

УДК 551.89:551.799 (571.642)

ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ ПОБЕРЕЖЬЯ ЮЖНОГО САХАЛИНА В СУББОРЕАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ГОЛОЦЕНА**Микишин Ю.А.¹, Пушкарь В.С.¹, Гвоздева И.Г.¹**¹Дальневосточный геологический институт ДВО РАН», Владивосток, Россия (690022, Владивосток, пр-т 100 лет Владивостоку, 159), e-mail: yurimikishin@fegi.ru

Палинологическое изучение и радиоуглеродное датирование отложений торфяников, морских и аллювиально-морских террас позволило подробно рассмотреть картину короткопериодических ландшафтно-климатических изменений на побережье южного Сахалина в суббореальном периоде голоцена. 1. 4600–4200 л.н. / 5300–4700 календарных л.н.: раннесуббореальное похолодание. Климат был холоднее и суше нынешних условий. Развивались елово-пихтовые леса, аналогичные современным на севере тёмнохвойной тайги острова. 2. 4200–3800 л.н. / 4700–4100 к.л.н.: начальное потепление среднего суббореала. Климатические условия были в целом теплее и суше современных. В растительном покрове преобладали смешанные леса с ведущей ролью берёз. 3. 3800–3700 л.н. / 4100–4000 к.л.н.: среднесуббореальное усиление влажности климата. Наступление более влажных и прохладных климатических условий вначале привело к преобладанию тёмнохвойных пород в смешанных лесах, а затем и появлению пихтово-еловой тайги. 4. 3700–3400 л.н. / 4000–3600 к.л.н.: ранний термический максимум среднего суббореала. Климат стал значительно теплее и суше современного. Появились многопородные широколиственные леса с преобладанием дуба и ильма, занимавшие близкие позиции в растительности со смешанными лесами. 5. 3400–3250 л.н. / 3600–3500 к.л.н.: среднесуббореальное относительное похолодание климата. В растительности распространялись смешанные леса с доминированием берёз, в отдельных районах – с небольшим превалированием тёмнохвойных пород. Климатические условия были прохладнее, но, по-прежнему, теплее и суше современных. 6. 3250–2800 ? л.н. / 3500–2900 к.л.н.: поздний термический максимум конца среднего–первой половины позднего суббореала. Климат был значительно теплее и суше современного. Распространялись многопородные широколиственные леса с доминированием дуба и смешанные леса. 7. 2800 ?–2600 л.н. / 2900 ?–2700 к.л.н.: поздне-суббореальное похолодание. Климат холоднее и немного суше современного. Происходило распространение елово-пихтовых, вероятно разреженных, лесов. 8. Лесов с участием теплолюбивой хвойной породы *Tsuga* не обнаружено.

Ключевые слова: торфяник, морские и аллювиально-морские террасы, спорово-пыльцевой комплекс, радиоуглеродное датирование, палеоландшафт, палеоклимат.

DOI: 10.17513/use.37497

PALEOGEOGRAPHY OF THE SOUTH SAKHALIN MARINE COAST IN THE SUBBOREAL PERIOD OF HOLOCENE**Mikishin Yu.A.¹, Pushkar V.S.¹, Gvozdeva I.G.¹**¹Far East Geological Institute Far Eastern Branch RAS, 159 Prospekt 100 Letiya, Vladivostok, 690022, Russia, e-mail: yurimikishin@fegi.ru

Palynological study and radiocarbon dating of peat deposits, marine and alluvial-marine terraces made it possible to examine in detail the picture of short-period landscape and climatic changes on the coast of southern Sakhalin in the Subboreal Period of Holocene. 1. 4,600–4,200 yr.BP / 5,300–4,700 Cal.yr.BP: Early Subboreal cooling. The climatic conditions were much colder and drier than the present. Spruce and fir forests developed, similar to the modern dark coniferous taiga of the north part of island. 2. 4,200–3,800 yr.BP / 4,700–4,100 Cal.yr.BP: initial warming of the Middle Subboreal. Climatic conditions were generally warmer and drier than modern ones. The vegetation cover was dominated by mixed forests with the leading role of birches. 3. 3,800–3,700 yr.BP / 4,100–4,000 Cal.yr.BP: Mid-subboreal increase humidity of climate. The onset of wetter and cooler climatic conditions first led to the predominance of dark conifers in mixed forests, and then to the appearance of fir-spruce taiga. 4. 3,700–3,400 yr.BP / 4,000–3,600 Cal.yr.BP: early thermal maximum of the Middle Subboreal. The climate has become much warmer and drier than today. Multi-breed broad-leaved forests with a predominance of oak and elm appeared, occupying similar positions in vegetation with mixed forests. 5. 3,400–3,250 yr.BP / 3,600–3,500 Cal.yr.BP: Mid-subboreal relative cooling of the climate. The vegetation was dominated by mixed forests dominated by birches, in some areas - with a slight prevalence of dark conifers. The climatic conditions were cooler, but still warmer and drier than today. 6. 3,250–2,800? yr.BP / 3,500–2,900 Cal.yr.BP: late thermal maximum of the end of the middle – first half of the Late Subboreal. The climate was

much warmer and drier than today. Diverse broad-leaved forests dominated by oak and mixed forests were spread. 7. 2,800? –2,600 yr.BP / 2,900? –2,700 Cal.yr.BP: Late Subboreal cooling. The climate is colder and slightly drier than modern. Spruce-fir, probably sparse, forests were spreading. Alder thickets developed in the valley forests. 8. No forests with the participation of the thermophilic coniferous species *Tsuga* were found.

Key words: peat-bog, marine and alluvial-marine terraces, pollen assemblage, radiocarbon dating, paleolandscape, paleoclimate.

DOI: 10.17513/use.37497

Введение. Суббореальный период, согласно схеме периодизации голоцена, модифицированной для Северной Евразии, продолжался около 2300 лет, с 4600 л.н. радиоуглеродных лет назад (далее л.н.) до 2500 л.н. [1]. Приведение возрастных границ фазы к астрономическому возрасту определяет их в пределах от 5300 до 2600 календарных лет назад (далее к.л.н.). Ландшафтно-климатические изменения природы на юге Сахалина, происходившие в суббореальном периоде голоцена, на современном уровне были рассмотрены, в основном, в середине 90-х годов прошлого века [2]. Согласно им, в раннюю фазу периода, в условиях сильного похолодания климата, в растительном покрове преобладали мелколиственные леса, и значительное развитие получали заросли фригидных кустарников. Около 4400–4100 л.н., климат приблизился к современным условиям по температурному режиму, но был более влажным, определившим максимальное распространение пихтово-еловых лесов с участием широколиственных пород. После 4100 л.н. началось значительное потепление с максимумом 3300–3600 л.н. Влажность климата снизилась, о чём свидетельствует ослабление роли елово-пихтовых лесов, уступивших первое место мелколиственной формации с преобладанием берез, и широколиственной растительности. В конце суббореала произошло восстановление позиций пихтово-еловых лесов и климатические условия приобрели современное значение.

