

Научная статья

УДК 56:581.33(571.63)
doi:10.52349/0869-7892_2025_104_8-22

Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры юго-западной окраины Приморья

Ю. А. Микишин✉, И. Г. Гвоздева,
Т. И. Петренко, А. В. Романова

Дальневосточный геологический институт
Дальневосточного отделения Российской академии наук,
Владивосток, Россия, yurimikishin@fegi.ru✉

Ключевые слова: современные отложения, низкая аккумулятивная равнина, прибрежно-морская лесостепь, редколесья дуба, бухта Экспедиции, река Туманная, Хасанский район Приморья

Финансирование: исследование выполнено в рамках государственного задания Дальневосточного геологического института Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Для цитирования: Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры юго-западной окраины Приморья / Ю. А. Микишин [и др.] // Региональная геология и металлогения. 2025. Т. 32, № 4. С. 8–22. https://doi.org/10.52349/0869-7892_2025_104_8-22

Аннотация. Рассматриваются субфоссильные спорово-пыльцевые спектры и степень отражения ими растительного покрова на крайнем юге Дальнего Востока России. Проведено исследование 53 образцов современных отложений, отобранных на территории распространения прибрежно-морской лесостепи и дубовых редколесий, а также на дне прилегающих акваторий. Среди пыльцы древесных пород преобладают сосны густоцветковая и корейская (кедр), березы и дубы. Содержание пыльцы этих таксонов, за исключением дубов, в большинстве спектров неадекватно отражает характер растительного покрова, в пределах которого они формируются. В лесостепных спектрах лишь пыльца дубов, достигающая участия в почвенных и лагунно-озерных отложениях в среднем 35%, верно отражает их доминирование в лесах островных возвышенностей. В спектрах области развития редколесий дуба несоответствие характерным чертам растительности проявляется в меньшей степени, чем в лесостепи, за счет снижения в них роли пыльцы сосны корейской. Точнее всего растительность редколесий отражена спектрами почвенных отложений с максимальным, почти до 60%, содержанием пыльцы дубов. Аналогичное несоответствие наблюдается и в группе пыльцы травянистых растений. Пыль, преобладающая в спектрах отложений различного генезиса прибрежно-морской лесостепи, и семейство осоковых — в почвенных пробах среди редколесий дуба, уступают первенство в травостоях злакам и разнотравью.

Original article

UDC 56:581.33(571.63)
doi:10.52349/0869-7892_2025_104_8-22

Subfossil pollen assemblages of the southwestern margin of Primorye, Russian Far East

Yu. A. Mikishin✉, I. G. Gvozdeva,
T. I. Petrenko, A. V. Romanova

Far East Geological Institute,
Far East Branch, Russian Academy of Sciences,
Vladivostok, Russia, yurimikishin@fegi.ru✉

Keywords: modern sediments, low accumulative plain, coastal-marine forest steppe, oak open woodlands, Expedition Bay, Tumen River, Khasansky district of Primorye

Funding: Far East Geological Institute, Far East Branch, Russian Academy of Sciences supported the research (state geological study).

Abstract. The paper considers pollen assemblages and their reflection of the vegetation cover in the southernmost Russian Far East. The research involved 53 samples of modern sediments collected in the coastal-marine forest steppe and oak open woodlands, as well as at the bottom of adjacent water areas. Pollen from Japanese red pine (*Pinus densiflora*) and Korean pine (*Pinus koraiensis*), birch and oak trees dominates in tree species. The pollen content of these species, excluding oak, does not adequately reflect the vegetation cover formed within most pollen assemblages. In forest steppe, only oak pollen reaching on average 35% values in soil and lagoon-lacustrine sediments is fully associated with oak prevalence in island



For citation: Subfossil pollen assemblages of the southwestern margin of Primorye, Russian Far East / Yu. A. Mikishin [et al.]. *Regional Geology and Metallogeny*. 2025; 32 (4): 8–22. https://doi.org/10.52349/0869-7892_2025_104_8-22

upland forests. The pollen assemblages in oak open woodlands development do not correspond to the vegetation cover to a lesser extent than in forest steppe due to reduced Korean pine pollen. Soil sediment assemblages, with the maximum oak pollen content of up to 60%, are most representative of the open woodland vegetation. The same pattern of inadequacy to the vegetation cover is characteristic of herbaceous pollen. Grasses and various forbs outnumber wormwood dominating in the assemblages of coastal-marine forest steppe in sediments of various genesis, as well as sedges prevailing in soil samples from oak open woodlands.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение субфоссильных спорово-пыльцевых спектров (далее — СПС) служит необходимым условием для восстановления палеосреды плейстоцена–голоцена. Его значение в последние десятилетия существенно возросло, что обусловлено не только устойчивым интересом научного сообщества, но и потребностью в объективной палеоклиматической оценке короткопериодических природных изменений, зафиксированных в голоцене многих регионов Северного полушария, в том числе и юго-западного Приморья [1–7]. Интерпретация палиноспектров, позволяющая выявлять эти изменения, базируется на характере отражения фитоценозов субфоссильными СПС. Одним из ключевых районов для получения такой информации является окраина юго-западного Приморья, прилегающая к долине нижнего течения пограничной р. Туманная (Туманган), которая в последние годы стала местом притяжения палеоландшафтных реконструкций голоцена [8–10]. Длительное время сведения о субфоссильных СПС для этой территории ограничивались устьевой областью р. Туманная [11]. В дальнейшем материалы, вместе с немногочисленными данными по соседнему участку побережья, послужили основой для выделения Хасанского типа СПС [12]. Существенно больший объем по составу спектров для протяженного (150 км) участка морского побережья от р. Туманная до р. Амба получен на начальном этапе детального изучения голоцена юго-западного Приморья, осуществляемого авторами [13]. Отражение основных типов растительности этой части края (многопородных широколиственных лесов с преобладанием дуба и хвойно-широколиственных сообществ) субфоссильными СПС было рассмотрено на основе изучения 66 образцов разнофациальных отложений. Впоследствии результаты этого исследования вошли в Евразийскую базу данных современных пыльцевых спектров [14]. Однако особенности растительного покрова окраины юго-западного Приморья, в первую очередь наличие обширной прибрежно-морской лесостепи, отсутствующей на других участках побережья края, в этих спектрах не получили достаточного отражения. Поэтому было проведено их дополнительное изучение в областях распространения лесостепи и редколесий дуба. Цель работы — охарактеризовать отражение данных растительных сообществ субфоссильными спорово-пыльцевыми спектрами разнофациальных отложений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Спорово-пыльцевым анализом изучено 53 образца современных отложений юго-западной окраины Приморья (табл. 1). Пробы отбирались из почвенных отложений (луговые и лесные подстилки почв, включая гумусовый горизонт на глубину до 1 см), а также из донных осадков рек, озер, лагунно-озерных и морских (бух. Экспедиции) водоемов (рис. 1). Отбор образцов проводился в 1987 г. (№ 31, 32, 40, 41), 1990 г. (№ 2–5, 8–16, 29, 30, 48), 1994 г. (№ 1), 1995 г. (№ 6, 7, 17, 42), 2002 г. (№ 49), 2020 г. (№ 18–28, 33–39, 43–47) и 2024 г. (№ 50–53). Техническая обработка и подготовка проб выполнялась по стандартной щелочной (NaOH) и сепарационной методике с двукратным обогащением осадка в тяжелой калиево-кадмиевой жидкости [15]. Участие таксонов в спектрах оценивалось в группах пыльцы деревьев и кустарников, трав и кустарничков, а также спор. Всего в препаратах изучено от 317 до 2322 микрофоссилий, при этом количество подсчитанной пыльцы древесно-кустарниковой группы колебалось в среднем от 364 до 568 зерен (за исключением слабо насыщенных проб аллювия № 30, 32 и 48, в которых оно составило 197–233 зерна). Столь большое число подсчитанных зерен вызвано высоким содержанием в спектрах сосны густоцветковой (*Pinus densiflora* секции *Diploxylon*), играющей незначительную роль в растительности территории [16]. Поэтому она исключена из подсчета участия остальных таксонов древесно-кустарниковой группы и оценена по отношению ко всей пыльце древесных пород. Всего в субфоссильных СПС обнаружены пыльца и споры, принадлежащие 114 таксонам растений.

Краткая характеристика природных условий

Юго-западная окраина Приморья, в административных границах принадлежащая Хасанскому району, занимает наиболее южное положение на Дальнем Востоке России. Территория, примыкающая к границам Китая и Корейской Народно-Демократической Республики, расположена между долинами р. Туманная (Туманган) на западе и впадающей в бух. Экспедиции р. Гладкая на востоке (рис. 1). Ее протяженность составляет около 60 км с севера на юг и 40 км с запада на восток. В рельефе территории отчетливо выделяются два геоморфологических района: северный и южный. Северный,

**Список образцов современных отложений юго-западной окраины Приморья,
изученных спорово-пыльцевым анализом**

Table 1. List of modern sediment samples for pollen analysis in the southwestern margin of Primorye, Russian Far East

