УДК 551.8 (265)

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВОГО ДОЖДЯ И СУБФОССИЛЬНЫХ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ В ДОЛИНАХ РЕК ПАРТИЗАНСКАЯ И КИЕВКА (Южное Приморье) ДЛЯ ПАЛЕОЛАНДШАФТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Мохова Л. М.

¹ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

E-mail: nadyar@tigdvo.ru

Проанализированы субфоссильные спорово-пыльцевые спектры из аллювиальных, старичных, озерных осадков и почв в долинах рр. Партизанская и Киевка в целях выяснения их соответствия высотным растительным поясам и выявления влияния на формирование спорово-пыльцевых комплексов таких факторов, как разнос пыльцы воздушными и водными потоками, фациальная принадлежность осадка и ветровой режим. Район исследования охватывает 4 вертикальных пояса: широколиственных лесов (0–400 м), кедрово-широколиственных (400–700 м), кедрово-елово-широколиственных (700–900 м) и елово-пихтовых (900–1400 м). Изучена также динамика спорово-пыльцевого дождя, собранного в пределах пояса широколиственного леса. Установлено, что в аллювиальных фациях отмечается большое количество аллохтонной пыльцы, транспортируемой в основном из верхнего пояса гор. Высокое содержание аллохтонной пыльцы установлено и в пыльцевом дожде. Количество и разнообразие пыльцы трав и пыльцы широколиственных (*Quercus*, *Juglans*, *Ulmus*, *Tilia*, *Phellodendron*, *Corylus*, *Carpinus*, *Fraxinus*) увеличивается в озерных и старичных наилках в нижних частях речных долин (до 40%), в то время как в аллювии оно не превышает 10%. Спорово-пыльцевые спектры из старичных фаций низовий рек в общем соответствуют региональному типу растительности и вертикальной поясности ландшафтов. Но и в этих спектрах доля аллохтонной пыльцы остается значительной, что не позволяет выделить пояс широколиственного леса. Отмечено проявление в палиноспектрах антропогенных изменений ландшафтов.

Ключевые слова: субфоссильные спорово-пыльцевые спектры, спорово-пыльцевой дождь, высотная поясность, антропогенный фактор, речные долины, Дальний Восток.

DOI: 10.34078/1814-0998-2020-2-10-21

ВВЕДЕНИЕ

Спорово-пыльцевой метод достаточно успешно применяется для стратиграфических и палеогеографических целей. Однако региональные особенности условий формирования спорово-пыльцевых комплексов различны, поэтому в каждом конкретном случае требуется выяснение особенностей формирования структуры комплексов в пределах растительной зоны в зависимости от местных условий миграции пыльцы, особенностей макро- и микроклимата, денудации, транзита осадков, продуктивности цветения растений и диагенеза в процессе фоссилизации пыльцы и спор.

Изучение современных спорово-пыльцевых спектров в различных ландшафтных зонах Дальнего Востока показало высокую степень их адекватности существующим ландшафтно-

климатическим зонам и вертикальной поясности (Короткий, 2002; Микишин, Гвоздева, 2009; Петренко и др., 2009; Anderson, Lozhkin, 2017). В то же время отмечено, что в современных спорово-пыльцевых спектрах встречаются пыльца и споры растений не только произрастающих в районе исследований, но и отсутствующих на данной территории, а доля пыльцы некоторых растений не отражает их участия в окружающих ландшафтах. Несмотря на большое количество работ, посвященных изучению рецентных палиноспектров и их соответствия растительности, региональные исследования являются важной составляющей палеогеографических работ этого направления (Mokhova et al., 2009; Новенко и др., 2017; Anderson, Lozhkin, 2017). Особенно актуальны такие работы для горных областей, где палеоландшафтные реконструкции, как правило, проводятся для долин магистральных водотоков, пересекающих несколько высотных поясов.

Поскольку основное количество пылицы ветроопыляемых пород поступает в осадки с ветровым разносом, изучение процесса ветрового рассеивания пылицы и спор в пространстве и их последующей фоссилизации играет важную роль при формировании спорово-пыльцевых комплексов. Поэтому неотъемлемой частью изучения закономерностей формирования субфоссильных спорово-пыльцевых спектров является изучение спорово-пыльцевого дождя (СПД), позволяющее установить степень его соответствия субфоссильным комплексам и современной растительности.

Выполняя работу для юга Приморья, автор поставила перед собой несколько целей:

1) выяснить структуру спорово-пыльцевого дождя в бассейне р. Партизанская и установить степень его соответствия составу окружающей растительности;

2) установить участие в структуре спорово-пыльцевого дождя пылицы растений, отсутствующих в окружающих фитоценозах, но являющихся компонентами вертикальной поясности Южного Приморья и растительности сопредельных территорий;

3) дать характеристику спорово-пыльцевым комплексам из аллювиальных, озерных осадков и пойменных почв бассейнов рр. Партизанская и Киевка и установить их соответствие составу спорово-пыльцевого дождя и растительности.

РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЙ

Бассейны рр. Партизанская и Киевка расположены на восточном макросклоне Сихотэ-Алиня, с юга ограничены берегом Японского моря (рис. 1). Рельеф в бассейнах рек представлен низкогорьем и среднегорьем, водораздел проходит по хребтам Алексеевский и Бенеvской с максимальными отметками высот свыше 1600 м. Речные долины в верхнем и среднем течении имеют неширокие днища, глубина их врезки колеблется в пределах 600–800 м. Характерная для бассейна р. Киевка гипсометрическая асимметрия определяет на меридиональном участке лево-

стороннюю асимметрию долины, с чем связано развитие на правобережье зоны пологосклонного рельефа с обширными древними террасами. Гипсометрическая асимметрия этого бассейна определяет близкое положение от русла р. Киевка гольцовых зон хр. Алексеевский и Бенеvской (Короткий, Макарова, 2005).

