



УДК 551.8; 631.4

Г.А. Демиденко, С.В. Хижняк

ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ФЛУКТУАЦИЮ ПРИРОДНЫХ ЗОН
И ПОДЗОН ПРИЕНИСЕЙСКОЙ СИБИРИ В ГОЛОЦЕНЕ

G.A. Demidenko, S.V. Khizhnyak

THE IMPACT OF GLOBAL CLIMATE CHANGE ON THE FLUCTUATION OF NATURAL ZONES
AND SUBZONES OF THE YENISEI SIBERIA IN THE HOLOCENE

Демиденко Г.А. – д-р биол. наук, проф., зав. каф. ландшафтной архитектуры, ботаники, агроэкологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: demidenkoekos@mail.ru

Хижняк С.В. – д-р биол. наук, проф. каф. экологии и естествознания Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: skhizhnyak@yandex.ru

Demidenko G.A. – Dr. Biol. Sci., Prof., Head, Chair of Landscape Architecture, Botany, Agroecology, Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk. E-mail: demidenkoekos@mail.ru

Khizhnyak S.V. – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Ecology and Natural Sciences, Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk. E-mail: skhizhnyak@yandex.ru

Цель исследования: проследить флуктуацию природных зон и подзон Приенисейской Сибири в голоцене и рассмотреть взаимосвязь между растительными сообществами и характеристиками климата. Объектом исследования являются растительные сообщества природных зон территории Приенисейской Сибири, произраставшие в разновозрастные климатические периоды голоцена. Использование комплексных материалов исследований разнопрофильных специалистов, собранных в Базе данных «Эволюция природной среды голоцена Сибири», и просто литературных источников позволило определить положение природных зон и подзон в разновременные периоды голоцена. Оценка корреляционных связей между показателями выполнена с использованием корреляционного, факторного и регрессионного анализа. В качестве программного обеспечения использованы Пакет анализа MS Excel и StatSoft STATISTICA 6.0.

Представлены результаты палеоэкологического исследования флуктуации природных зон и подзон Приенисейской Сибири в голоцене. Главной причиной этого процесса является глобальное изменение климата. Голоцен – это последнее потепление в истории Земли. Климатические процессы, происходящие в голоцене, привели к формированию разных растительных сообществ. Выделены разновременные периоды голоцена (предбореальный, бореальный, атлантический, суббореальный, субатлантический). Природные зоны и подзоны имели биоклиматические особенности в каждый из этих периодов. Также во время климатических периодов голоцена были колебания климатических показателей, приводящих к вычленению биоклиматических фаз изменения климата. Эти процессы определяли флуктуацию природных зон и подзон в Северном полушарии, в том числе и в Приенисейской Сибири. Исследование особенностей этого процесса

показывают, что, например, в современной тундре и лесотундре (притундровых лесах) существовали таежные ландшафты; в зоне южной тайги были степные ландшафты на черноземных почвах. Оценка корреляционных связей между показателями климата: фактор 1 (температура); фактор 2 (осадки), – и временным фактором позволила выполнить анализ связей растительных сообществ с климатическими показателями.

Ключевые слова: Приенисейская Сибирь, глобальное изменение климата, природные зоны и подзоны, голоцен, климатические периоды голоцена, растительные сообщества, ландшафт, флуктуация.

The research objective was to track the fluctuation of natural zones and subzones of the Yenisei Siberia in the Holocene and to consider interrelation between vegetation communities and characteristics of the climate. The object of the research was vegetation communities of natural zones of the territory of the Yenisei Siberia growing during the uneven-age climatic periods of the Holocene. The use of complex materials of researches of diversified experts brought together in the "Evolution of Environment of the Holocene of Siberia" Database and simply references allowed to define the provision of natural zones and subzones during the periods of the Holocene occurring at different times. The assessment of correlation communications between indicators is executed with the use of the correlation, factorial and regression analysis. As the software the Package of the analysis of MS Excel and StatSoft STATISTICA 6.0 were used. The results of paleoecological researches of fluctuation of natural zones and subzones of the Yenisei Siberia in the Holocene are presented. Global climate change is the main reason of this process. The Holocene is the last warming in the history of the Earth. Climatic processes happening in the Holocene led to the formation of different vegetation communities. The periods of the Holocene occurring at different times are allocated (preboreal, boreal, Atlantic, subboreal, subatlantic). Natural zones and subbands had bioclimatic features in each of these periods. Also during climatic periods of the Holocene there were fluctuations of climatic indicators leading to exarticulation of bioclimatic phases of climate change. These processes defined fluctu-

