

## Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры как отражение высотной поясности Южного Сихотэ-Алиня

Л. М. Мохова\*, Е. П. Кудрявцева

\*E-mail: [nadyar@tigdvo.ru](mailto:nadyar@tigdvo.ru)

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

**Реферат.** Проанализировано соответствие палиноспектров из поверхностных почвенных проб горы Ольховая (абс. высота 1669 м) растительности вертикальных поясов: хвойно-широколиственных, елово-пихтовых лесов и гольцовой зоны. Уделено внимание анализу палиноспектров, сформировавшихся под высокогорной растительностью, в том числе под ельниками на высоте 1600 м и на заболоченном участке около оз. Алексеевское, единственного высокогорного озера Южного Сихотэ-Алиня. В субфоссильных спектрах почвенных проб всех растительных поясов преобладала пыльца древесной растительности, состав пыльцы травянистых растений и спор беден. Определено 16 таксонов древесных пород, 8 таксонов трав и кустарничков, 5 таксонов спор. Установлено, что соотношение основных таксонов в целом соответствует доминантному составу растительного покрова. Показано, что в субфоссильных спектрах в поясе гольцов неполно отражается локальная растительность, особенно мало пыльцы кустарничков, кустарничков и трав, слабо отражены переувлажненные местообитания. Выявлено, пыльца каких растений из ведущих семейств и родов флоры высокогорья не отражена в палиноспектрах. Установлено, какое количество аллохтонной пыльцы переносится ветром на вершину с более низких элементов рельефа. Обнаружены таксоны, имеющие удаленные источники. В целом, палиноспектры из высокогорья горы Ольховая отражают широкое развитие ельников в привершинной части. Наличие ельников и небольшая площадь гольцовой зоны – главные причины того, почему в лесных спектрах, полученных выше границы леса, преобладает пыльца темнохвойных пород. Проведено сравнение результатов с данными по субфоссильным спектрам из почв и очесов на болотах Сергеевского и Шкотовского плато, а также бассейнов рек Партизанская и Киевка. Полученные данные важны для более корректных палеогеографических реконструкций, в том числе развития методов биомизации горных территорий юга Дальнего Востока и разработки методических приемов оценки количественных палеоклиматических параметров.

**Ключевые слова:** гора Ольховая, Алексеевский хребет, гольцовая зона, елово-пихтовые леса, кедрово-широколиственные леса, спорово-пыльцевой анализ

## Subfossil pollen spectra as evidence of the altitudinal zonation of the Southern Sikhote-Alin

Ludmila M. Mokhova\*, Ekaterina P. Kudryavtseva

\*E-mail: [nadyar@tigdvo.ru](mailto:nadyar@tigdvo.ru)

Pacific Geographical Institute, FEB RAS, Vladivostok, Russia

**Abstract.** The correspondence of pollen spectra from surface soil samples from the Olkhovaya Mountain (height 1669 m) to vertical belt vegetation (coniferous-broadleaved forests, spruce-fir forests and golets belt) was analyzed. Attention is paid to the analysis of the pollen spectra formed under alpine vegetation, including spruce forests at an altitude of 1600 m and on a swampy area near the Alekseevskoye Lake, a unique alpine lake in the Southern Sikhote-Alin. Pollen of woody vegetation prevailed in subfossil spectra from all vegetation belts, the composition of pollen of herbaceous plants and spores was poor. 16 taxa of arboreal, 8 taxa of nonarboreal, 5 taxa of spores were identified. It was found that the ratio of the main taxa, in general, corresponds to the dominant plants of the vegetation cover. It is shown that the local vegetation is not fully reflected in the subfossil spectra in the alpine belt, especially there is little pollen from shrubs and grasses, and waterlogged habitats are poorly reflected. It was revealed which pollen from the leading plant families and genera of flora of the highlands is not reflected in the pollen spectra. It has been established how much allochthonous pollen and what taxa were carried by the wind from lower relief levels. Taxa with remote sources were found. In general, the pollen spectra from the Olkhovaya Mountain highlands reflect the widespread development of spruce forests near the peak. Presence of spruce forests and a small area of the alpine zone are the main reasons explaining why forest pollen spectra with a predominance of dark coniferous pollen were obtained above the forest boundary. The results obtained

were compared with the data on subfossil spectra from soils and surface peat of the bogs of the Sergeevskoye and Shkotovskoye plateaus, as well as the Partizanskaya and the Kievka rivers basins. The data obtained are important for more correct paleogeographical reconstructions: biomization methods in the mountainous areas of the south Far East and the development of methodological techniques for assessing quantitative paleoclimatic parameters.

**Keywords:** Olkhovaya Mountain, Alexeevsky Ridge, golets belt, spruce-fir forests, Korean pine-broadleaved forests, pollen analysis

**Для цитирования:** Мохова Л.М., Кудрявцева Е.П. Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры как отражение высотной поясности Южного Сихотэ-Алиня. *Геосистемы переходных зон*, 2022, т. 6, № 1, с. 43–53. <https://doi.org/10.30730/gtrz.2022.6.1.043-053>

**For citation:** Mokhova L.M., Kudryavtseva E.P. Subfossil pollen spectra as evidence of the altitudinal zonation of the Southern Sikhote-Alin. *Geosistemy perhodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2022, vol. 6, no. 1, pp. 43–53. (In Russ., abstr. in Engl.). <https://doi.org/10.30730/gtrz.2022.6.1.043-053>

### Благодарности и финансирование

Работа выполнена в рамках государственной программы Тихоокеанского института географии ДВО РАН (тема № 122020900184-5).

Авторы благодарны Наталии Степановне Болиховской и анонимному рецензенту за конструктивные замечания, позволившие улучшить статью.

### Acknowledgements and Funding

The work is carried out within the framework of the state program of Pacific Geographical Institute FEB RAS (theme no. 122020900184-5).

The Authors are grateful to Nataliya S. Bolikhovskaya and the anonymous Reviewer for constructive comments that allowed us to improve the article.

## Введение

В последнее время большое внимание уделяется устойчивому развитию горных территорий, ландшафты которых являются динамичными геосистемами, чувствительными к изменениям природной среды [1, 2]. Одной из проблем при реконструкции ландшафтов горных стран является восстановление смещения границ высотных поясов при климатических изменениях [3, 4]. На изменения климата очень чутко реагирует верхняя граница леса, поэтому выявление характера изменчивости в структуре вертикальной поясности горных стран и соответствие этих изменений климатической составляющей голоцена представляет значительный интерес для решения ряда палеогеографических задач [3, 5], в том числе для восстановления истории растительности на основе метода биомов [6]. Для обоснованных реконструкций важным является изучение субфоссильных спорово-пыльцевых комплексов на уровне верхней границы леса и выше в горах южной части Дальнего Востока.

