

тета. – 2013. – № 11 (109). – С. 52-54.

9. Содбоева С.Ч., Коновалова Е.В. Лесо-мелиорация ландшафтов с основами лесозащитного разведения: учебно-методические указания. – ФГБОУ ВО БГСХА, 2020. – 80 с.

10. Хмелевская И.А. Эколого-физиологические исследования древесных пород в г. Пскове // Вестник Псковского государственного университета. Сер.: Естественные и физико-математические науки. - 2008. - № 6. - С. 37-57.

1. Federal Law of December 27, 2019 N 477-FZ "On Amendments to the Federal Law" On Land Reclamation "and certain legislative acts of the Russian Federation in terms of improving the legal regulation of agro forestry" / / Garant: information and legal portal. – Access mode: <http://base.garant.ru/73355379/> (application date: 22.10.2020) [in Russian]

2. Alekseev V.A. Diagnostics of the vital state of trees and stands. *Lesovedenie*. 1989. No 4. pp. 51-57 [in Russian]

3. Budaev Kh.R., Budaeva S.E., Dambiev E.Ts. Protective afforestation in the Buryat ASSR. Ulan-Ude: Buryat publishing house. 1982. 184 p. [in Russian]

4. Vatkovsky O.S. Assessment of the current state of plantations using taxation methods. Monitoring of forest ecosystems: report thesis. Kaunas. 1986. pp. 9-10 [in Russian]

5. Gladinov A.N., Konovalova E.V., Sodboeva S. Ch. Dendrology: classification and characterization of woody plants: study guide. Ulan-Ude. Buryat State Academy of Agriculture. 2020. 129 p. [in Russian]

6. Ishbirdina L.M., Timeryanov A.Sh., Odintsov G.E. Flora of forest belts with Balsamic Poplar (*Populus balsamifera* L.) in the vicinity of Ufa city. *Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyaystva*. 2019. No 2 . pp. 4-22 [in Russian]

7. Kulik K.N., Barabanov A.T., Manaenkov A.S. Prognosis of the development of protective forestation in Russia until 2020. *Problemy prognozirovaniya*. 2015. No. 4 (151). pp. 52-54 [in Russian]

8. Paramonov E.G. Forest belts and moistening of inter-strip fields. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2013. No 11 (109). pp. 52-54 [in Russian]

9. Sodboeva S. Ch., Konovalova E.V. Forest reclamation of landscapes with the basics of forest protection cultivation: educational and methodological instructions. Ulan-Ude. Buryat State Academy of Agriculture. 2020. 80 p. [in Russian]

10. Khmelevskaya I.A. Ecological and physiological studies of tree species in Pskov. *Vestnik Pskovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Yestestvennyye i fiziko-matematicheskiye nauki*. 2008. No 6. pp. 37-57 [in Russian]

УДК 551.79: 630.11/182.1/182.2

DOI: 10.34655/bgsha.2020.61.4.019

Г.А. Демиденко

## ВЛИЯНИЕ КЛИМАТА НА ДИНАМИКУ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ В ГОЛОЦЕНЕ

**Ключевые слова:** лесные экосистемы, лесообразующие породы, палеопочвы, голоцен, климатические изменения, пойма и надпойменные террасы р. Енисей, Красноярская лесостепь.

В статье представлены результаты исследования влияния климата на динамику лесных экосистем Красноярской лесостепи в голоцене. Лесные экосистемы испытывали динамические изменения в течение голоцена (современного потепления). В зависимости от изменения климатических показателей, таких как температура и влажность, наблюдалась динамика основных лесообразующих пород и их сочетаний. В современный период голоцена (SOV) на территории Красноярской лесостепи наблюдается увеличение степных сообществ, что говорит о тенденции к иссушению климата при повышении температуры воздуха. В разновременные климатические периоды голоцена пред-