ation of natural zones and subbands in the Northern hemisphere, including the Yenisei Siberia. The research of features of this process has shown that, for example, in modern tundra and forest-tundra (the tundra woods) there were taiga landscapes; in the zone of southern taiga there were steppe landscapes on chernozom soils. The assessment of correlation communications between climate indicators are: factor 1 (temperature); factor 2 (rainfall), and temporary factor allowed to make the analysis of communications of vegetation communities with climatic indicators.

Keywords: the Yenisei Siberia, global climate change, natural zones and subzones, Holocene, climatic periods of the Holocene, plant communities, landscape, fluctuation.

Введение. По прогнозам Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) увеличение температуры в будущем составит в среднем 0,2 °С за каждое десятилетие. К концу XXI века температура Земли повысится в пределах 1,8–4,6 °С. Среднегодовое количество осадков увеличится на 12 %. Возможность объяснения причин такой тенденции изменения климата, безусловно, является актуальной [1, 2, 6, 7, 12].

Нужен «взгляд в прошлое», который позволит проследить динамику изменения климата в голоцене и определит изменения биоклиматической обстановки в климатические периоды голоцена.

Современные природные (физико-географические) зоны и подзоны на равнинной территории земной поверхности имеют широтную зональность, связанную с режимом тепла и влаги, особенностями циркуляции воздушных масс, составом растительности, почв и животного мира и т. д. Они отражают состояние природной среды, когда биота достигает определенного биоэнергетического комплекса.

В течение голоцена – современном потеплении продолжительностью 10–12 тыс. лет – наблюдалась флуктуация пространственного положения природных зон и подзон, на проявления которой оказали влияние глобальные климатические изменения.

Под флуктуацией (от лат. *Fluctuation* – колебание) природных зон и подзон Приенисейской Сибири подразумевается изменение географи-

ческих границ их положения в разновременные периоды голоцена. Главной причиной процесса флуктуации природных зон и подзон является глобальное изменение климата за определенные периоды времени. Смена растительности, произрастающей на территории исследования, является важным показателем проявления процессов флуктуации.

Динамика глобальных климатических изменений в голоцене оказывала большое влияние на формирование современных природных зон и подзон, что дает возможность прогнозирования их географического положения в будущем. Представление об эволюции экосистем необходимо для понимания современного состояния природной среды и прогнозирования ее изменений [3, 7, 12].

Цель исследования: проследить флуктуацию природных зон и подзон Приенисейской Сибири в голоцене и рассмотреть взаимосвязь между растительными сообществами и характеристиками климата.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования являются растительные сообщества природных зон территории Приенисейской Сибири, произраставшие в разновозрастные климатические периоды голоцена.

В основу физико-географического выделения Приенисейской Сибири из Сибирского региона положен важный геоморфологический фактор – долина реки Енисей. Река Енисей – одна из

крупных рек Евразии, протекающей с юга на север через спектр природных зон и подзон: степь, лесостепь, подгайгу, тайгу (южную, среднюю и северную), лесотундру и тундру.

Палеоэкологический мониторинг является основным методом исследования, позволяющим определить смену климата и растительности, влияющих на флуктуацию природных зон и подзон Приенисейской Сибири. Использование комплексных материалов исследований разнопрофильных специалистов, собранных в Базе данных «Эволюция природной среды голоцена Сибири», и просто литературных источников, позволило определить положение природных зон и подзон в разновременные периоды голоцена [9–11]. Оценка корреляционных связей между показателями выполнена с использованием корреляционного, факторного и регрессионного анализа [8]. В качестве программного обеспечения использованы Пакет анализа MS Excel и Stat Soft STATISTICA 6.0.