Изучение отложений террас на западном побережье о. Сахалин, проведённое во второй половине 90-х годов прошлого века [3], выявило в поздней фазе суббореального периода следы развития елово-пихтовой тайги с повышенной ролью берёз и широколиственных пород, развивавшейся в более тёплых и сухих условиях, нежели у современного климата.

Исследование голоценовой истории растительности на юге Сахалина, проведённое японскими учёными в конце 90-х годов прошлого века [4], позволило установить для второй половины среднего суббореала–начала субатлантика (3300–2000 л.н.) распространение смешанных лесов из тёмнохвойных, мелколиственных и листопадных широколиственных пород. В среднем суббореале (3800–3000 л.н.) в некоторых местах в состав смешанных лесов, по их данным, включалась хвойная порода *Tsuga*.

Сильное похолодание в раннюю фазу суббореального периода было установлено в последние годы на восточном побережье южной части острова [5]. Оно привело к замене

позднеатлантических ильмово-дубовых лесов северным вариантом елово-пихтовой тайги, распространённой ныне на среднем Сахалине.

Как показывает проведённый обзор, в одном случае (длительная средняя фаза) палеогеографическое развитие южной части о. Сахалин в суббореальном периоде освещено недостаточно, в другом (ранняя фаза периода) – остаётся противоречивым. Устранить отмеченные недостатки помогло настоящее исследование эволюции природы острова.

Цель исследования. Уточнить характер, последовательность и геохронологию ландшафтно-климатических изменений на юге Сахалине в суббореальном периоде.

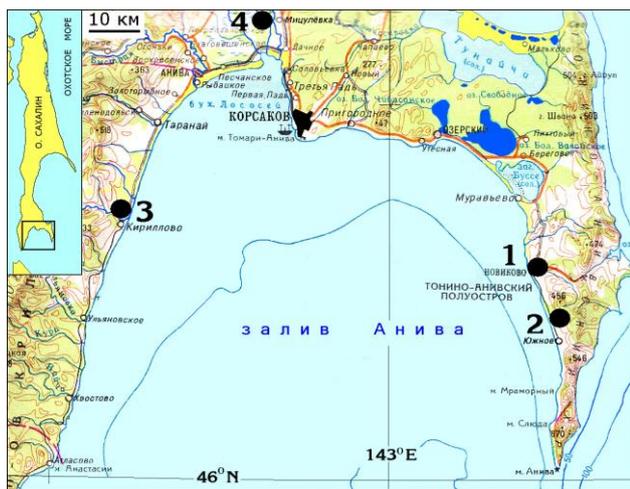


Рис. 1. Схема расположения изученных разрезов голоценовых отложений.

1 – «Новиково», 2 – «Мраморная-I-II», 3 – «Урюм», 4 – «Мицул'евка-II-IV».

Материал и методы исследования.

Изучены отложения торфяников, морских и аллювиально-морских террас на побережье зал. Анива (рис. 1). Спорово-пыльцевым анализом исследовано 50 образцов, из них в разрезе «Новиково» – 29, «Урюм» – 10, «Мраморная-I» – 2, «Мраморная-II» – 3 и «Мицул'евка-II-IV» – 6. Обработка проб выполнялась по стандартным методикам, с двукратным обогащением в тяжёлой калиево-кадмиевой жидкости. В каждом образце насчитывалось 600–1000 зёрен пыльцы и спор, из которых 300–500 принадлежит древесным растениям. Содержание компонентов спектра подсчитывалось в трёх группах: пыльцы древесных пород, пыльцы трав и кустарничков, спор. Реконструкция палеорастительности выполнена на основе изучения субфоссильных спорово-пыльцевых комплексов Сахалина [6]. Радиоуглеродный анализ выполнялся в лабораториях палеоклиматологии кайнозоя института Геологии и Минералогии СО РАН (6 дат, индекс СОАН), геохимии изотопов и геохронологии ГИН РАН (3 даты, индекс ГИН), физического факультета Уральского пединститута (3 даты, индекс УПИ), а также в центре ускорительной масс-спектрометрии Ливерморской национальной лаборатории, Калифорния, США (1 дата, индекс SAMS). Калибровка радиоуглеродных дат выполнена в программе Calib Rev 7.0.4 [7].

Результаты и их обсуждение.

Разрез «Новиково» (46°21'41.3"с.ш., 143°21'19.7"в.д.) изучен на восточном берегу зал. Анива, возле одноимённого посёлка (рис. 1). В расчищенном уступе низкой (абс. высота 3 м) аллювиально-морской террасы сверху вниз вскрываются следующие слои, в см:

- 0–20 – Супесь чёрного цвета с гравием и галькой;

- 20–105 – Торф низинный тростниковый, слабо разложившийся, песчанистый, тёмно-бурого цвета;
- 105–120 – Песок крупнозернистый, буровато-серого цвета, с включением фрагментов стеблей тростника;
- 120–153 – Торф, аналогичный горизонту 20–105 см;
- 153–218 – Глина плотная, с включением стеблей мха, синевато-серого цвета;
- 218–290 – Алеврит буровато-серого цвета, песчанистый, с включением стеблей трав, крупных веток и стволов деревьев;
- 290–300 – Песок крупнозернистый с мелким плохо окатанным гравием, илистый, с включением растительного детрита.

