

## Реконструкция позднеголоценовой истории экосистем полуострова Муравьев-Амурский и особенности их современного экологического состояния (Южное Приморье)

Марина Сергеевна ЛЯЩЕВСКАЯ  
кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник  
lyshevskay@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5624-3015>

Нина Федоровна ПШЕНИЧНИКОВА  
кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник  
n.f.p@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3037-7477>

Алена Геннадьевна КИСЕЛЕВА  
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
alena\_kiseleva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6101-9122>

Илона Мироновна РОДНИКОВА  
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
rodnikova\_ilona@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8930-8471>

Светлана Григорьевна ЮРЧЕНКО  
кандидат географических наук, научный сотрудник  
yurchenko@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2008-1103>

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

**Аннотация.** Изучение современного состояния почвенно-растительного покрова и спорово-пыльцевых спектров почвенных профилей буроземов п-ова Муравьев-Амурский позволило выделить 3 этапа в развитии растительности побережья и определить временные рубежи трансформации ландшафтов: 1) минимального воздействия человека (X – середина XIX в.), 2) интенсивного антропогенного воздействия (с 1860 по 1992 г.), 3) контролируемого освоения (с 1992 г. по настоящее время). На изменения ландшафтов большое влияние оказали средневековая климатическая аномалия и малый ледниковый период. Во время потепления на западном побережье доминировали дубово-широколиственные леса с большим участием липы и граба, а на восточном – кедрово-широколиственные. При наступлении похолодания сократились площади, занятые лесной растительностью, уменьшилось участие неморальных элементов, возросла роль берез и ольхи. На склонах низкогорья преобладал хвойно-широколиственный лес с *Pinus koraiensis* и *Abies holophylla*, на верхних уровнях рельефа расширились участки неморальных ельников, на побережье существовали рощи *Pinus densiflora*. Разрушение чернопихтово-кедровых ландшафтов по западному побережью п-ова Муравьев-Амурский в результате нерегламентированной эксплуатации началось с середины XIX в. в результате нерегламентированной эксплуатации. Современная растительность представлена антропогенно измененными хвойно-широколиственными кустарниково-травяными с лианами

лесами с искусственными посадками *Pinus koraiensis* и *Abies holophylla*. Состояние лишайникового покрова свидетельствует о длительном негативном антропогенном воздействии, которое привело к снижению видового разнообразия лишайников и формированию сообществ из устойчивых к этому воздействию видов с сохранением небольших участков прежнего разнообразия. По содержанию ртути в хвое *Abies holophylla* наибольшее загрязнение воздуха выявлено для г. Владивосток и его пригорода (район ст. Седанка). Состояние воздуха в северо-западной части п-ова Муравьев-Амурский (пос. Трудовое и ст. Весенняя) удовлетворительное. Для сохранения природного и социально-экономического потенциала полуострова здесь планируется создать особо охраняемую территорию, приспособленную для экологического туризма, и разработать меры по ее охране.

**Ключевые слова:** почвенно-растительный покров, содержание ртути, антропогенное влияние, спорово-пыльцевой анализ, климатические изменения

**Для цитирования:** Ляшевская М.С., Пшеничникова Н.Ф., Киселева А.Г., Родникова И.М., Юрченко С.Г. Реконструкция позднеголоценовой истории экосистем полуострова Муравьев-Амурский и особенности их современного экологического состояния (Южное Приморье) // Тихоокеанская география. 2026. № 2. С. 73–84. [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2026\\_26\\_6](https://doi.org/10.35735/26870509_2026_26_6)

Original article

## Reconstruction of the late Holocene history of ecosystem of the Muravyov-Amursky Peninsula (Southern Primorye) and features of its modern ecological state

Marina S. LYASHCHEVSKAYA

Candidate of Geographical Sciences, Leader research associate  
lyshevskay@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5624-3015>

Nina F. PSHENICHNIKOVA

Candidate of Biological Sciences, Leader research associate  
n.f.p@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3037-7477>

Alyona G. KISELYOVA

Candidate of Biological Sciences, Senior research associate  
alena\_kiseleva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6101-9122>

Iлона M. RODNIKOVA

Candidate of Biological Sciences, Senior research associate  
rodnikova\_ilona@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8930-8471>

Svetlana G. YURCHENKO

Candidate of Geographical Sciences, Research associate  
yurchenko@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2008-1103>

Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia

**Abstract.** The study of the current state of the soil and vegetation cover current state and the spore-pollen spectra of the soil profiles of Muravyov-Amursky Peninsula burozems has revealed three stages in the coastal vegetation development, and the temporal boundaries of landscape transformation: 1) minimal human impact (10th – mid-19th centuries), 2) intensive anthropogenic impact (from 1860 to 1992), 3) controlled development (from 1992 to the present). The medieval climatic anomaly and the Little Ice Age influenced landscape changes significantly. During the warming period, *Quercus*-broadleaf forests

with a large proportion of *Tilia* and *Carpinus* dominated on the western coast, while *Pinus koraiensis*-broadleaf forests dominated on the eastern coast. With the onset of cold weather, the area occupied by forest vegetation decreased, the presence of nemoral elements decreased, and the role of *Betula* and *Alnus* increased. Coniferous-broadleaf forests with *Pinus koraiensis* and *Abies holophylla* predominated on the low-mountain slopes, while areas of nemoral *Picea* forests expanded at higher elevations, and *Pinus densiflora* groves existed along the coast. The destruction of *Abies holophylla*-*Pinus koraiensis* landscapes along the western coast of the Muravyov-Amursky Peninsula began in the mid-19th century as a result of unregulated exploitation. Currently, modern vegetation consists of anthropogenically modified coniferous-broadleaf shrub-grass forests with vines, and *Pinus koraiensis* and *Abies holophylla* artificial plantings. The lichen cover state indicates the long-term negative anthropogenic impact, which has led to a decrease in lichen species diversity and the formation of species communities resistant to anthropogenic influence, with small remaining areas of previous diversity. The highest air pollution, measured by mercury content in *Abies holophylla* needles, was detected in Vladivostok and its suburbs (the Sedanka Station area). Air quality in the northwestern part of the Muravyov-Amursky Peninsula (Trudovoye Settlement and Vesennaya Station) is satisfactory. To preserve the peninsula's natural and socioeconomic potential, there are plans to create a specially protected area suitable for ecotourism, and to develop measures for its protection.