Результаты исследования и их обсуждение. Климатические изменения в голоцене привели к выделению нескольких климатических периодов (предбореальный, бореальный, атлантический, субатлантический, суббореальный) [9, 11]. Климат является ведущим фактором «трансформации» как границ природных зон и подзон, так и процессов, в них происходящих.

Таблица 1

Изменение растительности надпойменных террас Приенисейской Сибири (в границах современных природных зон и подзон) в климатические периоды голоцена

Природная зона	Период					
	Предбореальный	Бореальный	Атлантический		Суббореальный	Субатлантический
			1-я половина	2-я половина		
1	2	3	4	5	6	7
Тундра	Ель, сосна, береза	Ель (преобладает)	Ель; лесотундра с елью	Елово-березовые сосновые леса с елью и ольхой	Елово-березовые сосновые леса	Елово-березовые сосновые леса
Лесотундра (притундровые леса)	Сибирский кедр, ель	Еловые леса с березой	Береза (преобладает)	Ель (преобладает)	Береза и ель (преобладают); ольха, сибирский кедр (встречаются)	Береза, ель, ольха, сибирский кедр

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Северная тайга	Ель, береза и ольха	Еловая темнохвойная тайга	Сосново-березовые леса с елью	Ель, береза, сосна	Ель, береза	Сибирский кедр, ель
Средняя тайга	Ель, лиственница, береза, сосна	Елово-лиственничная тайга	Лиственничная тайга с елью, березой, сосной	Березово-еловая тайга с лиственницей и сосной	Кедрово-еловые леса с елью и березой	Сибирский кедр, сосна, береза
Южная тайга	Лесные ландшафты (береза)	Елово-пихтовые леса с березовыми колками	Березовые и еловые леса с лиственницей и кедром	Лесостепь с елью; открытые степные ландшафты	Березовые леса	Елово-сосновые леса с березой
Подтайга	Ландшафт холодных степей	Березовая лесостепь с лиственницей	Елово-лиственничная подтайга с березой и лиственницей	Сосново-березовые леса	Нет данных	Подтайга с сосной и березой
Лесостепь	Ландшафт холодных степей	Сосново-березовые леса с участием кедра и пихты	Березово-лиственничная лесостепь	Березово-сосновая лесостепь с участием темнохвойных пород	Лиственнично-сосново-березовые леса с елью и кедром	Сосново-березовая лесостепь с кедром и пихтой
Степь	Полынно-разнотравными группировками	Березовая лесостепь	Настоящая степь	Марево-полынная степь с основными перелесками	Березово-сосновая лесостепь	Березово-сосновая лесостепь с пихтой и осокомаревые, злаково-разнотравные степи

Анализ данных таблицы 1 показывает в границах современных природных зон и подзон изменение растительности надпойменных террас Приенисейской Сибири в разновременные климатические периоды голоцена.

В начале **предбореального периода голоцена** ощущалось «холодное дыхание сартанского оледенения». Затем, в связи с всеобщим потеплением и увлажнением климата, в современной тундре, лесотундре, тайге почти повсеместно стали произрастать таежные и лесные ландшафты. В современной подтайге, лесостепи и островных степях еще сохранялся ландшафт холодных степей. Этот ландшафт при потеплении и иссушении климата открытых пространств сменился полынно-разнотравными группировками.

В предбореальный период голоцена в современной тундре основной лесообразующей

породой была ель в сочетании с сосной и березой. Ель проявляет высокую требовательность к влажности почвы и может произрастать на мерзлых и холодных почвах. В конце периода В.Н. Сакс (1940) по отсутствию пыльцы древесных пород отмечает существование тундровых ландшафтов. В современной лесотундре (при-тундровые леса) преобладали древесные породы. Из древесных пород преобладала лиственница, способная произрастать на холодных почвах послеледниковья. В современной северной тайге для начала периода определяется «господство» ели, березы, ольхи; затем наблюдалось преобладание кустарничковых берез, травянистых растений и споровых [11]. Наличие ели сибирской говорит о холодных климатических условиях и высокой влажности почвы. В современной средней тайге наличие кустарничковой березы, которая в современном расти-