№ п/п	Образец, координаты	Геоботанический район	Абсолютная высота точки отбора, м	№ п/п	Образец, координаты	Геоботанический район	Абсолютная высота точки отбора, м
1	Тальми-север, 42°32'37" с. ш., 130°42'56" в. д.	Прибрежно-морская лесостепь	0,5	28	Голубиный луг, 42°25'06" с. ш., 130°43'36" в. д.	Прибрежно-морская лесостепь	4,0
2	Тальми-соль, 42°30'34" с. ш., 130°45'10" в. д.	То же	0,5	29	Туманган, 42°19'28" с. ш., 130°39'25" в. д.	То же	1,0
3	Тальми-юг, 42°30'14" с. ш., 130°45'58" в. д.	То же	0,5	30	Карасик, 42°33'11" с. ш., 130°38'58" в. д.	То же	6,0
4	Тальми-Южный залив, 42°28'32" с. ш., 130°45'44" в. д.	То же	0,5	31	Гладкая-Зайсановка, 42°42'22" с. ш., 130°50'28" в. д.	Редколесья дуба	1,0
5	Тальми-протока, 42°28'12" с. ш., 130°46'26" в. д.	То же	0,5	32	Гладкая-устье, 42°42'04" с. ш., 130°50'11" в. д.	То же	-0,5
6	Вторая протока, 42°22'31" с. ш., 130°45'07" в. д.	То же	1,0	33	Цукановка, 42°42'53" с. ш., 130°46'05" в. д.	То же	7,0
7	Родниковое, 42°30'03" с. ш., 130°48'10" в. д.	То же	1,0	34	Тесная, 42°40'42" с. ш., 130°40'55" в. д.	То же	0,0
8	Лотос-1, 42°27'21" с. ш., 130°38'25" в. д.	То же	2,0	35	Камышовая, 42°40'51" с. ш., 130°40'35" в. д.	То же	1,0
9	Лотос-5, 42°27'02" с. ш., 130°38'59" в. д.	То же	2,0	36	Осушка-1, 42°40'44" с. ш., 130°41'01" в. д.	То же	-0,5
10	Дорицини, 42°26'42" с. ш., 130°39'25" в. д.	То же	2,0	37	Осушка-3, 42°40'52" с. ш., 130°41'09" в. д.	То же	-0,5
11	Хасан-водокачка, 42°26'23" с. ш., 130°37'15" в. д.	То же	4,0	38	Осушка-4, 42°41'03" с. ш., 130°41'22" в. д.	То же	-0,5
12	Хасан-Заозерная, 42°27'04" с. ш., 130°36'26" в. д.	То же	4,0	39	Осушка-5, 42°41'19" с. ш., 130°42'05" в. д.	То же	-0,5
13	Хасан-север, 42°27'40" с. ш., 130°36'07" в. д.	То же	4,0	40	Экспедиция, 42°41'35" с. ш., 130°49'35" в. д.	То же	-3,0
14	Заречное, 42°31'59" с. ш., 130°38'59" в. д.	То же	2,0	41	Посыетский рейд, 42°38'22" с. ш., 130°47'39" в. д.	То же	-12,0
15	Сак-Пау, 42°31'32" с. ш., 130°39'05" в. д.	То же	2,0	42	Хасан-станция, 42°25'45" с. ш., 130°38'41" в. д.	Прибрежно-морская лесостепь	14,0
16	Туманная, 42°18'33" с. ш., 130°40'46" в. д.	То же	1,0	43	Солёное-протока, 42°42'00" с. ш., 130°42'38" в. д.	Редколесья дуба	1,0
17	Приметный холм, 42°22'08" с. ш., 130°45'00" в. д.	То же	4,0	44	Шахты, 42°42'55" с. ш., 130°43'27" в. д.	То же	19,0
18	Фанзы, 42°22'11" с. ш., 130°41'32" в. д.	То же	6,0	45	Янчихе, 42°42'31" с. ш., 130°44'03" в. д.	То же	22,0
19	Красное Село, 42°21'16" с. ш., 130°40'51" в. д.	То же	6,0	46	Солёное-Сухой луг, 42°42'44" с. ш., 130°43'23" в. д.	То же	12,0
20	Тугареми, 42°21'15" с. ш., 130°40'53" в. д.	То же	6,0	47	Солёное-Сырой луг, 42°42'40" с. ш., 130°43'24" в. д.	То же	5,0
21	Мискантус, 42°20'48" с. ш., 130°41'53" в. д.	То же	7,0	48	Тюмень-Ула, 42°24'51" с. ш., 130°38'41" в. д.	Прибрежно-морская лесостепь	1,0
22	Голубиный Утёс-1, 42°25'35" с. ш., 130°44'36" в. д.	То же	20,0	49	Лотос-Типцево, 42°26'36" с. ш., 130°38'55" в. д.	То же	1,0
23	Голубиный Утёс-2, 42°25'37" с. ш., 130°44'35" в. д.	То же	11,0	50	Тальми-южный_2, 42°29'04" с. ш., 130°45'44" в. д.	То же	0,0
24	Эдельвейс, 42°25'35" с. ш., 130°44'12" в. д.	То же	6,0	51	Сюдари, 42°26'42" с. ш., 130°45'48" в. д.	То же	0,0
25	Вудунупты протока, 42°25'42" с. ш., 130°43'44" в. д.	То же	0,5	52	Островок, 42°27'07" с. ш., 130°46'48" в. д.	То же	0,0
26	Вудунупты луг, 42°25'42" с. ш., 130°43'45" в. д.	То же	3,0	53	Сивучья, 42°28'38" с. ш., 130°48'37" в. д.	То же	0,5
27	Голубиный протока, 42°25'07" с. ш., 130°43'36" в. д.	То же	1,5				

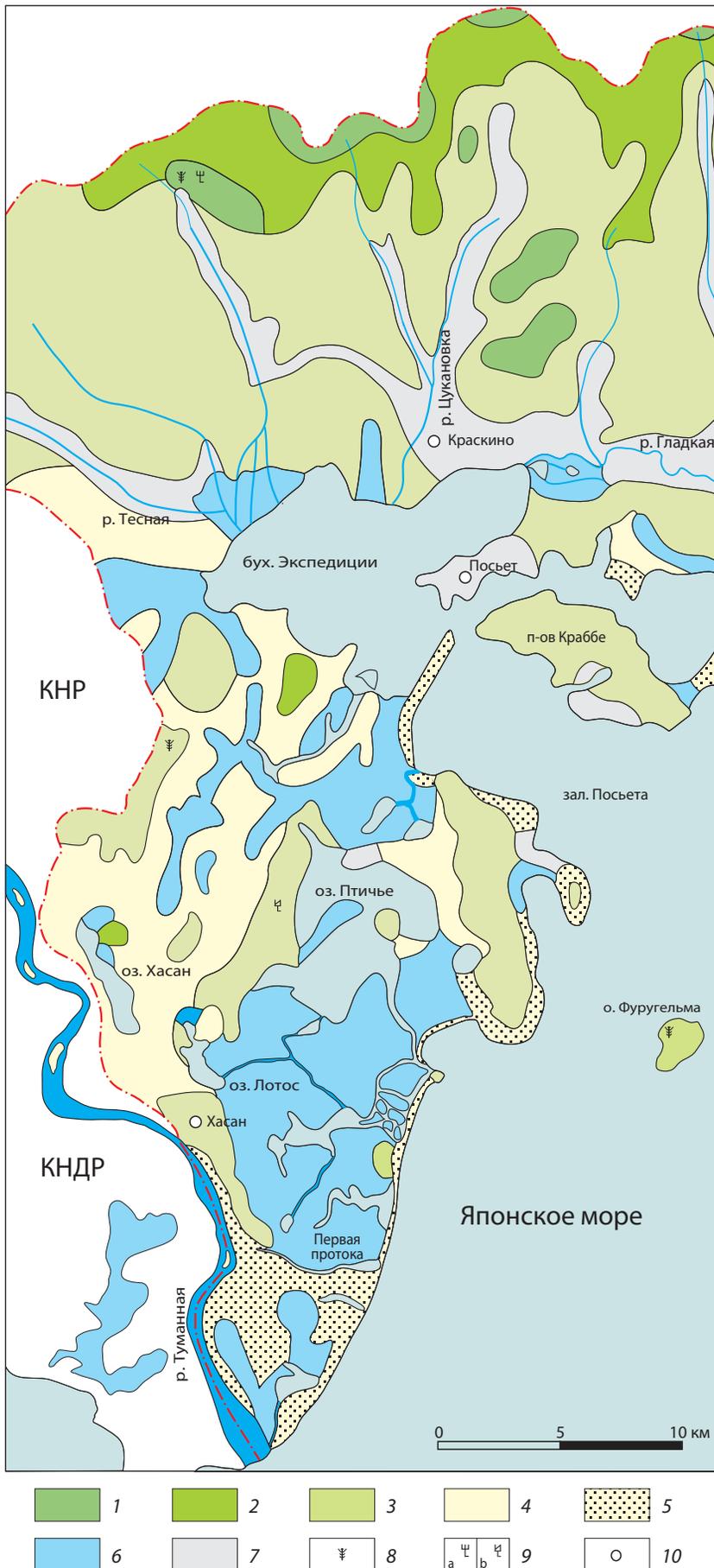


Рис. 2. Геоботаническая карта юго-западной окраины Приморья

Растительность: 1 — сомкнутые леса из дуба монгольского (*Quercus mongolica*); 2 — редколесья дуба монгольского и порослевые заросли; 3 — редколесья дуба зубчатого (*Quercus dentata*) с участием дуба монгольского и порослево-кустарниковые степенные дубово-лещинно-леспедецевые заросли с мискантусом краснеющим (*Miscanthus sinensis f. purpurascens*); 4 — степенные разнотравно-злаковые луга с мискантусом краснеющим; 5 — комплекс зарослей шиповника ребристого с степенными разнотравно-злаковыми лугами по приморским береговым валам; 6 — веяниковые, осоково-веяниковые, разнотравно-злаковые луга в комплексе с низинными осоковыми болотами и зарослями ив; 7 — освоенные земли на месте преобладавших в прошлом широколиственных лесов и их редколесий; обнаруженные места произрастания древесных пород: 8 — сосна густоцветковая (*Pinus densiflora*), 9a — береза железная (*Betula schmidtii*), 9b — ильм (*Ulmus pumila*); 10 — населенные пункты

Источник: по [18]

Fig. 2. Geobotanical map of the southwestern margin of Primorye, Russian Far East

