

Научная статья

УДК 664.8

doi: 10.34655/bgsha.2023.73.4.013

ЭВОЛЮЦИЯ ТАЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПРИЕНИСЕЙСКОЙ СИБИРИ В ГОЛОЦЕНЕ

Галина Александровна Демиденко

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

demidenkoechos@mail.ru

Аннотация. Целью исследования являлось определение закономерностей эволюции таежных экосистем Приенисейской Сибири в климатические периоды голоцена (по материалам базы данных). Климатические периоды голоцена – последнего межледникового: современный (SOV), субатлантический (SA), суббореальный (SB), атлантический (AT), бореальный (BO), предбореальный (PB) – отличаются биоклиматическими характеристиками, зависящими от глобального изменения климата. Объектами исследования являются отложения геологических разрезов в долине Енисея и его притоков, в том числе с вмещающими горизонтами палеопочв в таежной зоне Приенисейской Сибири. Применен комплексный палеоэкологический метод исследования, представленный палеогеографическими, палеопедологическими, палинологическими, геоархеологическими, геоморфологическими, стратиграфическими исследованиями, материалы которых представлены в авторской базе данных «Эволюция природной среды голоцена Сибири» с дополнениями. Современная растительность представлена темнохвойными породами (пихта сибирская (*Abies sibirica*), елью сибирской (*Picea obovata*), а также сосной сибирской кедровой, или сибирским кедром (*Pinus sibirica*). В предбореальный период (PB) в начале потепления перигляциальный ландшафт сменился на лесной, например, в северной тайге основные лесообразующие породы – ель, береза, ольха. В бореальный период (BO) биоклиматическая обстановка теплее, чем современная. Например, в средней тайге, по данным спорово-пыльцевых спектров, наблюдается абсолютный максимум березы и падение пыльцы ели, а в южной тайге – распространение лесостепного ландшафта (березовая лесостепь с лиственницей). В атлантический (AT2) период голоцена (оптимкум потепления) в южной тайге лесные ландшафты представлены березово-еловым лесом с лиственницей и сосной. На открытых пространствах произрастали травяные сообщества, под которыми формировались черноземовидные почвы. В суббореальный период (SB) преобладание в спорово-пыльцевых спектрах пыльцы березы, а в заболоченных участках – лиственничные и еловые леса с березой. В субатлантический период (SA) формируются кедрово-сосновые леса (на дренированной поверхности) и елово-кедровые леса с березой (на заболоченных участках). То есть в климатические периоды голоцена существовала флуктуация природных подзон как во времени, так и в пространстве.

Ключевые слова: таежные экосистемы, эволюция, голоцен, климатические периоды, природные подзоны, лесообразующие породы, палеопочвы, Приенисейская Сибирь.

Original article

EVOLUTION OF TAIGA ECOSYSTEMS OF YENISEI SIBERIA IN THE HOLOCENE

Galina A. DemidenkoKrasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
demidenkoekos@mail.ru

