

УДК 551.89(571.54/.55)

МИКРОЧАСТИЦЫ УГЛЯ В ТОРФЯНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ ПОЖАРОВ В ГОЛОЦЕНЕ НА ПРИМЕРЕ ТОРФЯНИКОВ ЗАБАЙКАЛЬЯ

Решетова С.А.

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, e-mail: srescht@mail.ru

На основе палинологических записей торфяных отложений Забайкалья выполнен анализ микрочастиц древесного угля. Вариабельность содержания угольных частиц показала, что за последние 3000 лет территории Беклемишевской и последние 1500 лет Читино-Ингодинской впадин неоднократно подвергались пожарам. Пожары возникали задолго до массового появления человека и были связаны, вероятнее всего, даже с незначительными вариациями климатических условий, не приводивших к кардинальным изменениям в составе растительности региона. Обработка всего массива палинологических данных методом главных компонентов, включая микрочастицы угля, показала обратную зависимость содержания угольных частиц в отложениях с содержанием влаголюбивых таксонов мхов, трав и водорослей. В последние 400 лет в Читино-Ингодинской впадине и последние 100 лет в Беклемишевской усилению пожарных явлений, вероятнее всего, связано с антропогенной нагрузкой на территорию. Интенсивность и масштабы пожарных явлений по палинологическим записям установить трудно, так как обилие частиц, составляющее максимумы на диаграммах, может быть разным, отличаясь в несколько раз. Идентифицировать морфологические особенности угольных частиц, представленных в ископаемом состоянии, с целью получения информации о типе сожженной растительности в процессе анализа торфяных отложений не удалось, так как в основной массе они были представлены абсолютно черными непрозрачными частицами. Лишь некоторые из них имели определенную структуру и были отнесены к обугленным частицам травянистых растений. Наличие пиков микрочастиц угля на палинологических диаграммах не всегда совпадает с прослойками угля в исследуемых отложениях.

Ключевые слова: палинология, микрочастицы древесного угля, торфяные отложения, голоцен, Забайкалье

MICROSCOPIC CHARCOAL FRAGMENTS IN PEAT DEPOSITS AS AN INDICATOR OF THE FREQUENCY AND INTENSITY OF FIRE ON THE EXAMPLE OF TRANSBAIKAL PEAT

Reshetova S.A.

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, e-mail: srescht@mail.ru

Based on palynological records of peat deposits of Transbaikalia, an analysis of charcoal microparticles is performed. The variability of the content of coal particles showed that over the past 3,000 years, the Beklemishevskaya territory and the last 1,500 years of the Chitino-Ingodinsky Depression have repeatedly been exposed to fires. Fires occurred long before the mass appearance of humans and were most likely associated with even slight variations in climatic conditions that did not lead to drastic changes in the composition of the region's vegetation. Processing the entire array of palynological data by the method of principal components, including coal microparticles, showed an inverse relationship between the content of coal particles in sediments and the content of moisture-loving taxa of mosses, grasses and algae. In the last 400 years in the Chita-Ingodinsky Depression and the last 100 years in the Beklemishevskaya area, intensification of fire events is most likely associated with the anthropogenic load on the territory. The intensity and extent of fire events according to palynological records is difficult to establish, because the abundance of particles, which constitutes the maxima in the diagrams, can be different, differing several times. It was not possible to identify the morphological features of coal particles present in the fossil state in order to obtain information about the type of burnt vegetation during the analysis of peat deposits, because in the bulk they were represented by completely black opaque particles. Only some of them had a certain structure and were assigned to charred particles of herbaceous plants. The presence of peaks of coal microparticles in palynological diagrams does not always coincide with the layers of coal in the studied deposits.