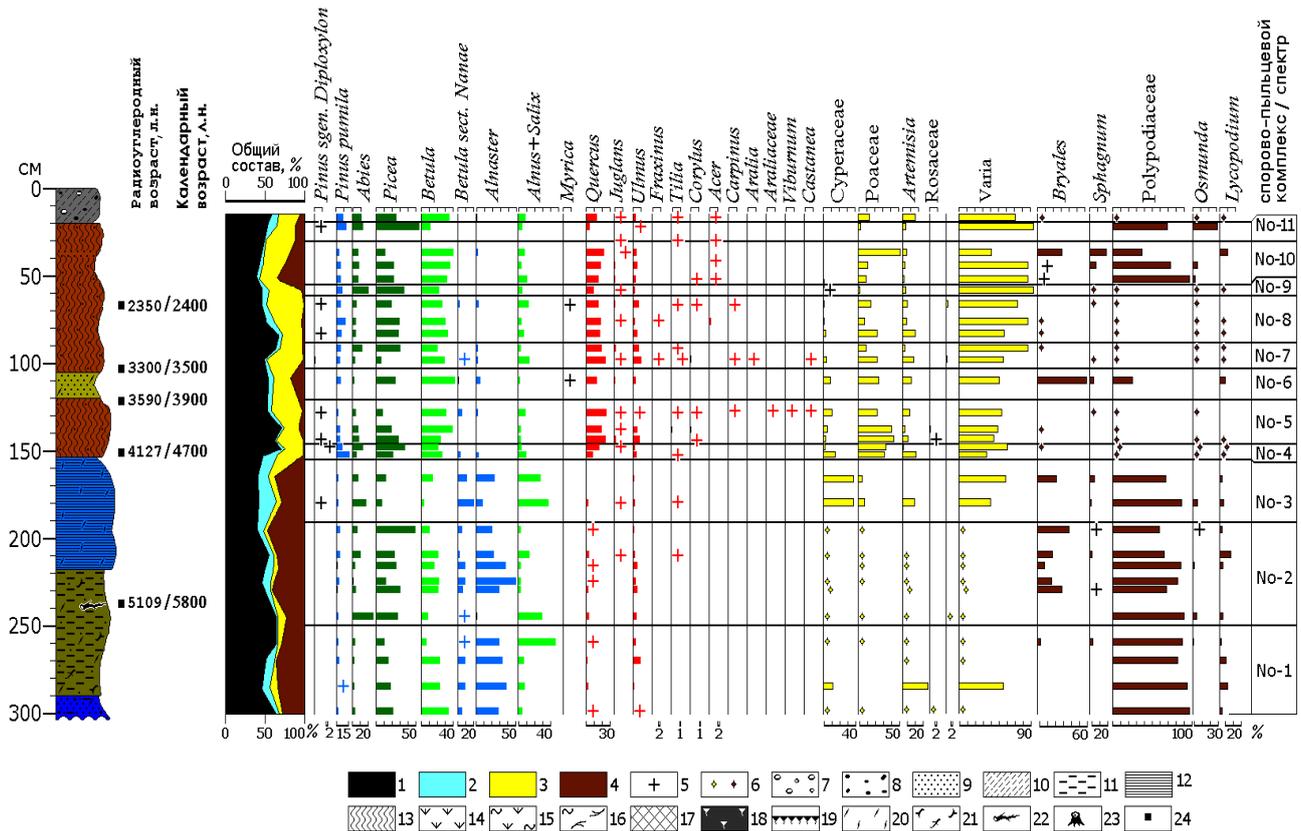


Рис. 2. Спорово-пыльцевая диаграмма отложений разреза «Новиково»

1 – пыльца деревьев и кустарников, 2 – пыльца фригидных кустарников, 3 – пыльца трав и кустарничков, 4 – споры, 5 – содержание пыли и спор < 1 %, 6 – участие таксонов не подсчитано из-за малого числа обнаруженных микрофоссилий. Литология: 7 – галька, 8 – гравий, 9 – песок, 10 – супесь, 11 – алеврит, 12 – глина, 13 – торф тростниковый, 14 – торф осоковый, 15 – торф осоково-сфагновый, 16 – торф сфагново-кустарничковый, 17 – торф сильно разложившийся, 18 – погребённая почва, 19 – дерновый горизонт современной почвы, 20 – стебли трав, листья, кора деревьев и другой растительный детрит, 21 – обломки веток деревьев, 23 – стволы деревьев, 24 – точки отбора образцов на радиоуглеродное датирование.

Частично материалы изучения разреза были опубликованы ранее [2]. На спорово-пыльцевой диаграмме отложений выделяются следующие спорово-пыльцевые комплексы и спектры:

1. Плохо сортированные речные осадки в основании разреза (интервал 250–300 см) несут СПК No-1, с преобладанием в группе пыли деревьев и кустарников мелколиственных пород (30–54 %). Среди них доминируют берёзы (23–38 %). Второе место занимают фригидные кустарники, в основном ольховник (27–37 %). Тёмнохвойные породы, с превалированием ели, отмечаются нечасто (13–23 %). Ещё реже фиксируются

широколиственные деревья, в основном ильм (1–11 %). Комплекс отразил растительность ольхово-ивового леса с участием ильма и зарослей ольховника в долине реки, а также развитие смешанных берёзово-еловых лесов на склонах низких гор вблизи морского побережья. Условия произрастания растительности были прохладнее и суше современных. Они отвечали относительно похолоданию и иссушению климата, происходившему, скорее всего, в начале поздней фазы атлантического периода голоцена.

2. Старичные глины и алевроиты (190–250 см) имеют СПК No-2, в котором чаще встречаются тёмнохвойные породы (12–55 %) с преобладанием ели, реже – фригидные кустарники (3–60 %), в основном ольховник. Пыльца широколиственных деревьев отмечается чаще (4–7 %), нежели в нижележащем слое, но реже, чем в субфоссиальном СПК территории. Комплекс отразил распространение елово-пихтовых лесов с небольшим участием широколиственных деревьев, и долинный ольхово-ивовый лес с зарослями ольховника. Обнаруженное событие отвечало относительно похолоданию и увлажнению климата в позднеатлантическое время голоцена, около 5100 л.н. / 5800 к.л.н. (таблица).

3. Верхний слой старичных глин (153–190 см) содержит СПК No-2, в котором мелколиственные породы и фригидные кустарники занимают равные позиции (31–43 %). Реже отмечается пыльца тёмнохвойных деревьев (20–23 %). Широколиственные породы очень редки (1–4 %). Комплекс отразил развитие долинных ассоциаций с резко возросшей ролью кустарниковых берёз, и елово-пихтового леса, вероятно разреженного, на склонах низких гор. Такая растительность существовала в условиях значительного понижения, как температурного режима, так и влажности климата, происходившего в раннюю фазу суббореального периода. Похолодание происходило между 4600 и 4200 л.н., и было отмечено в разных районах Евразии и Северной Америки более 50 лет назад. [1]. В последнее десятилетие его следы обнаружены в Сибири [8], на островной [9, 10] и континентальной [11, 12] частях юга Дальнего Востока. На юге Сахалина оно зафиксировано около 4400 л.н. / 5000 к.л.н. [5].

