

**ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНЫЕ МОРСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ ВОСТОЧНОГО ПРИМОРЬЯ
(ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

*А.М. Короткий**, *Т.А. Гребенникова**, *Л.П. Караулова***, *Л.М. Мохова**

**Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток*

***П/О “Приморгеология”, г. Владивосток*

В северо-западном секторе Японского моря изучены морские террасы высотой 6–8, 8–10 и 12–15 метров. Их образование сопоставляется с тремя фазами рисс-вюрмской (сангамонской) трансгрессии, во время которой уровень моря превышал современный на 8–10 м. Термолюминесцентные даты, спорово-пыльцевые и диатомовые комплексы из отложений этих террас позволяют сопоставить трансгрессию со стадией 5е и последним эпизодом стадии 5с. Широкое распространение морских осадков с теплыми, умеренно-холодными и холодными комплексами биофоссилий доказывает длительное развитие трансгрессии с незначительными колебаниями уровня моря. Для каждой из террас приведено обоснование возраста, выявлены климатические и ландшафтные условия развития трансгрессии, определены литолого-фациальные характеристики морских отложений террас. В разрезах 6–8-метровой террасы, соответствующей третьей фазе трансгрессии, установлены разнообразные дислокации, связанные с многолетней или мощной сезонной мерзлотой.

Ключевые слова: морские террасы, гляциоэвстатическая трансгрессия, рисс-вюрм, спорово-пыльцевой комплекс, макрофауна, микрофауна, диатомеи, климатические фазы, Восточное Приморье, Японское море.

ВВЕДЕНИЕ

Установлено, что в прибрежной зоне северо-западного сектора Японского моря в рельефе выражены 12–15, 8–10, 6–8-метровые террасы. Их образование отдельные исследователи связывают с тектоническими поднятиями побережья [1, 16, 18, 23, 29 и др.]. Чаще всего образование этого ряда террас объясняется ритмикой колебаний уровня Японского моря в рисс-вюрме, которому соответствует максимальная для этой акватории гляциоэвстатическая трансгрессия [6, 17, 20, 25, 26 и др.]. Изучение этих террас затрудняется тем, что большинство разрезов Восточного Приморья, особенно на абразионных участках побережий, либо уничтожено неоднократными колебаниями уровня Японского моря, либо погребено под толщей пролювиально-склоновых отложений [13, 21].

Новые данные о ритмике и условиях развития рисс-вюрмской трансгрессии получены при изучении морских террас побережья Японского моря на участке м. Туманный–м. Золотой. К числу разрезов, наиболее полно изученных комплексом методов, от-

носятся морские террасы высотой 12–15, 8–10, 6–8 метров в бухтах Заря и Кит, устьях рек Милоградовка, Зеркальная, Кема, Венюковка, Вторая Самарга, Буй и др. (рис. 1). Частично были изучены террасы в бухтах Белая Скала и Валентин, на м. Низменный, в устье р. Аввакумовки, вблизи оз. Круглого, в бухте Удобной, устьях рек Таежная, Малая Кема, Пещерная, Утесная, Амгу, Севастьяновская, Максимова, Кюма, Единка, Кипрейная, Нельма и др.

Определение и возрастной анализ спорово-пыльцевых комплексов выполнен Л.П. Карауловой, И.Г. Гвоздевой, (Приморгеология), Л.М. Моховой (ТИГ ДВО РАН). Изучение диатомей проведено Е.И. Царько (Примгеология), Т. А. Гребенниковой и В.С. Пушкарем (ТИГ ДВО РАН), макрофауны – А.М. Лебедевым, В.В. Жариковым (ТИГ ДВО РАН), микрофауны – Е.Д. Ивановой (ТИГ ДВО РАН). Определение остаточной намагниченности отложений террас произведено Р.И. Ремизовским (СВКНИИ ДВО АН СССР) и Е.И. Вириной (МГУ). Датирование отложений термолюминесцентным методом (ТЛ) выполнено в ИГН АН УССР (В.Н. Морозов) и МГУ (О.А. Куликов).

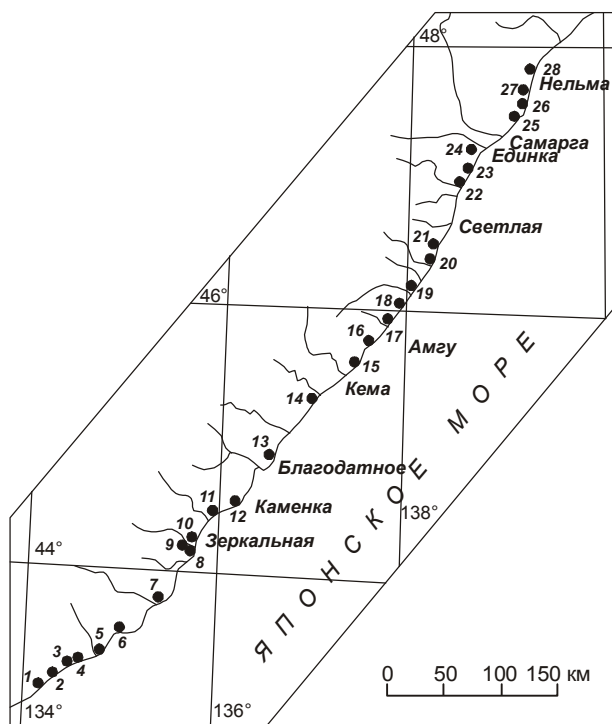


Рис. 1. Схема размещения разрезов позднечетвертичных (рисс-вюром) морских террас в прибрежной зоне Восточного Приморья (Японское море).

1 – оз. Заря (43° 08' 25" с.ш., 134° 09' в.д.); 2 – бух. Кит (43° 02' 35" с.ш., 134° 10' 15" в.д.); 3–4 – Валентин – перешеек (43° 06' 40" с.ш., 134° 18' в.д.); 5 – бух. Черноручье (Таухе) (43° 10' 30" с.ш., 134° 27' в.д.); 6 – бух. Белая скала (43° 14' с.ш., 134° 33' в.д.); 7 – бух. Милоградовка (Прямая) (43° 18' 05" с.ш., 134° 41' 15" в.д.); 8–10 – бух. Зеркальная – 7 разрезов (44° 10' с.ш., 135° 38' в.д.); 11 – бух. Лидовка (44° 24' 45" с.ш., 135° 53' 10" в.д.); 12 – бух. Каменка (44° 26' 50" с.ш., 135° 59' 30" в.д.); 13 – бух. Удобная (оз. Благодатное) – 2 разреза (44° 56' с.ш., 135° 59' 30" в.д.); 14 – р. Таежная (45° 18' 05" с.ш., 136° 58' 50" в.д.); 15 – бух. Штормовая (р. Тихий) (45° 29' 40" с.ш., 137° 13' 50" в.д.); 16 – бух. Утесная – 3 разреза (45° 40' 50" с.ш., 137° 29' 30" в.д.); 17 – бух. Амгу – 2 разреза (45° 51' с.ш., 137° 42' 25" в.д.); 18 – бух. Сайон (р. Севастьяновская) (45° 56' 26" с.ш., 137° 46' в.д.); 19 – бух. Максимовка – 2 разреза (46° 6' 40" с.ш., 137° 56' 20" в.д.); 20 – бух. Кузнецова – 2 разреза (46° 17' 05" с.ш., 138° 07' в.д.); 21 – устье р. Алента (46° 18' 15" с.ш., 138° 08' 15" в.д.); 22 – устье р. Кюма (46° 56' 25" с.ш., 138° 29' в.д.); 23 – устье р. Венюковка (Ахобе) (47° с.ш., 138° 30' 50" в.д.); 24 – устье р. Единка (47° 09' с.ш., 138° 39' 40" в.д.); 25 – р. Вторая Самарга (47° 18' 40" с.ш., 138° 51' 30" в.д.); 26 – бух. Незаметная (р. Кипрейная) (47° 27' 40" с.ш., 139° 03' 30" в.д.); 27 – устье р. Буй (47° 34' с.ш., 139° 7' в.д.); 28 – устье р. Нельма (47° 39' с.ш., 139° 12' в.д.).

ОТЛОЖЕНИЯ МОРСКИХ ТЕРРАС ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНОГО ПРИМОРЬЯ

Бухты Заря и Кит. Эти бухты, слабо выраженные в современном рельефе, расположены на участке морского побережья между м. Туманным и бухтой Валентина (рис. 1, номера 1–2). Здесь в рельефе, помимо голоценовой террасы, хорошо выражены и более высокие морские уровни.

Бухта Заря. Комплексное изучение отложений (споры и пыльца, диатомеи и артефакты) 4–6-метровой морской террасы, отделяющей оз. Заря от морской акватории, показало, что этот уровень является останцом более древней морской террасы. В северном направлении поверхность террасы повышается до 8–10 м, что, вероятно, связано со слиянием в одну поверхность двух разновозрастных уровней.

Это предположение подтверждено результатами изучения спорово-пыльцевых комплексов из отложенной скважины в северной части обрамления оз. Заря на участке с абсолютной высотой места +7,5 м. Здесь, по данным В. К. Дедова, был вскрыт следующий разрез (сверху-вниз, в м):

- 1) 0,0–0,15 – гумусированный песок 0,15
- 2) 0,15–1,40 – песок мелкозернистый, слабоглинистый, желтовато-серый с прослоем хорошо окатанного гравия в основании 0,25
- 3) 1,40–3,20 – переслаивание ожезненного грубозернистого песка, разнотернистого песка с линзами аркозового гравия 1,80
- 4) 3,20–3,60 – песок желтовато-серый, обильно насыщенный темноцветными минералами (магнетит) 0,40
- 5) 3,60–5,90 – валуны с галькой в глинистом ожезленном песке, редко – обломки раковин моллюсков (*Macra?*) 2,30
- 6) 5,90–6,20 – плотный глинистый темно-серый песок с плохоокатанными обломками гранитов 0,30
- 7) 6,20–7,10 – аркозово-глинистый песок с щебнем гранитов 0,90
- 8) 7,10 – 11,0 – умеренно-выветрелые граниты ... 4,0

В этом разрезе, по данным Л.П. Карауловой, из отложений слоя 2 получен спорово-пыльцевой комплекс, в котором на фоне преобладания берез и ольхи отмечена в небольшом количестве пыльца широколиственных пород (*Quercus*), темнохвойных (*Picea*, *Abies*, *Pinus koraiensis*) в присутствии фригидных кустарников. Пыльцевой комплекс из слоя 6 соответствует формации елово-кедрово-широколиственных лесов с участием палеотипных сосен и широколиственных термофилов (*Quercus*, *Fraxinus*, *Carpinus*, *Fagus*). Накопление осадков происходило в лагуне с соленостью от 12 до 20‰, о чем свидетельствует, по данным Е. И. Царько, комплекс с диатомеями (*Campylodiscus echeneis* Ehr. – обильно, *Actinocyclus octo-*

narius Ralfs). Характер смены спорово-пыльцевых комплексов позволил соотнести время накопления осадков террасы с одной из фаз ресс-вюрмской трансгрессии начала позднего плейстоцена. Подобная смена комплексов установлена в разрезах 6–8-метровой морской террасы в бухтах залива Петра Великого [25].