Keywords: palynology, charcoal micro particles, peat deposits, Holocene, Transbaikalia

Изучение микрочастиц угля при палеогеографических реконструкциях имеет давнюю историю [1], но до сих пор остается актуальным [2–4]. Предполагается, что отдельные пожары или целые периоды их находят отражение в отдельных палинологических записях и выражаются как значительное увеличение на кривых обилия угольных частиц. Иногда возможна идентификация морфологических особенностей угольных частиц, представленных в ископаемом состоянии с целью получения информации о типе сожженной раститель-

ности [5]. Рост содержания микрочастиц угля в торфяных отложениях может рассматриваться как индикатор увеличения числа пожаров на окружающей территории, связанных как с изменением климата [6], так и с пожарами, вызванными деятельностью человека [7]. В данном исследовании представлены результаты анализа обилия угольных частиц на палинологических записях торфяных отложений, сформированных на территории Забайкалья за последние 3000 лет с целью реконструкции частоты, интенсивности и причины пожаров.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования послужили керны торфяных отложений Читино-Ингодинской и Беклемишевской впадин Забайкалья, датированные радиоуглеродным методом и изученные с помощью палинологического анализа. В Читино-Ингодинской впадине керн отобран на правом берегу поймы р. Ингоды, в приустьевой части р. Какова и Дальняя Амодовка и получил название «Ингода». Керн отобран в точке с координатами 51°50.24.48" с.ш., 113°09.42.06" в.д. Второй разрез отложений «Былое» изучен на западном побережье оз. Былое в точке с координатами 52°13'36" с.ш., 112°48'24.4" в.д. В процессе выполнения палинологических исследований одновременно производился подсчет спор, пыльцы, клеток водорослей и микрочастиц угля. Подсчет угольных частиц продолжался до тех пор, пока в спектре не набиралось 200 единиц пыльцы древесных растений. Процентное содержание угольных частиц приведено от суммы всей пыльцы и спор в образце. Статистическая обработка полученных данных выполнена в программе Past методом главных компонент. Микроскопические исследования выполнены с помощью биологического микроскопа Zeiss Axiolab (Германия).

Результаты исследования и их обсуждение

Палинологические исследования показали, что за время накопления верхнего торфяного слоя во впадинах существенных изменений в составе региональной растительности не происходило. По результатам анализа реконструируется растительность среднетаежных низкогорных ландшафтов, близкая по составу к современной, результаты детальных реконструкций которой представлены были ранее [8, 9]. В палинологических спектрах двух исследованных разрезов преобладает пыльца древесных растений без значительных колебаний по разрезу, не позволяя выделить явные смены растительности и климата на протяжении формирования отложений. В спектрах Беклемишевской впадины, по сравнению с Читино-Ингодинской, наиболее обильна пыльца лиственницы *Larix*, древесной *Betula alba*-type и кустарниковой берез *Betula nana*-type, отражая значительно большее участие этих видов растений в составе современной растительности впадины.

Беклемишевская впадина. Разрез «Былое». В торфяных отложениях изученно-го разреза угольные частицы присутствовали

по всему разрезу (рис. 1). Две радиоуглеродные даты свидетельствуют о времени накопления отложений в период с конца суббореального (SB) и на всем протяжении атлантического (SA) периодов по сибирской шкале Н.В. Кинд в течение 3000 лет.

Максимальное обилие приходится на 1500 лет и на последние примерно 100. В разрезе отложений явных угольных прослоев не выделено. Лишь нижняя часть разреза с 15 до 39 см характеризуется более темным цветом отложений с примазками из сажи. Визуально на диаграмме установить какие-либо зависимости в распределении микрочастиц угля в отношении с пыльцой и спорами трудно. Обработка всего массива палинологических данных методом главных компонент (рис. 2), включая микрочастицы угля, показала прямую зависимость содержания угольных частиц, пыльцы травянистых (растения семейства яснотковых *Labiatae*, володушки *Bupleurum*, маревых *Cheporodiaceae* и полыни *Artemisia*), древесных (березы древесной, сосны сибирской или кедра *Pinus sibirica*) и кустарниковых (кустарниковой березы, ольховника *Duschekia* и ивы *Salix*) растений. И обратную зависимость – с зелеными водорослями *Pediastrum* и пыльцой влаголюбивых (рдеста *Potamogeton*, рогоза *Typha* и печеночных мхов *Riccia*) таксонов. Вероятнее всего, пожары имели место в то время, когда пологие склоны впадины были заняты лугово-лесными кустарниковыми сообществами из разных видов ив, берез и ольховника, плоские долины рек и нижние части склонов – луговыми и лугово-степными сообществами, а высокогорные – кедром. Повышенное содержание ценобиев зеленых водорослей в нижней и верхней частях разреза позволяет реконструировать увеличение площади их сообществ и увлажнение климатических условий примерно до 3000 лет назад и последние 600 лет. Обратная зависимость угольных частиц с зелеными водорослями и пыльцой влаголюбивых растений в разрезе торфяных отложений оз. Былое свидетельствует о снижении частоты и интенсивности пожарных явлений в это время при наступлении умеренно-теплого и влажного климата в Беклемишевской впадине. В целом климат во время суббореального периода был холоднее и суше по сравнению с предшествовавшим атлантическим и последующим субатлантическим периодами. На палинологической диаграмме его выделяет чуть большее обилие микрочастиц угля, а в разрезе – более темный цвет отложений.