тельном покрове не присутствует, свидетельствует о холодных условиях. В этот период для Западной Сибири Ф.З. Глебов (1988) отмечает низкое содержание древесных пород (ели и кустарничковой березы). В современной южной тайге он определяется господством лесотундровых ландшафтов с редколесьем. Вторая его часть для всей Сибири характеризуется «господством» березы. В современной подтайге, лесостепи и островных степях в начале периода еще сохранялся ландшафт холодных степей, который при потеплении и иссушении климата открытых пространств сменился полынно-разнотравными группировками.

В **бореальный период голоцена** наблюдается потепление климата. В современной тундре, лесотундре (притундровые леса), тайге (северной, средней и южной) существует еловая растительность, что безусловно связано с высокой влажностью воздуха и почв [4–7; 13–15]. Ель произрастала на разноуровневых террасах рек, так как хорошо переносит континентальность климата. В тайге преобладали елово-березовые редколесья (современная северная тайга); елово-лиственничная тайга (современная средняя тайга); елово-пихтовые леса с березовыми колками и сосной (современная южная тайга). Увеличение произрастания березы (в отдельных сообществах до 75 %) [10] говорит о увеличении сухости климата. Фаза березы соответствовала «ксеротермическому периоду» бореального времени Сибири, выделенного Ф.З. Глебовым (1988) для тайги Западной Сибири. Климат современной подтайги характеризуется теплыми и сухими климатическими условиями. Формировался ландшафт березовой лесостепи с лиственницей. В современной лесостепи существовали сосново-березовые леса с участием кедра и пихты. Лесной генезис палеопочв подтверждают обильные включения углей древесного происхождения [3, 13]. В современных островных степях формируются березово-сосновые леса с участием пихты и кедра в сочетании с осоково-злаковыми группировками. В Южно-Минусинской котловине существовали степные ландшафты на обыкновенных и карбонатных черноземах [4].

Атлантический период голоцена считается оптимумом голоцена для всего северного полушария Евразии, в том числе и Сибири [4, 7].

Климатические условия были теплее и суше современных. По особенностям проявления климата подразделяется на две половины [9, 11]. Этот период для современной тундры, лесотундры (притундровые леса), тайги (северной, средней) характеризуется существованием лесной растительности. Для современной южной тайги во вторую половину периода характерно существование открытых степных ландшафтов и лесостепи с елью. Это возможно только при теплом и сухом климате. Палеопочвы представлены обыкновенными черноземами [4, 13–15], которые сохранились в профиле современных почв в виде вторых гумусовых горизонтов (hres). В современной подтайге, лесостепи также климат второй половины периода был теплее и суше современного, о чем говорит наличие степных ландшафтов и присутствие березы и сосны в составе лесных группировок. В степных ядрах Минусинской котловины существовала степная обстановка с разновидностями черноземных почв.

Суббореальный период голоцена характеризуется похолоданием климата. На острове Новая Земля наблюдается надвигание ледников [10]. В современной тундре, лесотундре (притундровые леса), тайге (северной, средней и южной) существует лесная растительность. В современной южной тайге при тенденции общего похолодания климат был тождественен современному. Формировались подтаежные ландшафты на дерново-лесных, оподзоленных и дерново-глеевых почвах [4]. В современной подтайге и лесостепи климатические условия были переменными с высокой степенью дефляции, связанной с повышенной ветровой деятельностью. В современных островных степях климатические колебания выражены слабее, и идет процесс формирования современного климата.

Субатлантический период голоцена является современным. Его продолжительность – 2,5 тысячи лет. Аридизация климата в начале периода сопровождалась пожарами, оставившими свои следы в отложениях этого периода [4]. В начале периода в современной тундре, лесотундре (притундровые леса) еще существуют таежные ландшафты. В зоне современной тайги и подтайги формируются современные растительные сообщества. В зоне современных

лесостепей и островных степей в течение периода наблюдалась «нестабильность» климатических условий. Прохладные и влажные условия начала периода менялись в сторону похолодания и иссушения климата, а затем становились теплее и влажнее. В начале периода были лесные ландшафты с основными древесными представителями: сибирский кедр, береза, сосна, пихта. В настоящее время наблюдается степь (марево-злаково-разнотравная). В этот период голоцена идет процесс становления современных природных зон в их географических границах [4].