Vegetation: 1 — closed forests of Mongolian oak (*Quercus mongolica*); 2 — open woodlands of Mongolian oak and coppices; 3 — open woodlands of dentate oak (*Quercus dentata*), with Mongolian oak and steppe coppice-shrub oak-hazel-lespedeza thickets with red miscanthus (*Miscanthus sinensis f. purpurascens*) included; 4 — steppe forb-grass meadows with red miscanthus; 5 — complex of ribbed rose thickets with steppe forb-grass meadows along coastal ridges; 6 — reed grass, sedge-reed grass, forb-grass meadows, with lowland sedge bogs and willow thickets combined; 7 — developed lands where broad-leaved forests and their open woodlands used to dominate; discovered habitats of tree species: 8 — Japanese red pine (*Pinus densiflora*), 9a — iron birch (*Betula schmidtii*), 9b — elm (*Ulmus pumila*); 10 — settlements

Source: from [18]



Рис. 3. Остепненный разнотравно-злаковый луг с шиповником и леспедецей (слева) и низинное тростниковое болото (справа) на берегах Первой Протоки в южной части прибрежно-морской лесостепи

Fig. 3. Steppe-like forb-grass meadow with roses and lespedeza (left) and lowland reed bog (right) on the banks of the First Channel in the southern part of the coastal-marine forest steppe

преимущественно горный район, лежит к северу от бух. Экспедиции. Он представлен южными склонами Чёрных гор, поднимающимися до 500–900 м в водораздельной части и снижающимися до 40–20 м в зоне выположенного подножия. Южнее бухты, на левобережье нижнего течения р. Туманная, получила развитие низкая аккумулятивная равнина с разбросанными по ней островными холмами и низкими горами высотой от нескольких десятков до 300 м. Равнина, сложенная речными палеонаносами, чаще всего лежит на высоте не более 3 м над уровнем моря [10]. Ее поверхность осложнена серией заросших песчаных дюн высотой 4–6 м, реже 8–12 м, сформировавшихся на древних прирусловых валах. Большие площади на аккумулятивной равнине занимают котловины мелких (глубиной не более 2–3 м) пресных озер и солонатоводных лагунно-озерных водоемов, поддерживающих эпизодическую, реже постоянную связь с Японским морем.

Климатические условия определяются муссонной циркуляцией атмосферы умеренных широт. Среднегодовые температуры воздуха достигают здесь максимальных для Приморья значений — +5,2...+5,7 °С. Среднемесячная температура самого теплого месяца (августа) составляет около +21 °С, а самого холодного (января) опускается до –11...–12 °С. Продолжительность вегетационного периода достигает 200 дней. За год выпадает в среднем 670–830 мм осадков, из которых 80–90% приходится на теплый период (с апреля по октябрь) [17].

Лесная растительность занимает 65% площади юго-западной окраины Приморья [16]. Распределение типов растительного покрова по территории практически совпадает с геоморфологическими районами. В северном районе распространены

лесные сообщества, в южном — лесостепные, геоботаническая граница между которыми пролегает по долине нижнего течения р. Тесная (рис. 2). Наибольшие площади в северном районе занимают невысокие (5–6 м) редколесья дуба зубчатого (*Quercus dentata*) с участием дуба монгольского (*Quercus mongolica*), и порослево-кустарниковыми остепненными дубово-лещинными зарослями [18]. Развитие кустарниковых зарослей связано с частыми пожарами, нередко возникающими из-за антропогенной деятельности [16]. Из других древесных пород, по нашим наблюдениям, в дубовых редколесьях изредка встречается береза даурская (*Betula dahurica*), что сближает их с фитоценозами западной части Приханкайской равнины [19]. Из кустарников обычны леспедеца и лещина. В травянистом покрове доминируют злаки: арундинелла и мискантус краснеющий (*Miscanthus sinensis f. purpurascens*). Гребни и приводораздельные части склонов Чёрных гор на высотах 500–900 м покрыты сомкнутыми лесами из дуба монгольского и многопородными широколиственными ассоциациями, возникшими на месте хвойно-широколиственной формации. В состав многопородных, или кленово-липовых [16] лесов входят клен, липа, дуб монгольский, сирень, диервилла, рододендрон, лещина, а также березы даурская и железная. Хвойные породы (ель, пихта, кедр) встречаются в этих лесах на высотах 850–900 м только в подросте [16]. Сохранившиеся в естественном состоянии хвойно-широколиственные леса с грабом (*Carpinus cordata*), кедром (сосной) корейским (*Pinus koraiensis*) и пихтой цельнолистной (*Abies holophylla*) растут за пределами юго-западной окраины, в примыкающей с северо-востока части Чёрных гор [18].

Сосняки из сосны густоцветковой (*Pinus densiflora*), образующие в ряде мест небольшие рожицы среди дубняков, редко встречаются на скалистых склонах гор и обрывистых берегах морских заливов [16; 18].

Территория прибрежно-морской лесостепи, занимающая около 350 км² (без акваторий озер и лагун) юго-западной окраины, почти на 80 % покрыта травянистой растительностью (рис. 2). Наибольшим распространением пользуются остепненные разнотравно-злаковые луга с мискантусом краснеющим и вейниковые, осоково-вейниковые, разнотравно-злаковые луга в комплексе с низинными осоковыми и тростниковыми (по нашим наблюдениям) болотами [18]. Комплекс редких зарослей шиповника и низкорослой леспедецы (по нашим наблюдениям) с остепненными разнотравно-злаковыми лугами по приморским береговым валам имеет подчиненное значение (рис. 3). Леса покрывают не более 20 % территории лесостепи, располагаясь на островных возвышенностях. Они представлены редколесьями дуба зубчатого с участием дуба монгольского (рис. 2). На низкой аккумулятивной равнине изредка по берегам палеорусел р. Туманная встречаются редкие заросли ивы [18].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Субфоссильные СПС почвенных отложений изучены в 15 образцах (рис. 4). В общем составе спектров наблюдается почти равная роль пыльцы древесных и травянистых растений, составляющая (здесь и далее) в среднем 48–49 %. Доля спор незначительна (3 %). В составе пыльцы древесно-кустарниковой группы велико участие сосны густоцветковой (38 %); значение других хвойных пород существенно меньше: кедра (сосны) корейского — 11 %, пихты и ели — по 3 %. Пыльца лиственницы встречена в очень малом количестве (<1 %). Содержание пыльцы широколиственных и мелколиственных пород близко друг к другу и составляет 44 и 37 % соответственно. Среди первых резко преобладает дуб (35 %); из других чаще отмечаются орех (*Juglans*) (4 %), ильм (2 %), лещина (1,5 %) и граб (1,2 %). Присутствуют липа (0,3 %), ясень, калина и представители семейства аралиевых. Вторые образованы пыльцой берез (34 %), изредка — ив и ольхи (1–2 %). Очень редко встречается пыльца ольховника (*Alnus taxitowiczii*) и кустарниковой березы (<0,1 %). Последняя принадлежит *Betula ovalifolia* (секция *Fruticosae*), отмеченной в ряде мест южного Приморья, в том числе и в Хасанском районе края [20]. Пыльца травянистых растений представлена большим количеством полыни (44 %), меньшим содержанием разнотравья (21 %), осоковых (17 %), злаковых (15 %), розоцветных (2,5 %) и водных таксонов (0,4 %). Пыльца разнотравья чаще образована астровыми (*Asteraceae*) — 4 %, сельдерейными (*Apiaceae*), маревыми (*Chenopodiaceae*), бобовыми (*Fabaceae*) и василистником (*Thalictrum*) — по 2–3 % каждая. Реже встречаются гвоздичные (*Caryophyllaceae*), лютиковые (*Ranunculaceae*) и кровохлёбка

(*Sanguisorba*) — 1,1–1,4 %. Изредка отмечается амброзия (*Ambrosia*) — 0,7 %. Очень редко (единичные зерна — <0,1 %) фиксируется пыльца хвойника (*Ephedra*) и вересковых (*Ericales*), принадлежащая, скорее всего, рододендронам, а также культурных злаков (*Cerealia*). Содержание спор в большинстве проб крайне мало (6–16 зерен), не позволяющее оценить их действительное участие в почвенном покрове. Лишь в двух образцах (№ 22 и 23), где обнаружено 74–120 спор, установлено преобладание папоротников *Polypodiaceae* (16–87 %) и *Osmundastrum* (12–84 %).

Субфоссильные СПС речных отложений, представленные русловым аллювием, изучены в 10 образцах (рис. 4). Общий состав спектров указывает на преобладающую роль пыльцы деревьев и кустарников (51 %) над таковой травянистых растений (38 %) и повышенное, среди всех СПС, участие спор (11 %). Среди пыльцы древесных пород высоким содержанием отличается сосна густоцветковая (27 %), в меньшей степени другие хвойные: кедр (22 %), пихта, ель (по 3 %) и лиственница (<0,1 %). Пыльца мелколиственных деревьев представлена березами (25 %), ольхой (10 %) и ивами (1,8 %). Пыльцу широколиственных пород, имеющую в целом меньшее значение (33 %), образуют дубы (21 %), ильм (3,4 %), орех (2,8 %), лещина (2,4 %), липа (1,1 %), граб (1 %), ясень, клен, сирень, калина (по 0,2 %), бархат (*Phellodendron*) и аралия (<0,1 %). Среди пыльцы трав наблюдается картина, близкая к почвенным пробам: преобладает полынь (39 %), реже встречаются осоковые (21 %), разнотравье (20 %), злаковые (14 %), водные (3,5 %) и розоцветные (1,2 %). Состав разнотравья почти соответствует предыдущим отложениям, кроме меньшей роли у бобовых (0,6 %), зонтичных (1,3 %), гвоздичных (0,3 %) и большей — у кровохлёбки (3,2 %). Чаще, чем в отложениях другого генезиса, отмечается пыльца хвойника — 0,4 %. Среди спор, имеющих в этих пробах наибольшее значение, преобладают папоротники *Polypodiaceae* (79 %), реже *Osmundastrum* (6 %), *Hymenophyllum* (4 %), и очень редко — *Ophioglossaceae* (0,1 %). Остальные таксоны немногочисленны: *Sphagnum* (2 %), *Bryales* (0,3 %), *Lycopodium* (2,5 %), *Selaginella* (2 %) и *Equisetum* (0,1 %).