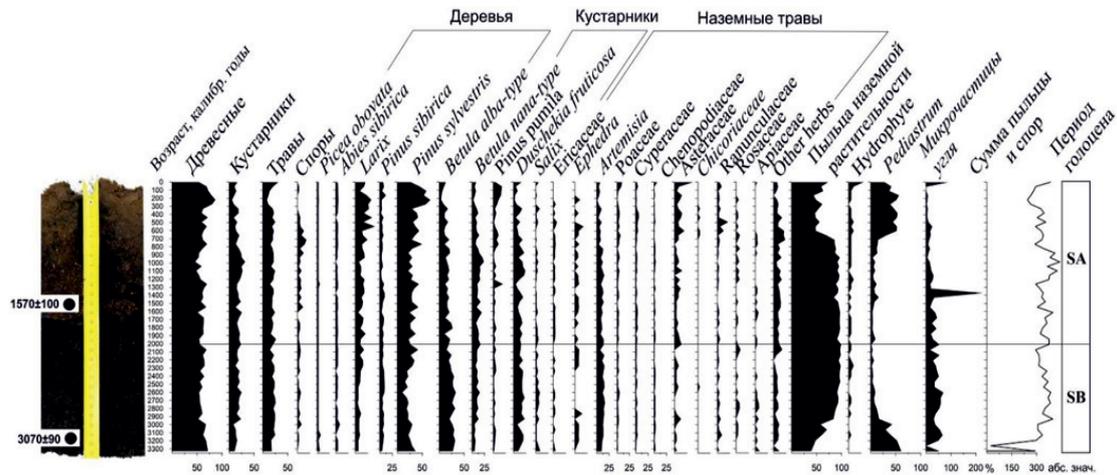


Рис. 1. Палинологическая диаграмма торфяных отложений оз. Былое

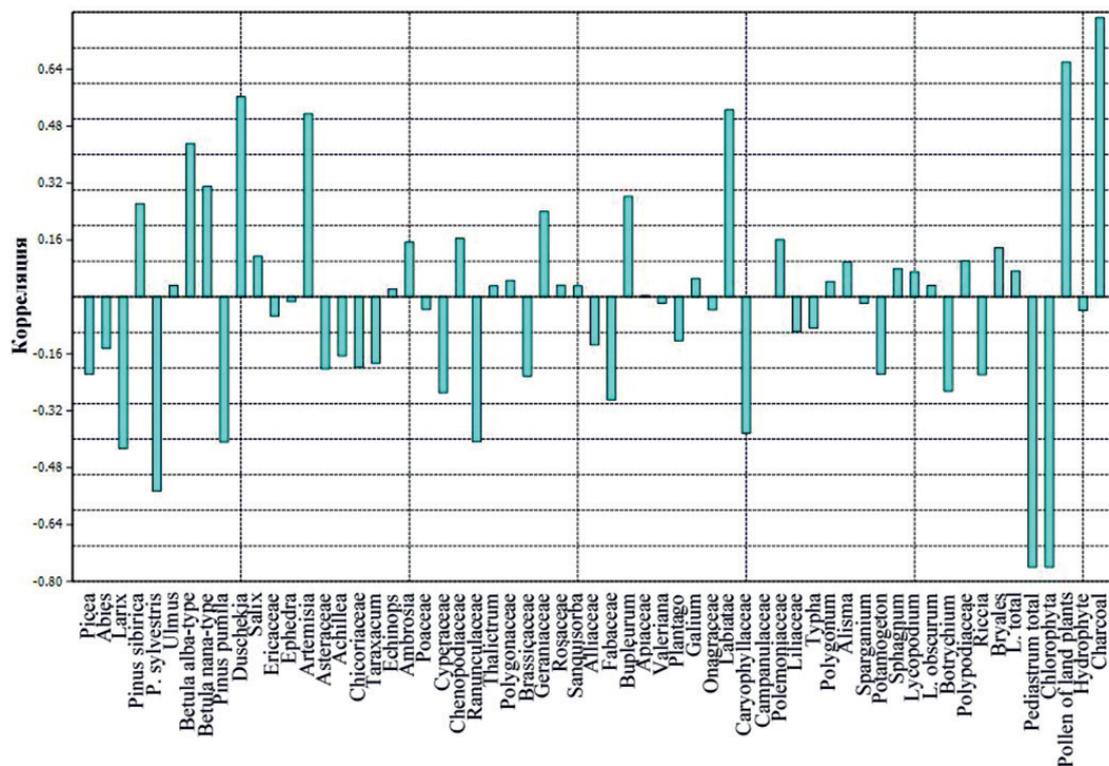


Рис. 2. Диаграмма корреляции методом главных компонент. Торфяник оз. Былое

Начало освоения человеком этой территории относится к эпохам неолита и бронзы (6000–2000 лет назад) с косвенными свидетельствами более древнего возраста [10], но наиболее интенсивное освоение, которое привело к кардинальным изменениям природных комплексов, произошло в 1960-е гг. [11], что фиксируется повышенным содержанием частиц угля

в верхней части палинологической диаграммы. Максимальное содержание угольных частиц в средней части диаграммы, приходящееся на рубеж 1500 лет, вероятнее всего, характеризует пожарные явления природного характера.

Читино-Ингодинская впадина. Разрез «Ингода». В торфяных отложениях р. Ингоды микрочастицы угля также присутствуют

по всему разрезу. В интервале 7–10 см данные по их содержанию не приводятся, так как невозможно выполнить статистическую обработку в силу присутствия малого количества спор и пыльцы в отложениях. Две радиоуглеродные даты показали близкие значения в пределах 1500 лет (рис. 3). Учитывая значительную погрешность радиоуглеродных данных, историю развития природной среды в целом можно рассматривать на протяжении субатлантического периода (SA).

