

Т. С. ТРОИЦКАЯ, Л. П. КАРАУЛОВА, Е. И. ЦАРЬКО

ПЕРВЫЙ ОПЫТ ДЕТАЛЬНОГО РАСЧЛЕНЕНИЯ МОРСКОГО ГОЛОЦЕНА ЮЖНОГО ПРИМОРЬЯ ПО КОМПЛЕКСУ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

За последнее время морские голоценовые отложения установлены во многих пунктах побережья Южного Приморья и на мелководной прибрежной полосе западного шельфа Японского моря. Изучение этих отложений имеет большое практическое значение, они привлекают внимание почти всех исследователей и становится актуальной задача их подробного стратиграфического расчленения.

Данные о морских голоценовых отложениях, вклинивающихся в континентальные накопления побережья и вскрытых естественными обнажениями, горными выработками и буровыми скважинами, приведены и обобщены в сводке, посвященной истории развития рельефа юга Дальнего Востока (Худяков и др., 1972) и в монографии А. П. Кулакова (1973). В коллективной работе, посвященной формированию рельефа и осадков прибрежной зоны (Ионин и др., 1971), рассмотрены лито-фациальные особенности верхнего, трехметрового, слоя донных отложений. Во всех работах высказывается мнение о формировании этих отложений во время последнедиктовой морской трансгрессии, однако до последних лет ни в Приморье, ни на прилегающей части шельфа не были известны непрерывные разрезы, в которых бы весь голоцен или большая его часть были бы представлены морскими фациями. Соответственно, в распоряжении исследователей не было полного материала для детального палеонтологического исследования и дробного подразделения морского голоцена на биостратиграфической основе.

Первый такой разрез был получен зимой 1970—71 гг., когда Приморским геологическим управлением по инициативе и под руководством сотрудника Тихоокеанского отделения Института океанологии АН СССР Б. И. Васильева были пробурены две скважины (2 и 3), прошедшие донные осадки Амурского залива. Бурение велось со льда, в трех километрах западнее мыса Грозный, в месте, где глубина моря около 18 м. Мощность отложений, вскрытых скважинами, составила 43,5 м (скв. 2) и 40,5 (скв. 3), литологическая последовательность отложений оказалась однотипной для обоих разрезов (рис. 1).

Программа комплексного палеонтологического исследования керна включала изучение фораминифер, выполненное Т. С. Троицкой в Лаборатории микропалеонтологии Института геологии и геофизики (ИГиГ) СО АН СССР, спорово-пыльцевой и диатомовый анализы, проведенные Л. П. Карауловой и Е. И. Царько в Приморском геологическом управлении.

Фораминиферы исследовались из обеих скважин; последовательность комплексов оказалась очень близкой, но материал из скв. 3 был очень плохой сохранности и малочисленнее, чем из скв. 2, вероятно, вследствие различия тафономических условий. Пыльца и споры исследовались из обоих разрезов, полученные для них диаграммы хорошо дополняют друг друга и позволяют подробно проследить изменение растительности

на побережье Амурского залива. Диатомовые исследования из разреза скв. 2, в котором найдены также единичные раковины моллюсков и балянусов (определения И. А. Волкова и В. А. Зыкина; ИГиГ СО АН СССР). Таким образом, наиболее полные данные получены для разреза скв. 2, с которого мы и начнем изложение результатов исследования.

В основании разреза, вскрытого скв. 2, на глубине от —61 м до —53,7 м залегают пестроцветные угленосные отложения палеогенового возраста (Васильев и др., 1973). На них лежат немые разнозернистые пески с галькой и гравием (до —50 м), возраст которых не установлен. Верхняя часть разреза мощностью 32,5 м сложена гравийными, песчаными и, главным образом, глинистыми осадками, содержащими фораминиферы, диатомовые, пыльцу и споры наземных растений. Ни одна из этих групп не содержит остатков вымерших родов или видов, что позволяет отнести отложения к четвертичной системе. По результатам предварительного палинологического изучения был установлен их голоценовый возраст и выделены по схеме М. И. Нейштадта древний, средний и верхний голоцен (Васильев и др., 1973). При сравнении с другими разрезами первоначальная схема расчленения этого разреза была уточнена, за счет выделения древнего, раннего и среднего голоцена (Караулова и др., 1973). Предварительное исследование фораминифер также показало голоценовый возраст верхних 25 м разреза и позволило разделить его на 6 слоев скандинавской схемы (Троицкая, 1974).

Рассмотрим состав палеонтологических остатков и его изменение по разрезу, отдельно по каждой группе.

ФОРАМИНИФЕРЫ

Рассматриваемая часть разреза по наличию или отсутствию фораминифер с учетом литологического состава отложений разделяется на три горизонта (см. рис. 1).

Первый (нижний) горизонт, мощностью 3 м, представленный пелитовым илом, подстилаемым и перекрываемым песками, содержит скудную микрофауну плохой сохранности. Фораминиферы найдены только в одном образце. От второго горизонта он отделен четкой поверхностью размыва, перекрытой базальными галечниками. Галечники и пески второго горизонта, мощностью 4 м, не содержат микрофауны (обр. 41—33). Возраст второго горизонта может быть определен косвенно как позднедриасовый — по соотношению с перекрывающими отложениями и абсолютной отметкой поверхности размыва (—47 м), приходящейся на гляциоэвстатической кривой (Каррей, 1968) на самый конец плейстоцена. Тогда первый горизонт условно можно отнести к аллерёду. Третий горизонт (обр. 32—1) мощностью 25,5 м представлен морскими осадками и относится к голоцену.