Особенностью Приморского края является его расположение на окраине Азиатского материка в непосредственной близости от Тихого океана. Муссонный климат обусловил своеобразие растительного покрова этой территории. Характерная черта растительного покрова – проявление широтной зональности и вертикальной поясности. В бассейнах рр. Партизанская и Киевка четко выражены следующие ландшафтные пояса: широ-

Рис. 1. Район исследования с точками отбора проб для изучения субфоссильных спорово-пыльцевых спектров и место сбора СПД

Fig. 1. Study area with sampling spots for subfossil spore-pollen spectra research and the point of collecting SPR

колиственные леса в основном из дуба монгольского (0–400 м); кедрово-широколиственные леса (400–700 м); кедрово-елово-широколиственные (700–900 м); елово-пихтовые (900–1400 м); подгольцовые стелющиеся леса (1400–1600 м); горные тундры (более 1600 м) (Колесников, 1961, 1969; Атлас..., 2005).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Стационарное изучение спорово-пыльцевого дождя проводилось в с. Сергеевка (с 4 мая по 28 октября 1998 г.), расположенном в долине р. Партизанская (абс. высота 200 м) (см. рис. 1). Споры и пыльцу улавливали в течение 4–5 дней на стекла размером 10×10 см, покрытые смесью глицерин-желатина. Некоторые стекла экспонировали немного дольше обычного, что связано с погодными условиями. Полученную пробу обрабатывали ацетоллизным методом Эрдмана и заливали глицерином до равного объема. Каплю жидкости набирали в калиброванную пипетку и просматривали под микроскопом «Биолам». Регистровали все спорово-пыльцевые зерна. При подсчете соотношения пыльцы древесных и кустарниковых пород пыльцу розоцветных, представленную в основном культурными деревьями и кустарниками, исключали и подсчитывали отдельно.

Пробы из русловых, старичных наилок и пойменных почв были отобраны в различных высотных поясах в начале июля и ноябре 1998 г.: в бассейне р. Партизанская до высоты 900 м, в бассейне р. Киевка – до 550 м (см. рис. 1). Пробы для спорово-пыльцевого анализа обрабатывали по методу Эрдмана с поднятием мацерата калий-кадмиевой тяжелой жидкостью с удельным весом 2.2 г/см³ (Покровская, 1966). Подсчитывали три суммы: пыльцу древесных; пыльцу трав и кустарничков и споры. В насыщенных препаратах подсчитано более 500 зерен, чтобы максимально уловить все разнообразие таксонов. Многомерный статистический анализ выполнен с помощью пакета программ Statistica 5.0. Отбор проб вблизи посадок сосны густоцветковой выполнен в 2003–2004 гг.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Состав спорово-пыльцевого дождя. В начале мая (рис. 2) в составе СПД преобладала пыльца древесных берез (до 54%), отмечена пыльца пихты (до 7%) и розоцветных (до 13%), которую в основном поставляют близлежащие сады. Единично встречается пыльца ясеня и дуба монгольского (*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb.). Из травянистой растительности отмечена пыльца осоковых. В середине мая увеличивается количество пыльцы дуба (до 20%), по-

является пыльца ореха маньчжурского (*Juglans mandshurica* Maxim.), резко увеличивается количество пыльцы розоцветных. Встречена 1 спора папоротника, вероятно, занесенная с воздушными потоками. Во второй половине мая доминирует пыльца хвойных (общее количество пыльцы ели и пихты достигает 50%) и берез (до 39%), продолжает увеличиваться число пыльцевых зерен дуба. К концу мая пыльца берез по-прежнему занимает доминирующее положение (49%), количество пыльцы хвойных идет на убыль (до 9%), увеличивается содержание пыльцы ореха маньчжурского. Появляется пыльца трав, отмечены споры хвощей.

Начало июня характеризуется снижением количества пыльцы всех видов, что, по-видимому, связано с погодными условиями. В середине месяца резко возрастает количество пыльцы бархата, кедра корейского (*Pinus koraiensis* Siebold et Zuss.), по-прежнему отмечается большое количество пыльцы берез (до 63%), обладающих высокой пыльцевой продуктивностью. Возрастает количество пыльцы трав (до 30%), среди которых преобладают злаки. Отмечено небольшое количество спор. С 16 по 24 июня отмечен последний пик содержания пыльцы древесных. Количество пыльцы дуба достигает своего максимума (до 40%). По-прежнему отмечается большое количество пыльцы берез (до 38%). В конце месяца резко сокращается количество пыльцы древесных пород, среди которой лидирует пыльца березы и дуба.

В начале июля количество уловленной пыльцы резко сократилось из-за пасмурной погоды. С середины и до конца июля стояли солнечные безветренные дни, количество пыльцы древесной и травянистой растительности было также небольшим. До 17 августа отмечается в небольших количествах пыльца полыни. В конце августа количество пыльцы трав резко увеличивается (до 95%). В небольшом количестве продолжает встречаться пыльца древесных и спор.

В сентябре наблюдается очень большое количество пыльцы травянистой растительности. Преобладает пыльца полыни (до 68%) и маревых (до 15%). В каждой пробе по-прежнему встречается пыльца древесных растений, несмотря на то, что сроки их цветения закончились. В конце сентября количество пыльцы трав идет резко на убыль, но увеличивается содержание спор. В пробе, отобранной в первых числах октября, насчитано 11 пыльцевых зерен, из них 6 древесных, которые, вероятно, являются переотложенными, и 5, принадлежащих травам.

Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры (СПС) из аллювиальных наилок (русловая фация), отобранных в поясе кедрово-елово-широколиственных лесов бассейна р. Партизанская

Рис. 2. Состав спорово-пыльцевого дождя, с. Сергеевка. Сроки отбора проб: 1 – 4.05–8.05; 2 – 8–12.05; 3 – 12.05–16.05; 4 – 16–20.05; 5 – 25.05–28.05; 6 – 31.05–4.06; 7 – 4.06–10.06; 8 – 10.06–16.06; 9 – 16–20.06; 10 – 20–24.06; 11 – 24–29.06; 12 – 29.06–4.07; 13 – 4–12.07; 14 – 15–17.07; 15 – 17–21.08; 16 – 21–25.08; 17 – 25–30.08; 18 – 30.08–5.09; 19 – 5–10.09; 20 – 10–15.09; 21 – 15–20.09; 22 – 20–25.09; 23 – 25–29.09; 24 – 29.09–3.10; 25 – сумма за весь период наблюдений

Fig. 2. Spore-pollen rain composition, settlement of Sergeevka. Sampling dates: 1 – May 4–8; 2 – May 8–12; 3 – May 12–16; 4 – May 16–20; 5 – May 25–28; 6 – May 31–June 4; 7 – June 4–10; 8 – June 10–16; 9 – June 16–20; 10 – June 20–24; 11 – June 24–29; 12 – June 29 – July 4; 13 – July 4–12; 14 – July 15–17; 15 – August 17–21; 16 – August 21–25; 17 – August 25–30; 18 – August 30 – September 5; 19 – September 5–10; 20 – September 10–15; 21 – September 15–20; 22 – September 20–25; 23 – September 25–29; 24 – September 29 – October 3; 25 – total for the whole observation period

на высоте от 900 до 700 м, характеризуются преобладанием пыльцы древесной растительности, травы представлены единичными зернами, широко представлены споры (рис. 3). Преобладает пыльца хвойных пород: ели (*Picea* sect. *Omorica* – до 53.5%; *Picea* sect. *Eupicea* – 9.2%), пихты (до 28%) и кедра корейского (*Pinus* s/g *Haploxylon* – до 16%). Мелколиственные породы в основном представлены пылью берез (до 18%), среди широколиственных отмечен ильм (до 2.7%), дуб (до 3.5%) и лещина (до 3%).

В поясе кедрово-широколиственных лесов (на высоте 620 м) СПС из наилок русловой фации характеризуется большим количеством фоссил и разнообразным составом древесной пыльцы, среди которой преобладает пыльца хвойных пород (52%). Доминирует пыльца ели (38%), пихты (9%), а кедр корейского не превышает 7%. На долю мелколиственных пород приходится 35–37%, среди них преобладает пыльца берез (*Betula* sect. *Albae* – 24.9%, *B.* sect. *Costatae* – 8.3%) и ольхи (6.5%), обладающих высокой пыльцевой продуктивностью (Новенко и др., 2017). Количество пыльцы широколиственных незначительно (*Quercus* 2.5%). В месте расширения долины (на высоте около 500 м) появляются первые луга, и уменьшается количество хвойных деревьев в растительности. В СПС преобладает пыльца хвойных деревьев (94.5%). Пыльца мелколиственных и широколиственных пород представлена единично, на долю спор приходится 2.9%. Доминируют ель (45.3%) и пихта (43.3%), а пыльца кедр корейского составляет 6.5%. СПС в поверхностном слое почвы, отобранном на этой же высоте, отличается меньшей насыщенностью пылью и спорами (679 зерен). На долю древесных приходится 68.2%, количество пыльцы трав менее 1%, спор – 31%. Преобладает пыльца хвойных деревьев: ели (44%), пихты и кедр корейского (по 21.5%). На долю мелколиственных приходится более 12%, доминирует пыльца берез (10.8%). Единично встречена пыльца ореха и лещины.

В зоне широколиственных лесов (высота до 450 м) в русловой фации преобладает пыльца древесных пород. Хотя хвойные деревья встречаются здесь единично, пыльца хвойных составляет до 50% от общего содержания древесных. Доминирует пыльца ели (33–42%), пихты (17.7–21%), на долю кедр корейского приходится 10.5–29%. Среди мелколиственных встречено много пыльцы берез (до 17%), среди широколиственных преобладает пыльца дуба (до 17%) и ореха (до 8%). СПС пойменной фации характеризуется более бедным видовым составом пыльцы и спор. В спектре преобладают пыльца древесной растительности (59.5%) и споры (38.5%), пыльца трав представлена единично. Среди пыльцы древесных доминирует пыльца кедр корейского (45%),

на второе место отступают ель (25%) и пихта (10.7%). Пыльца мелколиственных и широколиственных пород представлена в небольших количествах: *Betula* – 8.2%, *Juglans* – 5.7%, *Quercus* – 2.5%, другие виды не превышают 1%.

В зоне широколиственных лесов изучены также СПС из осадков оз. Бездонное, крупной старицы р. Партизанская. В наилках центральной части озера доминирует пыльца хвойных (*Pinus* s/g *Haploxylon* – 22–30%, *Abies* – 7–12%, *Pinus* s/g *Diploxylon* – 4–12%, *Picea* sect. *Omorica* – 2–5%, *Picea* sect. *Eupicea* менее 1%). Пыльца *Pinus* s/g *Diploxylon* принадлежит сосне густоцветковой (*Pinus densiflora* Siebold et Zucc.). Среди мелколиственных доминирует пыльца берез (20%), ольхи (до 8%), ивы (2–9%). Разнообразно представлены широколиственные (*Juglans* – 8–16%, *Quercus* – 5–9%, *Phellodendron* – 0.5–5%, *Syringa* – 1–5%, *Carpinus*, *Fraxinus*, *Corylus* – менее 1%). Среди пыльцы трав встречена пыльца сорных растений, таких как крапива, подорожник и др. В почве, отобранной на берегу озера, преобладает пыльца широколиственных пород (*Phellodendron* – 39%, *Quercus* – 4%, *Ulmus* – 3%) и ольха (до 18%). Пыльца хвойных составляет 24%, доминирует кедр корейский. В небольшом старичном озере, расположенном в 20 м от оз. Бездонное, также преобладает пыльца широколиственных (47%): ореха (27%), дуба (16%), бархата (3%), ильма (2%). Среди мелколиственных доминирует пыльца ив (20%), что довольно нетипично, и берез (11%). Обычно содержание пыльцы ивы не превышает первых процентов (Короткий, 2002). Среди хвойных высока доля кедр корейского (7%), сосны густоцветковой (5%), которая встречается в посадках, и пихты (4%).