4. Придонный слой торфяника (147–153 см) отражает распространение сначала смешанных (150–153 см), затем пихтово-еловых лесов (147–150 см) с большим участием широколиственных деревьев (14–18 %), чем ныне на юге острова (СПК No-4). Климат превысил современный по теплообеспеченности и постепенно приблизился к нему по влажности. Событие происходило в начале средней фазы суббореального периода, на что указывает дата около 4100 л.н. / 4700 к.л.н. из нижнего горизонта слоя (таблица).

5. Вышележащий слой торфа (120–147 см) включает СПК No-5 с почти равным, от 27 до 40 %, представителем пыльцы широколиственных и мелколиственных пород. Разнообразие теплолюбивых широколиственных деревьев достигает 9 таксонов, среди

которых преобладают дуб (18–25 %) и ильм (5–8 %), реже встречаются орех, липа и лещина (до 1–1.6 %), а также *Carpinus*, *Viburnum*, *Araliaceae*, *Castanea* (0.2–0.4 %). Значение тёмнохвойных пород уменьшается от подошвы к кровле слоя в три раза, с 36 до 12 %, фиксируя направленное снижение влажности климата. Комплекс отразил существование многопородных широколиственных лесов с преимуществом дуба, и смешанных лесов с преобладанием берёз, развивавшихся в климатических условиях, значительно теплее и, в целом, суше современных. Абсолютная дата около 3600 л.н. / 3900 к.л.н. (таблица), полученная из кровли слоя, показывает на принадлежность события к раннему термическому максимуму суббореального периода.

Таблица

Радиоуглеродные датировки изученных разрезов голоценовых отложений южной части
о. Сахалин

№ п/п	Разрез, координаты	Лабораторный №	Глубина отбора, см	Материал	Возраст образца	
					радиоуглеродный (л.н.)	календарный, 1 σ (к.л.н.)
1	«Новиково» 46°21'41.3"с.ш., 143°21'19.7"в.д.	УПИ-812	235–240	Древесина	5109±41	5758–5822, 5883–5915
2		УПИ-811	151–153	Торф	4127±36	4574–4652, 4669–4703, 4758–4808
3		ГИН-7908	120–122	Торф	3590±40	3842–3928, 3947–3968
4		ГИН-7907	103–105	Торф	3300±50	3464–3576
5		ГИН-7906	68–70	Торф	2350±50	2328–2443, 2446–2458
6	«Урюм» 46°28'24.5"с.ш., 142°21'25.6"в.д.	СОАН-6155	310–315	Торф	4200±90	4587–4595, 4612–4767, 4783–4848
7		СОАН-6156	290–295	Торф	3395±50	3577–3695
8		СОАН-6157	285–290	Торф	3260±70	3403–3430, 3441–3566
9	«Мраморная-I» 46°17'43.9"с.ш., 143°23'24.2"в.д.	УПИ-806	150–170	Древесина	2603±40	2723–2761
10	«Мраморная-II» 46°17'45.9"с.ш., 143°23'32.4"в.д.	СОАН-3797	135	Торф	3950±40	4299–4327, 4353–4369, 4386–4443, 4483–4512
11	«Мицулёвка-II» 46°47'41.0"с.ш., 142°42'56.8"в.д.	СОАН-3800	335–337	Торф	3355±40	3560–3542, 3668–3681
12	«Мицулёвка-III» 46°47'42.4"с.ш., 142°42'58.7"в.д.	СОАН-3832	358–360	Торф	3715±70	3931–3943, 3968–4154
13	«Мицулёвка-IV» 46°47'44.1"с.ш., 142°42'59.1"в.д.	SAMS-33394	210	Растительный детрит	3770±60	4003–4034, 4080–4238

б. Маломощный прослой песка (105–120 см) внутри торфяной залежи имеет СПС No-б, отражающий развитие смешанного леса с доминированием берёз (42 %) над

тёмнохвойными (26 %) и широколиственными деревьями (17 %). Он указывает на снижение теплообеспеченности при сохранении пониженной влажности климата в конце средней фазы суббореала.

7. Нижние горизонты торфа (90–105 см), перекрывающие прослой песка, заключают СПК No-7, отразивший развитие многопородных широколиственных лесов с доминированием дуба (19–24 %), завоевавших равные позиции со смешанными лесами. Климат вновь стал значительно теплее и суше современного, сравнявшись с уровнем раннего термического максимума. Дата 3300 л.н. / 3500 к.л.н. (таблица), полученная из подошвы слоя показывает, что поздний термический максимум начался в самом конце среднего суббореала.

8. Вышележащий слой торфа (63–90 см) имеет СПК No-8, отражающий распространение смешанных лесов с близкой ролью берёз и тёмнохвойных пород, и меньшим участием широколиственных деревьев (22–23 %). Условия произрастания превышали современную теплообеспеченность климата, и приближались к нему по влажности, отвечая субатлантическому потеплению около 2300 л.н. / 2400 к.л.н. (таблица).

9. Маломощный горизонт торфа (55–63 см) содержит СПС No-9, соответствующий развитию пихтово-еловых лесов с участием широколиственных пород (11 %). Климат был близок к современному по уровню температур и превышал его по влажности, учитывая высокое значение пыльцы тёмнохвойных пород (55 %). Отмеченное событие, возможно, происходило в середине субатлантического периода.

10. Вышележащий слой торфа (30–55 см) имеет СПК No-10, отвечающий восстановлению смешанных лесов, отличавшихся от раннесубатлантических повышенной ролью берёз (32–40 %), преобладавших в древостоях над тёмнохвойными (18–30 %) и широколиственными породами (20–27 %). Они существовали в более тёплых и сухих условиях, отвечавших, скорее всего, среднесубатлантическому «потеплению VIII–X веков», или «малого оптимума» голоцена [2, 13].

11. Верхний горизонт торфяника (20–30 см) и перекрывающая его гумусированная супесь (0–20 см) формировались в позднюю фазу субатлантика. Первый из них имеет СПС No-11, отразивший широкое распространение елово-пихтовых лесов, отвечает, возможно, более влажному климату начальной фазы похолодания XII–XIV веков [2]. Вторая – СПС No-12 – смешанному лесу с большим участием широколиственных пород, чем в современной растительности, существовавшему, вероятно, при потеплении XV столетия [2].

В 9 км южнее пос. Новиково, в приустьевой части долины р. Мраморной, сложенной аллювиально-морскими террасами, изучено 2 разреза. Первый из них, «Мраморная-I», находится в 200 м от берега зал. Анива (46°17'43.9"с.ш., 143°23'24.2"в.д.), на абсолютной высоте около 2 м (рис. 1). В разрезе вскрываются следующие отложения, в см:

- 0–5 – Дерновый горизонт современной почвы;
- 5–33 – Песок крупнозернистый с редкой галькой, серовато-коричневого цвета;
- 33–45 – Супесь серовато-коричневого цвета;
- 45–60 – Суглинок серовато-коричневого цвета;
- 60–118 – Глина того же цвета с охристыми пятнами, глубже 84 см – серовато-синяя, тугопластичной консистенции;
- 118–170 – Песок глинистый, синевато-чёрного цвета, с большим количеством неразложившихся веток и коры деревьев.