Самый нижний песчаный слой голоцена (—43 ÷ —42 м) является непосредственным продолжением позднедриасовых континентальных песков, но в нем найден один экземпляр *Trochammina inflata*, створка морской остракоды и «зубы» полихет. Все остатки хорошей сохранности. Это позволяет считать, что на отметке —42,9 м и проходит фациальная граница, отделяющая континентальные отложения от прибрежно-морских. В интервале —40,7 ÷ —36,7 м керн отсутствует, но состав комплекса из обр. 25—27 и 32 (ниже этого интервала) близок по характеру к комплексу из обр. 24 (выше этого интервала — см. рис. 1). Это позволяет предполагать, что условия осадконакопления за этот промежуток времени оставались сходными.

Выше по всему разрезу фораминиферы встречены во всех образцах, вплоть до самого верхнего, взятого на отметке —18,2 м (0,5 м от поверхности дна). Несомненно, что и недостающие 50 см разреза сложены морскими отложениями, так же, как и в других частях Амурского залива, где они установлены по кернам ударных трубок в интервале от поверхности до —1,5 м. Непрерывность морских отложений с отметки —42,9 м до поверхности (мощность 25,2 м) подтверждает их голоценовый возраст.

В этой части разреза микрофауна встречена в 29 образцах (см. рис. 1). Таким образом, микрофаунистически полно охарактеризованы только голоценовые отложения. В них найдены 62 вида фораминифер, текамебы, «зубы» полихет, морские остракоды и обломки раковин моллюсков. Общее сравнение видового состава местных современных и голоценовых фораминифер, найденных в скв. 2, показывает, что из 62 видов 30 обитает в Амурском заливе и сейчас, а 32 ныне живут в других частях Японского моря, главным образом, в более теплых водах его южной части (Asano, 1956; Троицкая, 1973).

Данные, приведенные на рис. 1, показывают, что видовой состав микрофауны заметно меняется по разрезу голоцена. В то же время выделяются слои, внутри которых он остается достаточно близким для группы смежных образцов и может быть объединен в единый комплекс, характеризующий сходные условия обитания. Комплекс каждого такого слоя существенно отличается от комплекса следующего слоя и граница между ними соответствует рубежам изменения условий существования микрофауны. По этим рубежам толща голоценовых осадков разделена на шесть частей (см. слои 3—8, рис. 1).

Первая, нижняя, часть мощностью 2,3 м (слой 3, обр. 25—27, 30, 32) содержит скудную микрофауну. В ней найдены всего 5 видов фораминифер, единичные текамебы, остракоды, «зубы» полихет. Большая часть остатков плохой сохранности. Все найденные фораминиферы относятся к видам, широко распространенным на современном шельфе. Плохая сохранность и малочисленность объясняются тем, что слой является переходным от континентальных отложений к морским, и микрофауна могла быть занесена в эти «еще не вполне морские» пески периодическим вторжением морских вод.

Вторая часть, мощностью 6,2 м (слой 4, обр. 18—24), охватывает литологически разные осадки. В ней встречено 25 видов фораминифер, остракоды, текамебы, «зубы» полихет и неполные раковины баянусов и солонатоводного моллюска *Corbicula fluminea* (Müller). Наиболее многочисленны во всем слое *Ammonia beccarii* и *Cribroelphidium astegineus*. *Ammonia beccarii* и *Ammonia* sp., характерные для теплого мелководья, практически не встречаются в более высоких слоях и наиболее характерны для этого слоя. По разрезу комплекс не вполне однороден. Число видов и количество экземпляров увеличивается вверх по разрезу. Нижняя часть слоя (торфянистый ил) содержит обедненный комплекс (6 видов), который обычен для заливов, морских бухт и лагун современного Японского моря. Вероятно, эту часть слоя можно отнести к верхам лагунных отложений, образцы из большей части разреза которых отсутствуют. Перекрывающая эти слои песчаная часть горизонта содержит только единичные экземпляры *Ammonia beccarii* и *Eggerella abvepa* плохой сохранности, и по-видимому, является накоплением активной зоны морского мелководья (бар, пляж, отмель), микрофауна же занесена сюда волнением. Лежащие выше пелитовые илы содержат более разнообразный (до 16 видов в образце) и обильный (до 4,5 тыс. экз.) комплекс хорошей сохранности, в котором, кроме перечисленных выше видов, встречены и другие. Так, появление *Ammonia japonica* и *Elphidium etigoense* указывает на продолжавшееся потепление вод,

присутствие планктонного вида *Globigerina bulloides*, бентосного *Nonionella pulchella*, увеличение количества *Elphidium subgranulosum* и одновременное уменьшение по направлению к кровле количества *Ammonia beccarii*, позволяет предполагать, что эта часть слоя накапливалась в условиях, близких к современным по глубине, но придонные температуры были несколько выше. В целом комплекс отражает условия осадконакопления, свойственные развивающейся трансгрессии при повышении температуры вод.

Третья часть, мощностью 5,5 м (слой 5, обр. 11—17), представлена пелитовым илом. В ней исчезают текамебы, резко сокращается процентное содержание мелководных видов предыдущего комплекса, возрастает значение *Buliminella elegantissima* и *Elphidium subgranulosum*. Оба они относятся к видам широко распространенным на открытом шельфе, где нормальная солёность и глубина более 50 м. В этом слое появляются виды, не встречающиеся сейчас на западном шельфе: *Dentalina ittai*, *Tarpanella nipponica*, *Globulotuba entosoleniformis*, *Lagena molis*, *L. gracillima*, *L. semilineata*, *L. meridionalis*, *L. striata*, *Bulimina gibba*. Все они в современном Японском море живут на открытом шельфе в пределах тихоокеанской водной массы, температура которой в среднем на 10° выше, чем у берегов Приморья. Виды *Cassidulina subacuta* и *Uvigerina akitaensis* — не тепловодные, но присутствие их в осадке указывает на стабильную нормальность солёности водоема во время отложений этой части. Исчезновение в ней *Ammonia beccarii* и резкое сокращение численности *Criboelphidium asterineus* указывают на то, что она формировалась в условиях, резко отличавшихся от прежних. Четко отделяется эта часть и от перекрывающей, в которой из 49 видов, свойственных третьей части, исчезает 19. Количество *Globulotuba entosoleniformis* и *Tarpanella nipponica*, в комплексе не велико, но именно их присутствие в сочетании с целым рядом представителей рода *Lagena* позволяет утверждать, что вмещающие этот комплекс микрофауны осадки сформировались за наиболее теплый интервал и при наивысшем уровне моря.