В бассейне р. Киевка в поясе кедрово-широколиственных лесов (на высоте 550 м) в 20 км к северу от пос. Лазо СПС из русловой фации р. Лазовка представлен пылью древесных (74.3%), среди которой пыльца хвойных составляет 86%, мелколиственных – 10%, широколиственных – 2%. Содержание спор до 25.5%.

В русловых наилках, отобранных в месте слияния рр. Лазовка и Киевка (на высоте 325 м), преобладает пыльца древесных пород, в основном хвойных: ели (31.4%), пихты (28%), кедр корейского (26%). Пыльца мелколиственных малочисленна (10%). Пыльца широколиственных пород представлена достаточно разнообразно: преобладает орех (7.8%), дуб (5.2%), бархат (2.1%), липа (1.2%), отмечено много пыльцы сирени (3.7%). Количество пыльцы трав очень незначительно, среди спор доминируют представители семейства многоножковых Polypodiaceae (94.8%).

В русловой фации на высоте 250–300 м (в 3 км вверх по течению реки от пос. Кишиневка) в СПС преобладает пыльца древесных пород, сре-

Рис. 3. Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры из наилок в разных ландшафтных поясах долины р. Партизанская. Фации (здесь и на рис. 4): Р – русловая, С – старичная, П – пойменная, О – озерная, Пч – почва

Fig. 3. Subfossil pollen spectra from silt sediments in different landscape belts of the Partizanskaya River valley. Facies (here and Fig. 4): Р – русловая, С – старичная, П – пойменная, О – озерная, Пч – почва

ди которых на долю хвойных пород приходится 39%. Доминирует пыльца ели (22%) и пихты (11.7%), на долю кедра корейского приходится 9%. Субдоминантное положение занимает пыльца мелколиственных пород, преобладает пыльца древесных берез (до 31%), отмечены кустарниковые березы (до 1.9%), ольха (3.8%). Количество пыльцы широколиственных достигает 21%: доминирует пыльца дуба (10.7%), ореха (7.7%), ильма (4.8%), бархата (1.2%). Остальная пыльца представлена единично. Пыльцы трав немного: преобладает полынь (85%) и злаки (11.7%). Споры представлены папоротниками (Polypodiaceae – 94.3% и *Dryopteris*).

В 200 м от русла из наилка заболоченного озера получен СПС с высоким участием кедра корейского (38.6%), пыльца темнохвойных малочисленна. Обильно представлены широколиственные (*Quercus* – 19%, *Ulmus* – 8%, *Juglans* – 3.5%, *Tilia* – 3%, *Phellodendron* – 2.4%), в небольших количествах отмечена пыльца кустарников. Пыльца трав включает в основном полынь (до 70%), злаки (23%). Споры представлены папоротниками (Polypodiaceae – до 50%, *Dryopteris* – 30%), встречаются споры хвоща.

В поясе широколиственных лесов с незначительной примесью мелколиственных и хвойных пород пробы отбирали из небольшого озера, расположенного выше с. Киевка. Около озера произрастают отдельные куртины ольхи. В СПС преобладает пыльца древесной растительности, доминируют мелколиственные породы (37%): ольха – 16%, береза (*Betula* sect. *Albae* – 10%). Пыльца жимолости, сирени, аралиевых, ясеня и др. представлена единично. На долю широколиственных пород приходится 27% (*Quercus* – 14%, *Juglans* – 10%, пыльца остальных таксонов единична). Содержание пыльцы хвойных составляет 36%. Количество пыльцы трав невелико. Споры представлены семейством Polypodiaceae.

В районе с. Киевка, где преобладают типичные смешанные леса, включающие широколиственные и мелколиственные породы с богатым подлеском и разнотравьем, в русловой фации обнаружен богатый СПС. Преобладает пыльца древесных пород – 77.2%, на долю спор приходится около 13%, трав – 9.8%. Среди древесных много пыльцы хвойных пород (*Picea* – 28%, *Pinus* s/g *Haploxyton* – 17.3%, *Abies* – 13.6%). Разнообразно и в большом количестве представлена пыльца широколиственных пород (17%) с участием дуба (10.9%), ореха (3.7%) и ильма (2.8%), пыльца остальных видов (*Tilia*, *Phellodendron*, *Fraxinus*) единична. Пыльца мелколиственных пород составляет 22%. В этой группе много пыльцы берез – 11% и ольхи – 4%. Особенностью спектра является присутствие пыльцы ольховника *Duschekia* (до 0.3%) и кустарниковых берез

(0.1%), очевидно, занесенных сюда с удаленных гор (Коньков, 2014). Семейства травянистой растительности представлены разнообразно, но количество пыльцы небольшое, доминирует полынь (60%). Споры в основном представлены Polypodiaceae – 91.5%.