Abstract. The aim of the study was to determine the patterns of evolution of taiga ecosystems of Yenisei Siberia in the climatic periods of the Holocene (based on the information of the database). The climatic periods of the Holocene – the last interglacial period – modern (SOV), sub-Atlantic (SA), sub-boreal (SB), Atlantic (AT), Boreal (BO), pre-boreal (PB) differ in bioclimatic characteristics, depending on the global climate change. The objects of the study are deposits of geological sections of the valley of the Yenisei River and its tributaries, including the enclosing horizons of paleosols in the taiga zone of Yenisei Siberia. A comprehensive paleoecological research method was applied, represented by paleogeographic, paleopedological, palynological, geoarchaeological, geomorphological, stratigraphic studies, the materials of which are presented in the author's database "Evolution of the natural environment of the Holocene of Siberia" with additions. Current vegetation is represented by dark coniferous species (Siberian fir (*Abies sibirica*), Siberian spruce (*Picea obovata*), as well as Siberian cedar (*Pinus sibirica*). During the pre-boreal period (PB), at the beginning of warming, the periglacial landscape was replaced by the forest one, for example, in the northern taiga, the main forest-forming species are spruce, birch, alder trees. In the boreal period (BO), the bioclimatic environment was warmer compared with the modern one. For example, in the middle taiga, according to the spore and pollen spectra, there is an absolute maximum of birch as well as presence of spruce pollen. In the southern taiga, there is the forest-steppe landscape (birch forest-steppe with larch trees). In the Atlantic (AT) period of the Holocene (a warming optimum) in the southern taiga, forest landscapes are represented by birch and spruce forests with larch and pine trees. Grass communities grew in open spaces, where chernozem-like soils were formed. Within the sub-boreal period (SB), in the southern taiga, the predominance of birch pollen in the spore and pollen spectra is observed, and in swampy areas there are larch and spruce forests with birch trees. During the sub-Atlantic period (SA), cedar and pine forests (on a drained surface) and spruce-cedar forests with birch trees (in swampy areas) are formed in the southern taiga. That is, during the climatic periods of the Holocene, there was a fluctuation of natural subzones both in time and in space.

Keywords: taiga ecosystems, evolution, Holocene, climatic periods, natural subzones, forest-forming rocks, paleosols, Yenisei Siberia.

Введение. Современные экосистемы Сибири прошли длительную эволюцию под влиянием изменения климата, в том числе в последнее межледниковье – голоцене, продолжительностью 10 – 12 тыс. лет.

Актуальность исследования заключается в использовании знания закономерностей эволюции экосистем Сибири для познания современных процессов в природной среде и прогнозирования их динамики в условиях глобального изменения климата Земли.

В научных публикациях рассматриваются разносторонние подходы изучения эволюции экосистем в разных регионах

Сибири [1 - 8].

В голоцене существовало несколько климатических периодов: современный (SOV), субатлантический (SA), суббореальный (SB), атлантический (AT2), атлантический (AT1), бореальный (BO), предбореальный (PB) [9, 10], каждый из которых отличается биоклиматическими характеристиками.

Таежные экосистемы северной, средней и южной тайги, занимающие часть умеренного пояса северного полушария Евразии, распространены на значительной территории Средней Сибири.

Таежные экосистемы состоят из взаимосвязанных и взаимообусловленных

компонентов: климат, рельеф, почвообразующие породы, почвы, растительность, фауна. Актуальность эволюции их исследования во времени, в основном, заключается в том, что эти знания позволяют оценивать современное состояние природной среды и прогнозировать ее изменения в будущем.

Цель исследования. Определение закономерностей эволюции таежных экосистем Приенисейской Сибири в климатические периоды голоцена (по материалам авторской базы данных «Эволюция природной среды голоцена Сибири»).

Задачи исследования. 1. Анализ морфолого-аналитических данных отложений геологических разрезов Приенисейской Сибири авторской базы данных «Эволюция природной среды голоцена Сибири». 2. Реконструкция эволюции природных подзон (северной, средней, южной тайги) в таежной зоне Приенисейской Сибири в климатические периоды голоцена. 3. Определение зональной закономерности флуктуации древесной растительности и почв под влиянием изменения климата в голоцене.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являются геологические разрезы, в том числе с вмещающими горизонтами палеопочв, в долине Енисея и его притоков в таежной зоне Приенисейской Сибири.

Применен комплексный палеоэкологический метод исследования, представленный палеогеографическими, палеопедологическими, палинологическими, геархеологическими, геоморфологическими, стратиграфическими исследованиями, часть из которых представлена в базе данных «Эволюция природной среды голоцена Сибири» [11] с дополнениями. В основу реконструкции природной среды голоцена положен известный докучаевский принцип соответствия почвенных процессов и признаков почвообразования с почвообразующими факторами природной среды.