**Keywords:** modern vegetation, *Abies holophylla*, lichens, burozems, ecological state, anthropogenic transformation, mercury, spore and pollen analysis, climate change

**For citation:** Lyashchevskaya M.S., Pshenichnikova N.F., Kiselyova A.G., Rodnikova I.M., Yurchenko S.G. Reconstruction of the late Holocene history of ecosystem of the Muravyov-Amursky Peninsula (Southern Primorye) and features of its modern ecological state. *Pacific Geography*. 2026;(2):73–84. (In Russ.). [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2026\\_26\\_6](https://doi.org/10.35735/26870509_2026_26_6)

## Введение

На сегодняшний день в районе пригорода г. Владивосток и соседних административных территориях коренные леса в основном утрачены, их доля не выше 12 % площади водосбора зал. Петра Великого. В сохранившихся лесах значительно уменьшилось участие крупных деревьев, особенно хвойных пород, но по многообразию видов и сообществ ненарушенные участки п-ова Муравьев-Амурский сравнимы с заповедными территориями (свыше 30 видов на 1000 га) [1]. Лесной покров полуострова выполняет важную водоохранную и почвозащитную роль в условиях горного рельефа и муссонного климата с ливневыми осадками [2]. Для сохранения природного и социально-экономического потенциала п-ова Муравьев-Амурский в ближайшем будущем здесь планируется создать особо охраняемую территорию и разработать конкретные меры по ее охране. Ожидается, что новая территория будет приспособлена для экологического туризма.

Цель работы – оценка современного состояния территории и реконструкция ландшафтов п-ова Муравьев-Амурский в позднем голоцене.

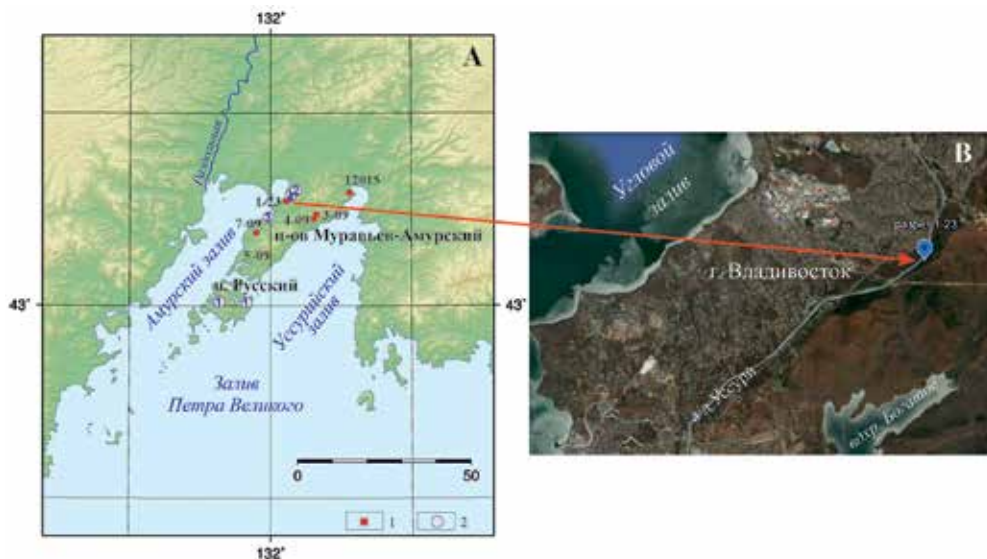
## Материалы и методы

Полуостров Муравьев-Амурский расположен в южной части Приморья. Он простирается с северо-востока на юго-запад, имеет длину около 40 км и ширину около 20 км. С востока омывается водами Уссурийского залива, с запада – Амурского, а с юга – залива Петра Великого (рис. 1). Климат полуострова характеризуется как муссонный, с сухой зимой и влажным летом (годовое количество осадков около 700–800 мм). Среднегодовые температуры – +3...+6 °С, средняя температура января – -12...-15 °С, средняя температура самого теплого месяца (августа) – +20...+22 °С. Для территории характерен низкогорный рельеф с абсолютными высотами 150–400 м над ур. моря и крутизной склонов от 3–5 до 20–25°. На большей части полуострова распространены вторичные дубовые леса, под которыми формируются буроземы типичные и буроземы темные [3, 4]. Наряду

с ними в почвенном покрове развиты буроземы с простым и сложным полигенетическим профилем, отражающие смену стадий эволюции ландшафтов и их компонентов: рельефа, климата, растительности в конце позднего голоцена [5, 6].

Территория полуострова относится к Восточно-Азиатской хвойно-широколиственной области [7] и включает в себя ареал эндемичного вида, самой крупной породы на Дальнем Востоке – пихты цельнолистной (*Abies holophylla*), которая выступает основным эдификатором чернопихтово-широколиственных лесов [8].

Объектом нашего исследования являлся почвенно-растительный покров, сформированный в условиях зональных хвойно-широколиственных лесов Дальнего Востока и претерпевший к настоящему времени антропогенные преобразования. Для оценки современного экологического состояния территории по стандартным геоботаническим методикам описан растительный и лишайниковый покров, отобрана хвоя пихты цельнолистной для определения степени загрязнения воздуха и с помощью беспламенной атомной абсорбции на анализаторе ртути «РА-915М» рассчитана концентрация ртути на 1 г сухого вещества. Для выявления влияния антропогенного воздействия на физико-химические свойства почв из их генетических горизонтов были отобраны образцы и определены физико-химические параметры по общепринятым методикам [9].



