

УДК 551.83:550.4

РЕКОНСТРУКЦИЯ УСЛОВИЙ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В ОЗЕРЕ ТАЛКАС (ЮЖНЫЙ УРАЛ) В ГОЛОЦЕНЕ

А.В. Масленникова¹, В.Н. Удачин¹, В.В. Дерягин²

¹Институт минералогии УрО РАН, Миасс

²Челябинский педагогический университет

Поступила в редакцию 16.12.11

На основе микропалеонтологического, геохимического, минералогического исследований донных отложений оз. Талкас выполнена реконструкция условий осадконакопления интервала времени около 5000 радиоуглеродных лет. Выяснено, что наиболее существенными климатическими событиями, отраженными в изменении литологии, геохимии, минералогии, диатомового и спорово-пыльцевого состава донных отложений, была аридизация начала суббореального и субатлантического периодов. Выявлено, что при повышении континентальности климата возрастало содержание Са, Mn, Sr, неорганического углерода, кальцита, пыльцы анемофильных трав и *Betula sect. Albae*, а при увлажнении — пыльцы *Ulmus* sp. Отмечена высокая чувствительность спорово-пыльцевых спектров донных осадков оз. Талкас к колебаниям влажности климата.

Ключевые слова: литология, минералогия, геохимия, палинология, диатомовые, осадки, голоцен, оз. Талкас, Башкирия.

Реконструкция палеообстановок голоцена играет важную роль в разработке прогноза будущих изменений климата. Комплексное изучение донных отложений озер повышает точность палеореконструкций. Голоценовые отложения центральной горной провинции Южного Урала изучены неравномерно. Наибольшее количество исследований проведено на широте лесной и лесостепной зоны (Благовещенский, 1943; Дерягин, 1999; Жузе, 1939; Масленникова и др., 2012; Масленникова, Ершов, 2010; Масленникова, Удачин, 2010; Панова, 1981, 1982, 1987; Радаева, 1995; Сукачев, Поплавская, 1946; Хомутова и др., 1995). Южная часть центральной горной провинции, находящаяся на широте степной зоны, практически не исследована.

Цель нашей работы — реконструкция условий голоцена на основе изучения донных отложений оз. Талкас, расположенного в узкой межгорной впадине между хребтами юго-восточной окраины Южного Урала (хр. Ирендык и его отроги) в 20 км севернее г. Баймак (рис. 1) в Башкирии. Площадь водного зеркала оз. Талкас составляет 4,2 км², наибольшая глубина — 12 м, средняя — 4,5 м, минерализация воды — 290 мг/л. На водосборе оз. Талкас распространены в основном сосново-березовые леса и луговые низкогорные уральские степи (Шляпников и др., 1990). Основная часть водосбора сложена полимиктовыми конгломератами, граувакковыми песчаниками зилаирской свиты и нижнекаменноугольными известняками кизильской свиты (Прокин и др., 1962).

Методы исследования

Колонка донных осадков оз. Талкас (керна общей длиной 197 см) была отобрана в апреле 2009 г. с помощью поршневой трубки с гидрозатвором и пробоотборника гравитационного типа с закрывающейся диафрагмой (неконсолидированные донные отложения верхней части колонки мощностью 28 см).

Анализ микроэлементов в высушенных и измельченных пробах осуществлялся после кислотного вскрытия методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на приборе Perkin Elmer ELAN 9000 (ICP-MS, аналитик Д.В. Киселева, Институт геологии и геохимии УрО РАН). Силикатный анализ выполнен по стандартной методике из малых навесок (Унифицированные..., 1979). Содержание карбонатной углекислоты определяли на основе объемного метода, заключающегося в растворении навески породы в соляной кислоте и поглощении выделяющейся при этом двуокиси углерода раствором щелочи. Общий углерод с последующим пересчетом на органический определяли по Тюрину (Аринушкина, 1970). Изучение минерального состава донных осадков проводилось с помощью рентгенофазового анализа (Shimadzu XRD-6000), оптической (микроскоп МБС, Olympus BX50) и электронной (РЭММА 202 МВ) микроскопии.