Палинологически охарактеризованы только глинистые пески в нижней части разреза (интервал 150–160 см). СПК Мг-I-1 содержащийся в них, имеет преимущество мелколиственных пород (35–58 %), с преобладанием ольхи и ивы (30–50 %) над берёзами. Меньшую долю занимают фригидные кустарники (24–32 %), в основном, ольховник (19–21 %) и кустарниковые берёзы (4–10 %). Третье место у тёмнохвойных пород (16–29 %), с превалированием ели (12–20 %) над пихтой. Пыльцы широколиственных пород мало (2–4 %). Чаще отмечается дуб, реже ильм, орех и липа. СПК отразил как долинную растительность из ольхи и ивы с зарослями ольховника, так и елово-пихтового, вероятно разреженного, леса на склонах низких гор вблизи морского побережья. Широколиственные деревья встречались редко. Климатические условия были холоднее и немного суше современных, отвечающих похолоданию в самом конце суббореального периода, около 2600 л.н. / 2700 к.л.н. (таблица).

Второй разрез, «Мраморная-II», находится в 400 м от берега зал. Анива (46°17'45.9"с.ш., 143°23'32.4"в.д.), на правом берегу одноимённой реки, на абсолютной высоте около 5.6 м (рис. 1). В расчистке обнажения аккумулятивной террасы вскрываются следующие отложения, в см:

- 0–3 – Луговая подстилка;
- 3–69 – Супесь желтовато-бурого цвета;
- 69–140 – Глина синевато-серого цвета, песчаная, сильно ожелезненная, содержащая в интервале 125–140 см горизонт торфянистой глины, содержащий в 1,5 м ниже по течению реки множество обломков древесины;
- 140–147 – Песок глинистый синевато-серого цвета;
- 147–155 – Гравий;
- 155–165 – Алеврит синевато-серого цвета;
- 165–172 – Гравий с мелкой галькой, сильно ожелезненный;
- 172–199 – Песок плохой окатанности синевато-серого цвета, глинистый;
- 199– и глубже – Галечник плохо окатанный, среднего и мелкого размера.

Палинологическая характеристика получена только для нижних горизонтов глин и подстилающих их глинистых песков (интервал 110–147 см). В СПК Мг-II-1 много мелколиственных пород (55–57 %), представленных, в основном, ольхой и ивами (38–47 %). На долю берёз приходится 9–17 %. Второе место у тёмнохвойных пород (16–22 %), с почти равным присутствием ели и пихты. Далее следуют фригидные кустарники (11–17 %) с

преимуществом ольховника (5–8 %), реже кустарниковых берёз (2–7 %). Немного отстаёт от них содержание пыльцы разнообразных широколиственных пород (10–11 %). Чаше других встречаются дуб (4–5 %) и ильм (до 3.5 %), реже лещина (до 1.4 %), а также *Tilia*, *Carpinus*, *Juglans*, *Phellodendron*, *Araliaceae*, *Aralia* и *Castanea* (0.2–0.4 %). СПК отразил долинную растительность и смешанный лес с небольшим преимуществом тёмнохвойных пород, занимавший склоны низких гор вблизи морского побережья. Климат был близок к современному по термическому режиму, и немного суше (пыльцы ели и пихты меньше, чем в субфоссиальном СПК). Палеогеографическое событие происходило в начале средней фазы суббореального периода, на что указывает дата 3950 л.н. / 4400 к.л.н. (таблица).

Разрез «Урюм» находится на западном берегу зал. Анива (46°28'24.5"с.ш., 142°21'25.6"в.д.), в 1.6 км к северо-востоку от устья одноимённой реки (рис. 1). В расчищенном уступе высокой (18 м) аллювиальной террасы сверху вниз вскрываются следующие слои, в см:

- 0–20 – Мохово-кустарничковый очёс;
- 20–45 – Торф средней степени разложения, тёмно-бурого цвета;
- 45–114 – Торф осоково-сфагновый, красновато-бурого цвета, с корнями трав и кустарничков;
- 114–149 – Торф сфагново-кустарничковый слабо разложившийся, тёмно-бурого цвета;
- 149–265 – Торф осоково-сфагновый, тёмно-бурого цвета;
- 265–290 – Торф осоковый слабо разложившийся, красновато-бурого цвета;
- 290–315 – Торф сильно разложившийся, тёмно-коричневого цвета, с включением стеблей тростника, в основании – пней лиственницы и других деревьев;
- 315–333 – Глина черновато-серого цвета, обогащённая органическим веществом – гумусовый горизонт погребённой почвы;
- 333–350 – Глина светло-серого, глубже 342 см – зеленовато-серого цвета тугопластичной консистенции. Ниже осыпь.

На спорово-пыльцевой диаграмме отложений (изучена только нижняя часть разреза, в интервале 280–350 см, причём глубже 333 см пыльца и споры отсутствовали) выделяются следующие СПК (рис. 3).

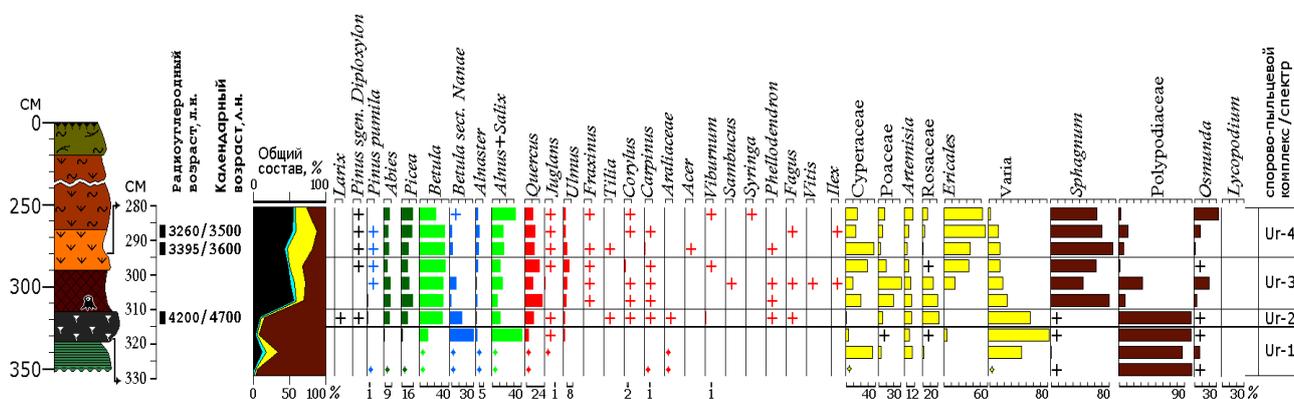


Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма отложений разреза «Урюм»
(Условные обозначения см. на рис. 2)