**Рис. 1.** А – схема расположения на территории п-ова Муравьев-Амурский изученных разрезов (1) и мест отбора хвои (2), обозначения номеров отображены на рис. 2; В – местоположение разреза 1-23 на космоснимке  
**Fig. 1.** А – Muravyov-Amursky Peninsula location map of the studied sections (1) and needle sampling sites (2), see Fig. 2 for numbers; В – position of studied section in the space photograph

Для реконструкции растительности на п-ове Муравьев-Амурский в районе станции Весенняя был заложен почвенный разрез 1-23 (координаты: 43°16'20"; 132°05'49"), из генетических горизонтов которого на спорово-пыльцевой анализ было отобрано 27 проб с шагом 2 см, за исключением поверхностной, которая была взята на всю глубину подстилки – 3 см. Морфологическое описание почвенного разреза выполнено по общепринятой методике, типовая принадлежность почвы дана согласно классификации и диагностике почв России [10].

Для определения возраста почвы с глубины 36–41 см получена радиоуглеродная дата  $1287 \pm 180$  лет назад (ИМКЭС-14С3040), календарный возраст среднего вероятного значения которой 766 годы нашей эры (г.н.э.). Калибровка радиоуглеродного возраста в календарный произведена с помощью программы CALIB REV -8.2.

## Результаты и их обсуждение

**Современное состояние.** Исследования проводились на восточном склоне водораздела с крутизной 25° со слабоволнистой поверхностью. Абсолютная высота – около 126 м над ур.м. Растительность: чернопихтово-широколиственный лес из дуба монгольского (*Quercus mongolica*), кленов ложнозибольдова (*Acer pseudosieboldianum*) и зеленокорого (*A. tegmentosum*), ильма японского (*Ulmus japonica*), липы амурской (*Tilia amurensis*), ясеня носолистного (*Fraxinus rhynchophylla*), калопанакса семилопастного (*Kalopanax septemlobus*) с посадками пихты цельнолистной (общая сомкнутость крон 80 %, средняя высота 20 м) возрастом около 30 лет и редким кустарниковым подлеском из трескуна амурского (*Ligustrina amurensis*), боярышника перистонадрезанного (*Crataegus pinnatifida*), леспедецы двуцветной (*Lespedeza bikolor*), бересклета малоцветкового (*Euonymus pauciflora*) (общее проективное покрытие 30 %, средняя высота 3 м). В травяном покрове (общее проективное покрытие 50 %, средняя высота 0,5 м) преобладают ластовень заостренный (*Vincetoxicum acuminatum*), волжанка обыкновенная (*Aruncus dioicus*), хлорант японский (*Chloranthus japonicus*), пион обратноййцевидный (*Paeonia obovata*), спаржа шобериевидная (*Asparagus schoberioides*), герань волосистоцветковая (*Geranium erianthum*), реже встречаются полынь побегоносная (*Artemisia stolonifera*), сосюра треугольная (*Saussurea triangulaty*), пиля монгольская (*Pilea mongolica*) и др. Внеярусная растительность сложена лимонником китайским (*Schisandra chinensis*).

Исследование лишайникового покрова как индикатора экологического состояния территории не выявило богатого видового разнообразия. Общий список эпифитных лишайников составляет 27 видов. На исследованных деревьях встречается от 3 до 10 видов. Большинство видов лишайников устойчивы к действию антропогенных факторов. Наиболее распространенными являются *Myelochroa aurulenta* (Tuck.) Elix & Hale, *Phaeophyscia hispidula* (Ach.) Moberg, *Opeltia flavorubescens* (Huds.) S.Y. Kondr. & Hur., виды родов *Lecanora*, *Graphis*. Редко встречаются виды родов *Collema*, *Ochrolechia*, *Pertusaria*, *Parmotrema*. На исследованных участках преобладают виды с хорошим жизненным состоянием, но также присутствуют лишайники со следами угнетения на талломах, что указывает на наличие негативного антропогенного влияния на территорию.

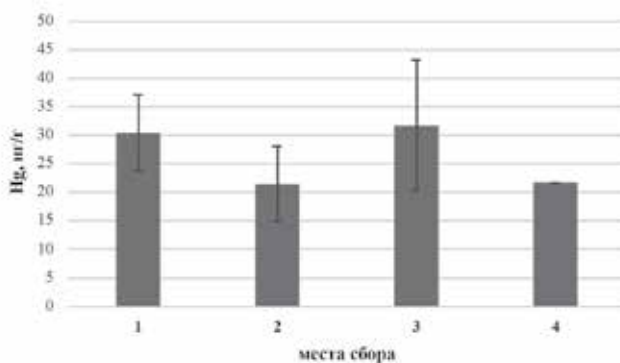
Содержание ртути в хвое пихты цельнолистной, отобранной возле разреза 1-23 (район станции Весенняя), составляет 22 нг/г (средняя концентрация) (рис. 2), в соседнем пос. Трудовое – 21 нг/г (средняя концентрация), что свидетельствует о средней степени загрязнения воздуха выбросами ртути, т.к. обследованные территории удалены от густонаселенной промышленно развитой части г. Владивосток. На о. Русский и в районе станции Седанка значения достигают 32 и 30 нг/г соответственно, что свидетельствует о высокой степени загрязнения воздуха ртутью.

Почвенный профиль разреза 1-23 включает следующие горизонты.

О, 0–3 см. Подстилка, состоящая из рыхлолежащего слаборазложившегося сухого опада – листьев деревьев и трав, переход резкий.

**Рис. 2.** Содержание ртути в хвое пихты цельнолистной. 1 – о. Русский, 2 – пос. Трудовое, 3 – ст. Седанка, 4 – ст. Весенняя

**Fig. 2.** Mercury content in *Abies holophylla* needles. 1 – Russky Island, 2 – Trudovoe Settlement, 3 – Sedanka Station, 4 – Vesennaya Station



AU, 3–(9–14) см. Темно-серый, свежий, комковато-порошистый, среднесуглинистый, рыхлый, переплетен корнями трав (слабо задернован), переход заметный.

AUBM, (9–14) – 30 см. Темно-серый со слабым желтоватым оттенком, свежий, средне-суглинистый, комковато-зернистый, рыхлый, с глубины 14–17 см по всему горизонту значительное присутствие древесных корней размером от 0,5 до 1,5 см в диаметре, с глубины 11–18 см обломки почвообразующей породы (до 40 % от объема почвенной массы) уплощенной формы (размером по горизонтали 9–13 см и толщиной 2,5–3,5 см), залегающие преимущественно в горизонтальной проекции и покрытые по всей поверхности органоминеральными кутанами, переход языковатый.