Цель статьи – сопоставить палиноспектры из поверхностных почвенных проб горы Ольховая с современными высотными растительными поясами. Гора Ольховая (абс. высота 1669 м) одна из шести крупных вершин Южного Сихотэ-Алиня, где развиты горные тундры. В привершинной части (абс. высота 1600 м) расположено оз. Алексеевское, единственное высокогорное озеро Южного Сихотэ-Алиня. Для горных территорий юга Дальнего Востока очень мало данных по изучению субфоссильных спектров и анализу их соответствия современной

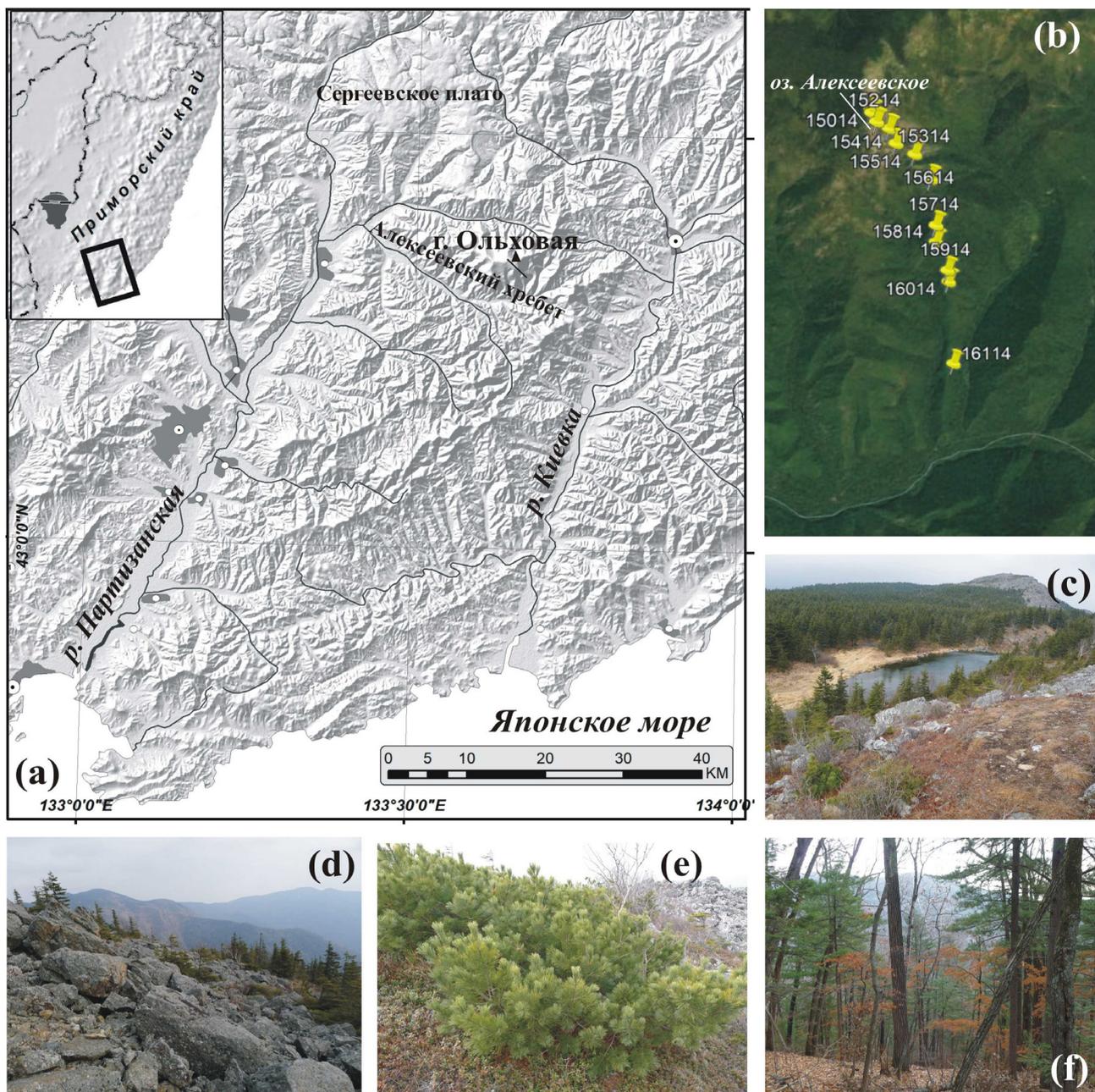
растительности. Отдельные аспекты рассматривались в работе А.М. Короткого [7]. В последние годы получены данные для горных плато Сихотэ-Алиня. Изучение субфоссильных спектров на Шкотовском и Сергеевском плато выполнено при комплексных палеогеографических работах по развитию горных ландшафтов [8, 9].

## Краткая характеристика района исследований

Гора Ольховая (до переименования называлась Китайской, а ранее – Туанисуан) (43°20'35" с.ш., 133°39'21" в.д.) является наивысшей точкой хребта Алексеевский, разделяющего вместе с Партизанским хребтом бассейны рек Партизанская и Киевка (рис. 1). Несмотря на относительную доступность вершины, данные по ее растительному покрову введены в научный оборот совсем недавно [10, 11, 12]. Эта вершина рассматривается как крупный орографический узел в южной части Алексеевского хребта. Гора Ольховая является ступенчатым пологовершинным массивом с крутосклонными водосборными воронками, дающими начало ручьям Ималиновский и Алексеевский. Ширина уплощенного водораздела, осложненного рядом останцов, составляет 1–1.2 км. Здесь хорошо выделяется мерзлотно-ниваационный ров (ширина от 80–100 до 10–12 м), выработанный за счет литоморфных процессов по линейной тектонической зоне, с рядом понижений, в которых образовались озера. Нижнее понижение занимает оз. Алексеевское (40 × 20 м, глубина 3 м), которое окружают террасовидные поверхности [3].

Приморский край расположен на окраине Азиатского материка в непосредственной близости Тихого океана, что обуславливает муссонный характер климата. С учетом региональных вертикальных градиентов [13] среднегодовая температура на вершине горы Ольховая составляет около 0.5 °С, количество атмосферных осадков – более 1100 мм/год, климат муссонный, с преобладанием летних осадков над зимними.