Субфоссильные СПС отложений пресноводных озер изучены в 10 образцах (рис. 4). В общем составе спектров отмечается максимальное участие пыльцы древесных пород (71 %) и наименьшее — травянистых растений (25 %). На споры приходится не более 3 %. В группе пыльцы древесных пород по-прежнему преобладает сосна густоцветковая (38 %), реже отмечаются другие хвойные: кедр (22 %), ель (6 %), пихта (4 %) и в незначительном количестве — лиственница (<0,1 %). Равные позиции (по 33 %) у пыльцы мелколиственных и широколиственных деревьев. Первые почти полностью представлены березами, намного реже — ольхой (4 %), в незначительной степени — ивами (0,2 %) и ольховником (0,1 %). Вторые образованы пыльцой дубов (24 %), ильма (3 %), ореха (3 %), лещины (2 %), липы (0,8 %), граба (0,3 %). Ясень, клен и бархат присутствуют в незначительном количестве (<0,1 %). Среди пыльцы трав фиксируется максимальное участие полыни

**Состав субфоссильных спорово-пыльцевых спектров прибрежно-морской лесостепи
и дубовых редколесий в отложениях различного генезиса, %**

Table 2. Composition of subfossil pollen assemblages of coastal-marine forest steppe and oak open woodlands in sediments of various genesis, %

Тип растительности	Прибрежно-морская лесостепь				Дубовые редколесья		
Генезис отложений	почвенный	озерный	лагунно-озерный	речной	почвенный	морской	речной
Содержание пыльцы и спор в общем составе спектров, крайние/средние значения							
Пыльца деревьев и кустарников	33–65/48	58–83/71	48–91/68	31–52/43	36–69/54	51–87/63	45–67/56
Пыльца трав и кустарничков	34–66/49	15–39/26	5–50/30	30–53/42	29–58/44	7–47/30	21–49/36
Споры	0–13/3	1–5/3	0–13/2	9–20/15	1–3/2	2–19/7	2–18/8
Содержание пыльцы деревьев и кустарников, крайние/средние значения							
<i>Cryptomeria</i>	–	–	0–0,3/<0,1	–	–	0–0,2/<0,1	–
<i>Larix</i>	0–3/0,8	0–0,1/<0,1	0–0,5/<0,1	0–0,5/0,1	0–1/0,3	0–0,3/<0,1	0–0,2/<0,1
<i>Abies</i>	0–10/3	0–7/4	0–15/2,6	2–5/2,9	0,5–1/0,6	0,2–8/3	0,2–9/2,6
<i>Picea</i>	2–6/3	1–9/6	0–15/4	0,8–6/3	0,8–3/1,5	0–9/3	0–8/3
<i>Pinus koraiensis</i>	5–26/13	9–32/22	5–49/14	20–44/30	2–4/4	3–41/14	6–36/16
<i>Pinus densiflora</i>	37–68/48	14–55/38	7–46/23	1–44/22	9–37/20	16–72/32	18–43/30
<i>Betula</i>	33–48/38	21–44/29	12–42/32	17–42/29	8–42/22	9–32/22	8–35/23
<i>Betula sect. Fruticosae</i>	0–0,4/<0,1	0–2/0,5	0–2/0,3	0–2/0,9	0–0,6/0,1	0–0,2/<0,1	–
<i>Alnus</i>	1–3/2,0	1–8/4	0,7–5/2,3	3–12/7	0,6–5/2,5	4–31/10	2–22/11
<i>Alnaster</i>	0–1/0,3	0–0,6/0,1	0–1,8/0,4	0–0,7/0,2	0–1/0,5	0–1/0,5	0–1/0,2
<i>Salix</i>	0–3/1,0	0–1/0,2	0–1,8/0,5	0–3/1,5	0,3–1/0,9	0–2/1,0	0–6/1,9
<i>Lonicera</i>	–	–	–	–	–	0–0,2/<0,1	–
<i>Myrica</i>	0–1,3/0,1	–	–	–	–	–	–
<i>Corylus</i>	0,4–4/1,5	0–4/2,0	0–6/2,2	2–8/3	1–2/1,4	0,7–3/1,6	0–4/1,8
<i>Quercus</i>	19–39/35	12–36/24	15–46/33	7–21/11	33–77/57	15–49/35	10–41/27
<i>Juglans</i>	1–5/4	0–4/3	1–6/3	0–2/0,9	1,1–6/3	1–8/5	1–9/4
<i>Ulmus</i>	0,4–5/2,4	0–6/3	1–13/4	3–7/4	1,3–2/1,5	0–3/2,1	1–4/2,7
<i>Carpinus</i>	0–4/1,3	0–1/0,3	0–5/1,5	1–2/1,3	0,4–2/1,0	0–3/1,7	0–2/0,8
<i>Tilia</i>	0–0,6/0,2	0–4/0,8	0–1/0,3	0,8–3/1,8	0–1/0,5	0,5–1/0,8	0,2–1/0,8
<i>Fraxinus</i>	0–1,4/0,2	0–0,5/<0,1	0–2/0,8	0–0,5/0,1	0–0,6/0,1	0–0,9/0,2	0–0,9/0,2
<i>Acer</i>	0–0,4/<0,1	0–0,3/<0,1	0–0,4/<0,1	0–1/0,4	–	–	–
<i>Syringa</i>	–	–	0–0,4/<0,1	0–0,8/0,4	–	0–0,2/<0,1	0–0,6/0,1
<i>Phellodendron</i>	–	0–0,7/0,1	–	–	–	0–0,5/0,2	0–0,2/<0,1
<i>Aralia</i>	–	–	–	–	0–1/0,1	–	–
<i>Araliaceae</i>	0–0,3/<0,1	0–0,1/<0,1	–	0–0,5/0,1	0–0,5/0,1	–	0–1/0,2
<i>Viburnum</i>	0–0,3/<0,1	–	0–0,4/<0,1	–	–	0–0,2/0,1	0–0,5/0,1
<i>Weigela</i>	–	–	–	–	–	0–0,2/<0,1	0–0,4/<0,1
<i>Fagus</i>	0–0,4/<0,1	–	–	–	–	–	–
<i>Ilex</i>	0–0,4/<0,1	–	–	–	–	–	–
Сумма широколиственных пород	26–48/37	20–45/33	22–58/45	18–35/24	45–82/64	21–60/47	15–55/38

Тип растительности	Прибрежно-морская лесостепь				Дубовые редколесья		
	Генезис отложений	почвенный	озерный	лагунно-озерный	речной	почвенный	морской
Содержание пыльцы травянистых растений, крайние/средние значения							
Суперaceae	1–39/8	3–49/22	2–27/9	5–33/20	31–65/44	9–29/19	7–33/22
Poaceae	4–39/18	1–6/4	0,6–37/17	6–16/12	6–8/7	9–27/16	4–25/16
<i>Artemisia</i>	22–71/48	21–69/41	40–71/48	34–66/46	14–42/33	20–55/38	20–49/35
Rosaceae	0,4–12/3	0–6/3	0–3/1,2	0–2/1,0	0,4–2/1,2	0–2/1,3	0–4/1,4
Asteraceae	0–19/4	1–3/2,1	0–4/1,8	1–7/3	0,8–4/2,5	1,6–6/3	0–6/4
Chenopodiaceae	0,5–17/3	1–7/2,6	2–35/13	1–3/2,8	0,6–0,7/0,6	0,8–15/7	1–5/3
Fabaceae	0–7/2,8	0–1,4/0,1	0–1/0,1	0–2/0,7	0–1/0,5	0–0,2/<0,1	0–1/0,5
Apiaceae	0,2–8/2,8	0–4/1,6	0–2/1,0	0–6/2,6	0,6–4/2,3	0–4/1,2	0–4/1,5
Caryophyllaceae	0–5/1,6	0–0,5/0,1	0–1/0,3	0–2/0,6	–	–	0–0,3/<0,1
<i>Sanguisorba</i>	0–1,6/0,6	0–4/1,8	0–6/1,0	0–9/2,4	0,6–5/2,4	0,8–9/3	1–7/4
<i>Thalictrum</i>	0–7/2,2	0–3/0,9	0–2,5/0,9	0,6–2/1,3	0–4/1,3	0–7/2,0	0–4/1,2
Ranunculaceae	0–3/1,3	0–2/0,4	0–6/1,7	0–0,6/0,2	0,8–2/1,5	0–4/1,5	0,7–3/1,7
<i>Ephedra</i>	0–0,2/<0,1	0–1,4/0,1	–	0–2/0,9	–	–	–
<i>Ericales</i>	0–0,4/<0,1	0–1/0,2	0–0,3/<0,1	0–1,2/0,5	–	0–1/0,3	–
<i>Ambrosia</i>	0–1/0,4	0–0,2/<0,1	0–3/1,0	–	0,7–2/1,2	0–3/1,5	0–4/1,2
<i>Cerealia</i>	0–0,7/<0,1	0–1,2/0,1	0–0,3/<0,1	0–0,3/<0,1	–	0–4/0,8	–
Aquatics	0–0,7/0,3	2–36/14	0–10/1,6	0–1/0,5	0–1/0,6	0–6/2,2	0,8–12/5
Varia	0–7/4	0,1–11/6	0–6/2,6	4–6/5	0–3/1,2	1–6/2,7	0,5–9/3

(41%), меньшая роль у осоковых (22%), разнотравья (16%), водных растений (14%), злаковых (4%) и розоцветных (3%). Пыльца водных растений в спектрах озерных осадков наиболее разнообразна: ежеголовник (*Sparganium*) — 6%, водяной орех (*Trapa*) — 3,5%, уруть (*Myriophyllum*) — 2,2%, вахта (*Menyanthes*) — 0,6%, рдест (*Potamogeton*) — 0,5%, рогоз (*Typha*) и лотос (*Nelumbo*) — 0,2%, кубышка (*Nuphar*), кувшинка (*Nymphaea*) и частуховые (*Alismataceae*) — <0,1%. Состав разнотравья в целом почти повторяет таковой у аллювиальных отложений. Споры, представленные *Polypodiaceae*, *Osmundastrum*, *Hymenophyllum*, *Salvinia*, *Lycopodium* и *Selaginella*, присутствуют в малом количестве (1–15 шт., реже до 22–33 шт.), не позволяя оценить их процентное участие в спектрах.