В СПС из наилок в устье р. Киевка преобладает пыльца хвойных деревьев (до 74%): доминирует пыльца кедра корейского (до 33.4%), на долю ели приходится 23%, пихты – 19.6%. Пыльца широколиственных пород составляет около 11% (*Quercus* – 7.3%, *Juglans* – 2%, *Tilia* – 1.3%). Единично отмечены пыльцевые зерна бархата, а также лещины, сирени и бересклета, широко распространенных в кустарниковом ярусе лесов. Пыльца мелколиственных пород представлена небольшим количеством. В этой группе преобладает пыльца березы белой (*Betula* sect. *Albae* – 13.4%), отмечена пыльца ольховника. В палиноспектрах разнообразно представлены травы (Poaceae, Cyperaceae, Apiaceae, *Iris*, Liliaceae, *Cacalia*, *Aconitum* и др.), но в небольшом количестве – 9.9%, что отвечает широкому развитию травянистых сообществ (Жудова, 1967). Среди спор доминирует Polypodiaceae – 66.6%.

Состав СПС из русловых, старичных, пойменных и почвенных фаций, отобранных в 2003–2004 гг., существенно отличается от СПС ранее отобранных проб. Во всех СПС различных фаций верхних и нижних течений появляется пыльца *Pinus* s/g *Diploxyton*. В СПС из проб, отобранных в зоне кедрово-елово-широколиственных лесов, доля пыльцы *Pinus* s/g *Diploxyton* увеличивается с единичных пыльцевых зерен до 10–15%. Особенно большое количество пыльцы *Pinus* s/g *Diploxyton* встречается в СПС из зоны широколиственных лесов (в почвенных фациях обнаружено до 700 пыльцевых зерен), тогда как количество пыльцы *Pinus* s/g *Haploxyton* не превышает 200 пыльцевых зерен. Отбор почвенных проб был проведен в 5 км от искусственных насаждений сосен (примерно 2 га), достигших репродуктивной зрелости (около 25 лет). В СПС русловых наилок, отобранных в 3 км от насаждений, доминирует пыльца *Pinus* s/g *Haploxyton* (до 300 пыльцевых зерен), на долю *Pinus* s/g *Diploxyton* приходится от 60 до 120 пыльцевых зерен. В 1980-х гг. пыльца *Pinus* s/g *Diploxyton* в субфосильных спектрах из наилок долины р. Партизанская встречалась единично (Короткий, 2002).

СПС из наилок небольшой безымянной речки, протекающей в 40 м от искусственных насаждений сосны, содержит до 1400 пыльцевых зерен *Pinus* s/g *Diploxyton* и около 450 *Pinus* s/g *Haploxyton*. В СПС из наилок, отобранных при впадении безымянной речки в р. Партизанская (примерно в 8 км от насаждений), количество пыльцы *Pinus* s/g *Diploxyton* уменьшается до 350 пыльцевых зерен,

а *Pinus s/g Haploxylon* – до 150 зерен. Необходимо отметить увеличение количества пыльцевых зерен культурных злаков в СПС 2003–2004 гг.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

По результатам наблюдения установлено, что в составе СПД в основном присутствуют ветроопыляемые виды. Преобладает пыльца тех растений, которые в период наблюдений находились в стадии цветения. К моменту его завершения количество пыльцы в воздухе резко сокращалось. Исключением является пыльца берез, содержание которой оставалось стабильно высоким вплоть до конца наблюдений (см. рис. 2). Это же явление наблюдалось и в СПД на п-ове Муравьева-Амурского (Мохова, 1988).

В общем составе СПД преобладает пыльца древесных и кустарниковых пород (58%), среди которой основную роль играет пыльца берез (40%), дуба, (17%), ели (10%), пихты (7%). Остальные виды, за исключением ясеня (4%) и бархата (3%), не превышают 2% (см. рис. 2). Состав СПД можно определить как соответствующий елово-пихтово-широколиственной формации. Не присутствуя в таких количествах пыльца хвойных, этот состав в общих чертах отражал бы доминирующую растительность в районе улавливания СПД, хотя количество пыльцы, уловленной из воздуха, не всегда соответствует площади насаждений того или иного вида. Так, пыльца липы, бархата, клена, многочисленных представителей подлеска встречена в СПС в меньших количествах, чем они имеются в насаждениях. Это, по-видимому, связано с недостаточной летучестью пыльцы этих пород и более низкой продуктивностью пыльцы по сравнению с пыльцевой продуктивностью основных лесобразующих пород. Хвойные произрастают в десятках километров от места улавливания пыльцы и являются основными ландшафтными компонентами в других поясах, расположенных на высотах более 400 м. Отдельные искусственные насаждения ели, кедра и можжевельника в с. Сергеевка, по-видимому, не могут быть основными источниками пыльцы хвойных в составе СПД. Высокое содержание пыльцы хвойных в СПД, особенно сосны, связано с большой летучестью их пыльцы, что отмечено многими авторами (Сладков, 1967; Новенко и др., 2017).

В районе сбора СПД широко представлено разнотравье, что фиксируется большим количеством пыльцы трав, но их разнообразие незначительно. Очень мало в спектре и спор папоротников. Это связано с плохой летучестью пыльцы трав и спор по сравнению с летучестью пыльцы древесных пород (Сладков, 1967). Полученные данные подтверждают результаты наблюдений СПД на п-ове Муравьева-Амурского (Мо-

ва, 1988). В целом в составе СПД не отмечены пыльца и споры растений, не произрастающих в районе исследования, но пыльца древесных, травянистых видов и спор фиксируется до начала и после окончания цветения, т. е. постоянно в небольших количествах идет ветровое переотложение пыльцы.