Приготовление проб на спорово-пыльцевой анализ осуществлялось методом обработки малой навески материала с использованием фтористоводород-

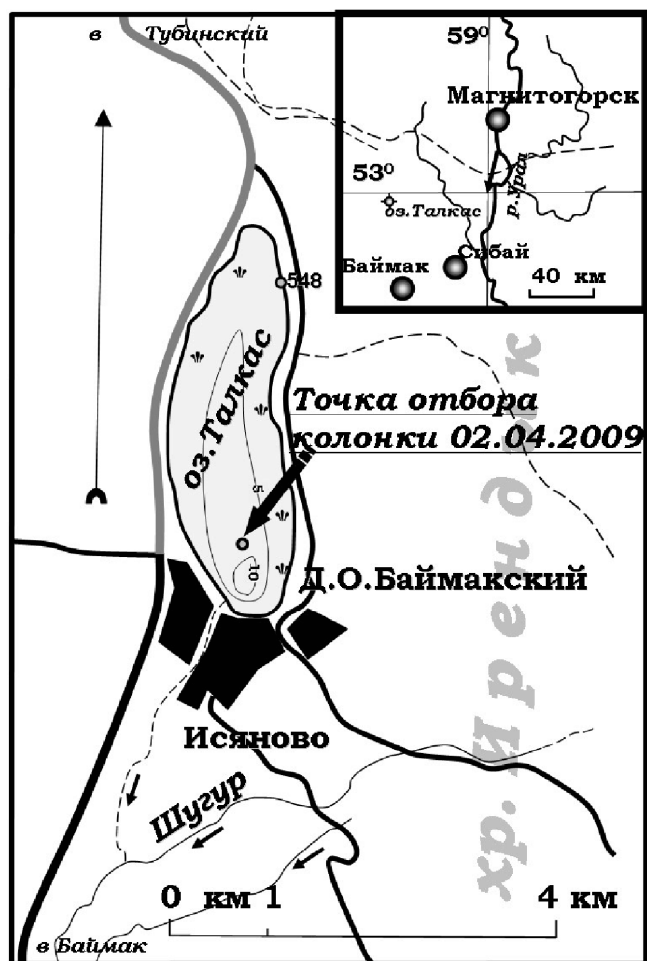


Рис. 1. Схема расположения изученного разреза донных отложений оз. Талкас

ной кислоты (Хазина, 2006). Процентное содержание пыли и спор подсчитано по отношению к их общей сумме, принимаемой за 100%. Для диатомового анализа образцы обрабатывались смесью азотной и соляной кислот, с последующим силилированием (Калмычков, Кострова, 2005). При расчете концентрации диатомей использовалась количественная методика (Давыдова, 1985). Названия таксонов, кроме родов *Synedra* и *Fragilaria* (Диатомовый анализ, 1950), уточнялись по Краммеру (Krammer, Lange-Bertalot, 1986), а экология видов рассматривалась по нескольким источникам (Барина и др., 2006; Давыдова, 1985).

Образец для радиоуглеродного датирования (макроостатки гидрофитов, инт. 195–196 см), после стандартных процедур препарирования, анализировался методом ускорительной масс-спектрометрии AMS ^{14}C в университете г. Лунд (Швеция, аналитик М. Лундгрэн).

На основе корреляции со спорово-пыльцевыми диаграммами Аятского торфяника (Хотинский, 1977) и оз. Уфимское (Масленникова и др., 2012), получена возрастная модель колонки донных отложений оз. Талкас. В качестве эталона периодизации голоцена использовалась схема Блитта-Сернандера, хронологически уточненная Н.А. Хотинским (1977).

Результаты

Нижняя часть колонки донных отложений оз. Талкас представлена темно-бурым сапропелем с прослоями торфа, отделенным от вышележащего глинистого сапропеля резко отграниченным прослоем темно-серого сапропеля. Верхняя половина колонки сложена оливково-зеленым сапропелем (рис. 2).

Геохимия. Темно-бурый сапропель с прослоями торфа (инт. 196,5–190 см) характеризуется относительно высоким содержанием CO_2 (9–13%), CaO (18,2–19,3%), Mn (907–1061 мг/кг), Sr (659–681 мг/кг), средним количеством органического углерода 3%.