Субфоссильные СПС лагунно-озерных отложений изучены в 12 образцах (рис. 4). В общем составе спектров отмечается высокое, второе место после спектров озерных осадков, содержание пыльцы древесных пород (68%), меньшее — трав (30%) и незначительное — спор (2%). Среди пыльцы деревьев и кустарников наименьшее, по сравнению со спектрами другого генезиса, значение у пыльцы сосны густоцветковой (23%), а также других хвойных пород: кедра — 14%, ели — 4% и пихты — 2,6%.

Пыльца широколиственных деревьев содержится больше, чем мелколиственных пород, соответственно 45 и 35%. Среди первых отмечается аналогичное другим отложениям участие пыльцы основных компонентов многопородных широколиственных лесов с преобладанием дуба (33%), меньшей ролью ильма (4,5%), ореха (3,3%), лещины (2,2%), граба (1,5%), ясеня (0,8%), липы (0,3%) и калины (0,4%). Мелколиственные по-прежнему представлены пыльцой берез (32%), включая кустарниковую (*Betula* sect. *Fruticosae*), ольхи (2,3%) и ивы (0,5%). Среди пыльцы травянистых растений фиксируется наибольшее участие полыни (48%), далее следуют разнотравье (22%), злаковые (17%), осоковые (9%), водные (1,6%) и розоцветные (1,2%). В составе разнотравья, в отличие от спектров другого генезиса, отмечается максимальная роль маревых (*Chenopodiaceae*) — 13%.

Субфоссильные СПС морских отложений изучены в 6 образцах (рис. 4). В общем составе спектров наблюдается близкое к лагунно-озерным осадкам соотношение обеих групп пыльцы и спор, соответственно, 63, 30 и 7%. Среди пыльцы древесных пород по-прежнему обилие сосны (32%) и, как в лагунно-озерных осадках, то же содержание кедра (14%) и темнохвойных: ели и пихты (по 3%). Участие

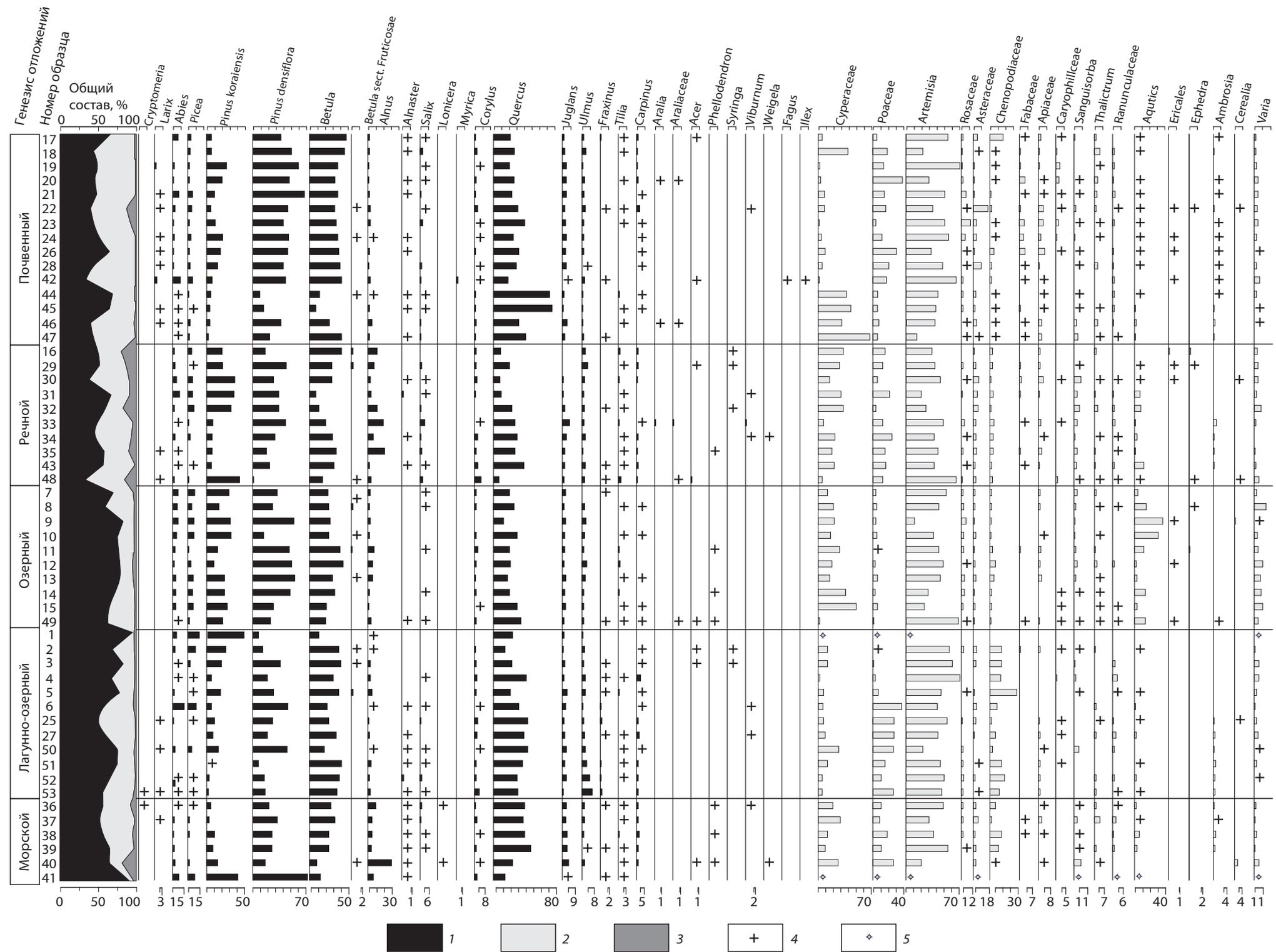


Рис. 4. Спорово-пыльцевая диаграмма современных отложений юго-западной окраины Приморья

1 — пыльца древесных пород; 2 — пыльца трав; 3 — споры; 4 — содержание пыльцы менее 1%; 5 — содержание пыльцы не подсчитано из-за малого содержания

Fig. 4. Pollen diagram of modern sediments in the southwestern margin of Primorye, Russian Far East

1 — tree species pollen; 2 — grass pollen; 3 — spores; 4 — pollen content under 1%; 5 — low pollen content, not calculated

пыльцы широколиственных пород достигает максимальных значений (47%). Среди нее так же преобладают дубы (35%), реже фиксируются орех (4%), ильм (2,1%), лещина (1,6%), липа (0,8%), ясень (0,2%), бархат (0,2%) и калина (0,1%). В составе пыльцы травянистых растений первое место принадлежит полыни (38%), в меньшей степени участвуют разнотравье (24%), осоковые (19%), злаковые (16%), водные (2,2%) и розоцветные (1,3%). В составе разнотравья, в отличие от спектров другого генезиса, отмечается повышенная роль пыльцы маревых (7%) и более частое присутствие сорной амброзии (1,5%).

ОБСУЖДЕНИЕ

Большая часть пыльцы древесных пород (сосны густоцветковой, дубов и других широколиственных деревьев, берез), обнаруженной в субфоссильных СПС юго-западной окраины Приморья, относится к категории ближнего заноса, поскольку приносится ветром с расстояний, не превышающих 10–15 км, и чаще — с первых километров. Пыльцу других хвойных деревьев (кедра, ели, пихты, лиственницы), не произрастающих в данном районе, можно отнести к среднезаносной, так как в область распространения дубовых редколесий она поступает с расстояния 25–45 км, в лесостепь — 45–70 км. Дальним ветровым заносом, с расстояния не менее 500 км, обеспечено поступление единичных зерен пыльцы бука и падуба в подстилку луговой почвы вблизи п. Хасан (ближайшее место произрастания бука находится на о. Уллындо в Японском море). Также дальним заносом (до 1000 км), но, возможно, уже в результате действия течений, обусловлено присутствие в морских и лагунных осадках пыльцы криптомерии (<0,1%). Среди пыльцы травянистых растений к дальнезаносной (первые сотни километров), скорее всего, можно отнести только эфедру (до 1,4%), обнаруженную в аллювии р. Туманная, а также в почвенных и озерных отложениях приморской равнины. Однако нельзя исключать ее локальное произрастание на береговых валах или заросших дюнах, что подтверждается новыми местонахождениями в Приморье на прибрежно-морских террасах [21; 22].

В области распространения прибрежно-морской лесостепи преобладание безлесных ландшафтов находит отражение лишь в общем составе спектров почвенных и речных отложений, в которых наблюдается почти равное значение пыльцы травянистых растений и древесных пород, составляющее в среднем соответственно 48–49 и 42–43% (табл. 2). Общий состав СПС озерных и лагунно-озерных осадков с преимуществом пыльцы древесных пород (68–71%), напротив, указывает на ведущую роль лесной растительности, что в целом соответствует действительной картине для юго-западной окраины [16]. Состав пыльцы древесных пород показывает почти полное несоответствие лесным фитоценозам, развитым на возвышенностях среди аккумулятивной равнины. В спектрах всех отложений преобладает пыльца редко встречающейся сосны

густоцветковой. Аналогичное, полностью неадекватное, отражение растительности создают и мало распространенные березы, обладающие высокой пыльцевой продуктивностью. Их пыльца занимает второе место в лесостепных СПС, достигая максимума в почвенных отложениях (почти 40%). Лишь содержание пыльцы дубов близко к действительной роли этих деревьев в растительности. Наибольших значений (33–35%) она достигает в спектрах почвенных и лагунно-озерных отложений. При этом нет четкой зависимости между количеством пыльцы и расстоянием до ее ближайших источников — дубовых лесов. Вблизи одного из них, на холме Голубиный Утёс, на расстоянии до 1,5 км содержание пыльцы дуба в луговых подстилках колеблется в пределах 26–39% и в среднем составляет 32%, а на расстоянии 9–10 км к юго-западу от него (равно как и от другого ближайшего места произрастания дубов у п. Хасан) — 21–33%, в среднем — 26%. Содержание пыльцы сосны корейской (кедра), занимающее последнее место в спектрах среди преобладающих древесных пород, испытывает резкие колебания даже в однотипных отложениях соседних станций (от 1–3 до 5 раз и более). Наименьший разброс значений (20–44%) наблюдается в русловом аллювии рек. Вместе с пыльцой других хвойных (ели, пихты, лиственницы) она отражает растительность хвойно-широколиственных лесов, развитую не только за пределами лесостепи, но и в целом юго-западной окраины. Пыльца широколиственных пород (кроме дубов), разнообразие которой насчитывает не менее десятка родов, соответствует развитию многопородных широколиственных лесов, растущих на склонах Чёрных гор в 15–50 км от лесостепи. В меньшей степени она свидетельствует об их редком присутствии в редколесьях дуба на островных возвышенностях [18].