ставлены следующие древесные породы: сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L., береза повислая *Betula pendula* Roth, кедр сибирский *Pinus sibirica* Du Tour (BO2); береза повислая *Betula pendula* Roth, лиственница сибирская *Larix sibirica* Ledeb. (AT1); береза повислая *Betula pendula* Roth, сосна, пихта сибирская *Abies sibirica* Ledeb (AT2); лиственница сибирская *Larix sibirica* Ledeb, сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L, береза повислая *Betula pendula* Roth, ель сибирская *Picea obovata* Ledeb., кедр сибирский *Pinus sibirica* Du Tour (SB); сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L, береза повислая *Betula pendula* Roth, кедр сибирский *Pinus sibirica* Du Tour, пихта сибирская *Abies sibirica* Ledeb (SA); сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L, береза повислая *Betula pendula* Roth, осина обыкновенная *Populus tremula* L. (SOV). Только в первую половину бореального периода (BO1) наблюдается господство полынно-разнотравной, злаковой степи на черноземных почвах. Снижение доли кедра сибирского *Pinus sibirica* Du Tour, лиственницы сибирской *Larix sibirica* Ledeb и пихты сибирских *Abies sibirica* Ledeb в составе современных древесных пород на территории Красноярской лесостепи, безусловно, говорит о тенденции иссушения климата при повышении температуры воздуха.

G. Demidenko

### CLIMATE INFLUENCES ON THE DYNAMICS OF FOREST ECOSYSTEMS OF THE KRASNOYARSK FOREST STEPPE IN HOLOCENE

**Keywords:** forest ecosystems, forest-forming species, paleosols, Holocene, climatic changes, floodplain and floodplain terraces of the river. Yenisei, Krasnoyarsk forest-steppe.

*The article presents the results of a study of the influence of climate on the dynamics of forest ecosystems of the Krasnoyarsk forest-steppe in the Holocene. Forest ecosystems experienced dynamic changes during the Holocene (modern warming). Depending on changes in climatic indicators, such as temperature and humidity, the dynamics of the main forest-forming species and their combinations were observed. In the modern period of the Holocene (SOV), an increase in steppe communities is observed in the Krasnoyarsk forest-steppe, which indicates a tendency to dry out the climate with increasing air temperature. At different times of the Holocene climatic periods, the following tree species are represented: common pine *Pinus sylvestris* L., drooping birch *Betula pendula* Roth, Siberian cedar *Pinus sibirica* Du Tour (BO2); drooping birch *Betula pendula* Roth, Siberian larch *Larix sibirica* Ledeb. (AT1); drooping birch *Betula pendula* Roth, pine, Siberian fir *Abies sibirica* Ledeb (AT2); Siberian larch *Larix sibirica* Ledeb, pine common *Pinus sylvestris* L, drooping birch *Betula pendula* Roth, Siberian spruce *Picea obovata* Ledeb., Siberian cedar *Pinus sibirica* Du Tour (SB); Scots pine *Pinus sylvestris* L, drooping birch *Betula pendula* Roth, Siberian cedar *Pinus sibirica* Du Tour, Siberian fir *Abies sibirica* Ledeb (SA); Scots pine *Pinus sylvestris* L, drooping birch *Betula pendula* Roth, Scots aspen *Populus tremula* L. (SOV). Only in the first half of the boreal period (BO1) is dominance of wormwood and grass, steppe on chernozem soils observed. The decrease in the share of Siberian cedar *Pinus sibirica* Du Tour, Siberian larch *Larix sibirica* Ledeb, and Siberian fir *Abies sibirica* Ledeb in modern wood species on the territory of the Krasnoyarsk forest-steppe, undoubtedly, indicates a tendency for climate to dry out with increasing air temperature.*

**Демиденко Галина Александровна**, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой ландшафтной архитектуры и ботаники ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Российская Федерация; e-mail: demidenkoekos@mail.ru

**Galina A. Demidenko**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Chair of Landscape Architecture and Botany, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russian Federation; e-mail: demidenkoekos@mail.ru

**Введение.** Под влиянием климатических изменений экосистемы прошлых геологических периодов прошли длинную эволюцию. Представление об эволюции

экосистем необходимо для понимания современного состояния природной среды и прогноза ее изменений [1, 9]. Эволюция лесных экосистем в сибирском регионе исследована в отдельных регионах [7, 11, 12 и другие], в том числе автором [2-5], но продолжает вызывать научный интерес.

На облик современных природных ландшафтов оказали большое влияние климатические изменения в голоцене. Голоцен – последнее межледниковье продолжительностью 10–12 тыс. лет. На его протяженности под влиянием изменения климата происходит формирование современного почвенно-растительного покрова Евразии. В соответствии со схемой периодизации голоцена Северной Евразии [10] выделяется несколько временных климатических периодов голоцена: предбореальный (PB), бореальный (BO), атлантический (AT), суббореальный (SB), субатлантический (SA), современный (SOV).