Бухта Кит. В южной части бухты Кит (в 2,8 км к югу от пос. Глазковка) вблизи древнего абразионного уступа выделены две морские террасы. Наиболее высокая из них (10–12 м) является абразионной платформой с маломощным покровом из окатанных глыб и валунов гранитов. В разрезе 6–8-метровой террасы, расположенной в устье небольшого ложка, за штормовым валом вскрыты отложения лагуны, заполнявшейся выносами небольшого ручья и с периодическим поступлением хорошо окатанного галечника и гравия за счет штормовых выбросов (рис. 2). В составе диатомей, обильно присутствующих в осадках террасы, наблюдается преобладание пресноводных видов (50%), среди которых доминирует *Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehr. с участием *Aulacoseira italica* (Ehr.) Sim., *A. granulata* (Ehr.) Sim., достаточно большое количество солоновато-водных видов (*Navicula jarrensis* Grun., *N. peregrina* (Ehr.) Kuetz., *Caloneis formosa* (Greg.) Cl. и др.) и прибрежно-морского бентоса (*Diploneis smithii* (Vreb.) Cl., *Navicula macu-*

lata Hust., *Cocconeis scutellum* Ehr., *Paralia sulcata* Ehr. и др.).

Изучение спорово-пыльцевых комплексов позволило оценить характер изменения палеоландшафтов, сопряженных с флуктуациями климата.

1. Палинозона *Quercus–Carpinus–Pinus–Betula* (интервал 2,6–3,4 м) отвечает распространению кедрово-широколиственных лесов умеренно-тёплого климата, чему соответствует присутствие пыльцы термофилов, таких как *Carpinus*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Corylus*. 2. Палинозона *Betula–Alnus–Quercus* (инт. 2,6–1,4 м) сопоставима с периодом похолодания климата на фоне продолжающегося подъема уровня моря (вероятно, до отметки +6 м над его современным положением). 3. В верхней части пачки озерно-лагунных отложений (инт. 1,4–0,2 м) спорово-пыльцевой комплекс соответствует палинозоне *Quercus–Betula–Pinus–Alnus*. Присутствие пыльцы *Carpinus*, *Tilia*, *Juglans*, *Corylus* отвечает распространению кедрово-широколиственного леса на высоких элементах рельефа и березово-ольховых лесов на низменной равнине. 4. В кровле террасы (инт. 0,0–0,2 м) спорово-пыльцевой спектр сопоставим с палинозойной *Pinus–Betula–Quercus–Picea*, вероятно, соответствует среднему голоцену.

Последовательная смена палинозон в разрезе террасы бухты Кит сходна с таковой для основания

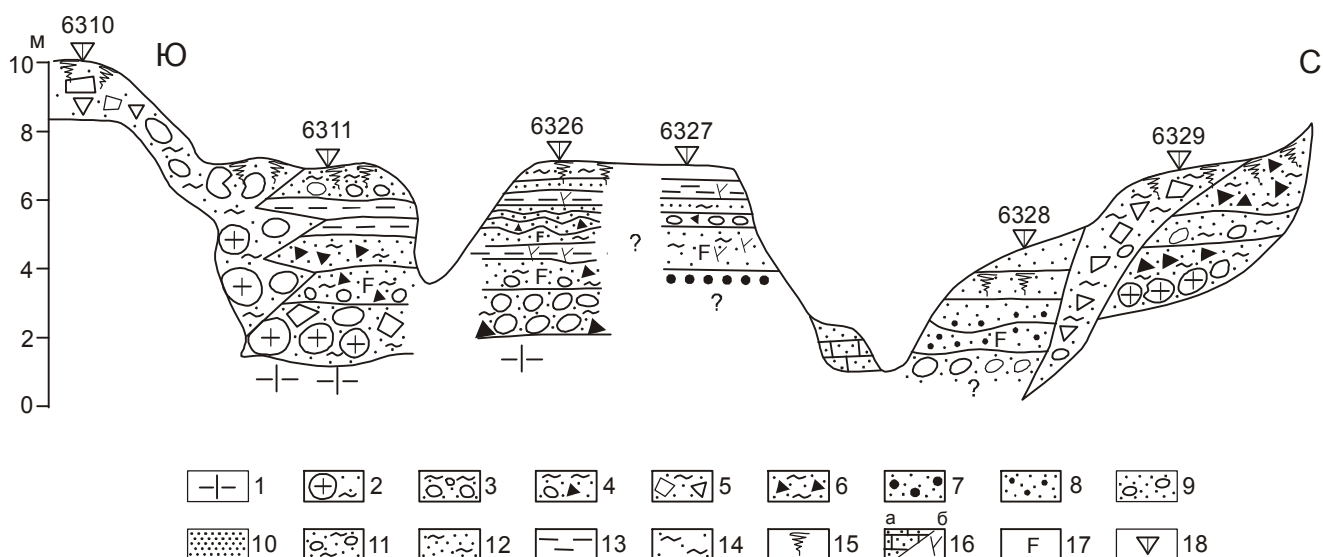


Рис. 2. Геологический разрез 6–8-метровой морской террасы в бухте Кит (Японское море – Восточное Приморье).

1 – коренные породы (сапролиты по гранитам); 2 – крупные валуны и глыбы в аркозовом глинистом песке; 3 – валуны и галька в аркозовом песке; 4 – галька с щебнем в аркозовом глинистом песке; 5 – щебни и глыбы в песчанистом суглинке; 6 – щебни в песчанистом суглинке; 7 – гравий с песком; 8 – песок с гравием; 9 – песок с галькой; 10 – песок; 11 – песок глинистый с галькой; 12 – песок глинистый; 13 – алеврит; 14 – суглинок песчанистый; 15 – почва; 16 – туф песчанистый (а), растительные остатки (б); 17 – ожелезнение; 18 – точки наблюдения.

6–8-метровой террасы в устье р. Хмыловки (зал. Находка) и 8-метровой террасы в бухтах Валентина и Чернореченская.

Устье р. Милоградовки (бух. Прямая). Одна из особенностей аккумулятивных морских форм бухты – повышение их абсолютной высоты от южного мыса к северному с 4,5 до 9,6 м, что было установлено Р. П. Токмаковым во время нивелирования. Геологическое изучение выявило здесь, поми-

мо голоценовой, 6–8 и 10–12-метровые морские террасы. Спорово-пыльцевые комплексы, полученные из морских песков 6–8-метровой террасы, соответствуют умеренно-холодному климату. Из осадков 10–12-метровой террасы выделен комплекс *Quercus–Betula–Pinus*. Морской генезис, по данным Е. И. Царько, доказывается присутствием в осадках обеих террас прибрежно-морских диатомей (*Diploneis smithii* (Vreb.) Cl., *Paralia sulcata*

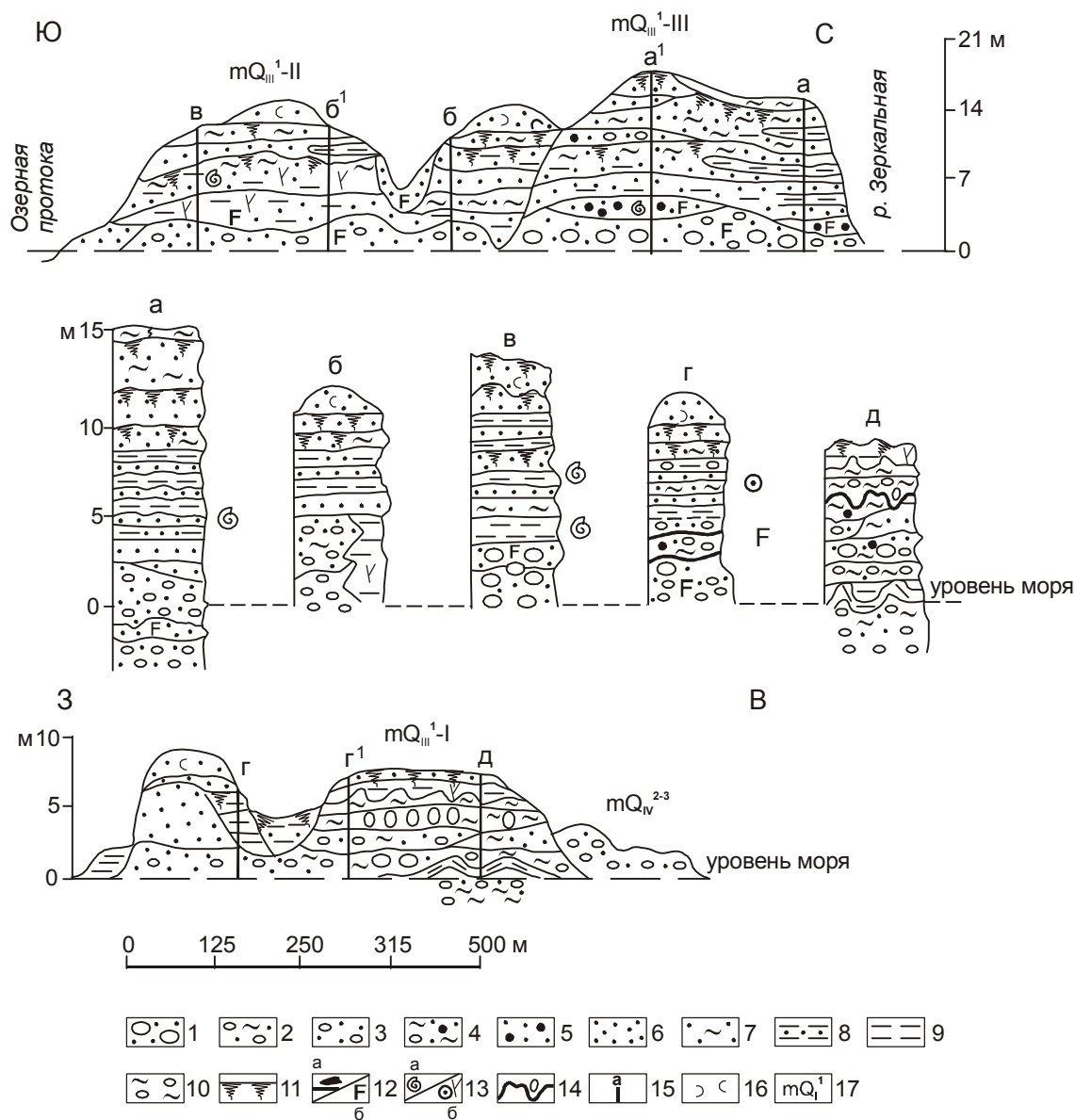


Рис. 3. Геолого-геоморфологическое строение морских террас в устье р. Зеркальной (Японское море – Восточное Приморье).