Четвертая часть, мощностью 2,8 м (слой 6, обр. 8—10), сложена также пелитовым илом и литологически не отличается от предыдущей. Выделение ее по микрофауне основано на том, что за нижнюю ее границу не переходит комплекс видов, свойственных тихоокеанской водной массе, а таких видов, как *Cassidulina subacuta*, *Dentalina ittai* и некоторые другие (см. рис. 1), встречающихся на открытом шельфе и не найденных в современных осадках Амурского залива, не переходит из этого слоя в следующей. Присутствие видов этого комплекса указывает на сохранение морских условий, но увеличение роли *Criboelphidium asterineus* и присутствие во всех образцах *Eggerella advena* свидетельствует о начале существенных изменений в условиях существования. На это же указывает и уменьшение общего числа видов (до 30 против 49 в третьей части).

Пятая часть, мощностью 3,8 м (слой 7, обр. 2—7), литологически продолжает четвертую, но примесь растительных остатков в ней несколько бóльшая. Нижняя граница этого слоя проводится по появлению субарктического вида *Globigerina pachyderma*. Исчезновение в этом слое стеногалинного вида *Cassidulina subacuta*, представителей родов *Lagena*, *Dentalina*, *Uvigerina* и т. д., значительное сокращение общего видового состава (22 вида против 25, 49 и 30 в предыдущих), увеличение роли *Eggerella advena* и *Trochammina inflata* — все это говорит об отложении слоя в условиях похолодания природных вод и их распределения. Глубина была близка к современной.

Шестая часть, мощностью 0,9 м, представлена только одним образцом (слой 8, обр. 1). Число видов в этом образце увеличивается до 18; общее количество микрофауны — более 13 тыс. экз. Эти изменения сви-

детельствуют об изменении условий обитания фораминифер во время отложения вмещающих осадков; увеличении температуры и солености. Отсутствие образцов из самого верха скважины (0,5 м) не позволяет проследить как отразилось это изменение на структуре комплекса микрофауны и как произошел переход к современному комплексу.

ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ И СИЛИКОФЛАГЕЛЯТЫ

Представители этих двух групп отнесены к 101 виду. Распределение их по разрезу скв. 2 приведено на рис. 2; при этом таксоны расположены в порядке их появления, т. е. в миграционной последовательности.

В нижней части ($-54 \div -48$ м; слой 1) встречены только пресноводные *Melosira graedistans*, *M. antiqua*, *M. scabrosa*, *M. areolata* в количестве от 1 до 50 экз. на препарат. Оба последних вида найдены только в этом интервале. Между отметками -48 м и -37 м диатомовых нет. Выше вплоть до приустьевой части скважины ($-18,7$ м) они есть в каждом исследованном образце.

На рис. 2 отчетливо видно, что структура комплексов диатомовых меняется на определенных рубежах, в промежутках между которыми видовой состав более или менее однообразен. По этим границам интервал -37 м \div $-18,7$ м можно разделить на 6 частей (слой 2—7) с характерными комплексами диатомовых.

Во втором слое (интервал $-37 \div -35$ м; обр. 19—17) комплекс состоит из 29 пресноводных и 4 солоноватоводных видов. В обр. 19, кроме видов, помещенных в списке на рис. 2, встречено еще 18 пресноводных видов и подвидов, не появляющихся выше по разрезу: *Melosira italica* (Ehr) Ktz, *Eunotia praerupta* Ehr., *E. praerupta* var. *bidens* Ehr., *E. monodon* Ehr., *Diploneis ovalis* (Hilse) Cl., *Stauroneis phoenicenteron* Ehr., *Navicula praecentula* (Ehr) Grun., *N. tuscula* (Ehr) Grun., *N. pupula* Ktz, *Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehr., *P. episcopalis* Cl., *P. streptoraphe* Cl., *P. gibba* Ehr, *P. borealis* Ehr., *Neidium iridis* (Ehr) Cl., *Amphora ovalis* Ktz., *Cymbella ventricosa* Ktz, *Rhopalodia gibba* (Ehr.) Q. Miill.

Из комплекса третьего слоя (интервал $-34,0 \div -29,7$ м; обр. 16—12) исчезают многие пресноводные формы, их число сокращается до 7; впервые появляются 9 морских видов, из них два — планктонных. Их появление у подошвы слоя знаменует переход к устойчивому морскому режиму.

В четвертом слое (интервал $-28,7 \div -24,7$ м; обр. 11—7) происходит массовое появление морских видов, резко доминирующих в комплексе (47 из 53). Количество планктонных видов увеличивается до 13: *Cyclotella striata*, *Chaetoceros subsecundus*, *Coscinodiscus marginatus*, *C. radiatus*, *C. lacustris*, *C. lacustris* var. *septentrionalis*, *Biddulphia aurita*, *Thalassiosira exentrica*, *Actinoptychus undulatus*, *Thalassiohemma nitzschoides* и три вида из рода *Chaetoceros*. Многие виды в этом слое как планктонные, так и бентосные, имеют высокие оценки встречаемости (нередко — очень часто), а 14 видов не переходят в лежащие выше слои. Очевидно, что во время формирования этого слоя соленость и температура бассейна существенно повысились, усилился водообмен с открытой частью Японского моря.