В области распространения лесостепной растительности состав пыльцы трав и кустарничков демонстрирует доминирование полыни (41–48%) в спектрах всех типов отложений (табл. 2). Несмотря на то, что полынь (*Artemisia manshurica*, *A. umbrosa*) указывается как характерный компонент сухих лугов [16], ее участие в них намного меньше, чем у разнотравья и разнообразных злаков. Широкое развитие остепненных группировок, образованных этими травами, отражено лишь вторыми–третьими местами их пыльцы в спектрах большинства типов отложений, кроме осадков озер. Разнотравье чаще всего представлено пыльцой менее десятка таксонов, встречаемость которых мало изменяется в зависимости от генезиса отложений (0,1–2%). В почвенных пробах чаще остальных фиксируется пыльца астровых (4%), бобовых и сельдерейных (2,8%), а также василистника (2,2%) и гвоздичных (1,6%), в лагунно-озерных — лютиковых (1,7%), в аллювиальных — кровохлёбки (2,4%). Повышенной встречаемостью отличается пыльца маревых, достигающая максимальных значений (13%) в пробах, отобранных вблизи берегов лагунно-озерных водоемов. Поскольку основная доля пыльцы маревых оседает в пределах 1 км от мест произрастания [23], можно предположить, что она принадлежит

Atriplex litoralis, характерной для морских побережий [24], в том числе и юго-западной окраины Приморья [25]. Спектры озерных отложений также имеют ярко выраженный локальный характер, со вторым (после полыни) местом пыльцы осоковых, третьим–четвертым — разнотравья и водных растений, отражающих растительность прибрежных осоковых болот и зарослей рогоза, лотоса и водного ореха в озерах.

В области распространения дубовых редколесий общий состав спектров всех типов отложений показывает преимущество пыльцы деревьев и кустарников (в среднем 57%) над пыльцой трав (37%), свидетельствующее о преобладании лесной растительности над незалесенными пространствами (табл. 2). Скорее всего, оно отвечает их действительному соотношению в редколесьях, учитывая разреженность, благоприятствующую развитию травяного покрова, и присутствие порослево-кустарниковых остепненных зарослей [18].

Состав пыльцы древесных пород в целом не соответствует растительному покрову, что видно по большому участию среди нее хвойных пород и берез, имеющих небольшое распространение (табл. 2). Это несоответствие меньше всего сказывается на составе спектров почвенных проб, намного точнее отражающих фитоценоз дубовых редколесий. Среди преобладающей в них пыльцы широколиственных деревьев лидируют дубы, составляющие в среднем около 60%. Максимальное количество (74–77%) их пыльцы зафиксировано в лесных подстилках под пологом редколесий. В 300–500 м от них, на лугу, оно снижается до 33–42%. Эти значения близки к ее содержанию в спектрах осадков бух. Экспедиции и большинства речных проб. Подчиненная роль принадлежит пыльце сосен: густоцветковой (9–37%) и корейской (2–5%). Среди пыльцы травянистых растений наблюдается доминирование полыни в спектрах речных и морских отложений, неадекватное ее роли в травостоях дубовых редколесий (табл. 2). В почвенных пробах она уступает первенство пыльце «ксерофитного» ряда семейства осоковых. Одной из них, отмеченной в дубняках юго-западной окраины, является *Carex siderosticta* [16]. Высокое представительство в спектрах пыльцы осоковых также значительно превышает ее действительное участие в травостоях среди дубовых редколесий, где доминирует разнотравье и злаки, в основном высокорослый мискантус. Их пыльца чаще всего занимает в спектрах только третьи–четвертые места. Среди многочисленного разнотравья следует отметить повышенную роль маревых (в среднем до 7%) в осадках прибрежного мелководья бух. Экспедиции. Судя по количеству ее пыльцы в отложениях другого генезиса, составляющему в среднем 3% (табл. 2), большее содержание маревых в палеопалиноспектрах морских и лагунно-озерных отложений служит уверенным признаком близкого, не более 1 км, положения древней береговой линии.

Сравнение полученных результатов с данными по всей территории юго-западного Приморья [13] выявляет общие характерные черты спорово-пыльцевых

спектров, обусловленные развитием аналогичной растительности. В составе пыльцы древесных пород доминируют те же таксоны: кедр, сосна, дубы и березы, среди травянистых растений — полынь, режае осока. Как и на юго-западной окраине, только содержание пыльцы дубов соответствует их ведущей роли в растительном покрове. При этом ее преобладание отмечается лишь в почвенных пробах, тогда как в отложениях другого генезиса дубы занимают третье, а то и четвертое место после кедра, сосны густоцветковой и берез, роль которых в спектрах намного превышает их участие в растительности.

Интересно провести сравнение характера отражения лесостепной растительности спорово-пыльцевыми спектрами на юго-западной окраине Приморья и Приханкайской равнине [26]. Последняя, занимающая несравненно большую площадь вокруг оз. Ханка, представлена остепненными редколесьями из дуба монгольского, березы даурской и дубово-леспедецево-лещинных порослей в сочетании со злаково-разнотравными остепненными лугами [19]. В отличие от первой, общий состав почвенных проб остепненных лугов на равнине с резким преобладанием трав (в среднем 74%) точнее отражает доминирование незалесенных пространств. В спектрах озерных отложений, включая осадки оз. Ханка и каналов рисовых полей, наблюдается почти равное (42–51%) значение пыльцы трав и древесных пород, близкое к соотношению в пробах почвенного и речного генезиса прибрежно-морской лесостепи. Основной набор пыльцы древесных пород в спектрах Приханкайской лесостепи почти полностью отвечает прибрежно-морскому варианту. В нем преобладают те же породы: дуб, березы, кедр, сосна подрода *Diploxylon* (*Pinus funebris*), а также ильм, слабо представленный в спектрах юго-западной окраины. Отражение растительности субфоссильными спектрами носит более адекватный характер, нежели в области развития прибрежно-морской лесостепи. Кроме дуба, преобладающего в спектрах большинства типов отложений (в среднем 35%) и верно отражающего его ведущую роль в небольших рощах среди Приханкайской лесостепи, второе место в них занимает пыльца берез (24%) с близкой ролью в тех же лесных сообществах. Значение пыльцы кедра, занимающей в спектрах равнины в среднем третье место (17%), не отражает его действительной роли в растительности, поскольку он здесь отсутствует. Участие пыльцы сосны (7%) в спектрах также завышено, хотя и в меньшей степени, чем в прибрежно-морской лесостепи, несмотря на ее присутствие в дубняках.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ состава субфоссильных спектров показывает, что во всех генетических типах современных отложений юго-западной окраины Приморья преобладает пыльца нескольких высокопродуктивных ветроопыляемых древесных пород: сосны густоцветковой и корейской (кедра), берез

и дубов. Содержание пыльцы этих пород в спорово-пыльцевых спектрах, за исключением дубов, почти не соответствует растительному покрову, в пределах которого происходит их формирование.

Наиболее ярко неадекватность отражения растительности спорово-пыльцевыми спектрами проявилась в прибрежно-морской лесостепи. Состав пыльцы древесных пород показывает значительное участие редко встречающихся сосны густоцветковой и берез, а также отсутствующего в растительности кедра. Лишь пыльца дубов, достигающая наибольших (в среднем до 35%) значений в спектрах почвенных и лагунно-озерных отложений, в должной мере отражает участие этих деревьев в лесах островных возвышенностей. Спорово-пыльцевые спектры, развитые в области распространения дубовых редколесий, также в целом не соответствуют характерным чертам растительного покрова, но в меньшей степени, чем в лесостепи. В них также наблюдается большое содержание пыльцы хвойных деревьев и берез. Наиболее точно растительность отражают спектры почвенных отложений, где среди доминирующей пыльцы широколиственных деревьев содержание дуба достигает 60% против 40% в среднем для области редколесий.

Сравнительный анализ изученных спорово-пыльцевых спектров показывает, что в прибрежно-морской лесостепи участие пыльцы обеих сосен заметно выше, нежели в редколесьях дуба. В большей степени это касается кедра, содержание пыльцы которого в лесостепных спектрах составляет в среднем 20%, а в редколесных — 11%, несмотря на то что они лежат в 25–45 км от его источника, ближайшего массива кедрово-широколиственных лесов в Чёрных горах. В область лесостепи его пыльца поступает с расстояния 45–70 км. Для сосны густоцветковой эта разница проявляется в меньшей степени: 33% в лесостепи и 27% в редколесьях, за счет точечного участия в растительности обоих районов. Скорее всего, обнаруженный эффект вызван разной степенью «разбавления» пыльцевого дождя, создающегося соснами, пыльцевым дождем других ветроопыляемых деревьев, в первую очередь дубов, число которых в зоне редколесий намного превышает их количество в районе развития прибрежно-морской лесостепи. Аналогичный эффект, по-видимому, проявляется и в отношении пыльцы берез, содержание которой также существенно выше в лесостепных (в среднем 32%), чем в редколесных (22%) спектрах. Интересно, что возрастание роли сосны в спорово-пыльцевых спектрах безлесных экосистем за пределами ее ареала было отмечено для лиственных лесов центральной Сибири, развивающихся в более суровых климатических условиях [27]. Высокое содержание пыльцы берез, также неадекватное их участию в фитоценозах елово-пихтовых лесов, обнаружено и при изучении субфоссильных спорово-пыльцевых спектров высотных поясов южного Сихотэ-Алиня [28].