Анализ связи растительных сообществ с климатическими показателями региона. На рисунке 1 приведено графическое изображение растительных сообществ в координатах климатических факторов и времени. Для проведения дискриминантного анализа сообщества были объединены в группы «степь», «лесостепь», «лес». В качестве переменных для разделения сообществ были использованы почвенные климатические факторы: фактор 1 (температура) и фактор 2 (осадки).

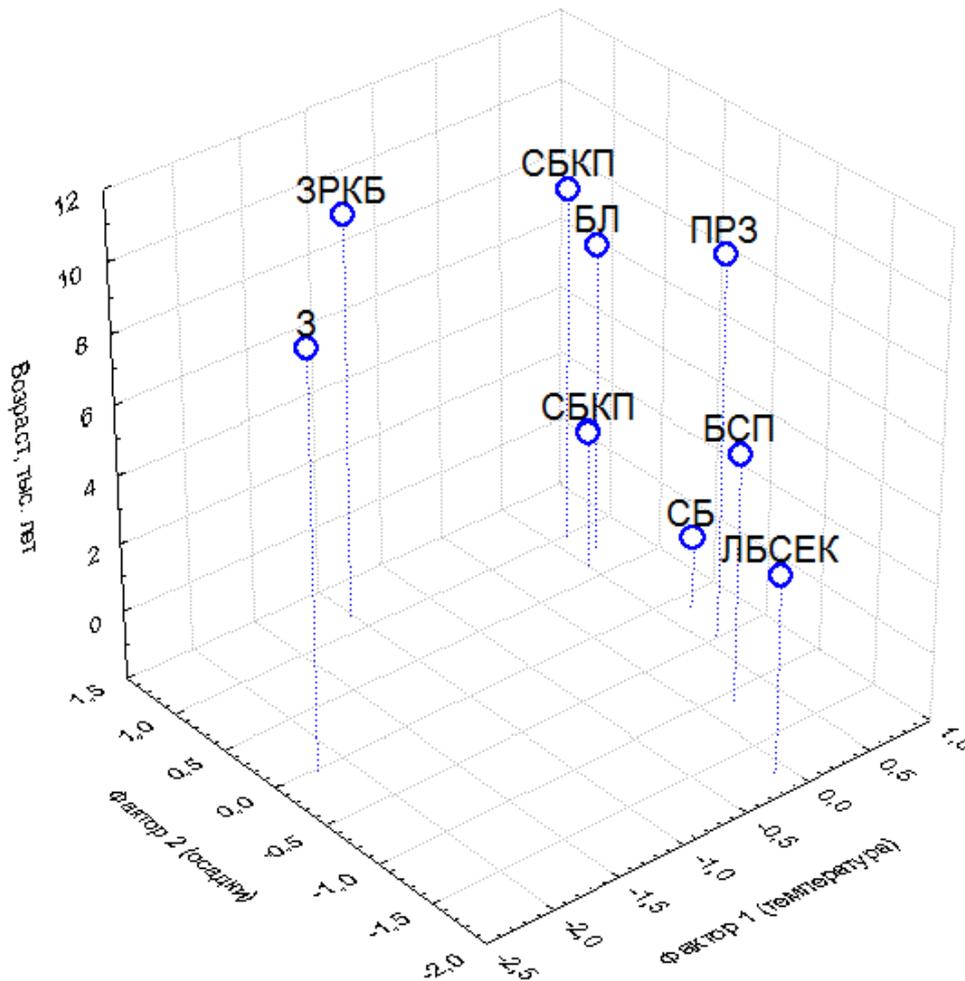


Рис. 1. Графическое изображение растительных сообществ в координатах климатических факторов и времени

Дискриминантный анализ показал, что сообщества статистически значимо ($p < 0,01$) разделяются при использовании в качестве независимых климатических факторов: фактор 1 (температура) и фактор 2 (осадки). При проекции на

оси дискриминации (канонические переменные) наиболее тесный и обособленный кластер составляют лесостепные сообщества, наиболее размытый – степные (рис. 2).