В комплексе пятого слоя (интервал $-23,7 \div -22,7$ м; обр. 6 и 5) заметно сокращается как общее число (до 30), так и количество морских (до 26) видов. Нижняя граница слоя проведена по рубежу исчезновения ряда видов, характерных для четвертого слоя (см. рис. 2).

Шестой слой представлен только одним образцом (глубина $-21,7$ м, обр. 4). В нем резко сокращается и число видов (до 17) и их обилие. Из многочисленных видов, впервые появившихся в четвертом слое, оста-

ются только южнобореальный *Audiscus covelatus* и северобореальный *Arachnoidiscus ehrenbergii*. Из планктонных видов сохраняются только *Cyclotella striata*, *Chaetoceros subsecundus*. Изменение структуры комплекса и сокращение количества видов определенно указывают на резкое изменение условий обитания, особенно — солености и обмена вод с открытой частью моря.

В седьмом слое (интервал $-20,7 \div -18,7$ м; обр. 3—1) количество видов возрастает до 43, а в отдельных образцах (так же как и в четвертом слое) их более 30. Вновь появляются характерные виды четвертого слоя и большая часть планктонных. Среди морских видов отмечены впервые появившиеся в этом слое океанические стеногалинные *Coscinidiscus oculus* — *iridis* и *C. curvatulus*. Перестройка комплекса и увеличение количества видов в этом верхнем слое отражают новое улучшение условий обитания морских видов, приближающее их к тем, которые существовали при формировании четвертого слоя.

Отсутствие образцов с поверхности дна ($-17,7$ м) не позволяет проследить перехода к современному комплексу.

Анализ смены комплексов диатомовых по разрезу показывает, что границы, на которых они изменялись, весьма близки к границам, намеченным по изменениям комплексов фораминифер, что указывает на единство причин, перемены в условиях обитания.

СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВЫЕ СПЕКТРЫ

Изменение основных элементов спорово-пыльцевых спектров по разрезам скв. 2 и 3 представлено в виде двух сокращенных палинологических диаграмм (рис. 3). Ниже отметки $-49,5$ м в скв. 2 и $-41,6$ м в скв. 3, в грубых песчано-гравийных осадках спор и пыльцы не оказалось. Верхние части разрезов обеих скважин охарактеризованы полно и непрерывно, но плотность спектров для скв. 3 выше, и, ради сохранения подробностей, верхняя часть этой диаграммы изображена (с отметки $-22,2$ м) в более крупном масштабе («растянута»). С другой стороны, одному из неисследованных нижних интервалов скв. 3 соответствует ряд спектров, полученных для той же части разреза скв. 2, так что диаграммы хорошо дополняют друг друга.

Диаграмма скв. 2 разделена на 8 зон, из которых 6 верхних соответствуют 6 зонам диаграммы по скв. 3. Для удобства сравнения принята единая нумерация зон, соответственно в диаграмме скв. 3 отсутствуют зоны I и II.

Рассмотрим общую последовательность зон по двум диаграммам.

Зона I (интервал $-49,65 \div -49,5$) — зона березы и кустарников, соответствует фазе мелколистных, березовых лесов с участием холодостойкой *Betula ermani*, кустарниковых берез *Betula exilis* и *Betula middendorffii* (до 10%). Климатические условия гораздо суровее современных. Верхний плейстоцен.

Зона II (интервал $-40,0 \div -48,5$ м) — зона дуба и березы. Сумма пыльцы широколиственных резко возрастает, давая первую кульминацию (52%), главным образом за счет пыльцы дуба (40%); в заметном количестве появляется пыльца вяза. Количество пыльцы берез, особенно холодостойких, сначала резко сокращается, затем несколько возрастает; пыльцы кустарниковых берез менее 5%. Зона соответствует фазе дубово-березовых лесов с примесью вяза, отражающей первое существенное потепление, не достигшее, правда, современного уровня. Верхний плейстоцен.

В интервале $-48,0 \div -42,0$ м пыльцы и спор не оказалось. Выше спектры получены для обоих разрезов.