Анализ структуры СПС из русловых и старичных фаций бассейнов рр. Партизанская и Киевка по всему простираю долины показывает следующие результаты. Состав СПС из русловых фаций отвечает развитию в бассейнах рек Партизанская и Киевка кедрово-пихтово-еловых лесов и слабо отражает существующую вертикально-ландшафтную поясность. По этим спектрам трудно выделить такие ландшафтные пояса, как широколиственные и кедрово-широколиственные. Несмотря на то что пробы русловых наилок были отобраны на разных высотах и в разных растительных поясах, в составе СПС доминирующей является пыльца хвойных растений, причем пыльца ели преобладает над пихтой. Это связано как с высокой летучестью пыльцы хвойных, так и с активным водным переносом ее из зоны темнохвойных лесов верхних частей долин, что особенно типично для сильных наводнений. Сумма пыльцы ели (*Picea sect. Omorica* и *Picea sect. Eupicea*) в некоторых пробах достигает 60%. Второе место по количеству пыльцы в большинстве проб занимает пыльца кедра корейского, в отдельных пробах более 30%. Пыльца пихты встречается в меньших количествах. В пробах, отобранных в поясе широколиственных лесов, доля пыльцы широколиственных не превышает 10%, и только непосредственно вблизи устьев рек их содержание поднимается до 28–40%. Как правило, преобладает пыльца дуба, что связано как с его широким распространением, так и с более высокой продуктивностью пыльцы по сравнению с другими широколиственными (Новенко и др., 2017). Мелколиственные породы отмечаются по всему простираю долины, и их доля достаточно высока. Преобладает пыльца древесных берез. Большое количество ольхи отмечается в пробах, которые отбирались непосредственно в месте ее произрастания, что связано с ее высокой пыльцевой продуктивностью (Там же). В СПС наилок из устьев рек пыльцы мелколиственных пород мало. В СПС из проб, отобранных в верховьях рек, в небольших количествах встречается пыльца ольховника и кустарниковых берез. Это связано как с ветровым переносом пыльцы, так и поступлением с речными водами. В нижнем течении р. Партизанская, в районе с сильным антропогенным вмешательством, снижается доля пыльцы хвойных и увеличивается количество пыльцы широколиственных пород (более 20%), а также увеличивается

и разнообразие видов. Содержание пыльцы трав по всему простираению долин незначительно, что типично для палиноспектров из лесной зоны (Новенко и др., 2017), и только в пробах, отобранных вблизи устьев, количество трав увеличивается до 24%. Преобладает пыльца широко распространенных семейств – злаков, сложноцветных, особенно полыни, осоковых. В отдельных случаях содержание полыни явно завышено, что отмечено для субфоссильных спектров (Микишин, Гвоздева, 2009).

Споры при умеренном количественном содержании представлены достаточно разнообразно. Преобладают папоротники Polypodiaceae, *Dryopteris* встречается в верхних, *Osmunda* – в нижних частях долин, *Botrychium* – на высотах менее 450 м. Споры плаунов, включая *Huperzia selago*, в небольшом количестве встречаются в основном в поясах хвойно-широколиственных лесов (на высоте 900–300 м). Споры сфагновых мхов и хвоща наблюдаются спорадически на разных высотах около заболоченных участков.

СПС из старичных фаций верхнего и нижнего течений по составу резко отличаются, хотя соотношения групп пыльцы и спор сохраняются. В верховьях в СПС доминирует пыльца древесной растительности при почти полном отсутствии пыльцы трав и небольшом количестве спор. Преобладает пыльца темнохвойных пород (91%), на долю кедра корейского приходится 3.5%, берез – 5.4%. Структура СПС из наильков в нижнем течении рек отличается большим разнообразием таксонов. Доминирует пыльца дуба, берез и ореха. Пыльца хвойных занимает незначительное место, преобладает пыльца кедра корейского (до 9.4%). Участие пыльцы трав незначительное, наблюдается увеличение ее содержания вниз по течению рек, что отвечает более широкому развитию луговых сообществ. Спорово-пыльцевые комплексы из старичных фаций наиболее точно отражают растительность того пояса (елово-пихтовые и широколиственные леса), в котором были отобраны пробы. Это подтверждает вывод о хорошей информативности для палеоландшафтных реконструкций спорово-пыльцевых комплексов из озерных отложений (Anderson, Lozhkin, 2017).

Формула современной древесной растительности, составленная для бассейна р. Киевка (Урусов, 1998), отражает преобладание насаждений дуба монгольского и других широколиственных пород, а также присутствие кедра корейского и можжевельника твердого в дубняках на южных склонах. Темнохвойные таежные породы встречаются в горах и убежищах скал. Сравнение формул современной древесной растительности и субфоссильных СПС спорово-пыльцевых комплексов показало, что в спектрах не отражена пыльца тиса, можжевельника, тополя, аралие-

вых, микробиоты, розоцветных, но широко представлена пыльца кедра корейского, ели (*Picea* sect. *Eupicea* и *Picea* sect. *Omorica*), пихты, сосны густоцветковой. Встречена и пыльца кустарниковой березы, которой нет как в исследуемом, так в прилегающих районах.

В целях выделения растительных поясов по полученным палиноспектрам был проведен кластерный анализ, который показал хорошее разделение проб на три группы (рис. 4).

В первую группу объединились СПС из русловых фаций, отобранных в пределах елово-кедрово-широколиственного и кедрово-широколиственного поясов. Вторую группу в основном формируют СПС, полученные из русловых фаций, отобранных в зоне широколиственных лесов. Эти пробы имеют большое сходство с первой выделенной группой. Отдельно выделяется группа, включающая СПС из старичных фаций, отобранных в поясе широколиственного леса.

Установлены различия СПС в зависимости от фациального состава. Субфоссильные СПС, полученные из русловых и старичных фаций, наиболее существенно отличаются по содержанию пыльцы древесных пород и трав. В русловых фациях наблюдается более высокое содержание пыльцы темнохвойных, в то время как пыльца кедра корейского преобладает в старичных осадках. Среди пыльцы берез более высокие содержания *Betula* sect. *Albae*, *B.* sect. *Costatae* наблюдаются в старичных фациях, а пыльца кустарниковых берез в небольших количествах отмечена в русловых. Среди пыльцы широколиственных в старичных наильках фиксируется более высокое содержание пыльцы дуба, ильма, липы и ясеня. По содержанию таких видов, как орех, бархат, лещина, русловые и старичные фации мало отличаются.

