоном [25, 30] предлагалось два решения в зависимости от того, какая часть разреза размыта в основании Бредьявикских слоев и с чем должны коррелироваться подстилающие их отложения. Однако при этих построениях не учитывалось наличие в эпохе Матуяма кроме известных двух ивентов существования нормального поля еще третьей зоны — Гилзы. Это осложняет принимавшиеся трактовки и заставляет давать уже третью интерпретацию разреза. Но для каждого понятно, что и эта последняя только временная, которая также изменится, если будут найдены дополнительные ивенты или будут развенчаны существующие, а ведь на нашей памяти и то и другое уже имело место.

Еще хуже обстоит дело с привязкой палеомагнитной шкалы к зональной шкале по планктонным фораминиферам, так как наличие перерывов в осадконакоплении улавливаемых только с большим трудом, не позволяет быть уверенным в реальной полноте разрезов, а отсюда и в принимаемых сопоставлениях. Утверждение одних авторов [22] о соответствии смены зон *Globorotalia teshoensis* зоной *Globorotalia truncatulinoides* ивенту Джарамилло встречает возражения других, доказывающих наличие выше этой границы небольших перерывов, что позволяет считать этот ивент Гилзой или даже Ольдвеем. Конечно, когда накопится достаточное количество материалов, этот вопрос сможет быть окончательно решен, но хорошо известно, что статистическое решение не всегда бывает качественным.

Аналогичные неувязки характеризуют и использование палеомагнитных данных для датировки перми и низов триаса [11, 15], а также верхов девона, причем там она осложняется еще и тем, что и выше и ниже есть еще другие зоны инверсий, точная привязка к которым не может быть установлена.

Все эти неточности и неполадки заставляют крайне настороженно относиться к палеомагнитным данным в стратиграфии, хотя мы знаем, что палеомагнитный метод на сегодня является единственным, используя который можно подойти к реальному решению вопроса о синхронности или степени гомотаксальности хотя бы реперных стратиграфических подразделений.

В заключение я не могу не отметить еще одной слабой стороны как геохимических, так и физических исследований. Напомню трудности, которые представило составление общей геохронологической шкалы из-за нечеткости стратиграфических привязок реперных определений [2]. Такая же картина характеризует и радиометрические датировки пограничных слоев мела и палеогена в Америке, на основе которых В. Фолинсби и др. [29] пытались говорить о точном возрасте этой границы, а потом выяснилось, что неизвестно, какая граница им определялась под датом или над датом, так как датский ярус в изученных ими разрезах не выделялся, а в стратотипе эта граница пока не определена.

Еще хуже в этом отношении положение с палеомагнитной шкалой, так как она в основном строится на основе радиометрических датировок вулканогенных толщ или красноцветных отложений плохо палеонтологически датированных, и привязка ее подразделений к подразделениям международной стратиграфической шкалы оставляет желать еще очень многого. Исследователи совершенно недостаточно обращают внимание на характер разрезов, используемых ими для получения опорных датировок, а отсюда прямо следует, что несмотря на большой объем проводимых работ до сих пор не удается установить точные датировки реперных точек наших шкал и подойти к объективному определению точности принимаемых нами сопоставлений и решению вопроса о синхронности или гомотаксальности дробных стратиграфических подразделений, на важность чего неоднократно обращал внимание А. Л. Яншин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акимущкин И. И. Головоногие моллюски морей СССР. М., «Наука», 1963.
2. Афанасьев Г. Д., Багдасарян Г. П., Боровиков Л. И., Виноградов А. П. и др. Геохронологическая шкала в абсолютном летоисчислении по данным лабораторий СССР на апрель 1964 г. с учетом зарубежных данных. В кн.: «Абсолютн. возраст геол. формаций». Международн. геол. конгресс, XXII сес.; докл. сов. геологов, пробл. 3. М., «Наука», 1964.
3. Беклемишев К. В. Экология и биогеография пелагиали. М., «Наука», 1969.
4. Беляева Н. В. Планктонные фораминиферы в осадках Мирового океана. «Вопр. микропалеонтологии», 1969, № 13.
5. Богоров В. Г. Жизнь океана. М., «Наука», 1970.
6. Гладенков Ю. Б. и Цикунов А. Г. Биостратиграфия неогеновых отложений Восточной Камчатки (Валагинский хр.). «Изв. АН СССР», сер. геол., 1966, № 5.
7. Дарвин Ч. Происхождение видов. Собр. соч., т. 2. М., Сельхозгиз, 1947.
8. Жижченко Б. П. Методы стратиграфических исследований нефтегазоносных областей. М., «Недра», 1969.
9. Жижченко Б. П. Микропалеонтологические методы стратиграфических построений в нефтегазоносных областях. М., «Недра», 1968.
10. Крашенинников В. А. Географическое и стратиграфическое распределение планктонных фораминифер в отложениях палеогена тропической и субтропической областей. «Тр. ГИН АН СССР», 1969, вып. 202.
11. Молостовский Э. А. Стратиграфия верхней перми и нижнего триаса Южного Приуралья и Горьковского Поволжья по палеомагнитным данным. Саратов, 1969.