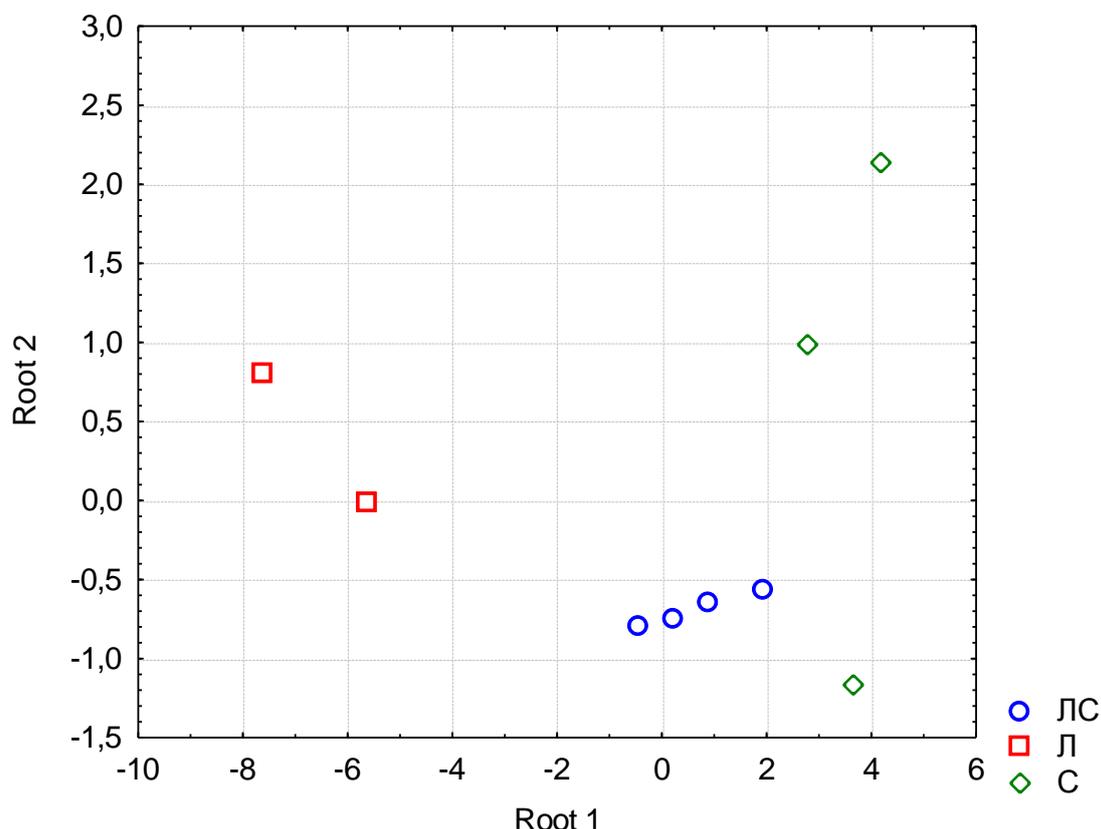


Рис. 2. Проекция растительных сообществ на канонические переменные (оси дискриминации): С – степь, ЛС – лесостепь, Л – лес

В таблице 2 представлены стандартизованные коэффициенты для канонических переменных и их информационный вклад в разделение сообществ.

Таблица 2

Стандартизованные коэффициенты для канонических переменных

Показатель	Root 1	Root 2
Сгк : Сфк	6,03220	-0,672896
Фактор 1 (температура)	-5,36099	-0,414369
Фактор 2 (осадки)	3,51015	-0,289268
Собственное значение	21,16667	0,581512
Накопленный информационный вклад, %	97,326	100,0000

Анализ таблицы 2 показал высокие величины накопительного информационного вклада, % используемых факторов, а именно 97,3 % – Root 1 и 100 % – Root 2 в разделение сообществ.