**Цель исследования:** динамика основных лесообразующих пород и их сочетаний на территории Красноярской лесостепи в зависимости от эволюции почв и изменения климата в голоцене.

**Объекты и методы.** Красноярская лесостепь расположена на полого-увалистой наклонной предгорной равнине р. Енисей. Природная зона – лесостепная. Климат резко континентальный умеренного пояса Евразии.

Объектами исследования являлись геологические разрезы верхних отложений надпойменных террас р. Енисей (Няшенский, Березовский, Коровьелоговый, Коркинский, Краеведческий музей).

Основной метод исследования – палеогеографический, в состав которого входят комплексные исследования палеопедологического (палеопочвы и их генезис) и палеоботанического (включение древесных углей) направлений. Результаты исследования климатических флуктуаций, влияющих на смену почвенно-растительного покрова в климатичес-

кие периоды голоцена, коррелировались с материалами базы данных [2]. Расположение большей территории Сибири (в том числе и Красноярской лесостепи) в умеренном географическом поясе Евразии делает возможным применение принципа актуализма (Ч. Лайель, 1866) [8], который позволяет использовать экологические взаимосвязи между современными компонентами экосистемы при реконструкции компонентов экосистем в прошлые геологические периоды.

Оценка зависимости климатических факторов (коэффициента увлажнения; среднегодовой температуры воздуха) и фактора времени (возраста) на лесообразующие породы выполнена с использованием корреляционного и факторного анализа [6]. В качестве программного обеспечения использованы Пакет анализа MS Excel и StatSoft STATISTICA 6.0.

**Результаты и обсуждение.** Каждый климатический период голоцена в Красноярской лесостепи отличался особенностями климата характерным почвенно-растительным покровом. Также наблюдается смена доминирования древесных пород (деревьев и кустарников) и их ландшафтных композиций. В голоцене, как и в современное время, породный состав лесов зависел от почвенно-климатических условий природных зон и подзон. Ареал каждой древесной породы определяется физико-географическими условиями природной среды, главное из которых климат. Реконструкция почвенно-растительного покрова Красноярской лесостепи представлена в таблице 1.

По данным таблицы 1 видно, что показатель сухости изменяется в разновременные климатические периоды голоцена.

Состав основных лесообразующих пород Красноярской лесостепи в голоцене представлен в таблице 2.

Графическое изображение растительных сообществ в координатах климатических факторов и времени представлено на рис. 1.

**Таблица 1** – Реконструкция почвенно-растительного покрова Красноярской лесостепи в голоцене (в геологических разрезах надпойменных террас)

Возраст, тысяч лет	Климатический период	Почвы	Растительность	Показатель сухости
0.0-0.1	SOV	Обыкновенный чернозем, темно-серые лесные	Сосново-березовая лесостепь	2.0
0.1-3.0	SA	Черноземы, темно-серые, дерновые лесные	Сосново-березовая лесостепь с кедром и пихтой	1.8
3.0-4.5	SB	Дерновые, серые лесные, оподзоленные	Лиственнично-березово-сосновые леса с елью и кедром	1.7
4.5-6.0	AT2	Черноземы, серые лесные	Березово-сосновая лесостепь с пихтой	1.4
6.0-8.0	AT1	Темно-серые лесные, черноземы	Березово-лиственничная лесостепь	1.9
8.0-8.7	BO2	Серые лесные, подзолистые, дерновые лесные	Сосново-березовые леса с кедром и пихтой	1.8
8.7-9.5	BO1	Черноземы	Полынно-разнотравная, злаковая степь	1.0
9.5-9.9	PB2	Подзолистые, подзолисто-глеевые, глееземы	Кедрово-пихтовые леса с елью и березой; злаково-разнотравная степь с березой карликовой	1.8
9.9-10.3	PB1	Недифференцированные, таежные мерзлотные, криоземы	Злаковые холодные степи	0.9