База данных, представленная в виде реляционных таблиц, отражающих состо-

яние экосистем, дает возможность работать с большим объемом информации, выполнять быстрый поиск, сортировку материала, анализ, сопоставление и обновление данных. Анализ материалов базы данных дает возможность полнее и достовернее осуществлять палеоэкологическую реконструкцию экосистем, в том числе и схему эволюции таежных экосистем Приенисейской Сибири в голоцене.

Результаты и обсуждение. Приенисейскую Сибирь называют западную часть Средней Сибири, объединяемую Енисеем. Она вытянута с севера на юг на 3000 км (от Таймырского полуострова до горных территорий Тувы). Долина Енисея – меридиональный стержень Средней Сибири.

Таежными лесами занята значительная часть северных территорий Красноярского края. Ландшафты таежной зоны (северная, средняя, южная тайга) – «зеленое море», протягивающееся от лиственничной лесотундры до Саянских предгорий.

Основными лесообразующими породами являются темнохвойные породы: пихта сибирская (*Abies sibirica*), ель сибирская (*Picea obovata*) и сосна сибирская кедровая, или сибирский кедр (*Pinus sibirica*).

Во все климатические периоды голоцена биоклиматические условия различны для современной северной, средней и южной тайги. В геологических разрезах таежной зоны Приенисейской Сибири представлены их морфолого-аналитические данные (табл. 1).

Анализ материалов базы данных, результаты исследований автора генезиса палеопочв, ретроспективный анализ развития природной среды голоцена позволили реконструировать биоклиматическую обстановку таежных экосистем в климатические периоды голоцена.

В современной таежной зоне Приенисейской Сибири во все климатические периоды голоцена биоклиматическая обстановка различалась в подзонах северной, средней и южной тайги.

Таблица 1 – Морфолого-аналитические данные опорных геологических разрезов (фрагмент базы данных)

Название разреза	Местоположение разреза	Исследователи	Стратиграфия разреза	Возраст отложений
Северная тайга				
Большой Пит	первая надпойменная терраса реки Большой Пит (правый приток Енисея)	Кинд Н.В., Хотинский Н.А., Горшков С.П.	пойменные суглинки	субатлантичский (SB)
			торф	суббореальный (SB)
			гиттия	атлантический (AT2)
			старичные суглинки, подстилаемые русловым аллювием	атлантический (AT1); бореальный (BO); предбореальный (PB)
Средняя тайга				
Торфяник «Кривляк»	вторая надпойменная терраса Енисея	Карпенко Л.В., Глебов Ф.З., Стариков З.В., Жидовленко В.А.	сфагновый мочажинный торф	субатлантичский (SB) - 1480±40 (КРИЛ – 659)
			Древесно-пушицевый торф с древесиной сосны и древесными углями	субатлантичский (SB) - суббореальный (SB) - 2280±40 (КРИЛ – 660); 3130±120 (КРИЛ – 661)
			древесно-травяной торф с корой сосны и березы	атлантический (AT2) – 4965±55 (КРИЛ – 663); 5250±60 (КРИЛ – 664); атлантический (AT1) 6245±65 (КРИЛ – 665)
			травяной гипновый торф с травой и древесиной березы	атлантический (AT1) 6745±65 (КРИЛ – 666)
Южная тайга				
Дюна у села Чадобец	первая надпойменная терраса Ангары (правый приток Енисей)	Дроздов Н.И., Лаухин С.А., Демиденко Г.А.	дюна, включающая педокомплекс: горизонт Ah1	суббореальный (SB) - 2230±100 (КРИЛ – 232)
			горизонт Ah2	атлантический (AT2) 5400±200 (КРИЛ – 233)
			горизонт Ah3	бореальный (BO)

Предбореальный период голоцена (PB) – начало голоценового потепления. В современной северной тайге наблюдается смена перигляциального ландшафта (холодные степи, карликовая береза, споровые) на лесной ландшафт с произрастанием основных лесообразующих пород – ель, береза, ольха [9, 10]. В современной средней тайге наблюдается двухчленность предбореального периода: PB1 и PB2. В его первую половину (PB1) в составе древесных пород преобладали ель, береза, лиственница, сосна. Присутствие пыльцы кустарниковой березы говорит о том, что климат был холоднее современного. В составе травянистых – разнотравье, полынь, водные растения. Во вторую половину предбореального периода (PB2) наблюдается похолодание климата. Господствует лесотундровый ландшафт, содержание древесных пород уменьшается до 10 %. Из лесообразующих пород увеличивается содержание пыльцы ели и лиственницы, береза

образует редколесья. Возрастает роль кустарниковой березы.