Темно-серый прослой сапропеля (инт. 190–186,5 см) отличается снижением содержания CO_2 (8%), CaO (13%), органического углерода (1,5%), повышением концентрации основных окислов (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , TiO_2) и химических элементов (Li , Rb , Cs , Ba , Be , Hf , Zr , $\text{P}_3\text{Э}$, Y , Sc , Ga , Sn , V , W , Co), составляющих основу терригенного сноса. Для буровато-серого глинистого сапропеля (186,5–99 см) отмечаются низкий процент органического углерода (0,5–1,5%) и высокое содержание карбоната углерода (8,6–12%), CaO (15–18%), Mn (973–1081 мг/кг), Sr (396–425 мг/кг). Оливково-зеленый сапропель (105,5–28 см) отличается максимальным процентом органического углерода (до 13%), относительно высокими индексами химического выветривания CIA (62–67), CIW (67–72), низкой величиной индекса изменения состава ICV (1,3–1,45). Буровато-серый глинистый и оливково-зеленый сапропель характеризуется повышением содержания химических элементов, связанных с терригенным сносом. Для осветленного сапропеля (инт. 94–91 см), а также оливково-зеленого и темно-бурого сапропеля (инт. 30–26 см) отмечены относительно высокое содержание CO_2 (7,3–11%), CaO (12–16%), Mn (721–1057 мг/кг), S^{2-} (0,63–0,76%), снижение содержания химических элементов, входящих в состав терригенного сноса, понижение величин индексов химического выветривания CIA (27–37), CIW (28–39), повышение значений индекса изменения состава ICV (2,5–3,7). Темно-бурый и буро-оливковый полужидкий сапропель верхней части колонки (инт. 28–0 см) характеризуется возрастанием содержания и увеличением факторов обогащения (в 2–8 раз) Cu , Zn , Cd , Pb , Sb , Te , Bi , Tl , Ge , Sn , что связано с наличием трансграничного переноса халькофильных элементов на территории Урала.

Минералогия. Для дифрактограмм темно-бурого сапропеля с прослоями торфа (инт. 196,5–190 см) отмечена высокая интенсивность рефлексов кварца ($d = 3,34; 4,25; 2,28; 2,12; 1,82 \text{ \AA}$), кальцита ($d = 3,85; 3,03; 1,87 \text{ \AA}$) и арагонита ($d = 3,39; 3,27; 2,37; 2,34; 1,97 \text{ \AA}$). Согласно данным электронной микроскопии, кальцит в донных осадках рассматриваемых озер присутствует в виде хлопьев или наростов на смешанослойных силикатах, редко — оформленных кристаллов.

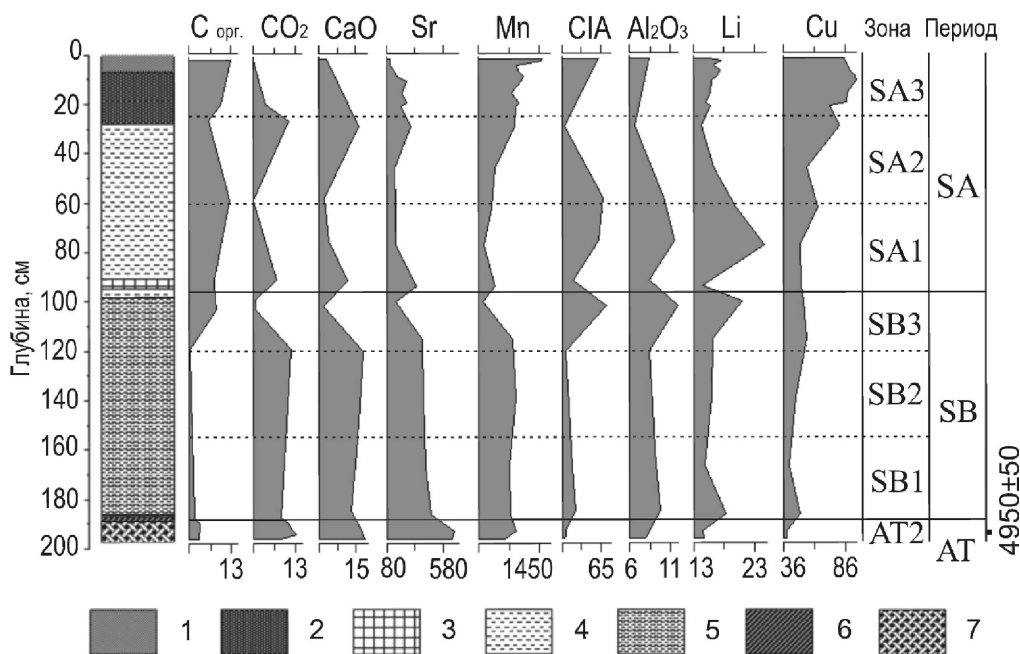


Рис. 2. Изменения содержания некоторых компонентов донных отложений оз. Талкас.