Характерной чертой растительности Приморского края является существование широтной зональности и вертикальной поясности [14]. На Южном Сихотэ-Алине высотная поясность имеет свои особенности: пояс тундры выражен слабо, подгольцовые кустарники занимают незначительное место [15]. В бассейнах рек Партизанская и Киевка четко выражены следующие высотные растительные пояса:



**Рис. 1.** Район работ: (а) положение горы Ольховая на водоразделе рек Партизанская и Киевка; (б) точки опробования 2014 г.; (с) вершина горы Ольховая (абс. высота 1669 м) и оз. Алексеевское (абс. высота 1600 м); (д) гольцовый пояс (1400–1600 м); (е) кедровый стланик; (ф) пояс кедрово-елово-широколиственных лесов (700–900 м).

**Fig. 1.** Study area: (a) position of Olkhovaya Mountain within watershed of Partizanskaya and Kievka rivers; (b) sites of 2014; (c) head of Olkhovaya Mountain (1669 m) and Alekseevskoye Lake (1600 m); (d) golets belt (1400–1600 m); (e) dwarf pine; (f) Korean pine-spruce-broadleaved forest belt (700–900 m).

широколиственные 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). Зональная верхняя граница леса проходит на уровне 1450–1550 м [15].

Верхняя граница леса на горе Ольховая проходит на высоте 1600 м над уровнем моря, местами опускаясь до 1450 м. Около границы леса находятся высокогорные зеленомошные еловые леса в сочетании с лесами из каменной березы. В высотной полосе 1400–1600 м расположена гольцовая зона, где растительность имеет комплексный характер и представлена небольшими по площади зарослями кедрового стланика, участками высокогорных высоко-травных лугов, низкотравных альпийских лужаек и участков горной кустарничковой тундры (ее площадь составляет всего 180–200 м<sup>2</sup>) [12], единично встречаются куртинки можжевельника сибирского (*Juniperus sibirica*). Важной особенностью горы Ольховая является тот факт, что верхняя граница леса на этой вершине не климатическая, а эдафическая, именно поэтому она имеет столь низкие отметки. Это вызвано древними (их точная датировка затруднительна) пожарами, в результате которых были уничтожены значительные площади лесных массивов. О старых пожарах свидетельствует широкое развитие каменистых осыпей в привершинной части. Предположение о пирогенном характере разреженных ивово-березовых группировок (*Salix reinii*, *Betula lanata*) сделано в работе С.В. Прокопенко [12].

Подгольцовые заросли стлаников на горе Ольховая практически отсутствуют. Как и на других высоких вершинах [12], гольцовой растительностью заняты выпуклые элементы рельефа – гребни и вершины, а также курумы. Преобладают сухие каменистые местообитания; переувлажненные участки приурочены только к берегу оз. Алексеевское. Уплотненный участок, защищенный от ветров, занимают зеленомошные и злаковые высокогорные ельники. В их составе помимо основных лесообразующих пород – ели аянской (*Picea ajanensis*) и пихты белокорой (*Abies nephrolepis*) – принимают участие береза шерстистая (*Betula lanata*), клены зеленокорый и желтый (*Acer tegmentosum*, *A. ukurunduense*) [11]. В подлеске ельников и на каменистых россыпях встречается заманиха

(*Oplopanax elatus*). Зона тундры контактирует с ельниками и березовым криволесьем. Кедровый стланик очень редок, зарослей не образует, единично встречаются стелющиеся формы можжевельника сибирского. Напочвенный покров состоит из хорошо плодоносящих брусники, голубики и других вересковых растений.

## Материалы и методы

Спорово-пыльцевые спектры изучены по современным поверхностным почвенным пробам под кедрово-широколиственным, елово-пихтовым лесами и в гольцовом поясе. Образцы отобраны по профилю на юго-восточном склоне горы Ольховая в лесной зоне на абс. высотах от 660 до 1480 м, две пробы взяты около границы леса (абс. высота 1420–1480 м), восемь – выше границы леса и вблизи вершины (абсолютная высота от 1550 до 1611 м), включая зеленомошный ельник около оз. Алексеевское (абс. высота 1600 м) (рис. 1, 2). Высота мест отбора проб определялась с помощью GPS.

Пробы обрабатывались сепарационным методом с использованием тяжелой жидкости H<sub>2</sub>O : CdI<sub>2</sub> : KI (2.2 г/см<sup>3</sup>) без ацетолиза [16]. Рассчитывалось соотношение трех групп: 1) пыльцы древесных; 2) пыльцы трав и кустарничков; 3) спор, а также пропорции таксонов в каждой группе. Кластерный анализ выполнен с помощью пакета программ Past 3.26 [17]. В качестве меры сходства выбрано расстояние Евклида.

## Результаты и обсуждение

Во всех пробах доминирует пыльца древесных пород (рис. 2). Найдена пыльца 16 таксонов, среди которых преобладают хвойные растения. Источником пыльцы *Pinus s/g Haploxyton* в поясе кедрово-широколиственных лесов является кедр корейский (*Pinus koraiensis*), около вершины – кедровый стланик (*Pinus pumila*). Кедр корейский на горе Ольховая встречен и выше границы леса, но только в вегетативной форме [12]. Источником пыльцы *Picea sect. Omorica* является ель аянская (*Picea ajanensis*), а *Picea sect. Eupicea* – ель корейская (*P. koraiensis*), которая встречается на скалистых гребнях и каменных развалах до высоты 1300 м, а вегетативные особи – до 1600 м [12]. Количество пыльцы трав и кустарничков в спектрах проб из лесной зоны не превышает 2 % от общего набора таксонов, оно увеличи-

вается до 5 % на границе леса, максимальное зафиксировано на курумнике (16 %) и вершине (11 %). Найдено 8 таксонов, наиболее распространены вересковые (*Ericaceae*). Содержание спор (5 таксонов) неравномерно по профилю, максимум зафиксирован на границе кедрово-широколиственных и темнохвойных лесов (17 %), в высокогорном ельнике (15 %) и на вершине (21 %). Преобладают споры папоротников (*Polypodiaceae*).

В почвах, отобранных в верхней части пояса кедрово-широколиственных лесов, доминирует пыльца кедра корейского (*Pinus s/g Haploxyylon* – до 67 %), а в почвах у границы с поясом елово-пихтовых лесов – пыльца ели аянской (*Picea* – в сумме до 55 %). Здесь увеличивается и доля пыльцы пихты. Пыльцы берез мало (*Betula* – <11 %), что отвечает незначительному участию берез в древостое. Из пыльцы широколиственных деревьев встречена только пыльца ореха маньчжурского (до 1.7 %), перенесенная из долин ручьев. Орех маньчжурский на Сихотэ-Алине не поднимается выше 500–600 м [18]. Найдена пыльца ольховника (1.6 %), занесенная из привершинной части.