По мнению Ф.З. Глебова [12] (геологический разрез Торфяник «Кривляк»), в первую половину (PB1) в спорово-пыльцевых спектрах содержание древесной пыльцы колеблется в пределах 55 – 65 %; в течение этой фазы происходит уменьшение в составе лесов березы и увеличение ели). Вторую половину предбореального периода (PB2) в результате похолодания климата формировался тундровый ландшафт. В спорово-пыльцевых спектрах содержание древесных пород уменьшается до 10%, а количество спор увеличивается до 65 %. Отложения геологического разреза Торфяник «Кривляк» в северной тайге имеет признаки увлажнения и, как следствие, развитие болотообразовательного процесса.

В современной южной тайге существовали ландшафты лесотундры и северной тайги (табл. 2) с характерным почвенным покровом.

Таблица 2 – Схема эволюции южно-таежной экосистемы Приенисейской части Приангарского плато в голоцене

Климатические периоды голоцена; возраст, тыс. лет назад	Флуктуация подзон тайги в голоцене	
	растительные зоны и подзоны	палеопочвы
Современный (SOV); 0.0 – 1.0 (?)	южная тайга	дерново-подзолистые
Субатлантический (SA); 1.0 (?) – 3.0 (2.5)	южная тайга	дерново-подзолистые
Суббореальный (SB); 3.0 (2.5) – 4.5	подтайга	дерновые лесные, оподзоленные, дерново-глеевые
Атлантический (AT2); 4.5 – 6.0	лесостепь (березово-еловый лес с лиственницей и сосной)	дерново-глеевые, дерновые лесные, луговые, черноземовидные
Атлантический (AT1); 6.0 – 8.0	южная тайга (темнохвойная тайга с лиственницей и кедром)	дерново-подзолистые, дерновые лесные, лугово-лесные, дерново-глеевые
Бореальный (BO); 8.0 – 9.5	подтайга (березовая лесостепь с пихтой)	подзолистые, дерновые лесные, дерновые луговые, дерновые карбонатные, дерново-глеевые, серые лесные, луговые
Предбореальный (PB1; PB2); 9.5 – 10.3	лесотундра, северная тайга	тундровые мерзлотные, глееземы тундровые, криоземы, подзолисто-глеевые

Наблюдается также двухчленность предбореального периода: РВ1 и РВ2. Его первая половина (РВ1) характеризуется присутствием лесотундровых ландшафтов с березовым редколесьем, а вторая (РВ2) – господством березы, что характерно для Средней Сибири [14].

Палеопедологические данные определяют генезис палеопочв в РВ1 по лесному типу. Во вторую половину предбореального периода (РВ1), как и для средней тайги, наблюдается похолодание климата. Похолодание отразилось в ослаблении процессов почвообразования, а иногда даже прерывание их, что привело к захоронению гумусовых горизонтов палеопочв и их консервации. Более холодные климатические условия привели к присутствию ландшафтов: лесотундра – северная тайга [15].

Бореальный период голоцена (ВО). Биоклиматическая обстановка в таежной зоне теплее, чем современная. По спорово-пыльцевым спектрам в этот климатический период в средней тайге наблюдается абсолютный максимум березы и падение пыльцы ели [12].