BM, 30–55 см. Бурый с желтовато-серым оттенком, свежий, сильно скелетный – обломки породы до 70 % от объема почвенной массы, преимущественно уплощенной формы (размером до 10–15 см и толщиной до 2,5 см), покрытые кутанами темно-коричневого цвета, тяжелосуглинистый, корни присутствуют единично до глубины 40 см (размером до 3 см в диаметре), переход постепенный.

BMC, 55 см и ниже. Скелетный, содержание мелкозема не превышает 10 %, преобладают обломки размером 2–3 см, неправильной формы, единично присутствуют крупные обломки породы размером до 5–7 см.

Почвы: бурозем темный маломощный сильно скелетный на делювии песчаника.

По показателям pH как водная, так и солевая вытяжка из почвы пихтарника (табл. 1) характеризуются слабокислой реакцией среды в поверхностных горизонтах – подстилочном O и темногумусовом AU. Вниз по профилю кислотность возрастает и показатель pH солевой достигает значения «сильнокислый». Для почв характерна высокая гумусированность всего профиля с постепенным уменьшением от 14,66 % в темногумусовом горизонте AU до 3,23 % в иллювиальном структурно-метаморфическом горизонте BM, что позволяет рассматривать данные почвы как буроземы темные. Величина гидролитической кислотности составляет в подстилочном горизонте чуть больше 20 ммоль(экв) на 100 г почвы, а в минеральных горизонтах почти вдвое меньше, что свидетельствует о насыщенности почв основаниями и согласуется с высоким содержанием обменных катионов, особенно кальция. Степень насыщенности почв основаниями высокая по всему профилю. Почвы по своим морфологическим и физико-химическим показателям соответствуют типу буроземы темные [10]. Антропогенное воздействие на них незначительно.

Таблица 1

Физико-химические свойства буроземов темных, разрез 1-23, п-ов Муравьев-Амурский

Table 1. Physicochemical properties of dark cambisols, section 1-23, Muravyov-Amursky Peninsula

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Гумус по Тюрину, %	pH		ГК	Обменные катионы		Степень насыщенности почв основаниями, %
			H <sub>2</sub> O	KCl		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	
					ммоль(экв)/100 г			
O	0–3	74,69*	5,8	5,2	22,4	55,3	16,7	76,3
AU	3–(9–14)	14,66	5,9	5,2	9,04	26,5	12,5	81,2
AUBM	(9–14)–30	8,19	5,4	4,4	12,5	19,4	4,6	65,7
BM	30–55	3,23	5,4	4,0	10,1	13,5	7,6	67,6

Примечание: \*потеря при прокаливании; ГК – гидролитическая кислотность.

Спорово-пыльцевой анализ. В результате проведенного спорово-пыльцевого анализа почвенного профиля разреза 1-23 было выделено четыре локальные пыльцевые зоны (рис. 3).

Зона 1 (инт. 51–55 см). Древесные таксоны составляют около 40 % спектров, доминируют широколиственные породы (до 36 %): *Carpinus cordata*, *Tilia amurensis*, *Kalopanax septemlobus*, *Juglans mandshurica*, *Fraxinus rhynchophylla*, *Ulmus japonica*, *Corylus*