Верхняя часть разреза характеризуется повышенным содержанием микрочастиц угля. Известно, что угольные прослойки не всегда совпадают с пиками содержания углей на диаграммах. На палинологической диаграмме разреза «Ингода» максимальное содержание микрочастиц угля в спектрах совпадает с угольным прослоем, визуальным зафиксированным в керне на глубине 4–5 см, который соответствует интервалу времени примерно 300–400 лет назад. Выше этого интервала по разрезу спектры характеризуются не таким обильным, но все же повышенным содержанием угольных частиц вплоть до современного периода. Этот же интервал характеризуется повышенным содержанием пыльцевых зерен кипрея *Epilobium* (*Onagraceae*).

Вероятнее всего, максимальные значения угольных частиц в спектре, совпадающие со слоем угля в керне, характеризуют пожар в месте отбора керна, случившийся примерно 400 л.н. В последующее время до настоящего времени пожарные явления происходили постоянно, но не затрагивали

эту часть поймы, являясь при этом источником значительного количества угольных микрочастиц в изучаемом торфе. После пожаров пойменные участки зарастали – пионерным видом в послепожарных сукцессиях и обильно приносили пыльцу в отложения. На диаграмме повышенным содержанием угольных частиц в керне соответствуют повышенные содержания пыльцы сосны и кедра. После отчетливо выраженного максимума содержания угольных частиц содержание пыльцы этих хвойных растений уменьшается, свидетельствуя в пользу постоянно происходящих пожаров в период распространения сосновых лесов, пожароопасность которых общеизвестна. Данные о содержании углистых частиц в этой записи демонстрируют, что деградации лесной растительности из сосны и кедра предшествовал максимальный пик содержания угля в торфяной залежи.