**Таблица 2** – Основные лесообразующие породы Красноярской лесостепи в голоцене

Климатические периоды и подпериоды голоцена	Основные лесообразующие породы
SOV	Сосна обыкновенная <i>Pinus sylvestris</i> L., береза повислая <i>Betula pendula</i> Roth, осина обыкновенная <i>Populus tremula</i> L.
SA	Сосна обыкновенная <i>Pinus sylvestris</i> L., береза повислая <i>Betula pendula</i> Roth, сосна сибирская кедровая (кедр сибирский) <i>Pinus sibirica</i> Du Tour, пихта сибирская <i>Abies sibirica</i> Ledeb.
SB	Лиственница сибирская <i>Larix sibirica</i> Ledeb., сосна обыкновенная <i>Pinus sylvestris</i> L., береза повислая <i>Betula pendula</i> Roth, ель сибирская <i>Picea obovata</i> Ledeb., кедр сибирский <i>Pinus sibirica</i> Du Tour
AT2	Береза повислая <i>Betula pendula</i> Roth, сосна обыкновенная <i>Pinus sylvestris</i> L., пихта сибирская <i>Abies sibirica</i> Ledeb.
AT1	Береза повислая <i>Betula pendula</i> Roth, лиственница сибирская <i>Larix sibirica</i> Ledeb.
BO2	Сосна обыкновенная <i>Pinus sylvestris</i> L., береза повислая <i>Betula pendula</i> Roth, кедр сибирский <i>Pinus sibirica</i> Du Tour
BO1	Не диагностируются
PB2	Кедр сибирский <i>Pinus sibirica</i> Du Tour, пихта сибирская <i>Abies sibirica</i> Ledeb., ель сибирская <i>Picea obovata</i> Ledeb., береза повислая <i>Betula pendula</i> Roth, береза карликовая <i>Betula nana</i> L.
PB1	Не диагностируются

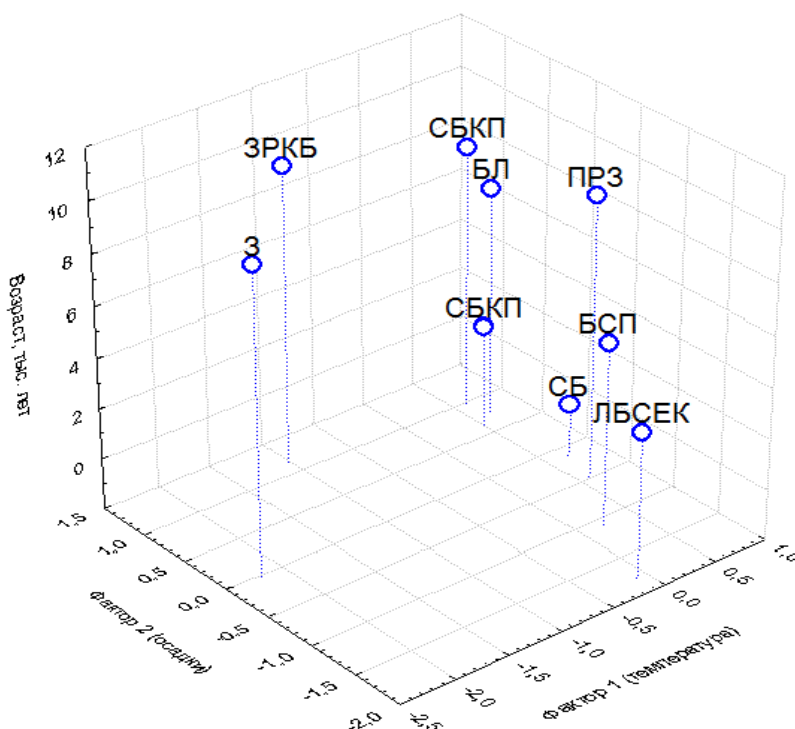


Рисунок 1. Зависимость климатических факторов (коэффициент увлажнения; среднегодовая температура воздуха) и фактор времени (возраст) на лесообразующие породы. Б – береза повислая *Betula pendula* Roth, Е – ель сибирская *Picea obovata* Ledeb, К – кедр сибирский *Pinus sibirica* Du Tour; Л – лиственница сибирская *Larix sibirica* Ledeb, П – пихта сибирская *Abies sibirica* Ledeb., С – сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L.; З – злаковые; ЗР – злаково-разнотравные сообщества

Анализ полученных данных (табл. 1, 2; рис. 1), а также использование базы данных позволяют провести реконструкцию динамики лесных экосистем и древесных пород в них, в зависимости изменения климата в разновременные климатические периоды голоцена.

**Предбореальный период голоцена.** Начало голоцена – РВ1 – характеризуется прохладными и сухими климатическими условиями. Типичным был ландшафт холодных степей с преобладанием открытых пространств с полынно-разнотравными группировками. В РВ2 при потеплении климата стали формироваться кедрово-пихтовые леса с елью сибирской *Picea obovata* Ledeb и березой повислой *Betula pendula* Roth на таежных почвах в сочетании злаково-разнотравной степью с березой карликовой *Betula nana* L.