1. Погребённая почва (интервал 315–330 см) содержит СПК Ur-1, который сформировался в климатических условиях намного холоднее и суше современных, более характерных для времени последнего оледенения. Древесные породы в большей степени представлены пылью мелколиственных таксонов, с преимуществом ольхи и ивы (42 %) над берёзами. Пыльца фригидных кустарников, почти полностью принадлежащая кустарниковым берёзам, встречается в два раза чаще (36 %), чем в субфоссиальном СПК юга острова. Пыльца широколиственных пород образована дубом (4.7 %), ильмом (2.2 %), орехом (1 < %) и, вероятно, переотложена. СПК отразил развитие ольхово-ивового леса, занимавшего долину реки, и открытых лесотундровых ландшафтов (крайне низкое содержание пыли деревьев в общем составе) с зарослями кустарниковых берёз и редкими деревьями высокоствольных берёз и лиственницы, располагавшихся на высокой террасе морского побережья.

2. Придонный горизонт торфяника (310–315 см) содержит СПС Ur-2, в котором много пыли мелколиственных пород с преобладанием берёз (32 %). Тёмнохвойные породы делят в спектре второе-четвёртое места с широколиственными деревьями и фригидными кустарниками (18–19 %). Для первых характерно равное участие ели и пихты (8–9 %). Пыльца широколиственных пород разнообразна и насчитывает 10 таксонов. Кроме преобладающих дуба (12.3 %) и ильма (2.2 %), встречены *Juglans*, *Corylus*, *Carpinus*, *Tilia*, *Viburnum*, *Phellodendron*, *Araliaceae* и *Fagus*. Спектр Ur-2 отразил растительность смешанного леса. Климатические условия были теплее и суше современных, отвечающих началу средней фазы суббореального периода, что подтверждается датой около 4200 л.н. / 4700 к.л.н. (таблица).

3. Слой сильно разложившегося торфа (295–310 см) имеет СПК Ur-2, в котором лидируют мелколиственные (42–49 %), в меньшей степени – широколиственные (22–32 %) и тёмнохвойные (15–25 %) породы. Среди первых наблюдается преимущество берёз (33–36 %), вторых – дуба (до 24 %) и ильма (до 8 %), третьих – ели (до 16 %). СПК Ur-2 отвечает распространению смешанных и появлению на нижнем гипсометрическом ярусе рельефа массивов многопородных широколиственных лесов с ведущей ролью дуба и ильма. Климат стал значительно теплее, и, по-прежнему, оставался суше современного, отвечая раннему термическому максимуму суббореала, между 3700 и 3400 л.н. / 4000–3600 к.л.н.

4. Слой осокового и кровля сильно разложившегося торфа (280–295 см) включает СПК Ur-3 с преобладанием пыли мелколиственных пород (51–55 %) и почти равным содержанием тёмнохвойных (17–23 %) и широколиственных деревьев (16–21 %). Среди последних по-прежнему первенствуют дуб (11–14 %) и ильм (3–5 %); остальные 10 таксонов отмечаются очень редко (0.2–0.7 %). Присутствие пыли фригидных кустарников

незначительно (5–9 %). СПК отразил растительность смешанного леса с преобладанием берёз и близким участием тёмнохвойных и широколиственных пород. Климатические условия стали прохладнее, но, по-прежнему, были теплее и суше современных. Событие приурочено к концу средней фазы суббореального периода, на что указывают радиоуглеродные даты около 3400–3300 л.н. / 3600–3500 к.л.н. (таблица).

На низкой аккумулятивной равнине морского происхождения, слагающей приморскую часть Сусунайской депрессии, изучены 3 разреза. Они расположены вблизи с. Мицулёвка, в 2-х км от автодороги Южно-Сахалинск–Корсаков, на северной окраине торфокарьера (рис. 1).

Разрез «Мицулёвка-II» (46°47'41.0"с.ш., 142°42'56.8"в.д.) лежит на абсолютной высоте около 4 м и представлен торфяником, мощностью 337 см, залегающим на морских глинах. Палинологическая характеристика (СПС Мут-II-1) получена только для придонного горизонта залежи, с интервала 335–337 см: доминирование мелколиственных деревьев (42 %), с преимуществом ольхи и ивы, меньшее участие тёмнохвойных (28 %) и широколиственных (16 %) пород. Последние представлены дубом (7.3 %) и ильмом (6.5 %), намного реже – лещиной и орехом (1 %). Присутствует пыльца бука (*Fagus*), занесённая ветром с о. Хоккайдо. Спектр отразил растительность смешанного леса с повышенной ролью тёмнохвойных пород, по сравнению с берёзами и широколиственными деревьями, существовавшую в более теплом и сухом климате, нежели современные условия, в конце средней фазы суббореального периода: дата около 3350 л.н. / 3700–3600 к.л.н. (таблица).

Разрез «Мицулёвка-III» (46°47'42.4"с.ш., 142°42'58.7"в.д.) расположен в 60 м к северо-востоку от предыдущего разреза. Также представлен торфяником мощностью 360 см, перекрывающим морские глины. Состав пыльцы и спор (СПС Мут-III-1) из придонного горизонта торфа (интервал 358–360 см) близок к субфосильному СПК южного Сахалина. Преобладает пыльца тёмнохвойных пород (55 %), преимущественно ели (39 %), нежели пихты. Фиксируется также пыльца лиственницы (2.2 %) и можжевельника (0.2 %). Меньшее, и почти равное значение (13–14 %) имеют остальные составляющие спектра. Среди мелколиственных деревьев берёзы (10 %) превалируют над ольхой и ивами, широколиственные чаще образованы дубом (7.6 %) и ильмом (4.7 %), фригидные кустарники – кустарниковой берёзой (11 %). Спектр отразил растительность пихтово-елового леса с участием широколиственных пород, существовавшую в условиях, близких к современным, незначительно превышавших их по теплообеспеченности и, в большей степени, по влажности климата. Формирование спектра относится к медиане средней фазы суббореального периода, на что указывает датировка около 3700 л.н. / 4000 к.л.н. (таблица).