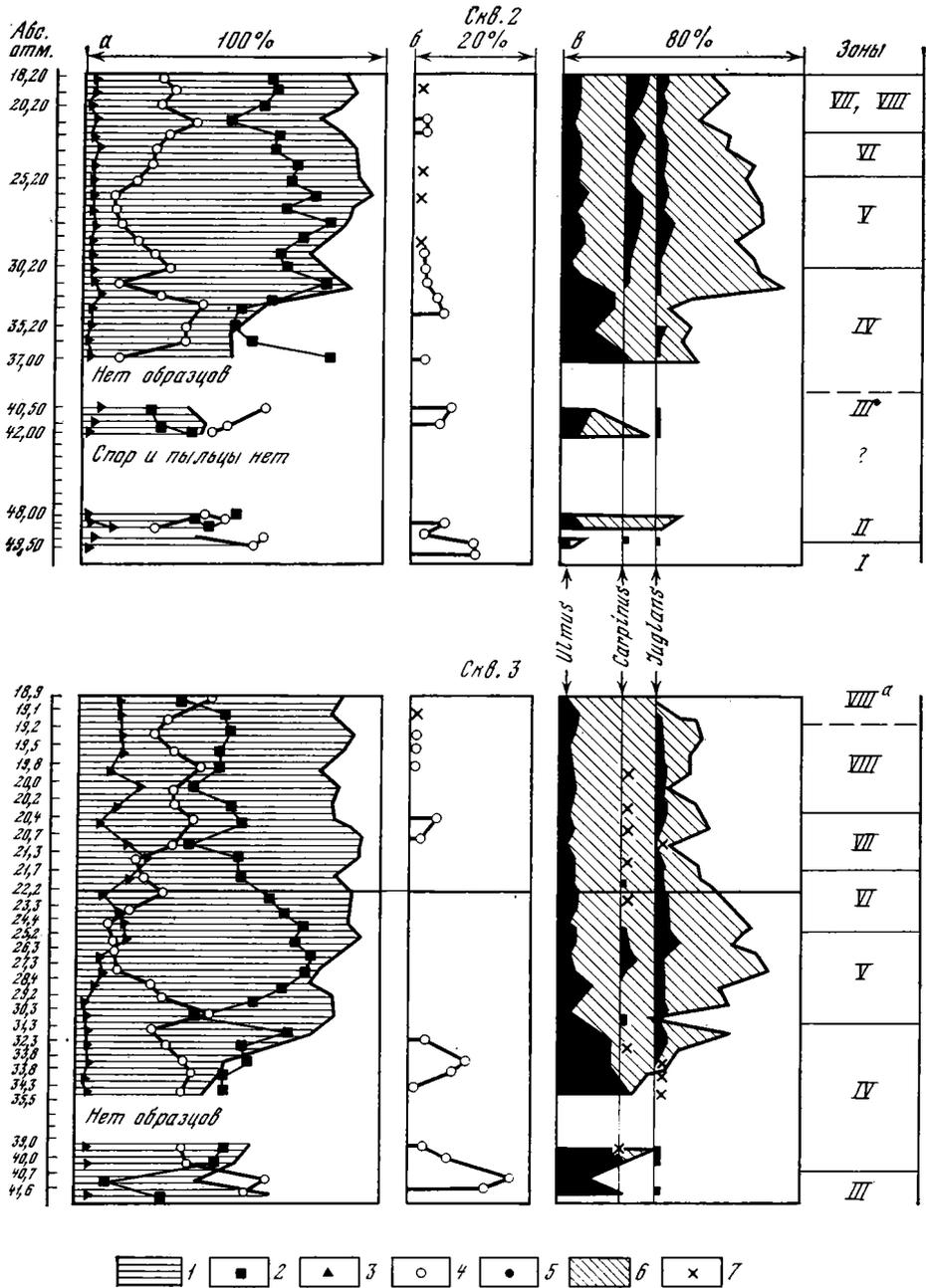


Рис. 3. Изменение основных элементов спорово-пыльцевых спектров по разрезам скв. 2 и 3

а — суммарная диаграмма, б — распределение по разрезу пыльцы берез (*Betula ermani* Cham. и березы кустарниковые), в — распределение пыльцы широколиственных древесных пород. 1 — сумма пыльцы древесных пород, 2 — сумма пыльцы широколиственных пород, 3 — *Pinus koraiensis* Set Z., 4 — *Betula*, 5 — *Quercus*, 6 — сумма широколиственных пород, 7 — менее 1% зерен пыльцы в образце.

Зоны III и IV целесообразно рассмотреть совместно (скв. 2, интервал —42,0÷—31,2 м; скв. 3, интервал —41,6÷—31,3 м). Это — зоны березы, вяза и дуба (III), дуба, вяза и березы (IV). В зоне III можно наметить две подзоны. Подзона IIIа (—42,0÷41,5 м в скв. 2 и —41,6÷—41,4 в скв. 3) характеризуется относительно высоким содержанием пыльцы древесных (40—61%) и средним — широколиственных (36—28%). Пыльцы дуба немного (30—6%), вяза, по сравнению с другими зонами, довольно много (6—18%); доминирует (до 60%) пыльца берез, есть заметное количество пыльцы кустарниковых берез. Растительность подзоны IIIа близка к растительности зоны II, а климатические условия, по-видимому, даже несколько суровее, судя по меньшей роли широколиственных. Подзона IIIб (интервалы —40,9÷—40,3 м в скв. 3 и около 40,5 м в скв. 2) характерна абсолютным минимумом пыльцы древесных, вторым резким минимумом пыльцы широколиственных пород, кульминацией (скв. 3) или вторым максимумом (скв. 2) пыльцы кустарниковых берез (до 33%) и ольховника (16%), резким сокращением содержания пыльцы дуба и невысоким количеством пыльцы вяза. Растительность зоны IIIб — березовые леса с примесью вяза и дуба — имела гораздо более северный облик, что свидетельствует о климатических условиях, значительно более холодных, чем современные, хотя и более теплых, чем в зоне I.

Выше отметки —40,5 м в обеих диаграммах (с перерывом из-за отсутствия образцов) наблюдается устойчивое увеличение пыльцы древесных, смешанного дубового леса (дуба, вяза); становится непрерывной кривая пыльцы ореха (*Juglans*), кривая пыльцы кустарниковых берез становится фрагментарной. Нам кажется поэтому целесообразным отделить зону III от зоны IV по отметке —40,5 м.

В зоне IV кульминирует кривая пыльцы вяза, а в верхней ее части наблюдается первый максимум (скв. 3) или кульминация (скв. 2) пыльцы дуба. Роль пыльцы берез довольно существенна, особенно в средней части зоны (до 40%), где есть также небольшое количество кустарниковых форм (5—10%). Растительность зоны IV менялась от березово-дубовых лесов с широким участием вяза до смешанного дубового леса. Температурный режим этого времени менялся от несколько более низких, чем современные, температур до близких к ним или несколько более высоких. Возможно некоторое усиление континентальности климата, судя по широкому распространению вяза. Граница между зонами IV и V проведена по отметкам —30,7 м (скв. 2) и —30,9 м (скв. 3) — по локальному минимуму пыльцы смешанного дубового леса (до 38%), вяза, ореха, граба и, частично, дуба (скв. 3), сопровождающемуся местными подъемами кривой пыльцы берез.