Доминирующими породами являлись: кедр сибирский *Pinus sibirica* Du Tour, пихта сибирская *Abies sibirica* Ledeb и ель сибирская *Picea obovata* Ledeb. Кедр сибирский *Pinus sibirica* Du Tour произраста-

ет в местах с высокой влажностью воздуха на суглинистых почвах. Пихта сибирская *Abies sibirica* Ledeb и ель сибирская *Picea obovata* Ledeb. обычно встречаются вместе с кедром сибирским *Pinus sibirica* Du Tour на равнинных территориях. Березовые леса образовывали «полосы», но имели субдоминантное значение.

**Бореальный период голоцена.** В ВО1 климат характеризуется как сухой и теплый. Господствовала сухая степь на черноземных почвах. В ВО2 климат стал увлажняться и характеризуется, как влажный и теплый. Палеопочвы в геологических разрезах Красноярской лесостепи сформированы в более влажных климатических условиях под лесной растительностью. Она имеет гуматно-фульватный состав гумуса. В ней найдены включения углей древесной растительности и костные останки лесных животных – лося *Alces alces* L., козули сибирской *Capreolus pygargus* Pal. и бурого медведя *Ursus arctos* L.).

Произрастают сосново-березовые

леса с кедром сибирским *Pinus sibirica* Du Tour и пихтой сибирской *Abies sibirica* Ledeb основные лесообразующие породы - сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L и кедр сибирский *Pinus sibirica* Du Tour. Сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L при произрастании предпочитает песчаные породы надпойменных речных террас.

**Атлантический период голоцена.** В АТ1 после небольшого похолодания наступила фаза длительного и устойчивого потепления с повышением влажности. Климатические условия определяются как умеренно теплые и влажные. Произрастали березово-лиственничные сообщества на темно-серых лесных и дерново-подзолистых почвах в сочетании со степными ландшафтами. Береза повислая *Betula pendula* Roth поселяется на гарях и вырубках. Лиственница сибирская *Larix sibirica* Ledeb не требовательная к климатическим условиям и растет в местах с различной влажностью. Фаза сухого и теплого климата - АТ2 - характерна степными и лесостепными ландшафтами с почвенным покровом из черноземных, темно-серых лесных, дерново-лесных и буроземных почв. В геологических разрезах – Краеведческий музей, Няшенский, Березовский – при увеличении сухости климата палеопочвы имеют степной генезис. В геологических разрезах – Татышевский, Коровьелоговый, Коркинский – формировалась палеопочва лесного генезиса, и в гумусовых горизонтах палеопочв найдены включения древесных углей. В лесных ландшафтах произрастали береза повислая *Betula pendula* Roth, сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L и пихта сибирская *Abies sibirica* Ledeb.

**Суббореальный период голоцена.** На территории Восточной Сибири в этот период голоцена наблюдается тенденция к похолоданию климата. В отложениях геологических разрезов Татышевский, Няшенский, Березовский диагностируются лесные палеопочвы. Гумусовый горизонт палеопочв имеет гуматно-фульватный состав гумуса. Включения древесных углей и костей лесных животных. С усилением похолодания растительность приоб-

рела таежный облик. Основные лесообразующие породы – лиственница сибирская *Larix sibirica* Ledeb., сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L, береза повислая *Betula pendula* Roth, ель сибирская *Picea obovata* Ledeb, кедр сибирский *Pinus sibirica* Du Tour, произрастающие на подзолистых и серых лесных почвах. Ель сибирская способна переносить низкие температуры сибирской зимы. По отношению к влаге предпочитает местность с умеренно-влажной почвой.

По материалам базы данных [2] В.Л. Кошкарновой [7], в Красноярской лесостепи в Торфяном разрезе под г. Красноярском в этот период голоцена растительность имела таежный облик (лиственница, береза, сосна, ель, кедр и в подлеске - ольха).

**Субатлантический период голоцена.** Характеризуется становлением современных природных комплексов. Климат теплее и влажнее предыдущего периода. Для Красноярской лесостепи под лесными ландшафтами формируются темно-серые лесные, дерново-лесные, буроземные почвы, а на остепненных участках – черноземы.