1 – валуны и галька с песком; 2 – валуны и галька в глинистом песке; 3 – песок с галькой; 4 – глинистый песок с галькой; 5 – песок с гравием; 6 – песок; 7 – глинистый песок; 8 – алеврит песчаный; 9 – алеврит; 10 – суглинок с галькой и валунами; 11 – почва; 12 – ожелезнение; а – пластовое и конкреционное (на месте неопределимых остатков раковин моллюсков); б – точечное; 13 – органические остатки: а – раковины моллюсков; б – древесина и растительный детрит; 14 – криотурбации; 15 – точки наблюдения; 16 – золотые отложения; 17 – генезис и возраст террас.

Ehr). Отсюда следует вывод о разновозрастном происхождении террас, сформировавшихся во время рисс-вюрмской трансгрессии.

Устье р. Зеркальной (рис.1, номера 8–10). Здесь были установлены 12–15, 8–10 и 6–8-метровые морские террасы, имеющие четкие границы и различия в геологическом строении между отдельными участками (рис. 3).

В разрезе 12–15-метровой террасы в 1997–1999 гг. была получена детальная характеристика осадков (рис. 3 а, а¹). В её разрезе выделены 55 слоев, которые объединены в 9 пачек осадков (сверху-вниз, в м):

I пачка: инт. 0,0–1,07 – песок мелкозернистый, хорошо сортированный, диагонально-слоистый, желтовато-серый с почвами в подошве и кровле (4 слоя) 1,07

II пачка: инт. 1,07–1,8 – суглинок желто-бурый, пористый, слабопесчанистый, с прослоями и линзами мелкозернистого песка, с вертикальными полосами ожелезнения вдоль растительных остатков, в кровле – погребенная почва (2 слоя) 0,78

III пачка: инт. 1,85–3,50 – песок зеленовато-желтый, плотный, хорошо сортированный, с прослоями черной гумусированной супеси и песка, с ожелезнением в подошве и кровле пачки (7 слоев) 1,65

IV пачка: инт. 3,50–5,65 – горизонтальное переслаивание песка мелкозернистого, зеленовато-желтого, голубовато-серого, пятнисто-ожелезненного с алевритом черным, охристым и голубовато-зеленым, в подошве пачки – пласт феррикрета, в кровле – гумусированный песок (9 слоев) 2,10

V пачка: инт. 5,60–7,00 – алеврит темно-серый и голубовато-серый с прослоями зеленовато-желтого ожелезненного песчанистого алеврита, насыщенного конкрециями Fe, в подошве – слой охристо-желтого глинистого песка с пластовыми конкрециями, в слое – овалоидные образования черного цвета с ожелезненной оторочкой (раковины моллюсков) (6 слоев) 1,40

VI пачка: инт. 7,00–8,80 – песок разнозернистый, горизонтально-слоистый, в подошве и кровле с пластовыми конкрециями Fe, округлыми конкрециями черного цвета (размером до мелкого гравия), прослоями светло-серого алеврита с овалоидными черными включениями (раковины моллюсков) (7 слоев) 1,80

VII пачка: 8,80–10,50 – песок зеленовато-серый, с растительными остатками, с прослоями серого, почти черного алеврита, в подошве и кровле с прослойками ожелезнения (7 слоев) 1,70

VIII пачка: пачка 10,50–13,50 – в кровле песок грубозернистый с хорошоокатанным гравием (инт. 10,5–11,5), в основании – идеально окатанные валуны и галька в грубозернистом зеленовато- и красновато-желтом песке (5 слоев) 2,0

IX пачка: 13,50–16,20 – в инт. 13,5–15,70 – песок мелкозернистый, зеленовато-желтый, с прослоями оторфован-

ного алеврита и овалоидными включениями черного цвета, в подошве – хорошо окатанный галечник в зеленоватом мелкозернистом песке (8 слоев) 2,70

В основании IX пачки установлен спорово-пыльцевой комплекс, который соответствует распространению на данной территории елово-березовых лесов с широким участием фригидных кустарников. В этом слое, по данным Е.И. Царько, редко встречаются обломки морских диатомей *Paralia sulcata* Ehr., *Diploneis smithii* (Breb.) Cl., *Coscinodiscus* sp. и пресноводного *Rhopalodia gibberula* (Ehr.) O. Mull. (рис. 4).

Выше по разрезу (13,7–15,7 м) комплекс соответствует кедрово-широколиственным лесам с участием реликтовых сосен, граба, ясеня, ореха, бархата, бука. Морское происхождение пачки подтверждается присутствием в составе диатомей морских форм (*Actinocyclus octonarius* Ralfs, *Diploneis smithii* (Breb.) Cl., *Caloneis formosa* (Greg.) Cl., *Cocconeis scutellum* Ehr., *Paralia sulcata* Ehr.). Климатические условия этого времени были теплее современных на 2°. Пачка осадков отвечает первому пику трансгрессии: столб воды предположительно превышал современный на 8–10 м.

В отложениях пачки VII установлен бедный спорово-пыльцевой комплекс, коррелятный елово-кедрово-широколиственным лесам с участием реликтовых сосен и берёз. Морское происхождение этой пачки, по данным В.С. Пушкаря, подтверждается составом диатомей (*Cocconeis scutellum* Ehr., *Campylodiscus echeneis* Ehr., *Actinocyclus octonarius* Ralfs, *Thalassiosira bramaputrae* (Ehr.) Nak.) в присутствии пресноводных форм (*Pinnularia borealis* Ehr., *P. viridis* (Nitzsch) Ehr., *Eunotia praerupta* Ehr. и др.).

В отложениях сильно опресненной лагуны (VI пачка: инт. 7,0–8,8 м) выделен спорово-пыльцевой комплекс, соответствующий елово-березовым лесам с незначительным участием широколиственных пород. Диатомовый комплекс представлен прибрежно-морскими, лагунными (редко) и пресноводными (обильно) формами диатомей (рис. 4).

Далее вверх по разрезу в V-III пачках (инт. 1,85–7,00) фиксируется новый подъем уровня моря и небольшая регрессия на уровне пачки IV. Трансгрессии соответствуют смены растительности следующего ряда: кедрово-широколиственные леса – дубово-кедрово-березовые леса – кедрово-елово-пихтовая тайга. Эта часть разреза наиболее богата морскими видами – *Actinocyclus octonarius* Ralfs, *Campylodiscus echeneis* Ehr., *Thalassiosira bramaputrae* (Ehr.) Nak. С регрессивной фазой связаны ландшафты берёзово-еловых лесов и типично пресноводный комплекс диатомей.

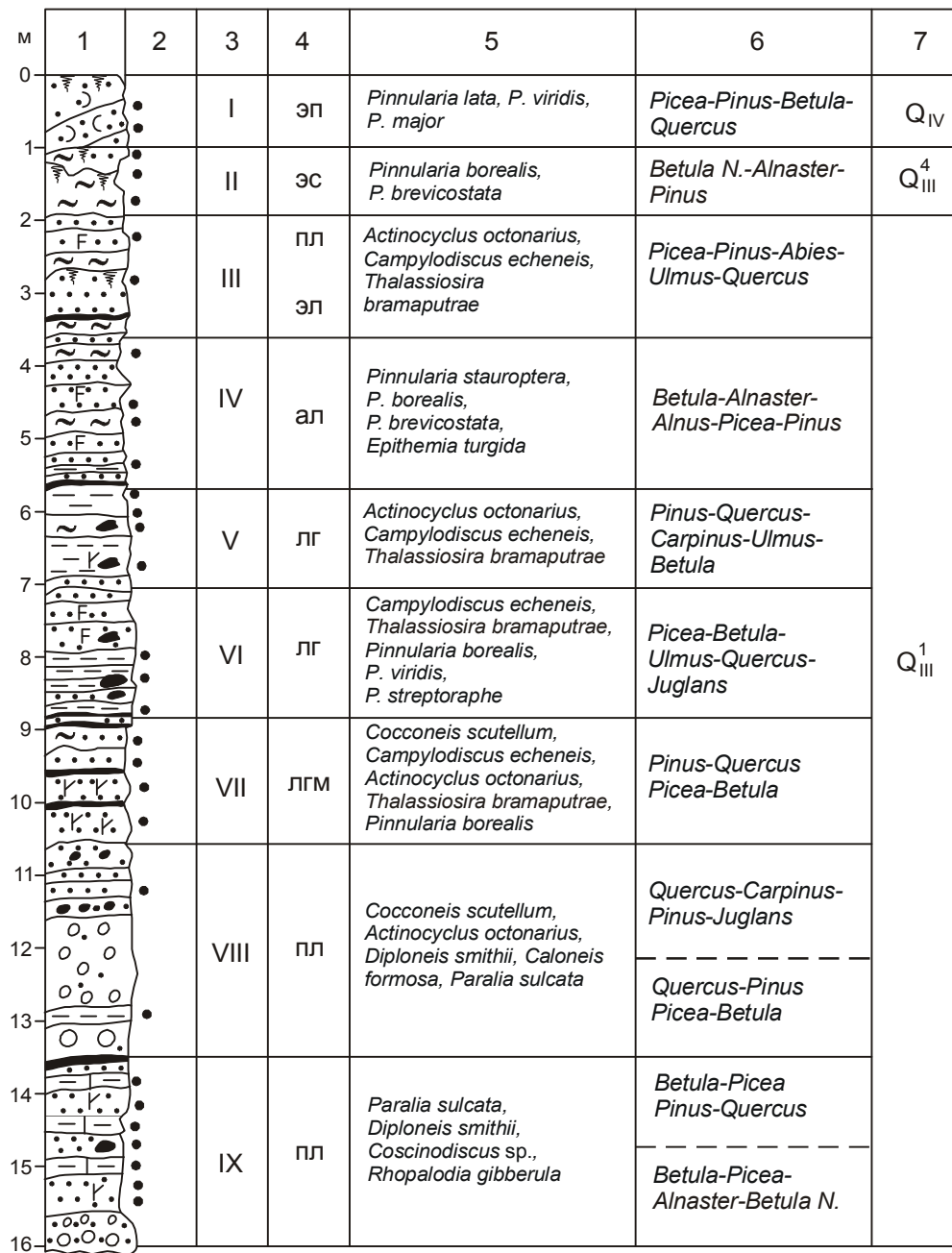


Рис. 4. Биофациальная характеристика разреза 12–15-метровой морской террасы в устье р. Зеркальной (Японское море – Восточное Приморье).