В почвах из верхней части пояса кедрово-елово-широколиственных и нижней части пояса елово-пихтовых лесов (высота 890–1030 м) встречено много пыльцы кедра корейского, что отвечает его значительному участию в лесах. В отдельных пробах высокое (до 76 %) содержание пыльцы кедра корейского не соответствует доле его участия в составе древостоя на рассматриваемых высотах. Выше 1110 м – преобладает пыльца темнохвойных (*Picea* – до 45 %, *Abies* – 6 %). Здесь встречено больше пыльцы ели аянской (до 27 %), доля пыльцы ели корейской увеличивается на верхней границе леса (до 32 %). Ель корейская обычно встречается на горных прогоревших склонах до высот 1400–1500 м [19]. Встречено много пыльцы берез (до 25 %, на участке развития березы шерстистой – до 71 %), которой особенно много в почвах на заросших гарях, где развиты вторичные березовые ассоциации со злаковым покровом или в сочетании со злаковыми луговинами. Среди пыльцы берез преобладает пыльца *Betula sect. Costatae*, что отвечает широкому развитию березы шерстистой (*Betula lanata*), которая является эдикатором лесов на верхней границе [12]. Доля пыльцы кедра корейского на высоте более 1100 м резко снижается (<10 %). С нижнего пояса в небольшом количестве (до

3.4 %) заносится пыльца широколиственных деревьев – дуба, липы, ильма, ореха и ольхи, поступающая из долин низкопорядковых водотоков, врезанных в юго-восточный и южный склоны. Пыльцы трав и кустарничков (злаки, полынь, лютиковые, вересковые) мало, часть могла заноситься с верхних уровней. Кроме спор папоротников начали встречаться споры плаунов, которых стало больше около границы леса. Близкие по составу палиноспектры получены около верхней границы леса (абс. высота около 1420–1480 м). В этой части юго-восточного склона горы Ольховая в палиноспектрах несколько увеличивается доля пыльцы ольхи (*Alnus* – 4 %), обычно распространенной в подгольцовом поясе.

Субфоссильные палиноспектры из пояса елово-пихтовых лесов горы Ольховая несколько отличаются от спорово-пыльцевых данных, полученных для Сергеевского плато (абс. высота 900 м), расположенного в 25 км к северо-западу и покрытого елово-пихтовым лесом [9]. В спектрах плато несколько выше (до 16 %) содержание пыльцы пихты, что отражает ее большее участие в лесных насаждениях, и меньше (17–25 %) пыльцы кедра корейского, который приурочен к краевым частям плато. Здесь больше аллохтонной пыльцы широколиственных пород (до 7–10 %), распространенных на склонах плато и более низких уровнях рельефа. В спектрах плато встречено больше пыльцы трав (5–10 %), что связано с отбором проб на поверхности болотных массивов и около крупной гари.

На Шкотовском плато (абс. высота 700–740 м), расположенном в 60 км к западу от горы Ольховая, на котором также распространены елово-пихтовые леса, в составе субфоссильных спектров преобладает пыльца темнохвойных пород (*Picea* – до 53 %, *Abies* – до 16.5 %, в краевых частях – 34 %). Больше встречено пыльцы берез, особенно на участках с ее преобладанием в древостое (19–62 %). Здесь, так же как и на Сергеевском плато, больше пыльцы широколиственных пород (9 %), их доля уменьшается (до 2.2 %) в поверхностных пробах из лесных почв по мере продвижения вглубь плато. В очесе на Ларченковом болоте содержание пыльцы широколиственных деревьев достигает 11 % благодаря ветровому привносу с краевых частей плато. Пыльцы трав и кустарничков в спектрах проб из лесных почв мало, а их состав беден (полыни, осоки, вересковые). Количество спор сильно варьирует (от 1.6 до 34 %)

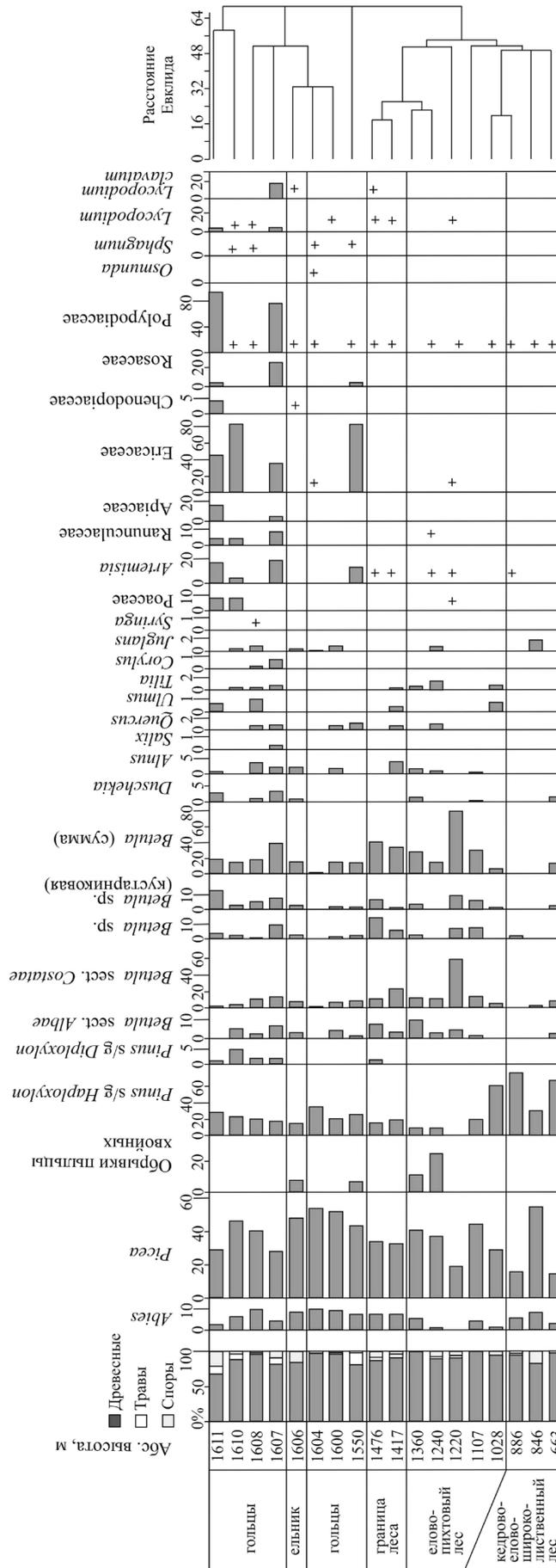


Рис. 2. Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры из разных высотных поясов горы Ольховая, Южный Сихотэ-Алинь.  
 Fig. 2. Subfossil pollen spectra from different altitudinal belts of Olkhovaya Mountain, the Southern Sikhote-Alin.