Заключение. Изменение растительности (в границах современных природных зон и подзон) надпойменных террас Приенисейской Сибири в климатические периоды голоцена показало особенности процесса их флуктуации. Главной причиной флуктуации природных зон и подзон

являлся климат, который имел изменения как в течение голоцена – последнего потепления, так и во время каждого временного климатического периода голоцена. Фактор 1 (температура) и фактор 2 (осадки), как независимые климатические факторы, имеют высокие величины накопительного информационного вклада – 97,3–100,0 %. При проекции на оси дискриминации (канонические переменные) наиболее тесный и обособленный кластер составляют лесостепные сообщества, наиболее размытый – степные.

Литература

1. Ваганов Е.А., Грачев А.М., Шишов В.В. и др. Дендрохронология элементного состава как перспективное направление биогеохимии // Докл. Академии наук. – 2013. – Т. 453, № 6. – С. 702.
2. Величко А.А. Палеогеография современного состояния природной среды и прогноз // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. – М., 1980. – № 50. – С. 12–23.
3. Демиденко Г.А. Реконструкция динамики взаимоотношения лесных и степных экосистем Приенисейской Сибири в верхнем плейстоцене и голоцене (по данным палеопедологического анализа) // Сибирский экологический журнал. – Новосибирск, 1998. – № 2. – С. 97–103.
4. Демиденко Г.А. Реконструкция природных комплексов Сибири в голоцене. – Красноярск, 1999. – 152 с.
5. Демиденко Г.А. Корреляция экосистем лесостепной и степной зон Сибири в голоцене // Вестн. КрасГАУ. – 2014. – № 4. – С. 161–166.
6. Демиденко Г.А. Влияние современного климата на интродукцию кипарисовых растений в садово-парковых экосистемах Приенисейской Сибири // Изменение климата и его влияние на устойчивое и безопасное развитие сельского хозяйства: материалы междунар. конф. – Тбилиси, 2015. – С. 97–100.
7. Демиденко Г.А. Изменение климата в позднем плейстоцене и голоцене юга Приенисейской Сибири. – Красноярск, 2016. – 188 с.
8. Иберла К. Факторный анализ. – М.: Статистика, 1980. – 398 с.
9. Кинд Н.В. Геохронология позднего антропогена по изотопным данным. – М.: Наука, 1974. – 225 с.
10. Нейштадт М.И. История лесов и палеогеография СССР в голоцене. – М.: Изд-во АНССР, 1957. – 403 с.
11. Хотинский Н.А., Нейштадт М.И. Голоцен Северной Евразии. – М.: Наука, 1977. – 198 с.
12. Vaganov E.A., Hughes M.K., Shashkin A.V. Growth dynamics of conifer tree rings // Ecological studies: analysis and synthesis. – 2006. – Т. 183. – P. 23–27.
13. Demidenko G.A. The larch evolution in structure of Siberian boreal forests during the Holocene (according to Data Base) // Larix-98: World Resources for Breeding, Resistance and Utilization. – 1998. – P. 29.
14. Demidenko G.A. Influence of the Global Climate Change in the Late pleistocene and Holocene on the Evolution of Cryomorphie Soil of Central Siberian // Dynamics and Challenges of Cruosols: Third International Conference on Criopedology. – 2001. – P. 115.
15. Demidenko G.A. Soil cover evolution in the Priyenissei Siberia in the Holocene // Soil conservation issues in Nordic countries. – 2005. – P. 26.