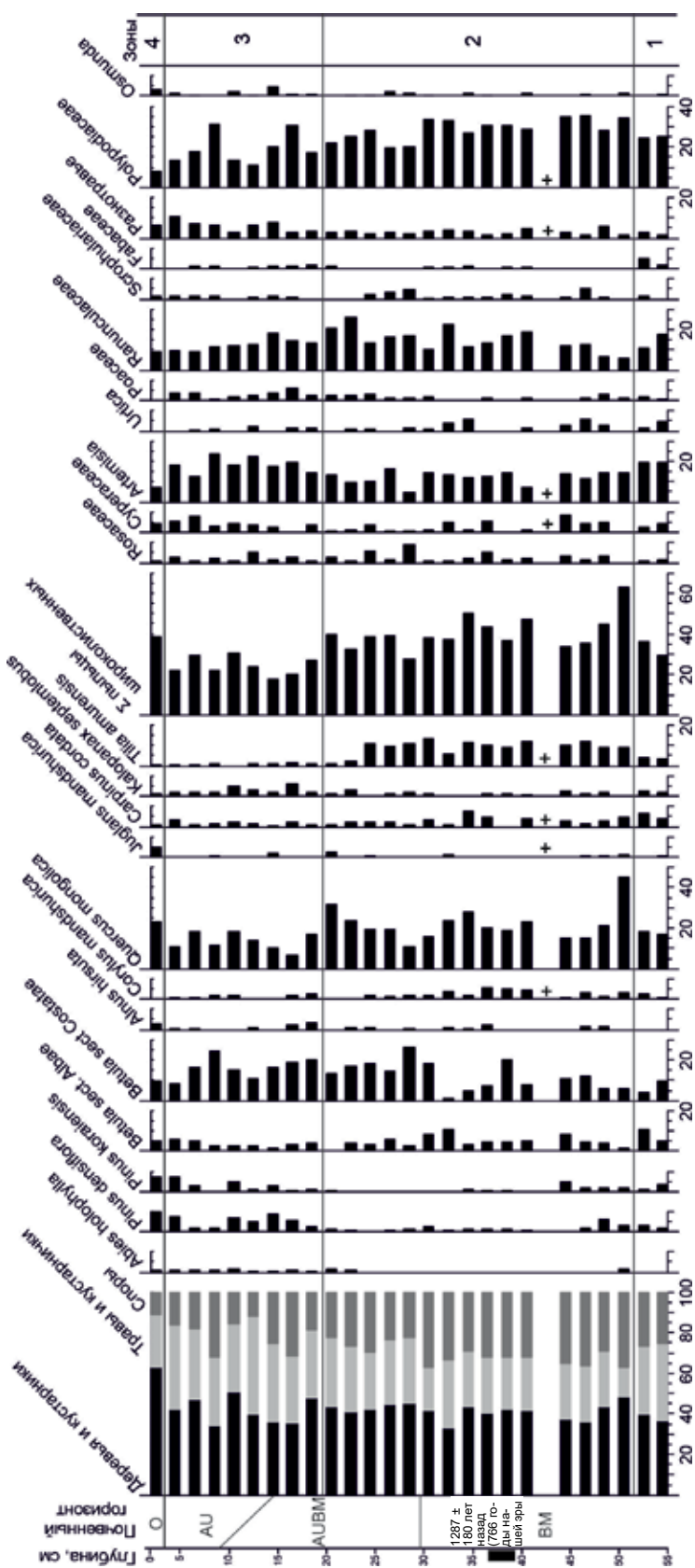


Рис. 3. Споро-пыльцевая диаграмма почвенного разреза 1-23, п-ов Муравьев-Амурский  
 Fig. 3. Spore-pollen diagram of the soil section 1-23, Muravyov-Amursky Peninsula

*mandshurica* с максимумом пыльцы *Quercus mongolica* (до 19 %). Доля хвойных: *Pinus densiflora* и *P. koraiensis* – до 5 %, *Betula* – ~15 %. В группе трав и кустарничков (до 38 %) преобладает пыльца *Artemisia* – до 20 % и Ranunculaceae – до 17 %, присутствуют Fabaceae, Cyperaceae, *Urtica*, Rosaceae, *Galium*, Poaceae, Scrophulariaceae, *Geranium*. Среди споровых (до 26 %) доминируют папоротники Polypodiaceae, единично встречена *Osmunda*.

Зона 2 (инт. 19–51 см). Преобладает пыльца деревьев (до 48 %). Увеличивается доля широколиственных (до 63 %), особенно *Quercus*, максимум (46 %) которого наблюдается в нижней части зоны. Заметно возрастает участие *Tilia* (до 14 %), появляется пыльца *Acer*, *Ligustrina amurensis*, *Vitis amurensis*, *Lonicera*, встречено по одному пыльцевому зерну *Morus* (инт. 25–27 см) и *Fagus* (инт. 23–25 см). В нижней и верхней части пыльцевой зоны в группе хвойных появляется единичная пыльца *Abies holophylla*. В верхней части зоны возрастает участие *Betula* sect. *Costatae* (до 27 %). В небольшом количестве появляется пыльца *Alnus hirsuta* и *Salix*. Среди трав также доминируют *Artemisia* и Ranunculaceae. Несколько увеличивается доля споровых (до 37 %).

Зона 3 (инт. 3–19 см) характеризуется снижением доли широколиственных (до 18 %), в частности, *Quercus* (до 7 %), заметно уменьшается участие *Tilia* и *Carpinus*. Среди хвойных увеличивается доля *Pinus densiflora* (до 10 %) и *P. koraiensis* (до 8 %), особенно в верхней части зоны. Участие мелколиственных – до 31 %. Зафиксировано максимальное процентное содержание пыльцы трав – 48 %, преобладает пыльца *Artemisia* (до 25 %), увеличивается доля разнотравья (до 11 %), Poaceae (до 6 %), уменьшается участие Ranunculaceae и *Urtica*. Доля споровых сокращается до 12 %.

Зона 4 (инт. 0–3 см). Процентное содержание пыльцы древесных максимально – 63 %. Доминирует пыльца широколиственных (39 %), среди которой преобладает *Quercus* (26 %), увеличивается доля *Juglans* – 5 %. Снижается участие *Betula* sect. *Costatae* (11 %). Доля хвойных: *Abies* – 1 %, *Pinus densiflora* – 11 %, *P. koraiensis* – 8 %. В группе трав (26 %) уменьшается содержание *Artemisia* (8 %). Участие споровых минимально – 11 %.

**Реконструкция растительности.** Данные спорово-пыльцевого анализа свидетельствуют о нескольких этапах в развитии растительности, обусловленных изменениями климата и антропогенным влиянием. Так, в начале первого тысячелетия нашей эры на восточном побережье п-ова Муравьев-Амурский (Уссурийский залив) были распространены широколиственно-кедровые леса [11], а на западном побережье (Амурский залив) – дубово-широколиственные из дуба монгольского с участием граба сердцелистного, липы амурской, калопанакса семилопастного, ореха маньчжурского, ясеня носолистного, ильма японского, лещины маньчжурской и берез. На локальных участках (каменистых склонах южной ориентации) могла встречаться сосна густоцветковая. В настоящее время на полуострове единичные экземпляры сосны густоцветковой сохранились только на водоразделах рек Пионерская (Седанка) и Богатая (Лянчихе) [12]. Более низкое содержание пыльцы дуба и широколиственных (19 и 36 % соответственно) в спектрах пыльцевой зоны 1 по сравнению с субфоссильными спектрами (дуб – 26 %, широколиственные – 39 %) говорит о несколько прохладных климатических условиях по сравнению с современными для этого этапа развития растительности.

Следующий период характеризовался климатическими условиями теплее современных, о чем свидетельствуют высокие значения пыльцы широколиственных и дуба, на 20 % превышающие их содержание в субфоссильных спектрах. В лесах было больше липы и граба. Полученная датировка позволяет сопоставить данное потепление со средневековой климатической аномалией (VIII–XIII вв.), наступление которой на территории юго-восточного Приморья фиксируется уже в VII в. н. э. [13]. На восточном побережье п-ова Муравьев-Амурский в это время доминировали кедрово-широколиственные леса [11]. Теплый климат мог способствовать развитию садоводства у средневекового населения Приморья. Так, находка пыльцы шелковицы в отложениях этого периода может указывать на ее культивирование, например, чжурчжэнями, которые проживали на территории южного

Приморья в X–XIII вв. и в больших количествах выращивали тутовые деревья, необходимые для питания шелкопряда [14].