Зона V (интервалы —30,2÷—25,2 м в скв. 2; —30,9÷—25,2 м в скв. 3). Зона дуба, ореха, граба. Кульминируют или дают один из максимумов кривые пыльцы древесных (96%), широколиственных, дуба (71%), ореха (8%), граба (6%). Это — фаза смешанного дубового леса. Она соответствует оптимальным климатическим условиям, наиболее высоким температурам воздуха, повышению влажности.

Зона VI (интервал —24,2÷—22,2 м в скв. 2; —24,8÷—21,5 м в скв. 3) — зона дуба. Снижается кривая широколиственных пород: дуба, вяза, ореха, особенно по диаграмме скв. 3. На диаграмме скв. 2 второй максимум граба. Начало подъема кривой пыльцы березы. Фаза дубового леса с березой. Начало снижения температуры, ухудшения климата.

Зона VII (интервал —21,3÷—20,3 м в скв. 3; —21,2÷—19,7 м в скв. 2). Зона дуба, березы и корейского кедра. Подъем кривой пыльцы березы (верхний максимум по диаграмме скв. 2 и один из верхних максимумов диаграммы по скв. 3); верхний локальный максимум пыльцы

кустарниковых берез, один из поздних максимумов на кривой пыльцы дуба (34 и 42%) и суммы широколиственных пород (48 и 38%); перерывы или сильное снижение кривых граба и ореха (менее 1%). Верхний максимум корейского кедра. Это — фаза обедненного дубового леса с березой и корейским кедром; заметное похолодание.

Зона VIII (выше —20,4 м в скв. 3; выше —19,2 м в скв. 2) — зона дуба и березы. Спектры сходны со спектром зоны VI; количество пыльцы смешанного леса увеличивается (по сравнению с зоной VII), но немного не доходит до ее уровня в зоне VI. Вновь увеличивается роль пыльцы вяза, ореха (до 5%) и граба (кульминация кривой, до 8% в скв. 2). Кривая пыльцы березы после максимума в зоне VII снижается, но дает 1—2 локальных максимума. Фаза дубового леса с березой; заметное потепление после депрессии во время предыдущего этапа.

Переход к спектрам современного типа на диаграмме скв. 2 не прослеживается из-за отсутствия образцов, но по скв. 3 выше отметки —19,2 м намечается новое заметное снижение кривых суммы пыльцы широколиственных, дуба, вяза, и подъем кривой пыльцы березы. Возможно, что это явление отражает подфазу перехода к предсовременным условиям, позднее похолодание исторического времени.

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫБОР СХЕМЫ РАЗДЕЛЕНИЯ РАЗРЕЗА

Сравнение результатов деления разреза по разным группам органических остатков приведено в таблице. Фациальные изменения, судя по смене литофаций, комплексов диатомовых и фораминифер, заключались в переходе от песчаных отложений речного устья (до —42,9 м) к песчаным и алеврито-пелитовым, торфянистым накоплениям солончатой лагуны (до —35,7 м) и бара (до —34,7 м), а затем — к пелитовым илам, отложениям морского залива, сперва мелководного и несколько опресненного (до —30,5 м), потом — более глубокого, лучше связанного с морем и с нормальной соленостью вод. Максимальной глубины [не менее 20—32 м, судя по превышению гляциоэвстатических кривых Каррея (1968; Mörner, 1969; Fujii, 1969) над отметками слоев] и солености бассейн достигал при накоплении осадков, лежащих ныне между —30,5 и —25,0 м. Впоследствии глубина и соленость изменялись незначительно. Максимум трансгрессии может быть сопоставим со временем формирования наиболее высоких голоценовых береговых линий Японии (фаза «нуман», до —6 м, по Fujii, 1969), а более позднее слабое повышение солености и, возможно, глубины — с очень поздним повышением уровня моря до +1,5 м (Троицкая и др., 1971). Радиоуглеродный возраст этих отложений, определенный Л. В. Фирсовым, 575 ± 75 лет (СОАН-136).

Температурные изменения восстанавливаются наиболее полно по сменам спорово-пыльцевых спектров и комплексов бентосных фораминифер. В нижней половине разреза (до —30,5 м) смена комплексов фораминифер отражает совместные изменения температуры, солености и глубины бассейна, вследствие чего интервалы с разным температурным режимом более отчетливо выявляются по спорово-пыльцевым спектрам, хотя основные изменения однозначны по обеим группам. В верхней, монофациальной, части смены комплексов фораминифер обуславливаются преимущественно температурными колебаниями и они дают более четкие границы, по-видимому, в связи с тем, что колебания местного прогревания вод были обусловлены переносом тепла течениями. Однако, в самой верхней части разреза (выше —22 м) преимущество

Сопоставление палеонтологических данных и стратиграфии разреза

Абсолютная отметка, м	Фациальная обстановка	Разделение разреза			Стратиграфия разреза			Хронология голоцена по Н. А. Хотинскому (1973)	
		По фораминиферам	По диатомовым	По спорам и пыльце, зоны	Система	Часть системы	Слой		
							Индекс		название
—18	Морской залив	8	7	VIII	Голоцен (Q ₄)		Sa	Субатлантические	2500
—20		7	6	VII			Sb	Суббореальные	
—22		6	5	VI			At	Атлантические	4500—5000
—24							—26	4	
—28		5	3	IV			Верхний плейстоцен (Q ₃)		
—30	—32				4	III			
—34	Бар	4	2	II	Цетвертичная (Q)			10300—10500	
—36	Лагуна	?	?	I					Верхний плейстоцен (Q ₃)
—38		?	?	?	I				9000—9500
—40	—42								
—44	Речное устье	?	?	?	Верхний плейстоцен (Q ₃)			10300—10500	
—46	Речная долина	2							A1
—48	Эстуарий	I		II					
—50	Речная долина (?)	?	I	?					?
—52			I	?					
—54									

вновь переходит к спорово-пыльцевым спектрам, но теперь уже только вследствие гораздо более частого отбора исследованных образцов.