1 – литологическая колонка; 2 – места отбора; 3 – пачка осадков (см. текст статьи); 4 – фации: эп – эолово-почвенная; эс – эолово-старичная; пл – пляжевая; эл – эолово-лагунная; ал – алювиальная; лг – лагунная; лгм – лагунно-маршевая. Условные знаки к литологической колонке см. на рис.3.

Отложения в кровле разреза (II пачка: инт. 1,07–1,85 м) охарактеризованы спорово-пыльцевыми комплексами с преобладанием кустарниковых берез и ольховника. Структурно-литологические характеристики бурых суглинков позволяют их рассматривать как эоловые отложения дальнего переноса, накопившиеся в условиях холодного климата.

В разрезе 8–10-метровой террасы вскрыто два типа разрезов (рис. 3 б, б¹, в) [14]. В одном из них преобладают лагунные и лагунно-болотные фации [14, т.н. 4267], в другом – пляжевые отложения [14, т.н. 4268].

Первыми приводятся результаты изучения разреза с преобладанием пляжевых накоплений, где выделяются пять разновозрастных пачек осадков.

Первая пачка, вскрываемая в основании разреза 8–10-метровой террасы (инт. 7,2–8,5 м), представлена разнозернистыми горизонтально-слоистыми пляжевыми песками.

Вторая пачка в инт.4,5–7,2 м сложена отложениями пляжей с линзами лагунных и маршевых осадков. Здесь обнаружены остатки раковин *Macra* (по заключению В.В. Жарикова). Отложения первой

и второй пачек имеют сходный комплекс диатомей с преобладанием лагунно-морских форм *Campylodiscus echeneis* Ehr. (40 %), *Actinocyclus octonarius* Ralfs (36 %), *Thalassiosira bramaputrae* (Ehr.) Nak. (5 %).

Третья пачка, выделенная в интервале 2,9–4,4 м, сложена песками с прослоями алевритов, сформировавшихся в периодически меняющихся условиях мелководной лагуны-марша. Об этом свидетельствуют преобладание в их составе лагунно-морских осадков и появление прослоев с остатками водных растений. Встреченные в интервале 4,2–4,4 м раковины фораминифер *Ammonia neobeccarii neobeccarii*, по данным Е.Д. Ивановой, фиксируют обстановку хорошо прогреваемого прибрежного мелководья. Уровень моря в этот момент превышал современный на 6–8 м.

В четвертой пачке (инт. 0,8–2,9 м) встречен богатый комплекс диатомей, близкий по составу к набору этих организмов во второй пачке, но с большим содержанием пресноводных форм, соответствующих лагуне с соленостью до 10–18 ‰. Пачке осадков соответствует столб воды, предположительно превышающий современный на 8–10 м [26, 27].

Пятая пачка осадков (инт. 0,8–0,0 м) по своим седиментологическим характеристикам (крупнодиагональная слоистость, присутствие гумусированных прослоев, преобладание тяжелых минералов во фракции крупных алевритов, наличие глинистых окатышей и т. д.) соответствует эолово-морским отложениям. Они образовались, вероятно, за счет перемещения песка в пределах маршей или мелководной лагуны, попеременно перекрывавшихся морскими и пресными водами. Об этом свидетельствует обилие в диатомовом комплексе лагунно-морских (*Campylodiscus echeneis* Ehr., *Actinocyclus octonarius* Ralfs, *Thalassiosira bramaputrae* (Ehr.) Nak. и др.) и пресноводных (*Pinnularia borealis* Ehr., *P. viridis* (Nitzsch) Ehr., *Eunotia praerupta* Ehr. и др.) форм [14, 25].

Осадки террасы высотой 8–10 метров формировались в условиях более теплого климата, чем современный. Об этом свидетельствует преобладание по всему разрезу террасы умеренно тепловодных форм диатомей. В составе спорово-пыльцевого комплекса, по данным И. Г. Гвоздевой, отмечено обилие пыльцы широколиственных пород (*Quercus* – до 46,2 %, *Juglans* – до 4,2 %) с присутствием таких форм, как *Carpinus*, *Fagus*, *Castanea*. Среди мелколиственных преобладает пыльца берез (*Betula manshurica* – 12,8 %, *B. sect. Costatae* – до 6,1 %) и ольхи (до 21,4 %). Пыльца темнохвойных в спектрах представлена обильно (*Picea* sect. *Eupicea* и *Pinus* s/q *Haploxyton*).

Здесь же в устье р. Зеркальной изучена и более низкая терраса (высотой до 7–8 м), в которой преобладают лагунные и лагунно-болотные фации, перекрытые эоловыми накоплениями (рис. 3 б, б¹). Разрез террасы представлен двумя толщами прибрежно-морских осадков: в основании – пляжевые пески с прослоями хорошо окатанных валунников, в верхней части – две пачки лагунных осадков с водорослевым торфом в кровле верхней пачки. Их разделяют пресноводно-лагунные отложения с линзами низинного торфа. Осадки террасы накапливались в условиях полузакрытой или отчлененной от моря лагуны, куда периодически проникали морские воды. Об этом свидетельствует обилие в осадках первой и третьей пачек пресноводных диатомей (*Pinnularia brevicostata* Cl. – 20 %, *P. viridis* (Nitzsch) Ehr. – 20 %, *P. streptoraphe* Cl. – до 10%), в том числе и почвенно-болотных форм. Среди лагунно-морских форм диатомей в осадках преобладают *Campylodiscus echeneis* Ehr. (до 40 %), *Actinocyclus octonarius* Ralfs (до 30 %), а также *Thalassiosira bramaputrae* (Ehr.) Nak. (5 %) и *Diploneis smithii* (Breb.) Cl. (5 %). Обильно представлены и лагунно-пресноводные формы диатомей.

Отложения низинного торфа, разделяющие первую и третью пачки, единично содержат лагунно-морские и лагунно-пресноводные диатомей. Преобладание в осадках этой пачки преимущественно холоднолюбивых пресноводных диатомей (*Pinnularia lata* (Breb.) W.S., *P. major* (Kuetz.) Rabenh, *P. brevicostata* Cl. – до 20 %, *P. viridis* (Nitzsch) Ehr. – до 30 % и т. д.) доказывает, что их накопление шло в пресноводном или слабосоленоводном водоеме в условиях прохладного климата. Осадки этой пачки, вероятно, соответствуют небольшой регрессии, разделяющей две фазы единой трансгрессии. Об этом свидетельствует нарастание к кровле первой и третьей пачек осадков доли лагунно-морских и сокращение доли пресноводных диатомей. Исключение составляет прослой водорослево-низинного торфа в кровле третьей пачки, где отмечено, по данным В.С. Пушкаря, обилие всех групп диатомей, в том числе и почвенно-болотных форм. Вероятно, этот торфяник формировался в начальную фазу регрессии.

Сходный с диатомовым комплексом первой пачки осадков (т. н. 4267, устье р. Зеркальной) набор лагунно-морских форм диатомей установлен в нижней части разреза 6-метровой морской террасы в бух. Амгу. Полученный из этих отложений спорово-пыльцевой комплекс отражает развитие в прибрежной зоне Восточного Сихотэ-Алиня темнохвойной тайги.

Морская терраса (высотой 6–7 м). В устье р. Зеркальной изучены несколько разрезов этой мор-

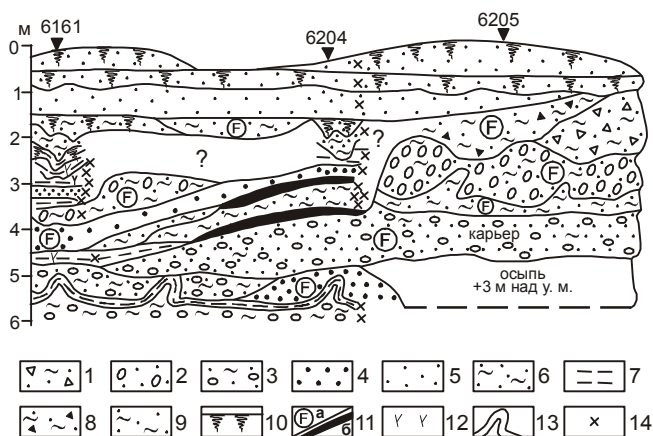


Рис. 5. Геологический разрез 6–8-метровой террасы в южной части бухты Зеркальной (Японское море – Восточное Приморье).

1 – щебни в песчаном суглинке; 2 – галька с песком; 3 – галька в глинистом песке; 4 – гравий; 5 – песок; 6 – глинистый песок; 7 – алеврит; 8 – суглинок песчаный с щебнем; 9 – суглинок песчаный; 10 – почва; 11 – ожелезнение: а – точечное и пятнистое; б – пластовое; 12 – растительные остатки; 13 – криотурбации; 14 – места отбора проб; 6161(г), 6204(г¹), 6205(д) – точки наблюдения; г, г¹, д – положение разрезов на рис. 3.