Разрез «Мицулёвка-IV» (46°47'44.1"с.ш., 142°42'59.1"в.д.) расположен в 100 м к северо-востоку от разреза «Мицулёвка-II». Представлен торфяником мощностью 200 см, залегающим на глинах морского происхождения, формирование которых ранее [2] было отнесено к концу атлантического периода голоцена. Палинологическая характеристика получена для морских глин, с интервала 200–350 см. В верхнем горизонте глин (200–205 см) определён СПС Myt-IV-1, почти полностью повторяющий СПС Myt-II-1. В нём также отмечена заносная пыльца бука (*Fagus*). Спектр отвечает развитию смешанного леса с превалированием тёмнохвойных пород (28 %), произраставшего в условиях немного теплее современного климата, но близкого к нему по влажности. Дата около 3800 л.н. / 4100 к.л.н. (таблица), свидетельствует о приуроченности события к середине суббореала. В нижележащих горизонтах морских глин (240–350 см) описан СПК Myt-IV-2, в котором много мелколиственных пород (37–61 %), в основном ольхи и ивы (13–45 %). Второе и третье места занимают тёмнохвойные и широколиственные деревья с близким содержанием: 13–21 % и 15–18 % соответственно. Последние отличаются большим разнообразием (*Corylus*, *Carpinus*, *Tilia*, *Viburnum*, *Sambucus*, *Phellodendron*, *Fraxinus*, *Aralia*, *Fagus*, *Castanea*) и редкой встречаемостью (0.3–0.6 %), кроме *Quercus* (7.8–11.3 %) и *Ulmus* (2.6–6.3 %). Комплекс отразил развитие ольхово-ивовых зарослей в поймах рек и смешанного леса, с почти равным участием берёз, тёмнохвойных и широколиственных пород на низкогорьях, прилегавших к побережью палеозалива на месте современной Сусунайской депрессии. Климатические условия были теплее и суше современных, развивавшиеся на юге острова в первой половине среднего суббореала.

Заключение

Таким образом, проведённое изучение новых разрезов голоценовых отложений вместе с полученными ранее результатами [2], позволило подробно рассмотреть историю короткопериодических ландшафтно-климатических изменений на побережье южного Сахалина в суббореальном периоде голоцена.

1. 4600–4200 л.н. / 5300–4700 к.л.н.: раннесуббореальное похолодание. Климатические условия были значительно холоднее и суше современных. Развивались елово-пихтовые леса, распространённые ныне на севере тёмнохвойной тайги в средней части острова. В долинных лесах возросла роль зарослей фригидных кустарников, особенно кустарниковых берёз.

2. 4200–3800 л.н. / 4700–4100 к.л.н.: начальное потепление среднего суббореала. Климатические условия были в целом теплее и суше современных. В растительном покрове развивались смешанные леса с преобладанием берёз. После 4100 л.н. / 4700 к.л.н., вероятно, около 4000–3900 л.н., отмечался эпизод с переменным режимом тепла и влаги.

Климатические условия вначале были более влажными (развитие пихтово-еловых лесов), затем стали суше и прохладнее, соответствующими современному термическому режиму (появление смешанных лесов с небольшим преимуществом тёмнохвойных пород).

3. 3800–3700 л.н. / 4100–4000 к.л.н.: среднесуббореальное усиление влажности климата. Наступление более влажных и прохладных климатических условий привело к распространению сначала смешанных лесов с преобладанием тёмнохвойных пород, а затем и пихтово-еловых лесов.

4. 3700–3400 л.н. / 4000–3600 к.л.н.: ранний термический максимум среднего суббореала. Климат стал значительно теплее и суше современного. Произошло появление многопородных широколиственных лесов с ведущей ролью дуба и ильма, занимавших близкие позиции в растительности со смешанными лесами с преимуществом берёз.

5. 3400–3250 л.н. / 3600–3500 к.л.н.: среднесуббореальное относительное похолодание климата. Снижение температурного фона при пониженной влажности климата привело к обеднению растительного покрова самостоятельными массивами широколиственных деревьев и доминированию смешанных лесов с преобладанием берёз, в отдельных районах – тёмнохвойных пород. Климатические условия стали прохладнее, но, по-прежнему, были теплее и суше современных.

6. 3250–2800 ? л.н. / 3500–2900 ? к.л.н.: поздний термический максимум конца среднего–первой половины позднего суббореала. Климат вновь стал значительно теплее, сравнявшись с уровнем раннего термического максимума и, по-прежнему, был суше современного. В растительном покрове распространялись многопородные широколиственные леса с доминированием дуба, завоевавшие равные позиции со смешанными лесами.

7. 2800 ?–2600 л.н. / 2900 ?–2700 к.л.н.: поздне-суббореальное похолодание. Климатические условия были холоднее и немного суше современных. На склонах низких гор вблизи морского побережья развивались елово-пихтовые, вероятно разреженные, леса. В долинных лесах получили распространение заросли ольховника. Широколиственные деревья встречались очень редко.

8. Лесной растительности с хвойной породой *Tsuga* в суббореальном периоде не было обнаружено. Следует отметить, что её пыльца в значительном количестве (10–40 %) на юге Сахалина зафиксирована японскими палинологами в минеральных [4], либо торфоминеральных [14] отложениях, как и на о. Хоккайдо [15], в которые она, скорее всего, попала в результате переотложения из более древних, не только доголоценовых, но и дочетвертичных пород. Подтверждением этому служит состав пыльцевых спектров с её участием, где велико представительство таксонов, присущих таёжной растительности

умеренной зоны, таких как ель, пихта и даже лиственница, а не компании родов, характерных для горных лесов с влажным субтропическим или теплоумеренным климатом.

Авторы выражают благодарность С.А. Горбаренко (лаборатория палеоокеанологии ТОИ ДВО РАН), за помощь, оказанную при УМС-датировании образцов в Ливерморской лаборатории США.