По материалам базы данных [2] исследованиями В.Л. Кошкарновой [7] (Кошкарнова, 1986) в Красноярской лесостепи в Торфяном разрезе под г. Красноярском в этот период голоцена наблюдается смена растительности в семенных комплексах, а именно елово-березовые и сосново-лиственничные леса меняются сосново-березовыми.

**Современный период голоцена.** Для Красноярской лесостепи характерны сочетания лесных экосистем (сосновые и сосново-березовые леса) со степными. Наблюдаются тенденции увеличения температуры воздуха и уменьшения годового количества осадков. Характерно концентрическое расположение фрагментов степных, лесостепных и подтаежных ландшафтов.

**Заключение.** На территории современной Красноярской лесостепи в голоцене происходила динамическая смена почвенно-растительного покрова под влия-

янием климатических изменений. Произрастание древесных пород, как составляющих растительности территории, отражает сочетание температуры и влажности воздуха. Наблюдаются подъемы температуры воздуха с последующей стабилизацией, что характерно для межледниковья. Увеличение влажности в климатические периоды голоцена приводит к расширению древесных пород в лесостепных сообществах. Снижение доли кедров сибирского *Pinus sibirica* Du Tour, лиственницы сибирской *Larix sibirica* Ledeb, пихты сибирской *Abies sibirica* Ledeb в современных древесных породах на территории Красноярской лесостепи, безусловно, говорит о тенденции иссушения климата при повышении температуры воздуха.

#### Библиографический список

1. Величко А.А. Evolutionary geography. Problems and solutions. Российская акад. наук. Ин-т географии. – Москва: ГЕОС, 2012. – 562 с.
2. Демиденко Г.А. Эволюция природных комплексов Сибири в голоцене: дис. ...доктора биол. наук. – Красноярск, 1998. – 425 с.
3. Демиденко Г.А. Эволюция почвенного покрова юга Средней Сибири в голоцене (по материалам базы данных) // Лесоведение. – 2000. – № 2. – С. 59–67.
4. Демиденко Г.А., Турыгина О.В. Изменение климата Сибири в позднеплейстоценовое – голоценовое время. – Красноярск, 2017. – 248 с.
5. Демиденко Г.А., Хижняк С.В. Корреляционные связи между компонентами ландшафтов юга Приенисейской Сибири // Вестник КрасГАУ. – №3. – 2018. С. 206-210.
6. Иберла К. Факторный анализ (Математико-статистические методы за рубежом). – М.: Статистика, 1980. – 398 с.
7. Кошкарлова В.Л. Семенные флоры торфяников Сибири. – Новосибирск: Наука, 1986. – 120 с.
8. Лайель Ч. Основания геологии или новейшие изменения Земли и ее обитателей. – М.: Изд-во А. Глазунова, 1866. – Т. 2. – 462 с.
9. Палеогеография стоянки Костенки-14 (Маркина гора) /А.А. Величко, В.В. Писарева, С.Н. Седов, А.А. Сеницын, С.Н. Тимирева // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2009. – № 4 (40). – С. 35–50.
10. Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии. – М.: Наука, 1977. – 198 с.
11. Экологическая обусловленность состава и свойств гуминовых кислот почв западной части Тувы / М.И. Дергачева, Н.Л. Бажина, Е.Э. Ондар, К.О. Очур, Н.Н. Рябова // Вестник Оренбургского государственного университета. Оренбург. – 2015. – №10. – С.166-169.
12. Zykina V.S., Zykina V.S. The loess soil sequence of the brunhes chron from west Siberia and its correlation to global and climate records // Quaternary International. 2008. T.179. №1. P. 171 – 175.
1. Velichko A.A. Evolutionary geography. Problems and solutions. *Rossiyskaya akad. Nauk. In-t geografii*. Moscow. GEOS. 2012. 562 p. [in Russian]
2. Demidenko G.A. Evolution of natural complexes of Siberia in the Holocene. Doctoral Dissertation. Krasnoyarsk. 1998. 425 p. [in Russian]
3. Demidenko G.A. Evolution of the soil cover in the south of Central Siberia in Holocene (based on the database). *Lesovedenie*. 2000. No 2. pp. 59–67 [in Russian]
4. Demidenko G.A., Turygina O.V. Climate change in Siberia in the late Pleistocene – Holocene. Krasnoyarsk. 2017. 248 p. [in Russian]
5. Demidenko G.A., Xizhnyak S.V. Correlation relations between paleolandscapes components of the south of Priyeniseyskaya Siberia in the Holocene *Vestnik KrasGAU*. No 3. 2018. pp. 206-210 [in Russian]
6. Iberla K. Factor analysis (Mathematical and statistical methods abroad). Moscow. *Statistika*. 1980. 398 p. [in Russian]
7. Koshkarova V.L. Seed flora of peat bogs in Siberia. Novosibirsk. Nauka. 1986. 120 p. [in Russian]
8. Lajel' Ch. Foundations of geology or recent changes in the Earth and its inhabitants. Moscow. Publishing house of A. Glazunov. 1866. T.2. 462 p. [in Russian]
9. Velichko A.A., Pisareva V.V., Sedov S.N., Sinicyn A.A., Timireva S.N. Paleogeography of the Kostenki-14 site (Markina Gora) // *Archeology, Ethnography and Anthropology of Eurasia*. 2009. No 4 (40). pp. 35–50 [in Russian]
10. Xotinsky N. A. Holocene of Northern Eurasia. Moscow. *Nauka*. 1977. 198 p. [in Russian]