Общая картина температурных изменений выглядит следующим образом.

- 1 этап, начало. Температура воды и воздуха ниже современных.
- 1 этап, конец. Температура воздуха значительно ниже современной.
- 2 этап, начало. Температура воздуха несколько ниже современной.
- 2 этап, конец. Температура воды и воздуха несколько выше современных или близки к ним.
- 3 этап. Температура воды на 10° С, воздуха — значительно выше современных.
- 4 этап. Температура воды и воздуха не намного выше современных.
- 5 этап. Температура воды и воздуха ниже современных.
- 6 этап. Температура воды значительно выше современной, воздуха — несколько выше.

Ход температуры воды и воздуха над побережьем в целом хорошо соответствует изменениям солености и глубины бассейна, а границы этапов или совпадают с рубежами этих изменений или довольно близки к ним. Очевидно, что такое совпадение объясняется гляциоэвстатическим характером послеледниковой трансгрессии, при котором колебания уровня моря (а следовательно, в значительной мере глубины и солености) также определялись общими климатическими изменениями. Следовательно, температурные изменения были основной, ведущей причиной изменения всей седиментационной и экологической обстановки в мелководном морском заливе, и именно термические характеристики комплексов следует положить в основу биостратиграфического расчленения разреза.

Местная последовательность изменения температур воды и воздуха, восстановленная нами для этой части Амурского залива и его побережий (этапы 1—6), как в общем плане, так и в деталях хорошо совпадает с единой для всей северной Евразии последовательностью климатических изменений голоцена (Хотинский, 1969, 1973; Nilsson, 1964; Fujii, Fujii, 1967), и разрез может быть разделен на слои с собственными названиями, принятыми ныне для Европы, Сибири и Дальнего Востока (Хотинский, 1973):

Отметки по скв. 2	Слой
от —17,7 до —22,0	субатлантические
от —22,0 до —25,0	суббореальные
от —25,0 до —30,5	атлантические
от —30,5 до —40,5	бореальные
от —40,5 до —44,0	пребореальные

При этом намечается возможность разделить пребореальные слои на половецкие (фрисланд) и переславские (пиотино), сформировавшиеся за время раннего потепления и позднего похолодания этого интервала (начало и конец 1 этапа). Возможно также разделение субатлантических слоев, накопившихся за 5 и 6 этапы, однако их внутренние границы, проведенные по микрофаунистическим и палинологическим данным, сильно расходятся, и нужен дополнительный материал.

Поскольку границы слоев голоцена датированы радиоуглеродными определениями (Хотинский, 1969, 1973), появляется возможность дать хронологическую оценку выделенным слоям (см. таблицу).

Общая картина изменения фациальной и климатической обстановки за время формирования четвертичных отложений, пройденных скв. 2 и 3, выглядит следующим образом.

ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЕ

В *среднем дриасе* (?) на участке, где пройдена скв. 2, существовала речная долина в окружении березовых лесов с подлеском из кустарниковой березы и травянисто-кустарниковых форм, среди которых были тундровые растения. Климат значительно суровее современного.

В *аллерёде* долина была затоплена водами морской трансгрессии, образовавшей эстуарий. На его берегах появились дубово-берёзовые леса с вязом. Потепление было довольно глубоким, но не достигло современного уровня.

В *позднем дриасе*, при понизившемся уровне моря, на месте залива вновь возникла речная долина, существовавшая до самого начала голоцена. Вероятны суровые климатические условия.

ГОЛОЦЕН

В самом начале *пребореального времени* существовала речная долина, очевидно — её устьевая часть, ещё не подверженная вторжениям морских вод, затем она превращается в лагуну с обеднённой микрофауной. В половецкую фазу на берегах лагуны растут дубово-березовые леса с вязом и кустарниковыми березами в подлеске, климат становится мягче, но не достигает современного уровня. В переславльскую фазу леса разреживаются, значительную площадь занимают ассоциации кустарниковых берез и ольховника, среди древесных доминируют березы. Похолодание было значительным, но климатические условия мягче, чем во время похолоданий верхнего плейстоцена.

В начале *бореального времени* продолжала существовать солоноватоводная лагуна, на дне которой в микрофауне преобладали *Ammonia baccarii* и *Cribroelphidium asterineus*, а из моллюсков обитал солоноватоводный вид *Corbicula fluminea*. Среди диатомовых водорослей преобладали пресноводные. Лагуну окружали леса из березы, вяза, дуба. Климатические условия, в начале несколько более суровые, постепенно приближались к современным. Наступающее море надвинуло на лагуну бар, затопило его и образовало мелководный морской залив. В составе микрофауны появились морские виды *Elphidium subgranulosum* и *Bulimnella elegantissima*. Среди диатомовых появились и заняли ведущее положение морские виды, два из которых планктонные (*Cyclotella striata* и *Chaetoceros subsecundus*); число пресноводных сократилось до 7 видов, против 29 в начале. В лесах преимущество перешло к дубу, хотя ещё заметна примесь вяза и берёзы. Климат возможно несколько теплее и континентальнее, чем современный.