В южной тайге наблюдается распространение лесостепного ландшафта. Растительность имела облик березовой лесостепи с участием лиственницы. На Приенисейской части Приангарского плато (табл. 2) существовала подтайга (березовая лесостепь с пихтой). Доминирующей лесообразующей породой была береза. В конце бореального периода, как следствие более теплого и сухого, по сравнению с современным климатом, наблюдается участие кедра в составе лесов [13]. Биоклиматическая обстановка таежных экосистем отражается в генезисе почв (табл. 2).

Атлантический период голоцена (АТ) – климатический оптимум – подразделяется на первую (АТ1) и вторую (АТ2) половины. В начале АТ1 в северных широтах Сибири [9, 12] отмечается некоторое похолодание. Остальная часть АТ1 для таежной зоны имела климатические условия теплее современных. Климатические условия в атлантический период

изменялись в направлении: теплые влажные – теплые сухие – теплые суперсухие (ксеротермический период) [12].

Первая половина атлантического периода (АТ1). В средней тайге Западно-Сибирской низменности, прилегающей к Енисею, наблюдалась смена ландшафтов: темнохвойная тайга – таежные ландшафты с максимумом сосны. Для Среднесибирского плоскогорья Приенисейской Сибири наблюдалась смена ландшафта лиственничной тайги на елово-березовую тайгу с лиственницей и сосной.

В южной тайге спорово-пыльцевые спектры воспроизводят ландшафт еловых лесов при значительном участии лиственницы и кедра. В современных заболоченных ландшафтах Западно-Сибирской низменности произрастала елово-лиственничная подтайга с кедром и березой. На Приенисейской части Приангарского плато на поверхности надпойменных террас Енисея и его притоках произрастала темнохвойная тайга с лиственницей и кедром. Биоклиматическая обстановка способствовала формированию дерново-подзолистых, дерново-лесных, лугово-лесных, дерново-глеевых почв (табл.2).

Вторая половина атлантического периода (АТ2). На торфяных отложениях Западно-Сибирской низменности Приенисейской Сибири преобладающей лесообразующей породой становится сосна. На автоморфных участках террас Среднесибирского плоскогорья преобладали лесостепные ландшафты на открытых пространствах. На Приенисейской части Приангарского плато (табл. 2) лесные ландшафты представлены березово-еловым лесом с лиственницей и сосной. На открытых пространствах произрастали травяные сообщества, под которыми формировались черноземовидные почвы, гумусовые горизонты которых сохранились в отложениях надпойменных террас Енисея, например, в геологическом разрезе Дюна у села Чадобец (табл. 1).

Конец атлантического периода характеризуется похолоданием и увлажнением климата, и растительность меняется на древесные растения и основная лесоб-

разующая порода – ель. На заболоченных участках Приенисейской Сибири произрастали сосново-березовые и еловые леса.

Суббореальный период голоцена (SB). Климат определяется «мягче» современного. В конце периода и в начале субатлантического периода наблюдается похолодание. В северной тайге распространены ландшафты елово-березовых редколесий – елово-лиственничная тайга с березой; в средней тайге (южная часть подзоны) – елово-пихтово-кедровые – березовые леса – кедрово-еловые леса с березой; в южной тайге – березовые леса (дренированные поверхности рельефа), лиственничные и еловые леса с березой (заболоченные участки). На Приенисейской части Приангарского плато почвенный покров представлен дерновыми лесными, оподзоленными, дерново-глебовыми почвами (табл. 2).

Субатлантический период голоцена (SA). Климат тождествен современному при общей тенденции с похолоданием. В северной тайге в лесообразовании значительную долю занимает сибирский кедр, наряду с которым произрастают ель, береза, ольха; в средней тайге – сосново-кедровые леса с елью [14]. В южной тайге формируются кедрово-пихто-еловые и кедрово-сосновые леса (на дренированных поверхностях) и елово-кедровые леса с березой (на заболоченных участках территории).