в зависимости от характера почвенного покрова в разных частях леса. Как и на горе Ольховая, преобладают споры папоротников, единично встречены споры плаунов и сфагновых мхов [8].

На горе Ольховая выше границы леса на высотах 1550–1610 м в палиноспектрах из почв сохраняется преобладание пыльцы древесных пород, которая заносится с нижних поясов, главным образом из елово-пихтовых лесов. Пыльца поступает также из ельника, расположенного на уплощенной поверхности вблизи вершины (абс. высота 1590–1600 м) и закрытого гребнем от ветрового воздействия. Некоторое уменьшение пропорции пыльцы древесных пород (до 68 %) в общем палиноспектре отмечено только на самой вершине, т.е. на участке, наиболее удаленном от границы леса.

Преобладает пыльца темнохвойных (*Picea* sect. *Omorica* – до 34 %, *Picea* sect. *Eupicea* – до 39 %, *Abies* – до 10 %), доля ее несколько снижается около вершины (в сумме *Picea* – до 29 %, *Abies* – 2.6 %). Пихта белокорая встречается выше границы леса в вегетативном состоянии [12]. На долю пыльцы кедрового стланика (*Pinus* s/g *Haploxylon*) приходится до 29 %, встречается также аллохтонная пыльца сосны *Pinus* s/g *Diploxylon* (до 7.7 %), обладающая высокой летучестью [20]. Возможно, ее источником являются посадки в долине р. Партизанская [21].

В меньшем количестве встречена пыльца мелколистных видов. На долю *Betula* sect. *Costatae* приходится 13.4 %. Вероятно, источником является береза шерстистая. Береза ребристая (*B. costata*) на горе Ольховая не отмечена [12]. Обычно береза ребристая поднимается в горы до высот 1200–1300 м [19]. Встречена пыльца, сходная по морфологии с *Betula* sect. *Albae* (до 6.9 %). Береза плосколистная на Ольховой хотя и не найдена, но известна на других высокогорных вершинах Сихотэ-Алиня, где принимает участие в высокогорных ельниках, зарослях кустарников и горных тундрах [12]. Отмечено значительное количество пыльцы фригидных кустарников (*Betula middendorffii* – 13.3 %, *Duschekia* – до 3.4 %) и *Betula* sp. (до 10 %). Ольховник маньчжурский (*Duschekia manshurica*) встречается среди зарослей кустарников, на курумах, скалах, иногда в горных тундрах. Береза Миддендорфа в растительности горы Ольховая не от-

мечена – возможно, пыльца древесных берез имеет сходство с кустарниковой в силу неблагоприятных условий. Присутствие пыльцы березы Миддендорфа можно объяснить и дальним заносом. Единично встречена пыльца *Salix*, хотя на вершине хорошо представлены группировки с ивой Рейна (*Salix reinii*) и березой шерстистой [12]. Количество пыльцы мелколистных видов в целом соответствует их участию в различных растительных ассоциациях.

Занос пыльцы широколиственных пород (меньше 3 %), вероятно, связан с ветровыми потоками. Горно-долинные ветры, как правило, направлены в дневное время вверх, а ночью – вниз по долине [5]. Состав широколиственных разнообразен: дуб, ильм, липа, орех, лещина. Присутствие пыльцы перечисленных неморальных видов в рассматриваемом диапазоне высот обусловлено ветровым заносом из нижележащих поясов: дуб (обычно до 700 м) [22], ильм лопастной (900–1000 м) [19], липа (700–800 м) [22], орех (500–600 м), лещина (1000–1100 м) [19]. В составе высокогорной растительности известна только липа амурская в составе каменноберезняков горы Снежная (вегетативный экземпляр), на Ольховой она не обнаружена [12]. Из долины в зону гольцов выносятся и пыльца ольхи, ее содержание невысокое (до 3.8 %). В одной пробе найдена единичная пыльца *Syringa*. Сирень Вольфа (*S. wolfii*) встречается на каменных россыпях и в ельниках [12], поднимается до 1000–1100 м [19]. Единичные экземпляры встречены на плато в районе Лазовского перевала в поясе кедрово-елово-пихтовых лесов на 900 м над уровнем моря в 22–25 км к северу от горы Ольховая [15].

Доля пыльцы трав и кустарничков незначительная, но на отдельных участках (почва среди глыб курумника и на вершине) ее содержание увеличивается до 10 %. Особенно много пыльцы вересковых кустарников, которые имеют ведущее значение для растительности высокогорий Южного Сихотэ-Алиня [15, 12]. На горе Ольховая отмечено 9 видов этого семейства. В тундровом сообществе на террасе на высоте 1600 м преобладает рододендрон лапландский (*Rhododendron lapponicum*, покрытие 70–80 %), который цветет и плодоносит, сообщество описано В.Ю. Баркаловым в 1986 г. [12]. Часто встречается рододендрон золотистый (*Rhododendron aureum*) и другие

виды рододендронов, а также багульники (*Ledum decumbens*, *L. macrophyllum*), брусника (*Rhodococcum vitis-idaea*), голубика (*Vaccinium uliginosum*). Найдено много пыльцы полыни. Полынь заячьеголовая (*Artemisia lagocephala*) распространена в ксерофитных группировках на каменистых россыпях, высокогорных лужайках и горных тундрах [12]. Пыльца зонтичных (Ariaceae) в палиноспектрах на вершине достигает 15 %. Представители этого семейства характерны для горных тундр, низкотравных лужаек, на горе Ольховая встречено 9 видов этого семейства [12]. Много (8.5 %) пыльцы лютиковых (Ranunculaceae), которые также встречаются на вершине. Некоторые виды являются доминантами для низкотравных лужаек (*Anemonastrum brevipedunculatum*) и растут на высокотравных лугах, а калужница болотная (*Caltha palustris*) типична для сырых мест [12]. В отдельных пробах много (до 25 %) пыльцы розоцветных (Rosaceae), входящих в сообщества высокогорных лужаек с кустарниками и скалах. На горе Ольховая известно 11 видов из этого семейства [12]. На самой вершине встречается пыльца злаков (8.3 %), растущих в горных тундрах, на скалах и на инсолированных каменистых склонах (*Calamagrostis korotkyi*). Вейник Ландсдорфа (*C. landsdorffii*) часто выступает как доминант высокотравных лугов, зарослей кустарников, встречается в покрове каменистых склонов и ельников [12]. Единично отмечена пыльца осоковых и маревых. Осоки в обилии встречаются в ельниках и каменистых склонах, а также на седловинах в зарослях ольховника, на высокогорных лужайках, в горных тундрах [15, 12]. Пыльца маревых, скорее всего, аллохтонная и имеет далекий источник. В высокогорных сообществах это семейство не представлено [12].