Отметим, что в СПД и СПС наильков зафиксировано относительно невысокое содержание пыльцы кедра корейского, преобладающего среди пыльцы хвойных в субфоссильных спорово-пыльцевых комплексах, изученных ранее в этом районе (Короткий и др., 1976; Короткий, 2002), что, вероятно, объясняется его слабым цветением и погодными условиями в период наблюдений. Одним из факторов уменьшения содержания пыльцы кедра корейского в изученных субфоссильных СПС является уничтожение его насаждений в результате интенсивной вырубki и частых пожаров. Вблизи посадок сосны густоцветковой, достигших репродуктивной фазы, в палиноспектрах в значительном количестве появилась пыльца *Pinus* s/g *Diploxylon*. Увеличение количества пыльцевых зерен культурных злаков в спектрах из проб, отобранных в 2003–2004 гг., связано с хозяйственной деятельностью человека – увеличением площадей посева кукурузы, гаоляна и др.

Рис. 4. Дендрограмма сходства субфоссильных спорово-пыльцевых комплексов бассейнов рр. Партизанская и Киевка

Fig. 4. Dendrogram of similarity of subfossil spore-pollen complexes from the Partizanskaya and Kievka river valleys

ВЫВОДЫ

В СПС из русловых наилок отмечается большое количество аллохтонной пыльцы, транспортируемой в основном из верхнего пояса гор, покрытых темнохвойной елово-пихтовой и елово-кедровой тайгой. Состав СПС старичных фаций позволяет выделить пояс кедрово-широколиственных лесов, такие СПС являются более информативными при палеоландшафтных реконструкциях. Эти СПС в общем соответствуют региональному типу растительности и вертикальной поясности ландшафтов. Но и в этих спектрах доля аллохтонной пыльцы остается значительной, что не позволяет выделить пояс широколиственного леса. Это наблюдается и в составе пыльцевого дождя, собранного в поясе широколиственного леса. В палиносpekтрах, полученных в разные годы, фиксируются антропогенные изменения ландшафтов. Таким образом, знание о составе современных СПС из осадков разных ландшафтных зон в пределах крупных речных долин позволяет более точно интерпретировать изменения положения границ ландшафтных поясов и оценить их сдвиг при глобальных климатических изменениях различной амплитуды и антропогенную трансформацию геосистем.

Работа выполнена в рамках государственного задания ТИГ ДВО РАН. Автор выражает благодарность Р. Б. Протасову за помощь в сборе проб спорово-пыльцевого дождя и Н. Г. Разжигасовой (ТИГ ДВО РАН), выполнившей кластерный анализ изученных палиносpekтров.

ЛИТЕРАТУРА

- Атлас лесов Приморского края. Владивосток : ДВО РАН, 2005. 76 с.
- Жудова П. П. Растительность и флора Судзукинского государственного заповедника Приморского края // Тр. Сихотэ-Алинского государственного заповедника. Владивосток : Дальневост. кн. изд-во, 1967. Вып. 4. 306 с.
- Колесников Б. П. Растительность // Дальний Восток. М. : Изд-во АН СССР, 1961. С. 183–246.
- Колесников Б. П. Растительность // Южная часть Дальнего Востока. М. : Наука, 1969. С. 206–250.
- Коньков А. Ю. Флора и растительность // Национальный парк «Зов тигра». Владивосток : Дальнаука, 2014. С. 35–48.
- Короткий А. М. Географические аспекты формирования субфоссильных спорово-пыльцевых комплексов (юг Дальнего Востока). Владивосток : Дальнаука, 2002. 271 с.
- Короткий А. М., Караулова Л. П., Пушкарь В. С. Климат и колебание вертикальных ландшафтных зон Сихотэ-Алиня в голоцене // Геоморфология и четвертичная геология Дальнего Востока. Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 112–129.
- Короткий А. М., Макарова Т. Р. Палеогеографические и геоморфологические аспекты устойчивости геосистем в бассейнах горных рек. Владивосток : Дальнаука, 2005. 293 с.
- Микишин Ю. А., Гвоздева И. Г. Субфоссильные спорово-пыльцевые комплексы Сахалина и прилегающих территорий. Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 2009. 162 с.
- Мохова Л. М. Структура пыльцевого дождя в прибрежной зоне залива Петра Великого // Прибрежная

зона дальневосточных морей в плейстоцене. Владивосток : ДВО АН СССР, 1988. С. 147–154.

Новенко Е. Ю., Мазей Н. Г., Зерницкая В. П. Рецентные спорово-пыльцевые спектры заповедных территорий Европейской части России как ключ к интерпретации результатов палеоэкологических исследований // *Nature Conservation Research*. Заповедная наука. 2017. Т. 2, № 2. С. 55–65.

Петренко Т. И., Микушин Ю. А., Белянина Н. И. Субфоссильные спорово-пыльцевые комплексы Приханкайской равнины Приморья // *Естественные и технические науки*. 2009. № 4. С. 162–171.

Покровская И. М. Методика камеральных работ // *Палеопалинология*. Л. : Недра, 1966. Т. 1. С. 32–61.

Сладков А. Н. Введение в спорово-пыльцевой анализ. М. : Наука, 1967. 270 с.

Урусов В. М. География и палеогеография видообразования в Восточной Азии (сосудистые растения). Владивосток : Дальнаука, 1998. 167 с.

Anderson P. M., Lozhkin A. V. Modern pollen rain from lake sediments of the Kuril Islands // *Вестник СВНЦ ДВО РАН*. 2017. № 1. С. 3–13.