ской террасы, перекрытой в центральной части эоловыми накоплениями, по южному обрамлению бухты – пролювиально-склоновым чехлом (рис. 3 г, г¹, д; 5). Эта терраса прислонена к 8–10 метровой “песчаной” террасе, причем их разделяет уступ, прежде всего на участках, где отсутствуют эоловые накопления. Ниже приводится полное послойное описание разреза террасы (сверху-вниз, в м):

1. 0,0–0,40 – песок темно-коричневый, гумусированный пятнисто-ожелезненный 0,40
2. 0,40–0,90 – песок светло-серый, мелкозернистый хорошо сортированный 0,50
3. 0,90–1,15 – песок мелкозернистый, гумусированный, в подошве ожелезненный 0,25
4. 1,15–1,40 – суглинок в кровле черный, ниже – темно-серый 0,25
5. 1,40–1,90 – суглинок желтый, горизонтально-плитчатый, пятнисто-ожелезненный, в подошве – темно-красный песок 0,50
6. 1,90–2,10 – алеврит песчаный, темно-серый, с вертикальными растительными остатками 0,20
7. 2,10–2,30 – гравий хорошо окатанный в светло-сером песке с овалоидными включениями алеврита (раковины –?) 0,20
8. 2,30–3,10 – суглинок песчаный, зеленовато-серый, с линзами темно-серого оторфованного алеврита, в подошве и кровле с пластовыми конкрециями железа 0,80
9. 3,10–4,10 – гравий с галькой в ожелезненном грубозернистом песке, с вертикальным расположением облом-

ков в кровле, в инт. 3.7–3,90 – линза темно-серого песчаного алеврита с остатками водных растений (слоевища *Phragmites*) 1,00

10. 4,10–4,30 (4,90) – гравий хорошо окатанный в ожелезненном глинистом песке 0,20 (0,80)

11. 4,30–5,50 (дно карьера) – суглинок (алеваит) песчаный с хорошо окатанной галькой, в кровле беловато-серый, ниже – синевато-серый, образующий структуры пучения (туфуры) высотой до 35 см, внедренные в вышележащий горизонт гравийника (рис. 5) 1,20

Ряд литологических признаков (однообразный вещественный состав галек с преобладанием порфиров, почти идеальная окатанность обломков с $K_0 = 85–90\%$, размерность – $5,2 \pm 0,1$ см), в слоях 9, 11 свидетельствуют о прибрежно-морском генезисе. Идеальная окатанность гравия в слоях 6 и 10, характерная исключительно для отложений волноприбойной зоны [12], также является признаком морского генезиса толщи. О морском происхождении террасы свидетельствуют и диатомеи, в составе которых присутствуют *Actinocyclus octonarius* Ralfs, *Campylo-discus echeis* Ehr., *Diploneis smithii* (Breb.) Cl., *Thalassiothrix longissima* Cl. et Grun. В составе комплекса в равных долях присутствуют как тепловодные, так и холодноводные формы. Среди пресноводных диатомей зафиксировано преобладание бентических бореальных *Epithemia adnata* (Kuetz.) Breb., *Eunotia praeurupta* Ehr., *Pinnularia borealis* Ehr. (обильно), *P. brevicostata* Cl., *P. viridis* (Nitzsch) Ehr., субальпийская *P. lata* (Breb.) W.S. и др.

Спорово-пыльцевые комплексы из отложений 6–8-метровой террасы были изучены в трех разрезах. Для морских отложений в нижней части разреза валунной террасы, по данным И. Г. Гвоздевой, отмечена обильно пыльца широколиственных пород (*Quercus* – 7–31%. *Ulmus* – до 2,4%, *Juglans*, *Corylus*) в сочетании с пыльцой фригидных берез и ольховника. В средней части террасы в слоях с криотурбациями в составе спектра преобладает пыльца фригидных форм кустарников (*Betula middendorffii*, *B. sect. Nanae*, *Alnaster*). В верхней части разреза выделено три типа комплексов. В первом из них (нижнем) на фоне присутствия фригидной пыльцы отмечается преобладание пыльцы хвойных (*Picea* sect. *Omorica* – до 52%, *Pinus* s/q *Haploxyylon* – до 45%), древесных берез (*Betula* sect. *Albae* – до 18%) и широколиственных пород (*Quercus* – до 14%, *Corylus* – до 13%). Накопление следующей пачки осадков со следами криотурбаций происходило в холодном климате с мощным сезонным промерзанием грунтов, о чем свидетельствуют умеренно холодные и холодные спорово-пыльцевые комплексы с преобладанием пыльцы кустарниковых берез и ольховника. Непос-

редственно в кровле террасы в прослое водорослевого торфа отмечено обилие всех групп диатомей – почвенно-болотных и солоноватоводных форм с присутствием морских видов (*Diploneis smithii* (Breb.) Cl., *Coscinodiscus marginatus* Ehr.). Вероятно, этот торфяник формировался в последнюю фазу трансгрессии. Полученный из этих отложений спорово-пыльцевой комплекс отражает развитие в прибрежной зоне Восточного Сихотэ-Алиня кедрово-еловой тайги со значительным участием элементов широколиственной растительности.

Характерные особенности этой террасы – преобладание в ее составе хорошо окатанных валунов и галек, глинистый состав наполнителя в верхней части ее разреза. В подошве разреза преобладает горизонтальная ориентировка обломков, характерная для морских отложений, в средней части и кровле – вертикальная. Мощность слоёв с измененной ориентировкой обломков составляет в разрезе террасы 0,6–1,2 м. Характер текстур по облику сопоставим с таковым конвективных образований в деятельном слое многолетнемерзлых грунтов. По всему разрезу террасы установлены туфуры, морозобойные клинья, мерзлотные дислокации (рис. 6) – признаки накопления в условиях сильного промерзания грунтов [25].

Аналогичные признаки криотурбаций и структура спорово-пыльцевых комплексов с ярко выраженным смешением фригидной и термофильной пыльцы установлены в разрезах 6-метровой террасы вблизи оз. Благодатного и в бухте Амгу [12, 14] (рис. 1, точки номер 13, 17).

Устье р. Кемы. В 1 км к югу от м. Штормового описан разрез 10-метровой уровня, в составе кото-

рого ниже покровных криотурбированных отложений вскрыта толща морских валунников и галечников с прослоями песков, супесей и алевроитов (общая мощность – 9,0 м, рис. 7-А). В основании вскрыты неогеновые конгломераты. В пачке морских отложений последовательно сверху-вниз установлены палинозоны: 1) *Picea–Pinus–Betula*, 2) *Betula–Picea–Alnaster*, 3) *Pinus–Betula–Quercus–Alnaster*, 4) *Quercus–Fraxinus–Pinus–Picea*, 5) *Quercus–Ulmus–Pinus*. Такая смена комплексов соответствует чередованию умеренно-теплых климатов (палинозоны 5, 4, 1) с фазой умеренно-холодных климатов (палинозоны 3, 2). Климатический оптимум зафиксирован структурой комплексов в палинозоне 4.

Фациальная характеристика морских слоев дана на основе изучения диатомей. Здесь выделен прибрежно-морской комплекс диатомей – *Actinocyclus octonarius* Ralfs, *Campylodiscus echeenei* Ehr., *Thalassiosira bramaputrae* (Ehr.) Hak., *Diploneis smithii* (Breb.) Cl. Возраст разреза предположительно соответствует возрасту находкинского горизонта (Q_{III}^1) [22].

Устье р. Венюковки. К югу от устья р. Венюковки (Ахобе) в составе солифлюкционного шлейфа или земляного глетчера были встречены многочисленные хорошо окатанные гальки роговиков, гранитов и базальтов (для выборки из 15 обломков – окатанность 81%, средний размер 6,8 см). Особенности отложений террасы высотой 8 метров отражены на рис. 7Б.

Изучение данного разреза показало, что он прошёл следующие палеогеографические стадии. Слой 1 (инт. 0,0–0,50 м) – почва со следами активного со-



Рис. 6. Мерзлотные дислокации в разрезе 6–8-метровой террасы в южной части бухты Зеркальной (Японское море – Восточное Приморье).

А – туфур в основании средней пачки; Б – вертикальная ориентировка пляжевых галек в верхней части разреза.

лифлюкционного смещения и поступления глыб и щебня – голоценовый ландшафт кедрово-широколиственного леса в умеренно-тёплом климате (палинозона *Pinus H-Quercus-etula-Picea-Q_{IV}²⁻³*). Слои 2–3 (0,50–2,8 м) – покровный комплекс – ландшафт лесотундры с многолетней мерзлотой, сформировавшийся в последнем похолодании (палинозона *Betula M.-Alnaster-Betula-Q_{III}⁴*). Слой 4 (2,80–3,50 м) – морские пески в составе склоновых отложений – ландшафт елово-кедрового леса в умеренно-прохладном климате (палинозона *Betula-Picea-Alnaster-Pinus H.-Q_{III}³*).

Слои 5–6 (2,80–6,0 м) – древний пляж со следами мерзлотного пучения грунтов в слое 5: кровля пачки – берёзово-еловые леса в умеренно-прохладном климате (*Betula-Picea-Pinus-Ulmus-Betula M.-Q_I^{III}*), подошва – ландшафт сосново-широколиственного леса в умеренно-тёплом климате (*Quercus-Ulmus-Pinus H.-Pinus D.-Q_I^{III}*). Уровень моря был выше современного минимально на 4–6 м. О морском происхождении слоёв 4–6 свидетельствует значительная примесь *Actinocyclus octonarius* Ralfs, *Campylodiscus echeneis* Ehr., *Thalassiosira bramptonae* (Ehr.) Nak.