Заключение. 1. Морфолого-аналитические данные опорных геологических разрезов (фрагмент базы данных) показывают дифференциацию отложений в стратиграфическом строении в опорных геологических разрезах таежных экосистем. Представляют возрастные характеристики по относительному и абсолютному датированию стратиграфических слоев отложений: торфяные отложения являются признаками увлажнения и развитие болотообразовательного процесса. 2. На основе данных, полученных комплексным палеоэкологическим методом исследования и проведенного ретроспективного анализа, выполнена реконструк-

ция эволюции экосистем природных подзон (северной, средней, южной тайги) в таежной зоне Приенисейской Сибири в климатические периоды голоцена. Основные лесообразующие породы таежных экосистем, являясь индикаторами биологических изменений в голоцене, имеют разную степень доминирования в подзонах тайги. 3. Под влиянием изменения климата в голоцене почвенно-растительные ландшафты таежной зоны (северной, средней, южной тайги) Приенисейской Сибири проявляли флуктуацию природных подзон как во времени, так и в пространстве.

Список источников

1. Величко А.А. Эволюционная география. Проблемы и решения. Российская академия наук, Ин-т географии. Москва: ГЕОС, 2012. 562 с.
2. Демиденко Г.А. Влияние климата на динамику лесных экосистем Красноярской лесостепи в голоцене // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.П. Филиппова. 2020. № 4 (61). С.122 – 129. EDN: OWZSFX. doi: 10.34655/bgsha.2020.61.4.019
3. Демиденко Г.А. Влияние климатических факторов на флуктуацию почвенно-растительных комплексов территории Красноярской лесостепи в голоцене // Научно-практический журнал Вестник ИрГСХА. 2021. № 105. С. 6 – 15. EDN: XVVJLJ. doi: 10.51215/1999-3765-2021-105-6-15.
4. Dergacheva M., Fedeneva I., Bazhina N., Nekrasova O., Zenin V. Shestakovo site of Western Siberia (Russia): pedogenic features, humic substances and paleoenvironment reconstructions for last 20–25 ka // Quaternary International. 2016 Vol. 420 Pp. 199–207.
5. Экологическая обусловленность состава и свойств гуминовых кислот почв западной части Тувы / М.И. Дергачева, Н.Л. Бажина, У.Э. Ондар, К.О. Очур, Н.Н. Рябова // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. №10. С.163-167.
6. Зыкина В.С., Зыкин В.С. Лессово-почвенная последовательность и эволюция природной среды и климата Западной Сибири в плейстоцене. Новосибирск: ГЕО, 2012. 477 с.
7. Куклина С.Л., Воробьева Г.А. Палеоэкологические условия почвообразования и

осадконакопления на высокой пойме реки Белой (Западное Прибайкалье) // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология, 2019. Том 29. С.73 – 87.

8. Бердников И.М., Бердникова Н.Е., Воробьева Г.А. Мультислоистые местонахождения как основа для палеогеографических и культурных реконструкций в среднем голоцене Байкало-Енисейской Сибири // Известия Иркутского государственного университета. Серия Геоархеология. Этнология. Антропология, 2017. Том 21. С. 5 – 32.

9. Кинд Н.В. Геохронология позднего антропогена по изотопным данным. М.: Наука, 1974. 225 с.

10. Хотинский Н.А. Голоцен Северной Азии. Москва : Наука, 1977. 198 с.

11. Демиденко Г.А. Эволюция почвенного покрова юга Средней Сибири в голоцене (по материалам базы данных). Лесоведение. 2000. № 9. С.62 – 68.

12. Глебов Ф.З. Взаимодействие леса и болот в таежной зон. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1998. 184 с.

13. Таланцев В.О. Кедр. Москва : Лесная промышленность, 1980. 96 с.

14. Нейштант М.И. История лесов и палеогеография СССР в голоцене. Москва: АН СССР, 1957. 402 с.

15. Demidenko G.A., Tyrygina O.V., Martynova O.B. Evolution of ecosystems in southern Yenisei Siberia in the Holocene // AGRITECH- IV-2020 IOP Publishing IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 677 (2021) 042011
doi: 10.1088/ 1755-1315/677/4/042011.