Количество спор, как правило, небольшое и не соответствует широкому распространению и разнообразию в гольцовой зоне мхов и папоротников. В отдельных пробах почвы на вершине их доля достигает 80 %. Преобладают споры папоротников, из которых в составе высокогорной растительности встречается многоножка сибирская (*Polypodium sibiricum*) [15, 12]. Споры чистоустника азиатского (*Osmunda asiatica*) встречены единично в очесе на болоте. Вид встречается выше границы леса на высокотравных лугах [15]. Встречено много спор плаунов (до 18 %). Род *Lycopodi-*

*um* – один из ведущих для высокогорной флоры Южного Сихотэ-Алиня [12]. В отдельных пробах (почва в ельнике) много спор плауна булавоподобного (*L. clavatum*), характерного для ельников и каменистых склонов, реже – для зарослей кустарников [12]. В одной пробе почвы в зоне гольцов на высоте 1608 м много спор сфагновых мхов.

В почве под высокогорными ельниками в палиноспектре также преобладает пыльца ели (48 %), мало аллохтонной пыльцы – почти нет пыльцы широколиственных. До высотного уровня 1600–1700 м поднимается только клен желтый. Несколько снижена доля пыльцы кедрового стланика (15 %). Встречено много спор плаунов (84 % в группе спор).

Близкий палиноспектр получен из очеса небольшого болота на берегу оз. Алексеевское, расположенного около ельника. Также преобладает пыльца ели (54 %), больше пыльцы пихты (10 %), мало пыльцы берез, но выше доля пыльцы кедрового стланика (35 %). Аллохтонная пыльца представлена единственным зерном *Juglans*, что связано с действием горно-долинных ветров. Встречены споры сфагновых мхов. Как и в озерных отложениях в долинах [21], палиноспектр в большей степени отражает окружающие группировки растительности.

В поясе гольцов в субфоссильных палиноспектрах неполно отражается локальная растительность, особенно кустарники и травы. Например, не отражена пыльца можжевельника сибирского. Проба, отобранная в непосредственной близости от куртин можжевельника сибирского (абс. высота 1608 м), из локальной растительности включает только пыльцу кедрового стланика и ольховника, не встречена пыльца можжевельника, а также рябины, брусники, голубики, ивы, растущих вблизи точки опробования. Проба, отобранная под голубикой и рододендромом золотистым (абс. высота 1607 м), содержит 21 пыльцевое зерно семейства вересковых, что составляет 36 % в группе пыльцы трав и кустарничков. В пробе из осыпи под можжевельником сибирским (абс. высота 1611 м) не обнаружено пыльцевых зерен можжевельника.

В палиноспектрах мало пыльцы ивы. В гольцовой зоне горы Ольховая произрастает 5 видов ивы [12]. Нет пыльцы жимолости, вейгелы, спиреи, рябинника, рябины амурской и

бузинолистной (*Sorbus amurensis*, *S. sambucifolia*), малины, смородины, бузины. Нет и пыльцы аралиевых, представленных заманихой высокой (*Oplopanax elatus*).

Из 10 ведущих семейств высокогорной флоры [12] не встречена пыльца астровых (Asteraceae, за исключением *Artemisia*), гвоздичных (Caryophyllaceae), камнеломковых (Saxifragaceae), гречишных (Polygonaceae), толстянковых (Crassulaceae). Нет пыльцы бобовых (Fabaceae), часто представленных на низкотравных лужайках, Polemoniaceae, хотя синюха рыхлоцветковая (*Polemonium laxiflorum*) обычна для высокогорных лугов. Мало отражены переувлажненные местообитания, даже в пробе из очеса на заболоченном участке около оз. Алексеевское встречены только единичные пыльцевые зерна осоковых (Cyperaceae) и споры сфагновых мхов. Нет пыльцы Onagraceae, в то время как кипрей головчаторыльцевый (*Epilobium cephalostigma*) растет на лужайке у озера. Из 19 ведущих родов высокогорной флоры Южного Сихотэ-Алиня [12] не встречена пыльца *Saussurea*, *Aconitum*, *Viola*, *Bistorta*, *Ribes*, *Cacalia*, *Thalictrum*. Не найдена пыльца дерена канадского, который часто обильно встречается в поясе каменноберезняков и в ельниках.

Из древесных пород, которые встречаются в составе высокогорной растительности, не обнаружено пыльцы тополя, осины, клена. На горе Ольховая эти породы развиваются как вегетативные формы [12]. В поясе кедрово-широколиственных лесов разнообразие пыльцы широколиственных деревьев очень низкое, не встречено пыльцы дуба монгольского, липы, клена, осины и других древесных пород.

Состав спор не отражает также разнообразие папоротников, характерных для гольцовой зоны. Не встречено спор щитовника (*Dryopteris*), одного из ведущих родов высокогорной флоры, который распространен в покровах высокогорных ельников (часто доминант), каменноберезняков, зарослях ольховника [12]. В почвах под зеленомошным ельником нет спор зеленых мхов. Нет спор плаунов, характерных для скальных местообитаний.

На дендрограмме (рис. 2) пробы из лесной зоны объединены в одну группу. К той же группе отнесены и палиноспектры из почв на границе леса, сходные со спектрами из верхней части пояса темнохвойных лесов. Палиноспектры из зоны гольцов, включая высокогор-

ные ельники, образуют свою группу. В целом, палиноспектры из высокогорья горы Ольховая отражают широкое развитие ельников в привершинной части. Такая же картина – преобладание пыльцы древесных пород в субфоссильных палиноспектрах горно-тундрового пояса – отмечена и в других регионах, например на Южном Урале, что связано с влиянием горно-долинных ветров, переносящих на вершины пыльцу из лесных поясов [5].

Для сравнения рассмотрим субфоссильные спорово-пыльцевые спектры, полученные в бассейне рек Партизанская и Киевка [21]. Несмотря на то что пробы были отобраны на разных высотах и в разных растительных поясах, в составе спорово-пыльцевых спектров преобладает пыльца хвойных. Сумма пыльцы *Picea sect. Omorica* и *Picea sect. Euripicea* в некоторых пробах достигает 60 %. Второе место в большинстве проб занимает пыльца *Pinus koraiensis*. В отдельных пробах ее количество превышает 30 %. Пыльца *Abies* встречается в меньших количествах. Даже в пробах, отобранных в поясе широколиственных лесов, доля пыльцы широколиственных не превышает 10 %, и только непосредственно вблизи устьев рек и в старицах ее содержание поднимается до 28–40 %.