Несоответствие спорово-пыльцевых спектров растительности отмечается и для пыльцы травянистых растений, где полынь, доминирующая в спектрах прибрежно-морской лесостепи, и осоковые — среди

почвенных проб дубовых редколесий, сильно уступают их действительному участию в травостоях разнообразным злакам и разнотравью. Среди многочисленного разнотравья, занимающего вторые–третьи места, в спектрах морских и озерно-лагунных отложений фиксируется повышенное (в среднем 7–13%) значение пыльцы маревых, позволяющее считать его маркером непосредственной близости морского или лагунного берега.

Особенности формирования современных спорово-пыльцевых спектров и характер отражения ими растительного покрова, установленные проведенным исследованием, имеют определяющее значение для объективной реконструкции палеоландшафтов юго-западной окраины Приморья и прилегающей к ней территории Хасанского района, в первую очередь прибрежно-морской лесостепи и широко развитых дубовых редколесий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Борисова О. К. Ландшафтно-климатические изменения в голоцене // Известия Российской академии наук. Сер. географическая. 2014. № 2. С. 5–20. <https://doi.org/10.15356/0373-2444-2014-2-5-20>.
2. Хронология короткопериодных вариаций климата в голоцене на северо-западе России и корреляция с вариациями солнечной активности / Х. А. Арсланов [и др.] // Ученые записки Казанского университета. Сер.: Естественные науки. 2022. Т. 164, № 1. С. 135–165. <https://doi.org/10.26907/2542-064X.2022.1.135-165>.
3. Голоцен побережья юго-западного Приморья / Ю. А. Микишин [и др.] // Научное обозрение. 2008. № 1. С. 8–27.
4. Микишин Ю. А., Гвоздева И. Г. Палеосреда острова Русский (Южное Приморье) в среднем–позднем голоцене // Фундаментальные исследования. 2014. № 3–3. С. 516–522. <https://doi.org/10.17513/fr.33706>.
5. Holocene mountain landscape development and monsoon variation in the southernmost Russian Far East / N. Razjigaeva [et al.] // Boreas. 2021. Vol. 50, no. 4. P. 1043–1058. <https://doi.org/10.1111/bor.12545>.
6. Микишин Ю. А., Петренко Т. И., Гвоздева И. Г. Поздняя фаза атлантического периода голоцена на юге Приморья // Успехи современного естествознания. 2019. № 12. С. 96–107. <https://doi.org/10.17513/use.37275>.
7. Global cooling events of the Late Holocene preserved in the coastal sediments in the southern Far East of Russia / N. G. Razjigaeva [et al.] // Doklady Earth Sciences. 2023. Vol. 513. P. S97–S108. <https://doi.org/10.1134/S1028334X23602262>.
8. Изменения растительности на Юге Российского Дальнего Востока в среднем и позднем голоцене / П. С. Белянин [и др.] // Известия Российской академии наук. Сер. географическая. 2019. № 2. С. 69–84. <https://doi.org/10.31857/S2587-55662019269-84>.
9. Лящевская М. С., Ганзей Л. А. Динамика растительности юга Приморья при климатической ритмике малого ледникового периода // Геосистемы переходных зон. 2022. № 6 (3). С. 206–217. <https://doi.org/10.30730/gtr.2022.6.3.206-217>.
10. Микишин Ю. А., Гвоздева И. Г., Элбакидзе Е. А. Морское осадконакопление на побережье юго-западной окраины Приморья в среднем голоцене // Тихоокеанская геология. 2024. Т. 43, № 5. С. 39–53. <https://doi.org/10.30911/0207-4028-2024-43-5-39-53>.
11. Короткий А. М., Караулова Л. П., Троицкая Т. С. Четвертичные отложения Приморья: стратиграфия и палеогеография: тр. Ин-та геологии и геофизики / отв. ред.

В.И. Гудина. Вып. 429. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1980. 234 с.

12. Короткий А. М. Географические аспекты формирования субфоссильных спорово-пыльцевых комплексов (юг Дальнего Востока). Владивосток : Дальнаука, 2002. 271 с.

13. Микишин Ю. А., Гвоздева И. Г., Петренко Т. И. Споры-пыльцевые спектры современных отложений побережья юго-западного Приморья // Методические аспекты палинологии : материалы X всерос. палинол. конф., Москва, 14–18 окт. 2002 г. М. : ИГиРГИ, 2002. С. 154–156.

14. The Eurasian Modern Pollen Database (EMPD), version 2 / B. A. S. Davis [et al.] // *Earth Syst. Sci. Data*. 2020. Vol. 12, no. 4. P. 2423–2445. <https://doi.org/10.5194/essd-12-2423-2020>.

15. Палеопалинология : тр. ВСЕГЕИ. Новая сер. Вып. 141. Л. : Недра, 1966. Т. 1. Методика палеопалинологических исследований и морфология некоторых ископаемых спор, пыльцы и других растительных микрофоссилий / Е. М. Андреева [и др.] ; под общ. ред. И. М. Покровской. 351 с.

16. Валова З. Г. Флора и растительность Юга Хасанского района (Приморский край) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 1967. 20 с.

17. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3. Многолетние данные. Вып. 26. Приморский край. Л. : Гидрометеоздат, 1988. 416 с.

18. Геоботаническая карта Приморского края. Масштаб 1 : 500 000 / под ред. Б. П. Колесникова. Владивосток : АН СССР, Дальневост. фил. им. В. Л. Комарова, 1956.

19. Куренцова Г. Э. Растительность Приханкайской равнины и окружающих предгорий. М. ; Л. : Изд-во Акад. наук СССР, 1962. 139 с.

20. Сосудистые растения советского Дальнего Востока / отв. ред. С. С. Харкевич. Т. 4. Л. : Наука, 1989. 380 с. ; Т. 8. СПб. : Наука, 1996. 383 с.

21. Кожевникова З. В., Кожевников А. Е. О новом местонахождении *Ephedra monosperma* С. А. Мей. (*Ephedraceae*) в Приморском крае // *Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол.* 2012. Т. 117, № 6. С. 82.

22. Кожевникова З. В., Кожевников А. Е. *Ephedra distachya* L. и *E. equisetina* Bunge (*Ephedraceae* Dumort.) — новые виды для флоры российского Дальнего Востока // *Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол.* 2014. Т. 119, вып. 1. С. 57–60.

23. Монозон М. Х. Рассеивание воздушным путем пыльцы маревых // Материалы по геоморфологии и палеогеографии СССР : тр. Ин-та географии Акад. наук СССР. Вып. LXXVII. Т. 21. Работы по спорово-пыльцевому анализу. М. ; Л. : Акад. наук СССР, 1959. С. 157–165.

24. Монозон М. Х. Определитель пыльцы видов семейства маревых : (пособие по спорово-пыльцевому анализу). М. : Наука, 1973. 96 с.

25. Дальневосточный морской биосферный заповедник. Т. 2. Биота / отв. ред. А. Н. Тюрин ; ред. А. Л. Дроздов. Владивосток : Дальнаука, 2004. 847 с.

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

27. Modern pollen-vegetation relationships: A view from the larch forests of Central Siberia / E. Novenko [et al.] // *Land*. 2024. Vol. 13, no. 11. P. 1939. <https://doi.org/10.3390/land13111939>.

28. Лящевская М. С. Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры высотных поясов Северного и Южного Сихотэ-Алиня // *Известия Российской академии наук. Сер. географическая*. 2024. Т. 88, № 2. С. 231–243. <https://doi.org/10.31857/S2587556624020104>.

REFERENCES

1. Borisova O. K. Landscape and climate change in Holocene. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Ser. Geograficheskaya*. 2014; (2): 5–20. <https://doi.org/10.15356/0373-2444-2014-2-5-20>. (In Russ.).

2. Chronology of the short-term climate change during the Holocene in Northwestern Russia and its correlation with the solar activity variations / Kh. A. Arslanov [et al.]. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Ser. Estestvennyye Nauki*. 2022; 164 (1): 135–165. <https://doi.org/10.26907/2542-064X.2022.1.135-165>. (In Russ.).

3. Holocene of the coast of south western Primorye / Yu. A. Mikishin [et al.]. *Scientific Review*. 2008; (1): 8–27. (In Russ.).

4. Mikishin Yu. A., Gvozdeva I. G. Mid to Late Holocene of Russkyi Island (southern Primorye). *Fundamental Research*. 2014; (3–3): 516–522. <https://doi.org/10.17513/fr.33706>. (In Russ.).

5. Holocene mountain landscape development and monsoon variation in the southernmost Russian Far East / N. Razjigaeva [et al.]. *Boreas*. 2021; 50 (4): 1043–1058. <https://doi.org/10.1111/bor.12545>.

6. Mikishin Yu. A., Petrenko T. I., Gvozdeva I. G. Late phase of the Atlantic period of the Holocene in southern Primorye (Russian Far East). *Advances in Current Natural Sciences*. 2019; (12): 96–107. <https://doi.org/10.17513/use.37275>. (In Russ.).

7. Global cooling events of the Late Holocene preserved in the coastal sediments in the southern Far East of Russia / N. G. Razjigaeva [et al.]. *Doklady Earth Sciences*. 2023; 513: S97–S108. <https://doi.org/10.1134/S1028334X23602262>.