Mokhova L. M., Tarasov P., Bazarova V. B., Klimin M. Quantitative biome reconstruction using modern and Late Quaternary pollen data from the southern part of the Russian Far East // *Quaternary Sci. Rev.* 2009. Vol. 28. P. 2913–2926.

Поступила в редакцию 17.04.2019 г.

Поступила после доработки 11.07.2019 г.

ANALYSIS OF THE MODERN SPORE-POLLEN RAIN COMPOSITION AND THE POLLEN SPECTRUM FROM PARTIZANSKAYA AND KIEVKA RIVER VALLEYS (Southern Primorye) FOR PALEOLANDSCAPE RESEARCH

L. M. Mokhova

Pacific Geographical Institute, FEB RAS, Vladivostok

Subfossil spore-pollen spectra from alluvial, flood-lake, and lacustrine sediments and soils in the valleys of the Partizanskaya and Kievka rivers were analyzed in order to determine their compliance with high-altitude vegetation belts and to expose the effect such factors as pollen separation by air and water flows, facies differences and wind conditions on the formation of spore-pollen complexes. The study area includes 4 vertical belts: broadleaf (0–400 m), cedar-broadleaf (400–700 m), cedar-spruce-broadleaf forests (700–900 m), and spruce-fir (900–1400 m) forests. The dynamics of the spore-pollen rain, collected within the of broadleaf forest belt, has also been studied. It has been established that in the alluvial facies there is a large amount of allochthonous pollen, transported mostly from the upper mountain belt. A high content of allochthonous pollen is also recorded in the pollen rain. The amount and diversity of grass pollen and broadleaf pollen (*Quercus*, *Juglans*, *Ulmus*, *Tilia*, *Phellodendron*, *Corylus*, *Carpinus*, *Fraxinus*) increases to 40% in the lacustrine and flood-lake mud in the lower parts of the river valleys, while in alluvium it never exceeds 10%. Spore-pollen spectra from flood-lake facies in the lower reaches of the rivers, in general, correspond to the regional type of vegetation and vertical belts of landscapes. But even in these spectra, the proportion of allochthonous pollen remains significant, which does not permit to distinguish the broadleaf forest belt. The manifestation of anthropogenic changes in landscapes in the pollen spectra was noted, as well.

Keywords: subfossil spore-pollen spectra, spore-pollen rain, vertical belts, anthropogenic factor, river valleys, Far East.

REFERENCES

Anderson, P. M.; Lozhkin, A. V., 2017, Modern Pollen Rain from Lake Sediments of the Kuril Islands, *Vestnik NESF FEB RAS*, 1, 3–13.

Atlas of Forests in Primorsky Krai, 2005, Vladivostok, FEB RAS [In Russian].

Kolesnikov, B. P., 1961, Vegetation, *Far East*, Moscow, AS USSR, 183–246 [In Russian].

Kolesnikov, B. P., 1969, Vegetation, *Southern Part of the Far East*, Moscow, Nauka, 206–250 [In Russian].

Kon'kov, A. Yu., 2014, Flora and Vegetation, *National Park "Zov Tigra"*, Vladivostok, Dalnauka, 35–48 [In Russian].

Korotky, A. M., 2002, Geographical Aspects of the Formation of Subfossil Spore-Pollen Complexes (South of the Far East), Vladivostok, Dalnauka [In Russian].

Korotky, A. M.; Karaulova, L. P.; Pushkar, V. S., 1976, Climate and Fluctuation of the Sikhote-Alin Vertical Landscape Zones in the Holocene, *Geomorphology and Quaternary Geology of the Far East*, Vladivostok, FESC AS USSR, 112–129 [In Russian].

Korotky, A. M.; Makarova, T. R., 2005, Paleogeographical and Geomorphological Aspects of Geosystem Stability in the Mountain River Basins, Vladivostok, Dalnauka [In Russian].

Mikishin, Yu. A.; Gvozdeva, I. G., 2009, Subfossil Spore-Pollen Complexes of Sakhalin and Adjacent Territories, Vladivostok, FEFU [In Russian].

Mokhova, L. M., 1988, Structure of the Pollen Rain in the Coastal Zone of Peter the Great Bay, *Coastal Zone of the Far East Seas in Pleistocene*, Vladivostok, FEB AS USSR, 147–154 [In Russian].

Mokhova, L. M.; Tarasov, P.; Bazarova, V. B.; Klimin, M., 2009, Quantitative Biome Reconstruction Using Modern and Late Quaternary Pollen Data from the Southern Part of the Russian Far East, *Quaternary Sci. Rev.*, 28, 2913–2926.

Novenko, E. Yu.; Mazei, N. G.; Zernitskaya, V. P., 2017, Recent Pollen Assemblages from Protected Areas of European Russia as a Key to Interpretating the Results of Paleoecological Studies, *Nature Conservation Research*, 2, 2, 55–65 [In Russian].

Petrenko, T. I.; Mikishin, Yu. A.; Belyanina, N. I., 2009, Subfossil Spore-Pollen Complexes of the Khan-ka Plain in Primorye, *Natural and Technical Sciences*, 4, 162–171 [In Russian].

Pokrovskaya, I. M., 1966, Methodology of In-Office Works, *Paleopalinology*, Leningrad, Nedra, 1, 32–61 [In Russian].

Sladkov, A. N., 1967, Introduction to the Spore-Pollen Analysis, Moscow, Nauka [In Russian].

Urusov, V. M., 1998, Geography and Paleogeography of Speciation in East Asia (Vascular Plants), Vladivostok, Dalnauka [In Russian].

Zhudova, P. P., 1967, Vegetation and Flora of the Sudzukhe State Reserve in Primorsky Kray, *Trudy Sikhote-Alin'skogo Gosudarstvennogo Zapovednika*, 4, Vladivostok, Dalnevost. Kn. Izd-vo [In Russian].