11. Dergacheva M.I., Bazhina N.L., Ondar E.E., Ochur K.O., Ryabova N.N. Environmentally induced composition and properties of humic acids in soils of Western Tuva. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2015. No 10. pp.166-169 [in Russian]

12. Zykina V.S., Zykin V.S. The loess soil sequence of the brunhes chron from west Siberia and its correlation to global and climate records. *Quaternary International*. 2008. Vol 179. No 1. pp. 171 – 175.

УДК 630.161.3:553.5(470.5)

DOI: 10.34655/bgsha.2020.61.4.020

**Ю.В. Зарипов, С.В. Залесов, Д.И. Окатьев, Е.Б. Терентьев****ХАРАКТЕРИСТИКА АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА ПОДРОСТА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) НА ОТВАЛАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТАНТАЛ-БЕРИЛЛИЯ**

**Ключевые слова:** месторождение тантал-бериллия, отвалы, рекультивация, подрост, сосна обыкновенная (*Pinus sylestris* L.), ассимиляционный аппарат, длина, поверхность, масса хвои.

*Выполнено исследование естественного зарастания древесной растительностью отвала отходов обогащения руд месторождения тантал-бериллия, а также состояния ассимиляционного аппарата подроста сосны обыкновенной в зависимости от расположения его на отвале. Исследования проводились путем закладки учебных площадок на трансектах, проложенных на различном расстоянии от северной и южной границ отвала. Площадь отвала 3,3 га. Высота варьируется от 5 до 7 м. Технический этап рекультивации был выполнен 3 года назад, в 2016 г. и заключался в выравнивании поверхности и покрытии ее мелкой фракцией (до 5 см) отходов обогащения руд. Установлено, что накопление подроста и всходов сосны после технического этапа рекультивации протекает успешно и спустя 3 года количество подроста составляет 28,3 тыс. шт/га в пересчете на крупный при встречаемости 70%. В примеси к сосне обыкновенной накапливается подрост березы, осины и ивы. Наименее благоприятные условия для подроста формируются в центральной части отвала. Последнее подтверждается меньшими показателями размера хвои, поверхности ассимиляционного аппарата и ее массы. По мере продвижения от периферии отвала к центру также меняется цвет хвои от насыщенно-зеленого к желто-зеленому. Экспериментально доказана нецелесообразность проведения на отвалах месторождения тантал-бериллия работ по искусственному лесоразведению. Для ускорения перевода отвала в покрытую лесной растительностью площадь целесообразно при техническом этапе рекультивации вносить удобрения, в частности нетрадиционные - осадок сточных вод. Последнее улучшит условия роста подроста сосны обыкновенной, особенно в центральной части отвала.*

**Ju. Zaripov, S. Zalesov, D. Okatev, E. Terentev****CHARACTERISTIC OF COMMON PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) UNDERGROWTH ASSIMILATIVE APPARATUS ON DUMP OF TANTALUM-BERYLLIUM DEPOSITS**

**Keywords:** tantalum-beryllium deposit, dump, recultivation, undergrowth, common pine, assimilative apparatus, length, surface, needle mast.

*The paper deals with natural overgrowing of ores beneficiation wastes of the dump on the tantalum-beryllium deposit with woody vegetation as well as the undergrowth of common pine assimilative apparatus condition in dependence upon its position on the dump. The researches*