В *атлантическое время* морской залив достигал наибольшей глубины и солёности, в него проникли субтропические воды; морская микрофауна и микрофлора достигли большого разнообразия и обилия. Среди фораминифер появилась большая группа южных видов: *Globulotuba entosoleniformis*, *Tarpanella pirronica*, представители родов *Lagena* и *Dentalina*, а также стеногалинный вид *Cassidulina subacuta*. Среди диатомовых резко доминировали морские виды, из них 13 планктонных, в том числе — два океанических (*Coscinodiscus marginatus* и *C. radiatus*). В прибрежных смешанных дубовых лесах появились в значительном количестве орех и граб. Климатический оптимум, температура воздуха и особенно воды, поднималась значительно выше современной.

В *суббореальное время* происходило некоторое снижение температур воды и воздуха, обеднение комплексов микрофауны и флоры, исчезали многие теплолюбивые виды. В прибрежных лесах береза несколько потеснила дуб.

В начале *субатлантического времени* начинавший мелеть залив стал более холодноводным и слегка опреснился, резко сократилось разнообразие и численность диатомовых и фораминифер, среди последних появился субарктический вид *Globigerina pachyderma*, полностью исчезли тепловодные виды. Температура воздуха также понизилась и дубовые леса побережий стали беднее, в них появилось много берез и корейских кедров. Во второй половине субатлантического времени произошел заметный подъем температуры и солёности вод морского залива, вновь появился ряд тепловодных видов фораминифер и некоторые океанические диатомовые. Повышение температуры воздуха привело к усилению роли широколиственных пород, в дубовых лесах побережья сократилась численность корейского кедра и, частично, берез. Вероятно это было время, близкое по условиям к скандинавской «эпохе викингов» (VI—XIV вв.

н. э.). Самым поздним событием местной истории голоцена могло быть похолодание, отраженное последним пыльцевым спектром на диаграмме скв. 3. Возможно, что это — отзвук «малого ледникового века» (XIV—XIX вв. н. э.), непосредственно предшествовавшего современности.

Проведенное исследование и сопоставление результатов еще раз наглядно продемонстрировало необходимость комплексного изучения разрезов.

В заключение авторы, приносят свою искреннюю благодарность Б. И. Васильеву за предоставление керна скважин; С. Л. Троицкому, М. И. Нейштадту, А. В. Ложкину и А. П. Скабичевскому за ценные советы и консультации.

ЛИТЕРАТУРА

- Васильев Б. И., Репечка М. А., Караулова Л. П.* О скорости осадконакопления голоценовых отложений в северо-западной и центральной частях Японского моря.— В сб.: Вопросы геологии дна Японского моря. Владивосток, 1973.
- Ионин А. С., Каплин П. А., Леонтьев О. К., Медведев В. С., Никифоров Л. Г., Павлидис Ю. А., Шербаков Ф. А.* Особенности формирования рельефа и современных осадков прибрежной зоны дальневосточных морей СССР. М., «Наука», 1971.
- Караулова Л. П., Короткий А. М., Царько Е. И.* Морской голоцен Приморья.— В сб.: Палинология голоцена и маринопалинология. М., «Наука», 1973.
- Каррей Дж.* Позднечетвертичная история материковых шельфов США.— В кн.: Четвертичный период США. М., «Мир», 1968.
- Кулаков А. П.* Четвертичные береговые линии Охотского и Японского морей. Новосибирск, «Наука», 1973.
- Троицкая Т. С.* Фораминиферы западного шельфа Японского моря и условия их обитания.— В кн.: Вопросы биогеографии и экологии фораминифер. (Тр. ИГиГ СО АН СССР, вып. 62). Новосибирск, «Наука», 1973.
- Троицкая Т. С.* Миграционная последовательность комплексов бентосных фораминифер в голоценовых осадках Амурского залива (Японское море).— В сб.: Среда и жизнь в геологическом прошлом. (Тр. ИГиГ СО АН СССР, вып. 229). Новосибирск, «Наука», 1974.
- Троицкая Т. С., Короткий А. М., Караулова Л. П., Царько Е. И.* Новые данные о послеледниковой трансгрессии на западном побережье Японского моря.— Докл. АН СССР, 1971, 196, № 2.
- Хотинский Н. А.* Корреляция голоценовых отложений и абсолютная хронология схемы Блитта — Сернандера.— В кн.: Голоцен. М., «Наука», 1969.
- Хотинский Н. А.* Трансконтинентальная корреляция этапов истории развития растительности и климата северной Евразии в голоцене.— В сб.: Проблемы палинологии. М., «Наука», 1973.
- Худяков Г. И., Денисов Е. П., Короткий А. М., Кулаков А. П., Никонова Р. И., Чернобровкина Е. И.* Юг Дальнего Востока. М., «Наука», 1972.
- Asano K.* The foraminifera from Adjacent Seas of Japan, collected by the S. S. Soyo-maru, 1922—1930.— Sci. Repts Tohoku Univ. Sendai, 1956, v. 27, pt 1, p. Nodosariidae; pt 2, p. Miliolidae; 1960, Spec. volume N 4, pt 5, p. Nonionidae.
- Fujii S.* Sea level changes in Japan during the 11.000 years.— VIII Congress INQUA, Resumés des Communications. Paris, 1969.
- Fujii S., Fujii N.* Postglacial sea level in the Japanese Islands.— J. Geosci. Osaka City Univ., 1967, v. 10.
- Mörner N. A.* The Late Quaternary history of the Kattegatt sea and the Swedish west coast. Stockholm, 1969.
- Nilsson T.* Standardpollendiagramme and C¹⁴-Datierungen aus dem Ageröds Mosse in mittleren Schonen.— Lunds Univ. Arsskrift, 1964, N. F., avd. 2, bd 59, N 7.