Состав спорово-пыльцевых комплексов по простирацию долин рек Партизанская и Киевка отвечает развитию в бассейнах рек кедрово-пихтово-еловых лесов и слабо отражает существующую поясность [7, 21]. Особенно трудно по этим спектрам выделить пояс широколиственных и кедрово-широколиственных лесов. В пробах, отобранных в верховьях рек, в небольших количествах появляется пыльца *Duschekia* и кустарниковых берез. В нижнем течении р. Партизанская, в районе интенсивного освоения, снижается доля пыльцы хвойных и увеличивается количество пыльцы широколиственных пород (более 20 %), а также увеличивается и разнообразие видов. Содержание пыльцы трав по всему простирацию долин также незначительно, и только в пробах, отобранных вблизи устьев рек, ее количество увеличивается до 24 % [21]. Споры при умеренном количественном содержании представлены достаточно разнообразно. Такие палиноспектры соответствуют региональному типу растительности. Доля аллохтонной пыльцы остается значительной, что не позволяет выделить пояс широколиственного леса.

## Заключение

Несмотря на то что все разнообразие растительных ассоциаций горы Ольховая не отражено в палиноспектрах, соотношение основных таксонов пыльцы и спор в целом соответствует доминантному составу растительного покрова на изученных высотных уровнях. В субфоссильных спорово-пыльцевых спектрах преобладает автохтонная пыльца, соответствующая растительности верхней части пояса хвойно-широколиственных лесов, елово-пихтовых лесов, а также подгольцовой и гольцовой зоны с высокогорными ельниками. Наличие еловой рощи и небольшая площадь гольцовой зоны и горных тундр, а также ветровой занос пыльцы, в том числе с восходящими воздушными потоками, объясняют тот факт, что выше границы леса были получены лесные спектры с преобладанием пыльцы темнохвойных пород, в первую очередь ели, занимающей на этой же высоте уплощенные местообитания, защищенные гребнями от ветрового воздействия. Высокогорный пояс на хребте Алексеевский не развит: есть только одна гольцовая вершина, высота ее не намного превышает отметку верхней границы леса, поэтому мала площадь экотопов высокогорного пояса. Достаточно четко вырисовывается верхняя граница леса. Выше верхней границы леса на уровне семейств определенной пыльцы четко выявляется комплексность растительности. Большое влияние на формирование палиноспектров высокогорного пояса оказывают восходящие воздушные потоки. Из 10 ведущих семейств высокогорной растительности в палиноспектрах представлено всего 5.

Полученные данные по особенностям формирования спорово-пыльцевых спектров должны учитываться при палеогеографических реконструкциях (восстановление развития ландшафтов, положения верхней границы леса и разработка методов количественной оценки палеотемператур и увлажнения).

## Список литературы

1. Баденков Ю.П., Котляков В.М., Чистяков К.В. 2014. Горы в стратегиях развития: роль и вклад науки. *Вопросы географии*, 137: 13–28.
2. Oliva M., Ruiz-Fernandez J., Nývlt D. 2018. Past environments in mid-latitude mountain regions. *Quaternary International*, 420: 1–3. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.03.011>
3. Короткий А.М., Скрыльник Г.П., Коробов В.П. 2009. Изменение растительности в верхнем поясе гор под действием экзогенных процессов (поздний плейстоцен – голоцен). *Бюлл. Ботанического сада-института ДВО РАН*, 4: 41–49.
4. Ганюшкин Д.А., Чистяков К.В. 2014. Горные геосистемы внутриконтинентальных регионов Азии – структура и современная динамика. *Вопросы географии*, 137: 83–106.
5. Лаптева Е.Г. 2013. Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры современной растительности Южного Урала. *Вестник Башкирского университета*, 18(1): 77–81.
6. 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 Science Reviews*, 28: 2913–2926. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2009.07.018>
7. Короткий А.М. 2002. *Географические аспекты формирования субфоссильных спорово-пыльцевых комплексов (юг Дальнего Востока)*. Владивосток: Дальнаука, 271 с.
8. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Мохова Л.М., Макарова Т.Р., Паничев А.М., Кудрявцева Е.П., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Старикова А.А. 2016. Развитие ландшафтов Шкотовского плато Сихотэ-Алиня в позднем голоцене. *Известия РАН. Серия географическая*, 3: 65–80.
9. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Мохова Л.М., Копотева Т.А., Кудрявцева Е.П., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю., Климин М.А. 2019. Развитие природной среды среднегорья Южного Сихотэ-Алиня, запечатленное в разрезах торфяников Сергеевского плато. *Тихоокеанская геология*, 38(1): 13–31. <https://doi.org/10.30911/0207-4028-2019-38-1-13-31>
10. Вышин И.Б. 1990. *Сосудистые растения высокогорий Сихотэ-Алиня*. Владивосток: ДВО АН СССР, 186 с.
11. Скирин Ф.В., Скирина И.Ф. 2012. Эколого-субстратная приуроченность эпифитных лишайников пихтово-еловых и кедрово-широколиственных лесов Южного Сихотэ-Алиня. *Turczaninowia*, 15(1): 70–79.
12. Прокопенко С.В. 2011. Таксономический состав и анализ высокогорной флоры Южного Сихотэ-Алиня. *Комаровские чтения*, 58: 37–131.
13. Марченко Н.А. 1991. Вертикальные градиенты метеоэлементов в Приморском крае и возможности экстраполяции данных метеостанций. *География и природные ресурсы*, 3: 138–143.
14. Колесников Б.П. 1961. Растительность. В кн.: *Дальний Восток*. М.: Изд-во АН СССР, 183–246.
15. Киселев А.Н., Кудрявцева Е.П. 1992. *Высокогорная растительность южного Приморья*. М.: Наука, 117 с.
16. Покровская И.М. 1966. Методика камеральных работ. В кн.: *Палеопалинология*. Л.: Недра, 1, 32–61.
17. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 1–9.
18. *Ареалы деревьев и кустарников СССР*. 1977. Т. 1. Л.: Наука, 164 с.
19. Кудрявцева Е.П. 2012. Уточнение высотных пределов распространения некоторых видов дендрофлоры на Южном Сихотэ-Алине. В кн.: *Леса российского Дальнего Востока: мониторинг динамики лесов российского Дальнего Востока*. Владивосток: ЛАИНС, 87–91.
20. Новенко Е.Ю., Мазей Н.Г., Зерницкая В.П. 2017. Рецентные спорово-пыльцевые спектры заповедных территорий Европейской части России как ключ к интерпретации ре-

зультатов палеоэкологических исследований. *Nature Conservation Research. Заповедная наука*, 2(2): 55–65.