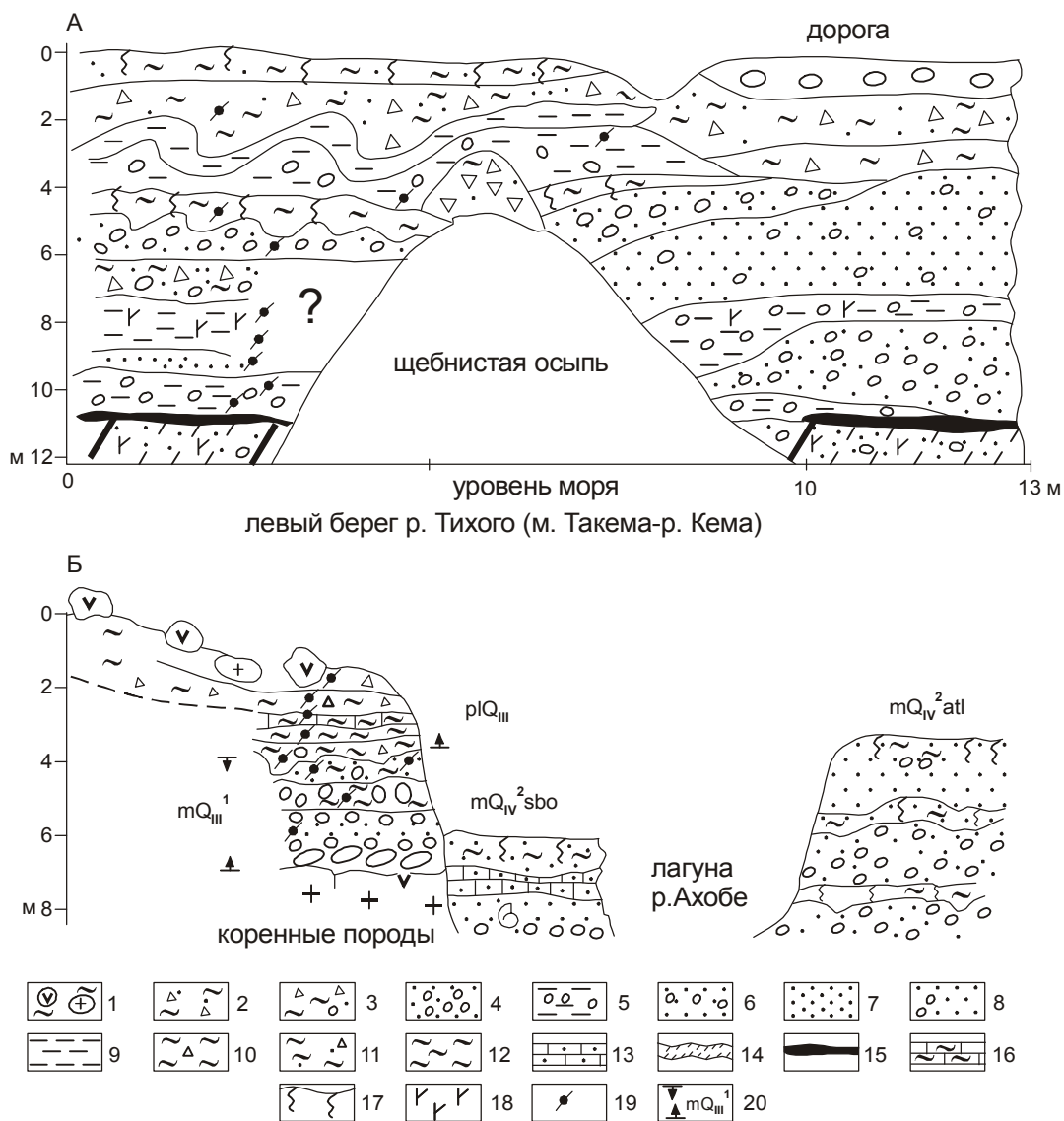


Рис. 7. Геологический разрез 10–12-метровой (р. Тихий – устье р. Кема) (А), 6–8-метровой террас (устье р. Венюковки–Ахобе) (Б) на морском побережье Восточного Приморья.

1 – суглинок с глыбами; 2 – щебни в песчанистом суглинке; 3 – суглинок песчанистый с щебнем; 4 – валуны и галька в песке; 5 – галечник в алеврите; 6 – галечник с песком; 7 – песок; 8 – песок с галькой; 9 – алеврит; 10 – суглинок с щебнем; 11 – суглинок песчанистый с щебнем; 12 – суглинок; 13 – торф опесчаненый; 14 – третичные отложения; 15 – пласти ожелезнения; 16 – горизонт уплотнения; 17 – почва; 18 – растительные остатки; 19 – место отбора проб; 20 – границы и возраст пачек.

Устье р. Вторая Самарга. Этот разрез расположен в 11 км к северу от устья р. Самарги (рис. 1, точка номер 25). Большая его часть разрушена эрозийными и абразионными процессами, что затрудняет определение истинной высоты морской террасы. Кровля плотных зеленовато-голубых неслоистых морских алевритов, расположенных на высоте +5,5 м над уровнем моря, перекрыта маломощными (до 0,4 м) пляжевыми отложениями. Общая мощность пачки неслоистых алевритов с рассеянными по всему слою разрушенными раковинами *Mascota* sp. составляет 2,8–3,2 м. В подошве этих алевритов отмечается появление хорошо окатанного гравия и мелких галек гранитов. Подстиляется эта пачка (мощность 0,8–1,5 м) ожелезненными валунниками и галечниками с хорошей окатанностью обломков ($K_0 = 76\%$ для валунов и 86% – для галек). Состав валунов и галек, сцементированных ожелезненным грубозернистым песком с гравием, достаточно разнообразный (граниты, андезиты, порфириды, риолиты, базальты, зеленые туфы). Выше морских отложений наблюдается толща пролювия с двумя лесными почвами, содержащими остатки корней лиственниц и кедрового стланика (определение З.К. Ворошиловой). Общая мощность пролювия – 6–8 м.

Для данного разреза, включая пролювий, получена серия спорово-пыльцевых проб. Наиболее полные комплексы установлены в пачке алевритов и в оторфованных почвах. Спорово-пыльцевой комплекс из пачки алевритов отличается обилием пыльцы деревьев и кустарников с преобладанием умеренно-теплолюбивых видов (*Quercus* – до 49 %, *Ulmus* – до 13 %, *Juglans* – до 10 %, *Fraxinus*, *Acer*, *Tilia*). Также отмечаются такие термофилы, как *Carpinus*, *Fraxinus rhyncholylla*, *Phellodendron*. Пыльца хвойных была представлена *Picea* sect. *Omorica* (до 10 %), *P.* sect. *Eupicea* (до 2–15 %), *Pinus* s/g *Haploxyton* (2–25 %), в отдельных пробах – *P.* s/g *Diploxyton* (до 6 %), группа мелколиственных – *Betula* sect. *Albae* (до 25 %), *Betula* sect. *Costata* (до 20%). Такой спектр отвечает распространению на нижних уровнях рельефа полидоминантных широколиственных лесов, на более высоких – кедрово-широколиственных и берёзово-елово-пихтовых лесов. Этот тип растительности характерен для ранней фазы климатического оптимума позднего плейстоцена (находкинское время Q^1_{III}) [21, 22]. О древности отложений свидетельствует наличие в составе комплекса пыльцы экзотических сосен (*Pinus* sect. *Eupitys*, *P.* sect. *Cembrae* – до 6 %) и *Fagus*, характерных для отложений ресс-вюрма в Сихотэ-Алине [17, 21, 22].

Морскому происхождению толщи, по данным Е.И. Царько, соответствует диатомовая флора, представленная морскими эвригаллиными видами: южно-бореальной (*Auliscus sculptus*, *Actinocyclus octonarius*, *Nitzschia granulata*, *Fragilaria tabulata* – в сумме до 15 %) и северобореальной групп.

Структура спорово-пыльцевого анализа с преобладанием термофильных таксонов, состав диатомей и фораминифер (обилие тепловодных видов) предположительно отвечают первой фазе ресс-вюрмской трансгрессии. Полученная из слоя алевритов S^{14} дата (более 57 тыс. лет назад, Ки – 2410) отвечает предположительно находкинскому времени [22].

Устье р. Буй. Наиболее северный разрез 10–12-метровой террасы за пределами Приморья описан в устье р. Буй, где морские отложения перекрыты мощным чехлом пролювиально-склоновых грубообломочных отложений. Ниже этой толщи в интервале 3,2–4,2 м вскрыты пляжевые отложения, насыщенные раковинами моллюсков *Mya japonica* (Jay), *Mya* sp., *Cardium* sp., *Crenomytilus grayanus* (Dunker), *Nucela* sp., *Littorina* sp. (определение А.М. Лебедева). Этот комплекс раковин соответствует фациям прибрежного мелководья на пике морской трансгрессии. Изучение диатомей и фораминифер позволило выделить в разрезе 10-метровой морской террасы в устье р. Буй отложения 2-х фаз максимальной трансгрессии во время климатического оптимума начала позднего плейстоцена. Снижение уровня моря в середине трансгрессии до отметки +5 м зафиксировано структурой пресноводного диатомового комплекса. Горизонт пляжевых галечников с фауной морских моллюсков отвечает максимальному подъему уровня моря до отметки +8 м. Лежащая выше погребенная почва и покровный комплекс грубообломочных отложений содержат только пресноводные формы диатомей с преобладанием арктобореальных видов.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

На побережье Восточного Приморья установлено широкое распространение морских отложений, сопоставимых с несколькими фазами ресс-вюрмской трансгрессии, которым соответствуют морские террасы высотой до 12–15 м (первая фаза), 8–10 м (вторая фаза) и 6–8 метров (третья фаза). Разрезы всех трёх фаз трансгрессии установлены в устье р. Зеркальной, которые были частично изучены раньше [26, 27]. В статье обсуждаются аспекты формирования этих террас в сопоставлении с другими участками побережья на материке и на о-ве Сахалин.

Климато-ландшафтные условия развития рисс-вюрмской трансгрессии

Достаточно длительный временной интервал, отвечающий рисс-вюрму (130–125–75 т.л.н.), позволяет сделать предположение о неоднородности климата. Изучение отложений морских террас на побережье зал. Петра Великого [Короткий и др., в печати] и Восточного Приморья выявило сложную ритмику колебаний климата и не менее сложный характер колебаний уровня моря во время трансгрессии, часто не совпадающий с различными фазами климатических изменений. При этом соотношение разных фаз трансгрессии достаточно хорошо коррелируется на материковых и островных побережьях [20].

Сопоставим ход колебаний климата с положением уровня Японского моря во время рисс-вюрмской (тадушинской) трансгрессии.

Терраса высотой 12–15 м в устье р. Зеркальной (Тадуши) имеет достаточную биостратиграфическую характеристику, позволяющую оценить положение уровня моря во время первой фазы трансгрессии. В устье р. Зеркальной на поверхности этой террасы скважиной вскрыты осадки переуглубленной долины. В ее разрезе в инт. 0,0–15,0 м ниже уровня моря установлены хорошо окатанные галечники в глинистом ожелезненном песке с прослоями темно-серого алеврита в основании и кровле пачки. Спорово-пыльцевой комплекс из нижнего прослоя (палинозона *Betula–Alnaster–Larix*) типичен для конечной фазы похолодания среднего плейстоцена [4, 19]. В верхнем слое алеврита спорово-пыльцевая проба сходна с таковой из пачки основания 12–15-метровой террасы. Далее вверх по разрезу в трансгрессивной морской толще (пачки VIII–V) фиксируется интенсивное потепление климата (рис. 4). Относительное похолодание климата отражается в аллювиальной пачке IV. Неясно, связано ли это с ее накоплением в период понижения уровня моря, т.е. регрессивной фазой, или с выдвиганием дельты.

Верхняя часть разреза террасы формировалась в умеренно-теплом климате на фоне трансгрессии. Последующее умеренное похолодание климата, зафиксированное темнохвойной тайгой, видимо привело к понижению уровня не менее чем на 6 м и образованию обширной абразионной платформы, выработанной в пляжевых отложениях пачки VIII. Сходство строения этой пачки, представленной ожелезненными пляжевыми отложениями и вскрытой на урзе воды в основании 8–10 и 6–8-метровых террас, позволяет предположить ее формирование во время первой фазы рисс-вюрмской трансгрессии. Аналогичное соотношение изменений климата и

незначительных по амплитуде колебаний уровня моря установлено в разрезе морской террасы (высотой 10–12 м) в бухте Буй.