References

1. Velichko A.A. Evolutionary geography. Problems and solutions. Moscow: GEOS, 2012. 562 p. (In Russ.).

2. Demidenko G.A. Climate influences on the dynamics of forest ecosystems of the Krasnoyarsk forest steppe in Holocene. *Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov*. 2020;4(61):122-129 (In Russ.). doi: 10.34655/bgsha.2020.61.4.019

3. Demidenko G.A. The influence of climatic factors on the fluctuation of soil-plant complexes on the territory of Krasnoyarsk forest - steppe in the Holocene *Scientific and practical journal "Vestnik IrGSHA"*. 2021;105:6-15 (In Russ.). doi: 10.51215/1999-3765-2021-105-6-15.

4. Dergacheva M., Fedeneva I., Bazhina N.,

Nekrasova O., Zenin V. Shestakovo site of Western Siberia (Russia): pedogenic features, humic substances and paleoenvironment reconstructions for last 20–25 ka. *Quaternary International*. 2016. Vol. 420. Pp. 199–207.

5. Dergacheva M.I., Bazhina N.L., Ondar U.E., Ochur K.O., Ryabova N.N. Ecological dependence of the composition and properties of humic acids in soils in the western part of Tuva. *Bulletin of Orenburg State University*. 2015;10:163-167 (In Russ).

6. Zykina V.S., Zysin V.S. Loess-soil sequence and evolution of the natural environment and climate of Western Siberia in the Pleistocene. Novosibirsk: GEO, 2012. 477 p. (In Russ).

7. Kuklina S.L., Vorobyova G.A. Paleoecological conditions of soil formation and sedimentation on the high floodplain of the Belaya River (Western Baikal region). *Izvestiya of Irkutsk State University. Biology series. Ecology*, 2019. Vol. 29. Pp. 73 – 87 (In Russ).

8. Berdnikov I.M., Berdnikova N.E., Vorobyova G.A. Multilayer localities as a basis for paleogeographical and cultural reconstructions in the Middle Holocene of Baikal-Yenisei Siberia. *Izvestiya of Irkutsk State University. Series Geoarchaeology. Entology. Anthropology*, 2017. Vol. 21. Pp.5 -32 (In Russ.).

9. Kind N.V. Geochronology of the Late Anthropocene based on isotope data. Moscow. Nauka, 1974. 225 p. (In Russ.)

10. Khotinsky N.A. Holocene of Northern Asia. Moscow: Nauka, 1977. 198 p. (In Russ.)

11. Demidenko G.A. Evolution of soil cover in the south of Central Siberia in the Holocene (based on database materials). *Forestry*. 2000;9:62-68 (In Russ)

12. Glebov F.Z. Interaction of forests and swamps in the taiga zones. Novosibirsk: Science. Sib. department, 1998. 184 p. (In Russ.).

13. Talantsev V.O. Cedar. Moscow. Lesnaya promy'shlennost, 1980. 96 p. (In Russ.).

14. Neustandt M.I. History of forests and paleogeography of the USSR in the Holocene. Moscow: Academy of Sciences of the USSR, 1957. 402 p. (In Russ.).

15. Demidenko G.A., Tyrygina O.V., Martynova O.B. Evolution of ecosystems in southern Yenisei Siberia in the Holocene. *AGRITECH-IV-2020 IOP Publishing IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 677* (2021) 042011.

doi: 10.1088/ 1755-1315/677/4/042011.

Информация об авторах

Галина Александровна Демиденко – доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой ландшафтной архитектуры и ботаники, Институт агроэкологических технологий.

Information about the authors

Galina A. Demidenko – Doctor of Science (Biology), Professor, Head of the Chair of Landscape Architecture and Botany, Institute of Agroecological Technologies.

Статья поступила в редакцию 02.10.2023; одобрена после рецензирования 25.10.2023; принята к публикации 08.11.2023.

The article was submitted 02.10.2023; approved after reviewing 25.10.2023; accepted for publication 08.11.2023.