На территории Приморья среднегодовая температура была выше на 1–1,3 °С за счет более теплых зим, связанных с увеличением меридионального переноса тепла [15]. Усиление теплого Цусимского течения в северном направлении в это время оказывало интенсивное согревающее воздействие на побережье зал. Петра Великого [16]. На островном и континентальном побережьях юга Дальнего Востока потепление проявилось во всех ландшафтных зонах [17]. На территории Китая оно началось в VIII в. [18], а в Японии теплая фаза датируется 732–1296 гг. н.э. [19, 20]. Согласно дендрохронологическим данным для Северного полушария в период с 750 по ~ 850 г. н.э. происходило умеренное повышение температуры, за которым последовал продолжительный теплый период [21].

Уменьшение участия широколиственных и дуба в составе лесов п-ова Муравьев-Амурский произошло в XV в. и было связано с похолоданием малого ледникового периода. В это время сокращались площади, занятые лесной растительностью, возрастала роль мелколиственных пород – берез и ольхи, а также сосны корейской (кедровой) и сосны густоцветковой на сухих каменистых склонах. На восточном побережье полуострова увеличилась площадь безлесных участков, а на горных склонах в лесной растительности возросла роль сосны корейской. В составе хвойно-широколиственных лесов уменьшилось участие неморальных элементов. На верхних уровнях рельефа расширились участки неморальных ельников, на побережье существовали рощи сосны густоцветковой. Преобладание хвойно-широколиственных лесов с кедром корейским и сосной густоцветковой в малый ледниковый период отмечается также и по данным спорово-пыльцевого анализа почвенных профилей 3-09 и 4-09 на восточном побережье п-ова Муравьев-Амурский [5].

Согласно дендрохронологическим данным за последние 2000 лет именно малый ледниковый период был самым холодным событием, а в период 1452–1471 гг. отмечалась температурная аномалия до -0,96 °С [21]. В течение малого ледникового периода зафиксировано несколько гранд-минимумов солнечной активности и минимум летней инсоляции в Северном полушарии [22, 23].

Исчезновение пыльцы кедра и уменьшение доли древесной пыльцы в интервале 7–9 см, скорее всего, связаны с усиленной вырубкой строевого леса гористых окрестностей г. Владивосток после перенесения порта из г. Николаевск в 1873 г. Вырубки, прежде всего хвойных пород, наиболее интенсивно проходили в южной части полуострова и сопровождались прокладкой дорог вдоль горных склонов, тогда как восточного побережья, более отдаленного и менее доступного, они коснулись в меньшей степени. В изученных ранее авторами почвенных разрезах (3-09, 4-09, 5-09, 7-09), заложенных на п-ове Муравьев-Амурский, наблюдается отсутствие или значительное сокращение пыльцы пихты цельнолистной и кедра в горизонте О (подстилке) по сравнению с нижележащим образцом из горизонта АУ [5].

В 1860 г. руководитель лесоустроительной партии А.Ф. Будищев свидетельствовал о том, что по всему полуострову обильно распространены «лиственные и хвойные строевые, поделочные и отчасти корабельные леса» [24]. В 1909 г. на хвойно-широколиственные древостои приходилось 39 % лесопокрытой площади, дубняки – 43 %, лиственные леса – 18 %; в 1929 г. – 12, 52 и 36 % соответственно; в 1965 г. – 4, 58 и 38 % [25]. В 1992 г., когда чернопихтово-широколиственные леса в большей части своего ареала были пройдены выборочными рубками и лесными пожарами, учитывая реальную угрозу обеднения генофонда и биоразнообразия, а также перспективу нежелательного изменения экологической обстановки, рубки главного пользования в чернопихтово-широколиственных лесах были запрещены. Проведение лесовосстановительных мероприятий позволило остановить отрицательную ресурсную динамику этих лесов и восстановить в большинстве случаев утраченные позиции пихты цельнолистной [26], посадки которой выступают ареалами восстановления условно-коренных хвойно-широколиственных лесов, уничтоженных в результате интенсивного освоения полуострова с середины XIX в.

## Заключение

По результатам изучения спорово-пыльцевых спектров почвенных профилей выделяется три этапа в развитии ландшафтов п-ова Муравьев-Амурский: 1) минимального воздействия человека (X – середина XIX в.), 2) интенсивного антропогенного воздействия: прокладка Транссибирской магистрали и государственных автодорог, вырубка строевого леса при становлении г. Владивосток и строительстве его крепости (с 1860 по 1992 г.), 3) контролируемого освоения с соблюдением экологических и охранных норм (с 1992 г. по настоящее время).

Разрушение чернопихтово-кедровых ландшафтов по западному побережью п-ова Муравьев-Амурский началось с середины XIX в. в результате нерегламентированной эксплуатации. В настоящее время современная растительность полуострова представлена антропогенно измененными хвойно-широколиственными кустарниково-травяными с лианами лесами с искусственными посадками хвойных пород (сосны корейской и пихты цельнолистной). Состояние лишайникового покрова свидетельствует о длительном негативном антропогенном воздействии, которое привело к снижению видового разнообразия лишайников и формированию сообществ из устойчивых к антропогенному влиянию видов, при этом сохранились небольшие участки прежнего разнообразия. С антропогенной трансформацией хвойно-широколиственных лесов полуострова во вторичные широколиственные леса тесно связано формирование полигенетичных буроземов. Наибольшее загрязнение воздуха по содержанию ртути в хвое пихты цельнолистной выявлено в г. Владивосток (о. Русский) и его пригороде (район станции Седанка) – в местах с высокой антропогенной нагрузкой и техногенными выбросами. Состояние воздуха в северо-западной части п-ова Муравьев-Амурский (пос. Трудовое и ст. Весенняя) удовлетворительное.