Своеобразные результаты изучения спор и пыльцы в сопоставлении с диатомовыми комплексами получены для разреза 8–10-метровой террасы в т. н. 4268 (преобладают пляжевые накопления) и 4267 (преобладают лагунные, маршевые, лагунно-болотные и аллювиально-болотные отложения) [14]. По нижней части разреза этой террасы на фоне умеренно-теплого климата отмечается значительный подъем уровня моря (до 6 м). Далее фиксируется значительное падение на фоне умеренно-теплого климата и новая фаза трансгрессии с умеренно-холодными пыльцевыми комплексами, но с преобладанием умеренно-тепловодных диатомей. Появление в верхней части разреза низинного торфа, разделяющего две пачки лагунных отложений, возможно, отвечает небольшой регрессии. Нельзя исключить и замещение лагунной фации болотом при выдвигании дельты. Этому предположению соответствует насыщенность торфа аркозовым материалом, явно принесенным водотоком. В кровле разреза т.н. 4267 выше слоя низинного торфа зафиксированы следы нового подъема уровня моря на фоне умеренно-прохладного климата. Аналогичная связь колебаний уровня и похолоданий климата зафиксирована в разрезах 8–10-метровой террасы в бухтах Заря, Прямая, Штормовая, Амгу и Венюковка. Лагунно-маршевые отложения в кровле перекрыты эоловыми песками без признаков переработки почвенными процессами, что, вероятно, связано с быстрым падением уровня моря на фоне похолодания климата.

Наиболее противоречивая связь колебаний уровня моря и климатических изменений зафиксирована в разрезах 6–8-метровой морской террасы. Здесь накопление морских осадков в средней части разреза шло на фоне развития многолетнемерзлых грунтов не только в обрамлении террасы, но и непосредственно в береговой зоне. Признаки конвективного движения грунтов (рис. 6) сочетаются с умеренно-холодными спорово-пыльцевыми спектрами с большим количеством пыльцы фригидных кустарников. В кровле террасы установлены морские отложения, спорово-пыльцевые спектры из которых соответствуют умеренно-теплому климату.

Аналогичные суровые климатические условия с признаками мерзлотной переработки грунтов зафиксированы в средней части разреза 6–8-метровой террасы в бухтах Удобная, Штормовая, Севастьяновская. Климатическая обстановка в момент формирования 6–8-метровой террасы, вероятно, соответствует

конечной фазе казанцевского потепления и начальной стадии раннеюрмского похолодания [8, 20].

Литолого-фациальные особенности морских отложений рисс-вюрмских террас

Большинство изученных разрезов приурочено к аккумулятивным участкам морских побережий в устьях рек, либо к абразионно-денудационному типу берегов (рис. 1) В последнем случае разрезы сопряжены с устьями малых водотоков или ложков. Особенности фациального состава определяются результатом взаимодействия моря и аллювиальных систем в условиях развития трансгрессии, стабилизации уровня или регрессии. В зависимости от этого и формируются фациальные ряды осадков. При подъеме уровня моря в морских террасах, сформировавшихся в устьях крупных рек и имеющих высоту 12–15 метров, наблюдается достаточно последовательная смена фациального ряда: отложения подводного берегового склона – лагунные – пляжевые – маршевые – пляжевые – маршевые – лагунно-эоловые – маршевые и эоловые накопления. Появление в этом ряду фаций водорослевого торфа и низинных болотных отложений фиксирует устойчивое положение уровня моря или сильное влияние речного стока, а возможно и закрытие приустьевых каналов. Чередование в разрезах 12–15 и 8–10-метровых террас в устье р. Зеркальной пляжевых, маршевых и лагунных отложений отвечает неустойчивому положению береговой линии на фоне умеренного подъема уровня моря или его стабилизации и формированию береговых валов мористее пляжевых накоплений, вскрытых в основании разреза террас. Этой фазе развития береговой зоны отвечает наиболее значительное расширение зоны маршевой и лагунной аккумуляции.

На участках развития абразионно-денудационного берега отдельные разрезы террас полностью сложены пляжевыми отложениями с прослоями маршевых осадков (рис. 2, 6). Если на удалении от абразионного уступа возникает прерывистый штормовой вал, то непосредственно за ним происходит накопление отложений полузакрытых лагун с пониженной соленостью (до 20 ‰), насыщенных остатками раковин моллюсков. На таких участках даже при незначительном снижении уровня лагуна быстро заполняется пролювиально-морскими отложениями, а на конечном этапе после размыва морского разреза перекрывается пролювием (рис. 2, 7).

Именно в кровле таких морских разрезов наблюдается формирование пачки валунов и галек в глинистом заполнителе с вертикальной ориентировкой обломков, возможно смещённых после завершения стадии морской аккумуляции (рис. 5, 6). Од-

нако наличие в кровле террасы пачки лагунных отложений, сформировавшейся в условиях умеренно-теплого и умеренно-прохладного климатов, позволяет предположить более раннее преобразование структуры валунной толщи при значительном и достаточно длительном промерзании осадков (разрезы 6–8-метровой террасы в устье р. Зеркальной и вблизи оз. Благодатного). Возможно, оно произошло в условиях похолодания климата при незначительном понижении уровня моря. В дальнейшем морские отложения 6–8 и 10–12-метровых террас, располагавшиеся вблизи абразионных уступов или в устьях ложков, были перекрыты мощной толщей пролювиально-склоновых отложений (рис. 7).

Анализ вещественного состава пляжевых отложений показывает наличие двух источников грубообломочного материала. Первый из них – переработка коренных пород, склоновых отложений и пролювия непосредственно вблизи места абразии. В этом случае возникает достаточно однородный по составу комплекс пляжевых отложений. Второй источник – накопление обломков за счет подачи вдольбереговыми потоками из дальних участков побережья. Но во всех изученных случаях окатанность обломков пляжевого материала остается достаточно высокой (от 72 до 86–90 ‰). Лишь в кровле пляжей, сформировавшихся на последних стадиях трансгрессии вблизи абразионных уступов, отмечено появление плохо окатанного материала и даже щебней.

Состав пляжевых отложений отражает, прежде всего, активное поступление в береговую зону продуктов размыва более древних отложений, с чем связано повышенное содержание кварца. Это же касается частично и алеврито-пелитовой фракции лагунных отложений. Но здесь велика доля материала, приносимого паводковыми водами крупных рек. Показатель этого – сходство состава глинистых минералов аллювия и лагунных отложений. Лагуны, сформировавшиеся в устьях малых водотоков или вблизи абразионных уступов, отличаются большим содержанием в осадках каолинита, хлорита-каолинита, смешанно-слоистых минералов и, в меньшей степени, гидрослюд и хлоритов.

Возраст террас

Террасы высотой 8–10 и 10–12 м (в отдельных случаях – 12–15 м) по биостратиграфическим характеристикам соответствуют стадии 5е на кривой изменения объема ледников в позднем плейстоцене [30, 31], с которой сопоставляются максимальное потепление климата и наиболее высокий уровень Мирового океана в четвертичное время [3, 27]. Подъем уровня Японского моря составлял не менее

8–10 м выше современного [11, 15, 19]. На данном этапе изучения осадки террасы высотой 12–15 и 8–10 м в устье р. Зеркальной и других местах сопоставляются с трансгрессией стадии 5 на кривой Шеклтона – Опдайка [30], чему не противоречат ТЛ-даты (110 ± 30 тыс. лет; 120 ± 5 тыс. лет).

Интерпретация новых данных для бухты Зеркальной и других участков побережья континентального сектора Японского моря пока не может быть уверенной из-за отсутствия надежных хронореферов для каждой из террас и недостаточной полноты геологических разрезов, прежде всего касающихся регрессивных фаз ресс-вюрма–раннего вюрма, соответствующих эпизодам 5d, 5b и стадии 4 [27]. В целом же, установленные на основании изучения морских террас в устье р. Зеркальной подъемы уровня Японского моря в первом приближении могут быть сопоставлены с трансгрессиями Мирового океана, зафиксированными в террасах о-ва Барбадос [5, 27, 28] и на изотопной кривой Шеклтона – Опдайка [30].

Широкое распространение на континентальном побережье Японского моря морских осадков с холодными или умеренно-холодными спорово-пыльцевыми комплексами позволило ранее предположить, что формирование 6–8-метровой террасы связано с региональной трансгрессией в начальную фазу ранневюрмского похолодания или в один из интерстадиалов этой эпохи [25]. Однако переход от умеренно-холодного комплекса в средней части разреза 6–8-метровой террасы к умеренно-теплому спорово-пыльцевому комплексу в кровле террасы в слоях, где присутствуют прибрежно-морские диатомеи, свидетельствует о том, что на разных участках континентального и островного побережий Японского моря зафиксирована климатическая ритмика, соответствующая находкинскому (ресс-вюрму), а не лазовскому горизонту (раннему вюрму) [4, 10, 22].

Геоморфологические следствия трансгрессий

Имеются доказательства влияния на рельеф береговой зоны Японского моря позднеплейстоценовой трансгрессии. В силу значительной амплитуды этой трансгрессии, вероятно, необходимо пересмотреть вопрос о времени возникновения абразионно-денудационного типа берегов в северо-западном секторе Японского моря. На открытых побережьях Восточного Приморья с первым этапом трансгрессии связано возникновение абразионных берегов и широких бенчей, на втором – преобразование абразионных берегов в абразионно-выровненные и аккумулятивные выровненные [9, 15]. Третий этап трансгрессии отмечен активным выносом обломочного материала из речных долин.

Его аккумуляция в волноприбойной зоне, куда добавились и продукты абразии, сопровождалась формированием обширных участков морской террасы (высотой 6–8 м). Наиболее обширные и протяженные участки 6–8-метровой террасы возникли в местах выравнивания берегового контура. Так в его северной части Восточного Сихотэ-Алиня возник участок аккумулятивно-выровненного и абразионно-выровненного берега от мыса Золотого до устья р. Таежной [15].

Следы ресс-вюрмской трансгрессии зафиксированы и на подводном береговом склоне. Лучше всего выражены в рельефе мелководного шельфа абразионные платформы на глубинах 40–45 и 25–30 м [19]. Вероятно, платформа на глубине 40–45 м по времени отвечает среднечетвертичной трансгрессии, а при последующих подъемах уровня Японского моря происходило дополнительное абразионное подрезание. Терраса на глубине 25 м предположительно выработана во время ресс-вюрмской трансгрессии, чему соответствуют морские отложения находкинского горизонта, перекрытые континентальными образованиями раннего вюрма [10].

В связи с широким развитием абразии в континентальном секторе Японского моря во время ресс-вюрмской трансгрессии возникает вопрос о соотношении аллювия и продуктов абразии в толще осадков, накопившихся на шельфе и в разрезах террас. Анализ площадного распределения береговых линий среднечетвертичной и ресс-вюрмской трансгрессий показывает, что на отдельных участках побережья абразией уничтожены блоки суши шириной до 1,2–1,5 км. Именно мощное развитие абразии на фоне резкого ослабления аллювиального выноса – одна из причин активного осадконакопления в средней и внешней частях континентального шельфа Японского моря. Баланс рыхлого материала на шельфе служит одним из показателей длительности становления материковой ступени и многократности повторения трансгрессий и регрессий в плейстоцене–голоцене [11, 15, 19].