Обработка всего массива палинологических данных методом главных компонент (рис. 4), включая микрочастицы угля, показала прямую зависимость содержания угольных частиц, пыльцы травянистых (кипрея, маревых и полыни), древесных (лиственницы, сосны и кедра) и кустарниковых (кедрового стланика) растений. И обратную зависимость – с пыльцой водных и пыльцой влаголюбивых таксонов – осок, диатомей и мхов, что подтверждает сделанные выше выводы. Вероятнее всего, росли и подвергались пожарам сосново-лиственничные леса предгорий, охватывая и более высокогорные участки с кедром и стлаником.

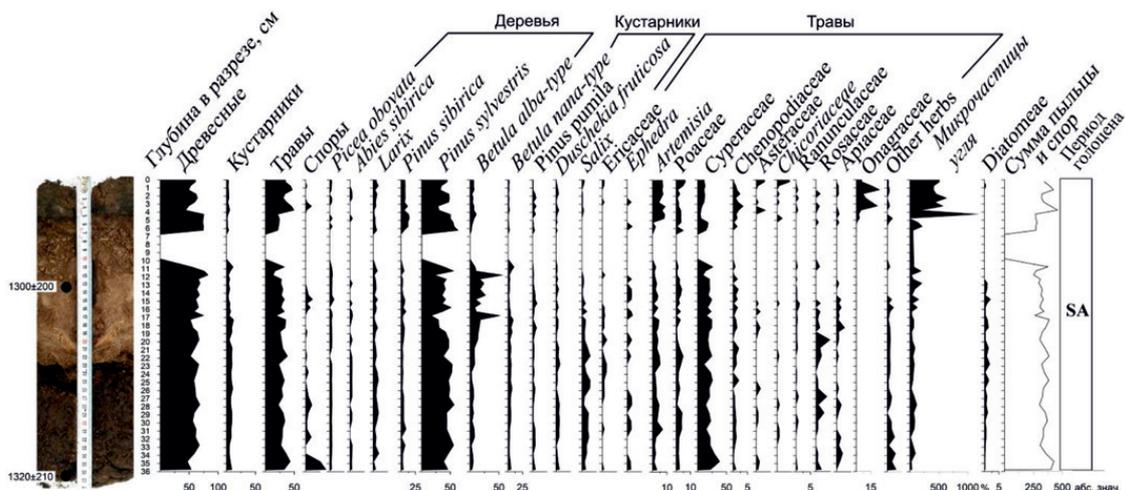


Рис. 3. Палинологическая диаграмма торфяных отложений р. Ингода

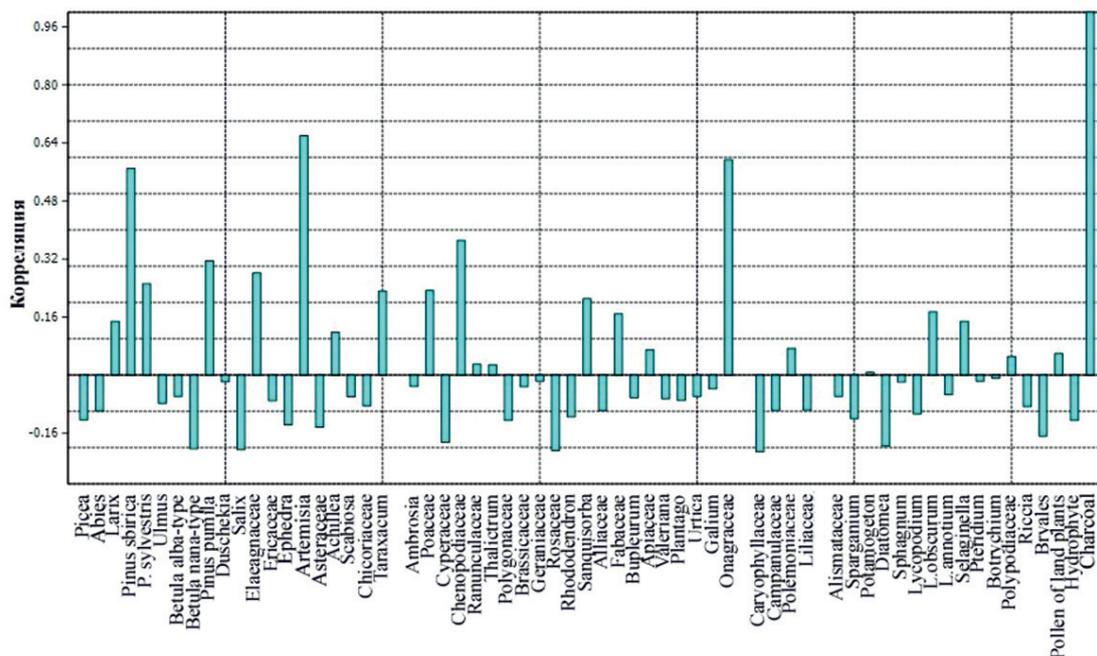


Рис. 4. Диаграмма корреляции методом главных компонент. Торфяник р. Ингода

Таким образом, пожары в этой части Читино-Ингодинской впадины активизировались в последние 400 лет и связаны, вероятнее всего, с усилением человеческой деятельности с появлением Читинского острога в 1653 г., хотя первое появление человека здесь произошло еще задолго до этого – в среднем палеолите [12].

Заключение

Микрочастицы древесного угля присутствуют в разных количествах по всему разрезу торфяных отложений в Читино-Ингодинской и Беклемишевской впадинах, свидетельствуя о постоянно происходивших пожарных явлениях, задолго до массового появления человека, и отражают природные причины, связанные с нестабильностью климатических условий в регионе. В последние 400 лет в Читино-Ингодинской впадине и последние 100 лет в Беклемишевской усилению пожарных явлений вероятнее всего, связано с антропогенной нагрузкой на территорию. Интенсивность и масштабы пожарных явлений, по палинологическим записям установить трудно, так как обилие частиц, составляющее максимумы на диаграммах, может быть разным, отличаясь в несколько раз (в разрезе отложений «Былое» обилие угольных частиц меньше чем в разрезе «Ингода» в 5 раз).