Literatura

1. Vaganov E.A., Grachev A.M., Shishov V.V. i dr. Dendrochronologija jelementnogo sostava kak perspektivnoe napravlenie biogeohimii // Dokl. Akademii nauk. – 2013. – Т. 453, № 6. – С. 702.
2. Velichko A.A. Paleogeografija sovremennogo sostojanija prirodnoj sredy i prognoz // Bjulleten' komissii po izucheniju chetvertichnogo perioda. – М., 1980. – № 50. – С. 12–23.
3. Demidenko G.A. Rekonstrukcija dinamiki vzaimootnoshenija lesnyh i stepnyh jekosistem Prienisejskoj Sibiri v verhnem plejstocene i golocene (po dannym paleopedologicheskogo analiza) // Sibirskij jekologicheskij zhurnal. – Novosibirsk, 1998. – № 2. – С. 97–103.
4. Demidenko G.A. Rekonstrukcija prirodnyh kompleksov Sibiri v golocene. – Krasnojarsk, 1999. – 152 s.
5. Demidenko G.A. Korreljacija jekosistem lesostepnoj i stepnoj zon Sibiri v golocene // Vestn. KrasGAU. – 2014. – № 4. – С. 161–166.
6. Demidenko G.A. Vlijanie sovremennogo klimata na introdukciju kiparisovyh rastenij v sadovo-parkovyh jekosistemah Prienisejskoj Sibiri // Izmenenie klimata i ego vlijanie na ustojchivoe i bezopasnoe razvitie sel'skogo

- hozjajstva: mat-ly mezhdunar. konf. – Tbilisi, 2015. – S. 97–100.
7. Demidenko G.A. Izmenenie klimata v pozdnem plejstocene i golocene juga Prienisejskoj Sibiri. – Krasnojarsk, 2016. – 188 s.
 8. Iberla K. Faktornyj analiz. – M.: Statistika, 1980. – 398 s.
 9. Kind N.V. Geohronologija pozdnego antropogena po izotopnym dannym. – M.: Nauka, 1974. – 225 s.
 10. Nejshtadt M.I. Istorija lesov i paleogeografija SSSR v golocene. – M.: Izd-vo ANSSR, 1957. – 403 s.
 11. Hotinskij N.A., Nejshtadt M.I. Golocen Severnoj Evrazii. – M.: Nauka, 1977. – 198 s.
 12. Vaganov E.A., Hughes M.K., Shashkin A.V. Growth dynamics of conifer tree rings // Ecological studies: analysis and synthesis. – 2006. – T. 183. – R. 23–27.
 13. Demidenko G.A. The larch evolution in structure of Siberian boreal forests during the Holocene (according to Data Base) // Larix-98: World Resources for Breeding, Resistance and Utilization. – 1998. – P. 29.
 14. Demidenko G.A. Influence of the Global Climate Change in the Late pleistocene and Holocene on the Evolution of Cryomorphie Soil of Central Siberian // Dynamics and Challenges of Cruosols: Third International Conference on Criopedology. – 2001. – P. 115.
 15. Demidenko G.A. Soil cover evolution in the Priyenissei Siberia in the Holocene // Soil conservation issues in Nordic countries. – 2005. – P. 26.



УДК 57.033

E.V. Zubareva

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ КАРОТИНОИДОВ В ХВОЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ
УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ г. КРАСНОЯРСКА**

E.V. Zubareva

**THE VARIABILITY OF CAROTENOIDS CONTENT IN THE NEEDLES OF ORDINARY PINE
OF URBANIZED TERRITORIES ON THE EXAMPLE OF KRASNOYARSK**

Зубарева Е.В. – канд. биол. наук, доц. каф. биологии с экологией и курсом фармакогнозии Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск. E-mail: ekaterina041079@mail.ru

Zubareva E.V. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Biology with Ecology and a Course of Pharmacognosy, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky, Krasnoyarsk. E-mail: ekaterina041079@mail.ru

Изучение растений природной флоры, их региональных особенностей химического состава и питательной ценности является актуальной задачей, направленной на биоиндикацию, развитие промышленности, сельского хозяйства и сохранение здоровья человека. Среди современных проблем человечества наиболее важной является проблема ухудшения состояния окружающей среды. Она носит глобальный характер и особенно остро стоит

в крупных городах, краевых и областных центрах. По данным многолетних наблюдений за загрязнением приземного слоя атмосферы, последние 14 лет в Красноярске сохраняется неблагоприятная обстановка, уровень загрязнения атмосферного воздуха характеризуется как «чрезвычайно высокий» и «очень высокий». Основным загрязнителем города и его окрестностей является Красноярский алюминиевый завод «Русал». Техногенную на-