Изучение морских террас, соответствующих ресс-вюрмской трансгрессии, позволяет сделать вывод о тектоническом режиме морских побережий Японского и Охотского морей в четвертичное время. Верхний комплекс (высотой от 20 до 120 м) формировался в условиях воздымания территории с общей амплитудой поднятия до 120–150 м [20]. Нижний ярус террас ($Q_{III}-Q_{IV}$) по высотным характеристикам соответствует гляциоэвстатическим колебаниям уровня Мирового океана [7, 3, 15] и стабилизации тектонических движений в позднем плейстоцене–голоцене.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В осадках трех морских террас континентального побережья Японского моря фиксируются три фазы подъема уровня моря, превышающие современный уровень. Интерпретация разрезов террас высотой 8–10, 10–12 (или 12–15) м позволяет сделать вывод о двух или трёх фазах трансгрессии, разделенных незначительными регрессиями. Максимальный подъем превышал современный не менее чем на 10 м. Согласно термофильным спорово-пыльцевым комплексам и диатомеям первые две фазы рисс-вюрмской трансгрессии отвечают стадиям 5е.

В разрезе 6–8-метровой морской террасы отражены следы трех осцилляций уровня Японского моря с подъемом до 6 м выше современного. Широкое распространение выше современного уровня моря прибрежно-морских осадков с умеренно-холодными и холодными пыльцевыми комплексами противоречит общепринятым представлениям о совпадении пиков трансгрессий с теплыми фазами климата плейстоцена. Следует помнить, что значительные регрессии при похолоданиях климата развиваются за счёт изъятия воды из Мирового океана при возникновении материковых оледенений. Следы крупных оледенений для холодных климатических фаз рисс-вюрма пока не установлены. Исследования А.Н. Молодкова [2], датировавшего методом ЭПР (электронного парамагнитного резонанса) раковины из многочисленных разрезов морских террас в северном секторе Евразии, относимых к верхнему звену, показали, что в интервале 130–75 тыс. л. н. происходила длительная морская трансгрессия с незначительными колебаниями уровня Мирового океана. Поэтому наличие в разрезах 6–8, 8–10 и 10–12-метровых террас морских слоев с фригидными спорово-пыльцевыми комплексами требует обсуждения. Подобное соотношение морских фаций, охарактеризованных холодными пыльцевыми комплексами, установлено для датированных разрезов рисс-вюрмских морских террас Сахалина [20].

БЛАГОДАРНОСТИ

Эта статья – результат многолетних исследований большого коллектива. Особая благодарность – исследователям, выполнявшим аналитические работы, а также приморским геологам С.В. Коваленко, Т.К. Кутуб-Заде, А.В. Олейникову, В.В. Коробову и другим, оказавшим огромную помощь при проведении полевых работ, камеральной обработке данных, техническом оформлении статьи. Многие из тех, кто участвовал в геологических работах и лабораторных исследованиях, ушли из жизни. Авторы признательны памяти И.Г. Шахгельдяна, Р.П., Токмакова и Е.И. Царько.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев М.Н. Антропоген Восточной Азии: стратиграфия и корреляция. М.: Наука, 1978. 208 с.
2. Болиховская Н.С., Молодков А.Н. К корреляции континентальных и морских четвертичных отложений Северной Евразии по палинологическим данным и результатам ЭПР // Актуальные проблемы палинологии на рубеже третьего тысячелетия. М., 1999. С. 25–53.
3. Боуэн Д. Четвертичная геология. М.: Мир, 1981. 272 с.
4. Голубева Л.В., Караулова Л.П. Растительность и климато-стратиграфия плейстоцена и голоцена Дальнего Востока. М.: Наука, 1983. 146 с.
5. Джеймс Н. П., Маунтджой Э.У., Омур А. Ранневисконсинская рифовая терраса на о. Барбадос, Вест-Индия, и ее значение для климатических построений. М.: Мир, 1974. С. 106–116.
6. Изменение климата и ландшафтов за последние 65 миллионов лет. М.: ГЕОС, 1999. 261 с.
7. Каплин П.А. Плейстоценовые колебания уровня Мирового океана // Палеогеография и отложения плейстоцена южных морей. М.: Наука, 1977. С. 15–27.
8. Климатические смены на территории юга Дальнего Востока в позднем кайнозое (миоцен–плейстоцен) / А.М. Короткий, Т.А. Гребенникова, В.С. Пушкарь и др. Владивосток, 1996. 57 с.
9. Короткий А.М. Этапы становления рельефа и осадконакопления в прибрежной зоне материкового сектора Японского моря // Морская геология и геологическое строение областей питания (Японское и Охотское моря). Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. С. 59–82.
10. Короткий А.М., Караулова Л.П., Троицкая Т.С. Четвертичные отложения Приморья: стратиграфия и палеогеография. Новосибирск: Наука, 1980. 234 с.
11. Короткий А.М. Колебания уровня Японского моря в четвертичном периоде // Изменение уровня моря. М.: Изд-во МГУ, 1982. С. 104–114.
12. Короткий А.М., Г.И. Шумов. Геоморфологические и литолого-фациальные критерии распознавания плейстоценовых береговых линий // Колебания уровня морей и океанов за последние 15000 лет. М.: Наука, 1982. С. 208–221.
13. Короткий А.М. Палеогеоморфологический анализ рельефа и осадков горных стран (на примере Дальнего Востока). М.: Наука, 1983. 246 с.
14. Короткий А.М., Пушкарь В.С. Ритмика колебаний уровня Японского моря в рисс-вюрме // Прибрежная зона дальневосточных морей в плейстоцене. Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. С. 96–110.
15. Короткий А.М., Худяков Г.И. Экзогенные геоморфологические системы морских побережий. М.: Наука, 1990. 216 с.
16. Крапивнер Р.Б., Данилина Г.С. Морские террасы Южного Приморья // Геоморфология и палеогеография шельфа. М.: Наука, 1978. С. 115–123.
17. Кузьмина Н. Н., Талденкова Е. Е., Куликов О. А. и др. Стратиграфия и условия образования неоген-четвертичных отложений шельфа и побережья северо-западной части Татарского пролива // Стратиграфия. Геол. коррекция. 1997. Т5, № 5. С. 65–77.
18. Кулаков А.П. О тектоническом развитии материкового шельфа юга Дальнего Востока в антропогене // Геомор-

- фология и палеогеография шельфа. М.: Наука, 1978. С. 175–188.
19. Мечетин А.В. Изменение уровня Японского моря в четвертичное время (северо-западный шельф) // Прибрежная зона дальневосточных морей в плейстоцене. Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. С. 53–60.
 20. Морские террасы и четвертичная история шельфа Сахалина / А.М.Короткий, В.С.Пушкарь, Т.А.Гребенникова и др. / Тихоокеан. ин-т географии ДВО РАН. Владивосток: Дальнаука, 1997. 229 с.
 21. Развитие природной среды юга Дальнего Востока (поздний плейстоцен–голоцен) / А.М.Короткий, С.П.Плетнев, В.С.Пушкарь и др. М.: Наука, 1988. 240 с.
 22. Решения Межведомственного стратиграфического совещания по четвертичной системе Востока СССР (Магадан, 1982). Магадан: МСК СССР, 1987. 242 с.
 23. Bulgakov R. Reconstruction of Quaternary History of Southern Kuril Islands. // Journal of Coastal Research.- Fort Lauderdale: 1996. N. 4. P. 930–939.
 24. Korotky A. M. Main features for development of natural environment in the late Pleistocene–Holocene (South of the Soviet Far East). // The inqua international symposium on stratigraphy and correlation of quaternary deposits of the Asian and Pacific regions. Bangkok: Issued by CCOP Technical Secretariat. January 1991. P. 45–54.
 25. Korotky A. M., Pushkar V. S. Rhythmics of the Japan Sea level variations during the Riss-Würm period // The inqua international symposium on stratigraphy and correlation of quaternary deposits of the Asian and Pacific regions. Bangkok: Issued by CCOP Technical Secretariat. January 1991. P. 107–117.
 26. Korotky A. M., Razjigaeva N. G. Geology of Marine Terraces of Zerkalnaya Inlet, North-Western Japan Sea // Bulletin of the Nojiri-ko Museum N.2. March 1994. P. 69–76.
 27. Labeyrie J. Le cadle paleoclimatique depous 140000 ans // Anthropologie. 1984. V. 88. N 1. P. 19–48.
 28. Mesolella K J., Matthews R. K., Broecker W. S., Thurber D. L. The astronomical theory of climatic changes: Barbados data // J. Geol, 1969. V. 77. P. 257–274.
 29. Selivanov A. O. Morphological Changes on Russian Coast under Rapid Sea-Level Changes: Examples from the Holocene History and Implications for the Future // Journal of Coastal Research. Fort Lauderdale: 1996. N. 4. P. 823–830.
 30. Shackleton N. J., Opdyke N.D. Oxygen isotope and palaeomagnetic stratigraphy of Equatorial Pacific core V 28-238: oxygen isotope temperatures and ice volumes on a 105 and 106 year scale // J. Quater. Res. 1973. V. 3. P. 35–55.
 31. Stearns C.E. Estimates of the position of sea level between 140000 and 75000 years ago // Quatern. Res. 1976. N 6. P. 445–450.

Поступила в редакцию 14 декабря 2005 г.

Рекомендована к печати Г.Л. Кирилловой

A.M. Korotky, T.A. Grebennikova, L.P. Karaulova, L.M. Mokhova

Late Quaternary marine deposits of Eastern Primorye (Japan Sea)

Marine terraces (6-8, 8-10 and 12-15 m high) have been studied in the Japan Sea northwestern sector. Their formation is compared with three phases of Riss-Würm (Sangamon) transgression when the sea level exceeded the modern sea level by 8-10 m. Thermoluminescent dates, spore-and-pollen and diatomic assemblages from the deposits of these marine terraces allow us to compare the transgression with stage 5e and the last episode of stage 5c. The wide distribution of coastal deposits with warm, moderate-cold and cold assemblages proves the long-term development of transgression with insignificant sea level fluctuations. For each terrace its age is substantiated. Climatic and landscape conditions of transgression development are recognized. Lithological and facial characteristics of the deposits of marine terraces are determined. Various deformations corresponding to the third phase of transgression are established in the sections of the 6-8m marine terrace. These deformations are related to long-term or thick seasonal frozen ground.

Key words: marine terraces, glacio-eustatic transgression, Riss-Würm, spore-and-pollen assemblage, macrofauna, microfauna, diatoms, climatic phases.