8. Vegetation changes in the south of the Russian Far East in the Middle and Late Holocene / P. S. Belyanin [et al.]. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Ser. Geograficheskaya*. 2019; (2): 69–84. <https://doi.org/10.31857/S2587-55662019269-84>. (In Russ.).

9. Lyashchevskaya M. S., Ganzey L. A. Dynamics of vegetation of the southern Primorye during the climatic rhythm of the Little Ice Age. *Geosystems of Transition Zones*. 2022; 6 (3): 206–217. <https://doi.org/10.30730/gtr.2022.6.3.206-217>. (In Russ.).

10. Mikishin Yu. A., Gvozdeva I. G., Elbakidze E. A. Mid-Holocene marine sedimentation at southwestern coastal margin in Primorye, Russia. *Russian Journal of Pacific Geology*. 2024; 43 (5): 39–53. <https://doi.org/10.30911/0207-4028-2024-43-5-39-53>. (In Russ.).

11. Korotkiy A. M., Karaulova L. P., Troitskaya T. S. Quaternary sediments of Primorye: Stratigraphy and paleogeography: Proc. of Inst. of Geology and Geophysics / Publ. Ed. V. I. Gudina. Vol. 429. Novosibirsk: Nauka. Siberian Branch; 1980. 234 p. (In Russ.).

12. Korotkiy A. M. Geographical aspects of formation of subfossil spore-pollen complexes (south of Far East). Vladivostok: Dalnauka; 2002. 271 p. (In Russ.).

13. Mikishin Yu. A., Gvozdeva I. G., Petrenko T. I. Pollen assemblages of modern sediments in the coast of southwestern Primorye, Russian Far East. *Methodological Aspects of Palynology. Proc. of X All-Russ. Palynological Conf.*, Moscow, 14–18 Oct. 2002. Moscow: IGI RGI; 2002. P. 154–156. (In Russ.).

14. The Eurasian Modern Pollen Database (EMPD), version 2 / B. A. S. Davis [et al.]. *Earth Syst. Sci. Data*. 2020; 12 (4): 2423–2445. <https://doi.org/10.5194/essd-12-2423-2020>.

15. Paleopalynology: VSEGEI Proc. New. Ser. Vol. 141. Leningrad: Nedra; 1966. Vol. 1. Methods of paleopalynological studies and morphology of some fossil spores, pollen, and other plant microfossils / E. M. Andreeva [et al.]; Ed. I. M. Pokrovskaya. 351 p. (In Russ.).

16. Valova Z. G. Flora and vegetation of the south of the Khasansky District (Primorsky Krai): Abstr. of PhD diss. (Biology). Vladivostok; 1967. 20 p. (In Russ.).

17. Research and application handbook on the USSR climate. Ser. 3. Long-Term data. Vol. 26. Primorsky Krai. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1988. 416 p. (In Russ.).

18. Geobotanical map of Primorsky Krai. Scale of 1 : 500,000 / Ed. B. P. Kolesnikov. Vladivostok: USSR Acad. of Sci., Far Eastern Branch named after V. L. Komarov; 1956. (In Russ.).

19. Kurentsova G. E. Vegetation of the Khanka Plain and surrounding foothills. Moscow; Leningrad: USSR Acad. of Sci. Publ. House; 1962. 139 p. (In Russ.).

20. Vascular plants of the Soviet Far East / Publ. Ed. S. S. Kharkevich. Vol. 4. Leningrad: Nauka; 1989. 380 p.; Vol. 8. St. Petersburg: Nauka; 1996. 383 p. (In Russ.).

21. Kozhevnikova Z.V., Kozhevnikov A.E. On a new record of *Ephedra monosperma* C.A. Mey. (Ephedraceae) in Primorsky Krai. *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological Ser.* 2012; 117 (6): 82. (In Russ.).

22. Kozhevnikova Z.V., Kozhevnikov A. Ye. *Ephedra distachya* L. and *E. equisetina* Bunge (Ephedraceae Dumort.), new species for flora of the Russian Far East. *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological Ser.* 2014; 119 (1): 57–60. (In Russ.).

23. Monoszon M. Kh. Airborne dispersal of *Chenopodiaceae* pollen. *Materials on geomorphology and paleogeography of the USSR: Proc. of the Institute of Geography, USSR Acad. of Sci.* Vol. LXXVII. Vol. 21. Works on spore-pollen analysis. Moscow; Leningrad: USSR Acad. of Sci. Publ. House; 1959. P. 157–165. (In Russ.).

24. Monoszon M. Kh. Pollen identifier of glasswort species: spore-pollen analysis manual. Moscow: Nauka; 1973. 96 p. (In Russ.).

25. Far Eastern Marine Biosphere Reserve. Vol. 2. Biota / Publ. Ed. A. N. Tyurin; Ed. A. L. Drozdov. Vladivostok: Dalnauka; 2004. 847 p. (In Russ.).

26. Petrenko T.I., Mikishin Yu. A., Belyanina N.I. Sub-fossil pollen-spore complexes of Khanka Lake Flatland in Primorsky Krai, Russia. *Natural and Technical Sciences.* 2009; (4): 162–171. (In Russ.).

27. Modern pollen–vegetation relationships: A view from the larch forests of Central Siberia / E. Novenko [et al.]. *Land.* 2024; 13 (11): 1939. <https://doi.org/10.3390/land13111939>.

28. Lyashchevskaya M. S. Subfossil pollen spectra in the altitudinal belts of the Sikhote-Alin. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Ser. Geograficheskaya.* 2024; 88 (2): 231–243. <https://doi.org/10.31857/S2587556624020104>. (In Russ.).

Юрий Анатольевич Микишин

Кандидат географических наук,
старший научный сотрудник

Дальневосточный геологический институт
Дальневосточного отделения Российской академии наук,
Владивосток, Россия

<https://orcid.org/0000-0003-1709-8887>
Scopus Author ID 55833606300
ResearcherID L-3801-2017
SPIN-код РИНЦ 1337-3266
yurimikishin@fegi.ru

Ирина Георгиевна Гвоздева

Научный сотрудник

Дальневосточный геологический институт
Дальневосточного отделения Российской академии наук,
Владивосток, Россия

<https://orcid.org/0000-0001-7322-4441>
Scopus Author ID 8097762800
SPIN-код РИНЦ 8471-2209
gvozdika@fegi.ru

Татьяна Ивановна Петренко

Научный сотрудник

Дальневосточный геологический институт
Дальневосточного отделения Российской академии наук,
Владивосток, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-4312-181X>
ResearcherID ACO-6286-2022
SPIN-код РИНЦ 8406-0877
tipetro@fegi.ru

Александра Владимировна Романова

Кандидат геолого-минералогических наук,
старший научный сотрудник

Дальневосточный геологический институт
Дальневосточного отделения Российской академии наук,
Владивосток, Россия

<https://orcid.org/0000-0003-2884-1197>
Scopus Author ID 57211343024
ResearcherID B-6348-2017
SPIN-код РИНЦ 4595-6140
sandra_ru@bk.ru

Yury A. Mikishin

PhD (Geography),
Senior Researcher

Far East Geological Institute,
Far East Branch, Russian Academy of Sciences,
Vladivostok, Russia

<https://orcid.org/0000-0003-1709-8887>
Scopus Author ID 55833606300
ResearcherID L-3801-2017
RSCI SPIN-code 1337-3266
yurimikishin@fegi.ru

Irina G. Gvozdeva

Researcher

Far East Geological Institute,
Far East Branch, Russian Academy of Sciences,
Vladivostok, Russia

<https://orcid.org/0000-0001-7322-4441>
Scopus Author ID 8097762800
RSCI SPIN-code 8471-2209
gvozdika@fegi.ru

Tatiana I. Petrenko

Researcher

Far East Geological Institute,
Far East Branch, Russian Academy of Sciences,
Vladivostok, Russia

<https://orcid.org/0000-0002-4312-181X>
ResearcherID ACO-6286-2022
RSCI SPIN-code 8406-0877
tipetro@fegi.ru

Alexandra V. Romanova

PhD (Geology and Mineralogy),
Senior Researcher

Far East Geological Institute,
Far East Branch, Russian Academy of Sciences,
Vladivostok, Russia

<https://orcid.org/0000-0003-2884-1197>
Scopus Author ID 57211343024
ResearcherID B-6348-2017
RSCI SPIN-code 4595-6140
sandra_ru@bk.ru

Авторское выражение благодарности: авторы выражают благодарность А. Н. Попову (Учебно-научный музей Дальневосточного федерального университета) за организацию полевых работ в ноябре 2020 г. и В. В. Афанасьеву (Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук) за помощь, оказанную при отборе проб озерных и лагунных осадков. Также благодарим рецензентов, чьи замечания позволили повысить качество статьи.

Acknowledgments: the authors are grateful to A. N. Popov (Scientific Museum of Far Eastern Federal University) for organizing the field work in November of 2020 and V. V. Afanasev (Institute of Marine Geology and Geophysics, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences) for assisting in lacustrine and lagoon sediment sampling. We also thank reviewers, whose comments contributed to enhancing the article quality.

Вклад авторов: Микишин Ю. А. — научное руководство, организация работ по проекту, полевые исследования, написание исходного текста, итоговые выводы.
Гвоздева И. Г. — выполнение спорово-пыльцевого анализа, доработка текста, итоговые выводы.
Петренко Т. И. — выполнение спорово-пыльцевого анализа, итоговые выводы.
Романова А. В. — организация работ по проекту, полевые исследования, выполнение спорово-пыльцевого анализа.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: Mikishin Yu. A. — research supervision, project work organization, field research, writing the draft, final conclusions.
Gvozdeva I. G. — performing pollen analysis, text revision, final conclusions.
Petrenko T. I. — performing pollen analysis, final conclusions.
Romanova A. V. — project work organization, field research, performing pollen analysis.

Conflict of interest: the authors declare no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 19.06.2025
Одобрена после рецензирования 21.10.2025
Принята к публикации 22.12.2025

Submitted 19.06.2025
Approved after reviewing 21.10.2025
Accepted for publication 22.12.2025