Список литературы / Reference

1. **Хотинский** Н.А. Радиоуглеродная хронология и корреляция природных и антропогенных рубежей голоцена // Новые данные по геохронологии четвертичного периода. К XII конгрессу ИНКВА (Канада, 1987 г.). М.: Наука, 1987. С. 39–45.
Khotinsky N.A. Radiocarbon chronology and correlation of natural and anthropogenic boundaries of the Holocene // Novy'e dannye po geokhronologii chetvertichnogo perioda. K XII kongressu INKVA (Kanada, 1987 g.). M.: Nauka, 1987. S. 39–45 (in Russian).
2. **Микишин** Ю.А., Гвоздева И.Г. Эволюция природы юго-восточной части острова Сахалин в голоцене. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1996. 130 с.
Mikishin Yu.A. The natural evolution in the south-eastern part of Sakhalin Island in Holocene. Vladivostok: Izd-vo Dal'nevost. un-ta, 1996. 130 s. (in Russian)
3. **Короткий** А.М. Палинологические характеристики и радиоуглеродные датировки верхнечетвертичных отложений Российского Дальнего Востока (низовье р. Амур, Приморье, о. Сахалин, Курильские острова) // Позднечетвертичные растительность и климаты Сибири и Дальнего Востока (палинологическая и радиоуглеродная база данных). Магадан: Изд-во Сев.-Вост. науч. центра ДВО РАН. 2002. С. 257–369.
Korotky A.M., 2002. Pollen characteristics and radiocarbon dates of Last Quaternary deposits of Russian Far East (Lower Amur valley, Primorye, Sakhalin Island, Kuril Islands) // Pozdnechetvertichny'e rastitel'nost' i klimaty` Sibiri i Dal'nego Vostoka (palinologicheskaya i radiouglerodnaya baza danny`x). Magadan: Izd-vo Sev.-Vost. nauch. centra DVO RAN. 2002. S. 257–369.
4. **Igarashi** Y. Igarashi T. Late Holocene vegetation history in south Sakhalin, northeast Asia. Japanese Journal of ecology. 1998. № 48. P. 231–244.
5. **Микишин** Ю.А., Гвоздева И.Г. Ранний суббореал Сахалина // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2017. № 4. С. 25–37.
Mikishin, Yu. A., Gvozdeva, I. G., 2017. Early Subboreal of the Sakhalin // Vestnik SVNC DVO RAN. 2017. № 4. S. 25–37. (in Russian).
6. **Микишин** Ю.А., Гвоздева И.Г. Субфоссильные спорово-пыльцевые комплексы Сахалина и прилегающих территорий. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2009. 162 с. DOI: [10.17513/np.379](https://doi.org/10.17513/np.379).
Mikishin, Yu. A., Gvozdeva, I. G., 2009. Subfossil sporo-pollen complexes of Sakhalin Island and adjacent areas. Vladivostok: Izd-vo Dal'nevost. un-ta, 2009. 162 s. DOI: 10.17513/np.379. (in Russian).
7. **Reimer** P.J., Bard E., Bayliss A., J.W. Beck, Blackwell P.J., Ramsey C.B., Buck C.E., Cheng H., Edwards R.L., Friedrich M., Grootes P.M., Guilderson T.P., Hafliadason H., Hajdas I., Hatté C., Heaton T.J., Hoffmann D.L., Hogg A.G., Hughen K.A., Kaiser K.F., Kromer B., Manning S.W., Niu M., Reimer R.W., Richards D.A., Scott E.M., Southon J.R., Staff R.A., Turney C.S.M., Plicht J. IntCal 13 and Marine 13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years calBP. Radiocarbon. Vol. 55 (4). 2013. P 1869–1887. DOI: [10.2458/azu_js_rc.16947](https://doi.org/10.2458/azu_js_rc.16947).
8. **Бляхарчук** Т. А. Послеледниковая динамика растительного покрова Западно-Сибирской равнины и Алтае-Саянской горной области (по данным спорово-пыльцевого анализа болотных и озёрных отложений) : автореф. дис. ... докт. биол. наук. Томск, 2010. 43 с. (in Russian).

- Blyakharchuk T.A. Post-glacial dynamics of the vegetation cover of the West Siberian Plain and Altai-Sayan mountainous region (according to spore-pollen analysis of bog and lacustrine deposits) : avtoref. dis. ... dokt. biol. nauk. Tomsk, 2010. 43 s.
9. **Лящевская** М.С., Ганзей К.С. Развитие природной среды центральной части о. Итуруп в среднем–позднем голоцене (Курильские острова) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2011. № 1. вып. 17. С. 120–130.
- Lyashchevskaya M.S., Ganzei K.S. Development of the natural environment of the central part of the island Iturup in the Middle–Late Holocene (Kuril Islands) (in Russian) // Vestnik KRAUNC. Nauki o Zemle. 2011. № 1. vyp. 17. S. 120–130. (in Russian).
10. **Razjigaeva**, N.G., Ganzey, L.A., Grebennikova, T.A., Belyanina, N.I., Mokhova, L.M., Arslanov, K.A., Chernov, S.B. Holocene Climatic Changes and Vegetation Development in the Kuril Islands // Quaternary International. 2013. № 290–291. P. 126–138. DOI: [10.1016/j.quant.2012.06.034](https://doi.org/10.1016/j.quant.2012.06.034).
11. **Bazarova** V.B., Mokhova L.M., Klimin M.A., Kopoteva T.A. Vegetation development and correlation of Holocene events in the Amur basin, NE Eurasia // Quaternary International. 2011. Vol. 237. P. 83–92. DOI: [10.1016/j.quaint.2011.01.011](https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.01.011).
12. **Белянин** П.С. Развитие геосистемы бассейна р. Бикин (Дальний Восток) в среднем и позднем голоцене // География и природные ресурсы. 2013. № 1. С. 105–111.
- Belyanin P.S. Development of the geosystem of the river basin Bikin (Far East) in the Middle and Late Holocene // Geografiya i prirodny`e resursy`. 2013. № 1. S. 105–111 (in Russian).
13. **Разжигаева** Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Белянина Н.И., Мохова Л.М. Проявления малого оптимума голоцена на юге Дальнего Востока // География и природные ресурсы. 2014. № 2. С. 124–131.
- Razhigaeva N.G., Ganzei L.A., Grebennikova T.A., Belyanina N.I, Mokhova L.M. 2014. The Manifestations of the Holocene little climatic optimum in the southern Far East // Geografija i prirodnye resursy. 2014. № 2. S. 124–131. (in Russian).
14. **Igarashi** Y., Karya Y., Shimokawa K. An occurrence of pollen *Tsuga* in late Holocene buried soil in southwest Sakhalin // The Quaternary Research (Daiyonki-Kenkyu). 2013. № 52 (3). P. 59–64. DOI: [10.4116/jaqua.52.59](https://doi.org/10.4116/jaqua.52.59).
15. **Igarashi** Y. Holocene vegetation and climate on Hokkaido Island, northern Japan // Quaternary International. 2013. № 290–291. P. 139–150. DOI: [10.1016/j.quant.2012.09.030](https://doi.org/10.1016/j.quant.2012.09.030).