**Благодарности.** Работа выполнена в рамках темы государственного задания ТИГ ДВО РАН № 125021302113-3.

**Acknowledgments.** The studies were carried out under the State Assignments to PGI FEB RAS (no. 125021302113-3).

## Литература

1. Урусов В.М., Варченко Л.И., Врищ Д.Л., Прокопенко С.В., Чипизубова М.Н., Петропавловский Б.С. Владивосток – юг Приморья: вековая и современная динамика растительности. Владивосток: Дальнаука, 2010. 420 с.
2. Манько Ю.И., Гладкова Г.А., Сибирина Л.А. Леса на полуострове Муравьев-Амурский 150 лет назад // Вестн. ДВО РАН. 2016. № 1. С. 5–14
3. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф. Генезис и эволюция приокеанических буроземов (на примере япономорского побережья). Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2002. 292 с.
4. Ковалева Г.В. Оценка экологического состояния почв полуострова Муравьева-Амурского: автореф. дис. ... кан. биол. наук. Владивосток, 2012. 22 с.
5. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф., Лящевская М.С., Зубахо Е.Г., Ханалин Е.В. Полигенетичные буроземы полуострова Муравьев-Амурский: строение, свойства, генезис // Вестн. ДВО РАН. 2012. № 2. С. 25–34.
6. Пшеничников Б.Ф., Лящевская М.С., Пшеничникова Н.Ф., Зубахо Е.Г. Проявление полигенетичности в буроземах прибрежно-островной зоны юга Приморья // География и природные ресурсы. 2018. № 2. С. 120–128.
7. Колесников Б.П. Растительность // Дальний Восток: Физико-географическая характеристика. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 182–245.
8. Прохоренко Н.Б., Гумарова Р.Р., Верхолат В.П. Флористическая классификация лесов полуострова Муравьев-Амурский // Комаровские чтения. 1996. Вып. XLII. С. 79–100.
9. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во Московского университета, 1970. 488 с.
10. Классификация и диагностика почв России/ Авторы и составители: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
11. Лящевская М.С., Макарова Т.Р., Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Кудрявцева Е.П., Паничев А.М., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю. Развитие ландшафтов полуострова Муравьева-Амурского в среднем-позднем голоцене по данным изучения отложений побережья бухты Муравьиная (южное Приморье) // Успехи современного естествознания. 2017. № 2. С. 110–122.

12. Урусов В.М., Варченко Л.И. Растительность района Владивостока. Владивосток: Дальнаука, 2012. 152 с.
13. Ляцкая М.С., Базарова В.Б., Макарова Т.Р. Развитие природной среды и эволюция озера Гнилое (юго-восточное Приморье) за последние 3300 лет // Геоморфология и палеогеография. 2023. Т. 54, № 3. С. 108–123.
14. Воробьев М.В. Культура чжурчженей и государства Цзинь. (X в. – 1234 г.). М.: Наука, 1983. 370 с.
15. Федоров В.М., Гребеников П.Б. Малый (средневековый) климатический оптимум голоцена и его возможные причины // Жизнь Земли. 2020. Т. 42, № 4. С. 395–405.
16. Gallagher S.J., Kitamura A., Iryu Ya., Itaki T., Koizumi I., Hoiles P. W. The Pliocene to recent history of the Kuroshio and Tsushima Currents: a multi-proxy approach // Progress in Earth and Planetary Science. 2015. Vol. 2. P. 17.
17. Razjigaeva N.G., Ganzey L.A., Bazarova V.B. Grebennikova T.A., Mokhova L.M., Belyanina N.I., Lyashevskaya M.S., Arslanov K.A. Landscape response to the Medieval Warm Period in the South Russian Far East // Quaternary International. 2019. Vol. 519. P. 215–231.
18. Duan V., Pu Q., Wu X. A preliminary study of Quaternary climatic changes in China // Selected papers of the conference 1978 on climatic changes in China. Beijing: Central Meteorological Agency, 1981. P. 7–17.
19. Sakaguchi Y. Warm and cold stages in the past 7600 years in Japan and their global correlation // Bull. Dept. Geogr. Univ. Tokyo. 1983. Vol. 15. P. 1–31.
20. Sakaguchi Y. Some pollen records from Hokkaido and Sakhalin // Bull. Dept. Geogr. Univ. Tokyo. 1989. Vol. 21. P. 1–17.
21. Wilson R., Anchukaitis K., Briffa K.R., Büntgen U., Cook E., D'Arrigo R., Davi N., Esper J., Frank D., Gunnarson B., Hegerl G., Helama S., Klesse S., Krusic P.J., W. Linderholm H., Mygland V., Osborn T.J., Rydval M., Schneider L., Schurer A., Wiles G., Zhang P., Zorita E. Last millennium Northern Hemisphere summer temperatures from tree rings: Part I: The long term context // Quaternary Science Reviews. 2016. Vol. 134. P. 1–18.
22. Сун В., Яскелл С. Минимум Маундера и переменные солнечно-земные связи. Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2008. 336 с.
23. Федоров В.М., Фролов Д.М. Малый ледниковый период в жизни Земли и его возможные причины // Жизнь Земли. 2020. Т. 42, № 1. С. 4–12.
24. Будищев А.Ф. Владивосток и полуостров Муравьев-Амурский // Сборник главнейших и официальных документов по управлению Восточной Сибирью. 2-е изд. Т. 5. Леса Приамурского края. Вып. 1. Описание лесов Приморской области. Хабаровск: Тип. Приамурского генерал-губернатора, 1898. С. 326–351.
25. Концепция социально-экономического развития города Владивостока и агломерации: основные положения. Владивосток: ОАО «Приморгражданпроект», 2002. 60 с.
26. Грднева Н.В. Пихта цельнолиственная (*Abies Holophylla Maxim.*) в Приморском крае (ресурсная оценка и перспективы интродукции): автореф. дис. ... кан. биол. наук. Владивосток, 2009. 21 с.