Идентифицировать морфологические особенности угольных частиц, представленных в ископаемом состоянии с целью получения информации о типе сожженной растительности, в процессе анализа не удалось. Часто они были представлены абсолютно черными непрозрачными частицами. Лишь некоторые из них были отнесены к обугленным частям травянистых растений.

Список литературы / References

- Iversen J. Land occupation in Denmark's Stone Age. Danmarks Geologiske Undersfgelse. 1941. Vol. II. no. 66. 68 p.
- Новенко Е.Ю. Реконструкция динамики древесной растительности территории музея-заповедника «Куликово поле» в среднем и позднем голоцене // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2017. Т. 2–2. С. 66–76. DOI: 10.24189/ncr.2017.034.
- Novenko E.Yu. Reconstruction of the dynamics of Woody Vegetation in the territory of the Kulikovo Field Museum-Reserve in the Middle and Late Holocene // Nature Conservation Research. Conservation Science. 2017. Vol. 2–2. P. 66–76 (in Russian).
- Новенко Е.Ю., Мазей Н.Г., Зерницкая В.П. Рецентные спорово-пыльцевые спектры заповедных территорий европейской части России как ключ к интерпретации результатов палеоэкологических исследований // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2017. Т. 2–2. С. 55–65. DOI: 10.24189/ncr.2017.012.
- Novenko E.Yu., Mazei N.G., Zernitskaya V.P. Reciprocal spore-pollen spectra of protected areas of the European part of Russia as a key to the interpretation of the results of paleoecological studies // Nature Conservation Research. Conservation Science. 2017. Vol. 2–2. P. 55–65 (in Russian).