12. Серова М. Я. Зональное расчленение и корреляция палеогеновых отложений Северо-Западной части Тихоокеанской провинции биоэстратиграфии, фауны и флоры кайнозоя и т. д. М., «Наука», 1969.
 13. Субботина Н. Н. Стратиграфия нижнего палеогена и верхнего мела Северного Кавказа по фауне фораминифер. «Тр. НГРИ», сер. А, 1936, вып. 96.
 14. Субботина Н. Н. Фораминиферы нижнетретичных отложений СССР. «Тр. НГРИ», сер. А, 1939, вып. 116.
 15. Храмов А. Н. Палеомагнитное изучение разрезов верхней перми и нижнего триаса Севера и Востока Русской платформы. «Тр. ВНИГРИ», 1963, вып. 204.
 16. Шохина В. А. О роде *Hantkenina* и его стратиграфическом распределении на Северном Кавказе. «Проблемы палеонтологии», 1937, т. 2—3.
 17. Юферев О. В. Принципы палеобиогеографического районирования и подразделения стратиграфической шкалы. «Геология и геофизика», 1969, № 9 (117).
 18. Яншин А. Л. Геология Северного Приаралья. «Мат-лы познан. геол. строения СССР», вып. 15 (19). Изд. МОИП, 1953.
 19. Asano B. and Takayanagi J. Stratigraphic significance of the planktonic Foraminifera from Japan. «Sci. Rep. Tohoku Univ.», ser. G (Geologie), 1965, vol. 37, No. 1.
 20. Banner F. and Eams F. Recent progress in world-wide Tertiary stratigraphical correlation. «Earth Sci. Rev.», vol. 2. Amsterdam, 1966.
 21. Banner F. and Blow W. Progress in planktonic foraminiferal biostratigraphy of Neogene. «Nature», 1965, vol. 208, No. 5016.
 22. Berggren W. A. Micropaleontology and the Pliocene — Pleistocene boundary in a deep-sea core from south central north Atlantic. «Journ. Geology», 1967—1968, vol. 33, fasc. 2.
 23. Be A. W. H. Distribution of planktonic Foraminifera in the World Ocean. «Abstr. Pap. Sect. Int. Oceanogr. Congr.», 1966, No. 25.
 24. Bolli H. Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on planktonic Foraminifera. «Bull. Inf. Ass. Ven. Geol. Mines and Petr.», 1966, vol. 9, No. 1.
 25. Einarsson T. Der Paläomagnetismus der islandischen Basalten und seine stratigraphische Bedeutung. «N. Jahrb. Geol. und Paläontol.», 1957, Monatsh. 4.
 26. Ekman S. W. Tiergeographie des Meeres. Leipzig, 1935.
 27. Ekman S. W. Zoogeography of the Sea. London, 1953.
 28. Engelhardt R. Monographie der Selachier der Münchener zoolog. Staatssammlung. I. Tiergeographie der Selachier. «Abhandl. Bayr. Akad. Wiss.», math.-phys. Kl., 1913, Suppl. 4.
 29. Folinsbee R., Baadsgaard H. and Cumming S. Geochronology of the Cretaceous-Tertiary boundary of the western plains of North America. «Colloquium on Geochronology of Phanerozoic Orogenic Belts», Zürich — Bern, 1969.
 30. Hopkins D., Einarsson T., Dowell R. The stratigraphy of Tjörnes, Northern Iceland and the history of the Bering Land Bridge. California, Stanford Univ. Press, 1967.
 31. Krashenninnikov V. A. Correlation of the Miocene deposits of the Eastern Mediterranean to stratotypical sections of the Miocene stages. «Giorn. Geologia», 1968, vol. XXXV, fasc. 3.
 32. Orbigny A., de. Cours élémentaire de paléontologie stratigraphique. Paris, 1842—1849.
 33. Ortman A. Grundzüge der marinen Tiergeographie. Jena, 1896.
 34. Parker T. L. Distribution of planktonic Foraminifera in recent deepsea sediments. SCOR Work Gr. 19. «Sympos. Micropaleontol. Marine Bottom Sediments. Cambridge, 1967.
 35. Steuer Ad. Zur planmäßigen Erforschung der geographischen Verbreitung der Haliplankton, besonders der Copepoden. «Zoogeographie», 1933, Bd. 1.
 36. Serova M. Ya. The zonal scale of the Paleogene deposits of the North-Western part of the Pacific province and their correlation to the Tethys deposits. «Tert. correl. and clim. changes in Pacific.», X Pacific Sci. Congr. Tokyo, 1967.
 37. Walther J. Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. Jena, 1893—1894.
-