## References

1. Urusov, V.M.; Varchenko, L.I.; Vrishch, D.L.; Prokopenko, S.V.; Chipizubova, M.N.; Petropavlovsky, B.S. Vladivostok – South of Primorsky Krai: secular and modern vegetation dynamics. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 2010; 420 p. (In Russian)
2. Man'ko, Yu.I.; Gladkova, G.A.; Sibirina, L.A. Forests on the Muravyov-Amursky Peninsula 150 years ago. *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2016;(1):5–14. (In Russian)
3. Pshenichnikov, B.F.; Pshenichnikova, N.F. Genesis and evolution of maritime burozems (using the example of the Japanese Sea coast). Far Eastern University Publishing House: Vladivostok, Russia, 2002; 292 p. (In Russian)
4. Kovaleva, G.V. Environmental assessment of the Muravyov-Amursky Peninsula soils. Abstract of a candidate's dissertation in biological sciences. Vladivostok, Russia, 2012; 22 p. (In Russian)
5. Pshenichnikov, B.F.; Pshenichnikova, N.F.; Lyashevskaya, M.S.; Zubakho, E.G.; Khanapin, E.V. Polygenetic brown soils of the Muravyov-Amursky Peninsula: structure, properties, genesis. *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2012;(2):25–34. (In Russian)
6. Pshenichnikov, B.F.; Lyashevskaya, M.S.; Pshenichnikova, N.F.; Zubakho, E.G. Polygenetic traits in burozems of the coast and island zone in Southern Primorskii Krai. *Geography and natural resources*. 2018;(2):120–128. (In Russian)
7. Kolesnikov, B.P. Vegetation. In *Far East: Physical and Geographical Characteristics*; Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR: Moscow, Russia, 1961, 182–245. (In Russian)
8. Prokhorenko, N.B.; Gumarova, R.R.; Verkholat, V.P. Floristic classification of the Muravyov-Amursky Peninsula forests. *V.L. Komarov memorial lectures*. 1996; XLII: 79–100. (In Russian)
9. Arinushkina, E.V. Guide to Chemical Analysis of Soils. Moscow University Publishing House: Moscow, Russia, 1970; 488 p. (In Russian)
10. Classification and diagnostics of soils in Russia. Authors and compilers: L.L. Shishov, V.D. Tonkonogov, I.I. Lebedeva, M.I. Gerasimova. Oikumena: Smolensk, 2004; 342 p. (In Russian)
11. Lyashevskaya, M.S.; Makarova, T.R.; Razzhigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Kudryavtseva, E.P.; Panichev, A.M.; Arslanov, Kh.A.; Maksimov, F.E.; Petrov, A.Yu. Development of Muravyov-Amursky Peninsula landscapes during Middle-Late Holocene based on research of Muravyinaya Bay coastal sediments data. *Advances in current natural sciences*. 2017;(2):110–122. (In Russian)

12. Urusov, V.M.; Varchenko, L.I. Vegetation of Vladivostok area. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 2012; 152 p. (In Russian)
13. Lyashchevskaya, M.S.; Bazarova, V.B.; Makarova, T.R. Environment development and the evolution of Gniloe Lake (south-eastern Primorye) during the last 3300 years. *Geomorphology and paleogeography*. 2023;54(3):108–123. (In Russian)
14. Vorobiev, M.V. The Culture of the Jurchens and the Jin State. (10th century – 1234). Nauka: Moscow, Russia, 1983; 370 p. (In Russian)
15. Fedorov, V.M.; Grebennikov, P.B. Medieval warm period of the Holocene and its possible causes. *Life of the Earth*. 2020;42(4):395–405. (In Russian)
16. Gallagher, S.J.; Kitamura, A.; Iryu, Ya.; Itaki, T.; Koizumi, I.; Hoiles, P. W. The Pliocene to recent history of the Kuroshio and Tsushima Currents: a multi-proxy approach. *Progress in Earth and Planetary Science*. 2015;(2):17.
17. Razjigaeva, N.G.; Ganzey, L.A.; Bazarova, V.B.; Grebennikova, T.A.; Mokhova, L.M.; Belyanina, N.I.; Lyashchevskaya, M.S.; Arslanov, K.A. Landscape response to the Medieval Warm Period in the South Russian Far East. *Quaternary International*. 2019;(519):215–231.
18. Duan, V.; Pu, Q.; Wu, X. A preliminary study of Quaternary climatic changes in China. In *Selected papers of the conference 1978 on climatic changes in China*; Central Meteorological Agency: Beijing, China, 1981, 7–17.
19. Sakaguchi, Y. Warm and cold stages in the past 7600 years in Japan and their global correlation. *Bull. Dept. Geogr. Univ. Tokyo*. 1983;(15):1–31.
20. Sakaguchi, Y. Some pollen records from Hokkaido and Sakhalin. *Bull. Dept. Geogr. Univ. Tokyo*. 1989;(21):1–17.
21. Wilson, R.; Anchukaitis, K.; Briffa, K.R.; Büntgen, U.; Cook, E.; D'Arrigo, R.; Davi, N.; Esper, J.; Frank, D.; Gunnarson, B.; Hegerl, G.; Helama, S.; Klesse, S.; Krusic, P.J.; W. Linderholm, H.; Myglan, V.; Osborn, T.J.; Rydval, M.; Schneider, L.; Schurer, A.; Wiles, G.; Zhang, P.; Zorita, E. Last millennium Northern Hemisphere summer temperatures from tree rings: Part I: The long term context. *Quaternary Science Reviews*. 2016;(134):1–18.
22. Soon, W.; Yaskell, S. The Maunder Minimum and the Variable Sun-Earth Connection. Institute of Computer Research: Moscow; Izhevsk, Russia, 2008; 336 p. (In Russian)
23. Fedorov, V.M.; Frolov, D.M. Little Ice Age in the Earth history and its possible reasons. *Life of the Earth*. 2020;42(1):4–12. (In Russian)
24. Budishchev, A.F. Vladivostok and the Muravyov-Amursky Peninsula. In *Collection of the most important and official documents on the management of Eastern Siberia. 2nd edition. Vol. 5. Forests of the Amur Region. Issue 1. Description of the forests of the Primorsky Region*. Printing House of the Amur Governor-General: Khabarovsk, Russia, 1898, 326–351. (In Russian)
25. The socio-economic development concept of Vladivostok city and the agglomeration: basic provisions. OJSC «Primorgrazhdanproekt»: Vladivostok, Russia, 2002; 60 p. (In Russian)
26. Gridneva, N.V. Manchurian fir (*Abies Holophylla* Maxim.) in Primorsky Krai (resource assessment and introduction prospects). Abstract of a candidate's dissertation in biological sciences. Vladivostok, Russia, 2009; 21 p. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 16.10.2025; одобрена после рецензирования 18.11.2025; принята к публикации 25.11.2025.

The article was submitted 16.10.2025; approved after reviewing 18.11.2025; accepted for publication 25.11.2025.