21. Мохова Л.М. 2020. Анализ состава спорово-пыльцевого дождя и субфоссильных палиноспектров в долинах рек Партизанская и Киевка (южное Приморье) для палеоландшафтных исследований. *Вестник СВНЦ ДВО РАН*, 2: 10–21.
22. Воробьев Д.П. 1968. *Дикорастущие деревья и кустарники Дальнего Востока*. Л.: Наука, 277 с.

## References

1. Badenkov Yu.P., Kotlyakov V.M., Chistyakov K.V. 2014. Mountains in regional development strategies: the role and investment of science. *Voprosy geografii [Problems of Geography]*, 137: 13–28. (In Russ.).
2. Oliva M., Ruiz-Fernandez J., Nývlt D. 2018. Past environments in mid-latitude mountain regions. *Quaternary International*, 420: 1–3. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.03.011>
3. Korotkiy A.M., Skryl'nik G.P., Korobov V.P. 2009. Vegetation changes in the upper mountain belts under influence of exogenous processes (Late Pleistocene – Holocene). *Bull. Botanicheskogo sada-instituta DVO RAN [Bull. of Botanical Garden-Institute of FEB RAS]*, 4: 41–49. (In Russ.).
4. Ganyushkin D.A., Chistyakov K.V. 2014. Mountain geosystems of the intercontinental regions of Asia: structure and modern dynamics-2014. *Voprosy geografii [Problems of Geography]*, 137: 83–106.
5. Lapteva E.G. 2013. Subfossil pollen spectra of the modern vegetation in Southern Urals. *Vestnik Bashkirskogo universiteta [Bulletin of Bashkir University]*, 18(1): 77–81. (In Russ.).
6. 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 Science Reviews*, 28: 2913–2926. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2009.07.018>
7. Korotkii A.M. 2002. *[Geographical aspects of the formation of subfossil spore-pollen complexes (south of the Far East)]*. Vladivostok: Dal'nauka, 271 p. (In Russ.).
8. Razzhigaeva N.G., Ganzey L.A., Mokhova L.M., Makarova T.R., Panichev A.M., Kudryavtseva E.P., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Starikova A.A. 2016. The development of landscapes of the Shkotovo plateau of Sikhote-Alin in the Late Holocene. *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya*, 3: 65–80. (In Russ.).
9. Razzhigaeva N.G., Ganzey L.A., Grebennikova T.A., Mokhova L.M., Kopoteva T.A., Kudryavtseva E.P., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E., Petrov A.Yu., Klimin M.A. 2019. Development of the natural environment of midlands of the

Southern Sikhote-Alin recorded in the Sergeev plateau peat bogs. *Russian J. of Pacific Geology*, 13(1): 11–28. <https://doi.org/10.1134/s1819714019010056>

10. Vyshin I.B. 1990. *[Vascular plants of the Sikhote-Alin highlands]*. Vladivostok: DVO AN SSSR, 186 p. (In Russ.).
11. Skirin F.V., Skirina I.F. 2012. [Ecology-substrate confinement of epiphytic lichens of the fir-spruce and cedar-broad-leaved forests of the Southern Sikhote-Alin]. *Turczaninowia*, 15(1): 70–79. (In Russ.).
12. Prokopenko S.V. 2011. Taxonomic composition and analysis of the high-mountains flora of the Southern Sikhote-Alin Range. *Komarovskie chteniya = V.L. Komarov Memorial Lectures*, 58: 37–131. (In Russ.).
13. Marchenko N.A. 1991. [Vertical gradients of the meteorological elements in Primorsky Krai and possibilities of extrapolating the data of weather stations]. *Geografiya i prirodnye resursy = Geography and Natural Resources*, 3: 138–143. (In Russ.).
14. Kolesnikov B.P. 1961. Vegetation. In: *Dal'niy Vostok [The Far East]*. Moscow: AN SSSR, 183–246. (In Russ.).
15. Kiselev A.N., Kudryavtseva E.P. 1992. *[High-mountain vegetation of South Primorie]*. Moscow: Nauka, 117 p. (In Russ.).
16. Pokrovskaya I.M. 1966. [A technique of cameral works]. In: *[Paleopalynology]*. Leningrad: Nedra, 1, 32–61. (In Russ.).
17. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 1–9.
18. *[Distribution ranges of trees and shrubs in USSR]*. 1977. Vol. 1. Leningrad: Nauka, 164 p. (In Russ.).
19. Kudryavtseva E.P. 2012. [Updating the altitudinal limits of the distribution of some dendroflora species in the South Sikhote-Alin]. In: *[Forests of the Russian Far East: monitoring of forests dynamics of the Russian Far East]*. Vladivostok: LAINS, 87–91. (In Russ.).
20. Novenko E.Yu., Mazey N.G., Zernitskaya V.P. 2017. [Recent spore-pollen spectra of the protected areas of the European part of Russia as a key to the interpretation of the results of paleoecological studies]. *Nature Conservation Research. Zapovednaya nauka [Conservation Science]*, 2(2): 55–65. (In Russ.).
21. Mokhova L.M. 2020. [Analysis of the composition of spore-pollen rain and subfossil pollen spectrum in the valleys of Partizanka and Kievka rivers (South Primorye) for the paleolandscapes investigations]. *Vestnik SVNTs DVO RAN = Bull. of the North-East Scientific Center FEB RAS*, 2: 10–21. (In Russ.).
22. Vorob'ev D.P. 1968. *[Wild trees and shrubs of the Far East]*. Leningrad: Nauka, 277 p. (In Russ.).

## Об авторах

**Мохова Людмила Михайловна** (<https://orcid.org/0000-0003-0396-4756>), научный сотрудник лаборатории палеогеографии и геоморфологии, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, [nadyar@tigdvo.ru](mailto:nadyar@tigdvo.ru)

**Кудрявцева Екатерина Петровна** (<https://orcid.org/0000-0003-4135-8300>), старший научный сотрудник лаборатории биогеографии и экологии, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, [katya@tigdvo.ru](mailto:katya@tigdvo.ru)

Поступила 13.01.2022  
После доработки 28.02.2022  
Принята к печати 03.03.2022

## About the Authors

**Mokhova, Ludmila M.** (<https://orcid.org/0000-0003-0396-4756>), Researcher, Laboratory of palaeogeography and geomorphology, Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of RAS, Vladivostok, [nadyar@tigdvo.ru](mailto:nadyar@tigdvo.ru)

**Kudryavtseva, Ekaterina P.** (<https://orcid.org/0000-0003-4135-8300>), Senior Researcher, Laboratory of biogeography and ecology, Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of RAS, Vladivostok, [katya@tigdvo.ru](mailto:katya@tigdvo.ru)

Received 13 January 2022  
Revised 28 February 2022  
Accepted 3 March 2022