4. Щетников А.А., Безрукова Е.В., Филинов И.А., Иванов Е.В., Кербер Е.В. Озерный морфолитогеоз в долине вулканов (Восточный Саян) // География и природные ресурсы. 2016. № 3. С. 37–48. DOI: 10.21782/GiPR0206-1619-2016-3(37-48).
- Shchetnikov A.A., Bezrukova E.V., Filinov I.A., Ivanov E.V., Kerber E.V. Lake morpholithogenesis in the valley of volcanoes (East Sayan) // *Geography and Natural Resources*. 2016. № 3. P. 37–48 (in Russian).
5. Katie Jensen, Elizabeth A. Lynch, Randy Calcote and Sara C. Hotchkiss. Interpretation of charcoal morphotypes in sediments from Ferry Lake, Wisconsin, USA: do different plant fuel sources produce distinctive charcoal morphotypes? *The Holocene*. 2007. vol. 17. no. 7. P. 907–915. DOI: 10.1177/0959683607082405.
6. Simon G. Haberle. Correlations among Charcoal Records of Fires from the Past 16,000 Years in Indonesia, Papua New Guinea, and Central and South America. *Quaternary Research*. 2001. Vol. 55. Issue 1. P. 97–104. DOI: 10.1006/qres.2000.2188.
7. Носова М.Б., Северова Е.Э., Волкова О.А. Антропогенное воздействие на растительность Полистово-Ловатской болотной системы по палинологическим данным // Бюллетень московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2017. Т. 122. № 4. С. 87–95.
- Nosova M.B., Severova E.E., Volkova O.A. Anthropogenic impact on Vegetation of the Polistovo-Lovatskaya bog system according to palynological data // *Byulleten' moskovskogo obshchestva ispytateley prirody. Otdel biologicheskii*. 2017. Vol. 122. № 4. P. 87–95 (in Russian).
8. Решетова С.А. Реконструкция растительности Читино-Ингодинской впадины (Забайкалье) в позднем голоцене // Геосферные исследования. 2018. № 4. С. 56–63. DOI: 10.17223/25421379/9/6.
- Reshetova S.A. Reconstruction of Vegetation Chitino-Ingoda Depression (Transbaikalia) in the Late Holocene // *Geosphere Research*. 2018. № 4. P. 56–63 (in Russian).
9. Решетова С.А., Птицын А.Б. Палинологические исследования торфяных отложений Беклемишевской впадины (Центральное Забайкалье) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. 2018. № 4 (36). С. 88–94.
- Reshetova S.A., Ptitsyn A.B. Palynological studies of peat deposits of the Beklemishevskaya Depression (Central Transbaikalia) // *Geology and Mineral Resources of Siberia*. 2018. № 4 (36). P. 88–94 (in Russian).
10. Дроботушенко А.В. Ивано-арахлейский комплекс археологических памятников // Малая энциклопедия Забайкалья: Археология / гл. ред. Р.Ф. Гениатулин. Новосибирск: Наука, 2011. С. 137–138.
- Drobotushenko A.V. The Ivano-Arachlean complex of Archaeological Sites // *The Small Cyclopedia of Transbaikalia: Archeology / gl. red. R.F. Geniatulin. Novosibirsk: Nauka*, 2011. P. 137–138 (in Russian).
11. Ивано-Арахлейские озёра на рубеже веков (состояние и динамика) / Отв. ред. Н.М. Пронин. Новосибирск: Изд. СО РАН, 2013. 337 с.
- Ivano-Arakhleya Lakes at the turn of the century (state and dynamics) / *Otv. red. N.M. Pronin. Novosibirsk: Izd. SO RAN*, 2013. 337 p. (in Russian).
12. Кириллов И.И., Кириллов О.И. Сухотино, комплекс археологических памятников // Малая энциклопедия Забайкалья: Археология / гл. ред. Р.Ф. Гениатулин. Новосибирск: Наука, 2011. С. 280–282.
- Kirillov I.I., Kirillov O.I. Sukhotino, a complex of archaeological sites // *Small Cyclopedia of Transbaikalia: Archeology / gl. red. R.F. Geniatulin. Novosibirsk: Nauka*, 2011. P. 280–282 (in Russian).