C_{орг.}, CO₂ — %; CaO, Al₂O₃ — вес. %; Mn, Sr, Li, Cu — мг/кг; CIA — баллы;

1 — буро-оливковый ил; 2 — темно-бурый полужидкий сапропель; 3 — осветленный сапропель; 4 — оливково-зеленый сапропель с растительными остатками; 5 — буровато-серый глинистый плотный сапропель; 6 — серый прослой; 7 — темно-бурый сапропель с торфянистыми прослоями

Рентгендифракционные спектры глинистого сапропеля (инт. 190—99 см), осветленного сапропеля (инт. 94—91 см), оливково-зеленого сапропеля (инт. 30—26 см) характеризуются максимальной интенсивностью рефлексов кальцита, соответствующей проценту карбонатной углекислоты и содержанию кальция в донных осадках.

Донные отложения верхней половины колонки (кроме осветленного сапропеля (инт. 94—91 см) и оливково-зеленого сапропеля (инт. 30—26 см)) отличаются дифракционными спектрами с выраженными пиками кварца, полевых шпатов ($d = 3,19; 3,77; 4,03 \text{ \AA}$). Темно-бурый и буро-оливковый полужидкий сапропель (инт. 28—30 см) характеризуется присутствием игольчатых кристаллов гипса.

В изученных донных отложениях отмечены фрамбоиды пирита. Фрамбоиды пирита в верхней части донных отложений оз. Талкас в основном имеют диаметр 4—7 мкм, плотнейшую упаковку часто сливающихся кристаллов. С глубины 70 см средний размер фрамбоидов пирита возрастает до 25—30 мкм. Количество и размер фрамбоидального пирита донных отложений увеличиваются с глубиной колонки. Лишь в торфянистом сапропеле самой нижней части колонки, соответствующем этапу зарастания водоема, очень редко встречаются мелкие фрамбоиды пирита со сливающимися кристаллами и чаще отмечаются одиночные кристаллы пирита.

Спорово-пыльцевой анализ. Исходя из результатов спорово-пыльцевого анализа, уточненного абсолютным датированием ($4950 \pm 50 \text{ }^{14}\text{C}$ л. н., инт. 196—195 см), темно-бурый сапропель с торфянистыми прослоя-

ми отлагался в конце атлантического периода (AT2, инт. 196,5—190 см). Сходство спорово-пыльцевых диаграмм отложений оз. Талкас, Аятского торфяника, оз. Уфимское заключается в уменьшении количества пыльцы *Pinus sylvestris* L. и *Picea* sp. к концу атлантика, повышении содержания и резком спаде кривой пыльцы широколиственных пород на границе суббореального и атлантического периодов (рис. 3).

Для спорово-пыльцевых спектров глинистого сапропеля суббореала отмечено относительно низкое содержание *Pinus sylvestris* (не более 30%) и большое количество пыльцы трав (до 50%). В суббореале на основе изменения спорово-пыльцевых спектров выделены три зоны: SB1, SB2, SB3.

Спорово-пыльцевые спектры первой зоны (SB1, инт. 190—155 см) характеризуются повышением содержания пыльцы ели (2%) и ольхи (2,5%), постоянным присутствием пыльцевых зерен *Larix sibirica* Ledeb. Широколиственные породы представлены в основном *Ulmus* sp. (до 2,5%). Согласно особенностям спорово-пыльцевых спектров, на водосборе оз. Талкас господствовали сосново-березовые леса с участием лиственницы и присутствием ели, широколиственных пород, ольхи вдоль рек и в наиболее увлажненных участках. Пики пыльцы *Betula sect. Albae*, анемофильных трав и резкий спад кривой пыльцы широколиственных пород в темно-сером прослое сапропеля начала первой зоны суббореала (инт. 190—186,5 см), вероятно, связаны с аридизацией климата и распространением на территории водосбора оз. Талкас степных группировок.

Для спорово-пыльцевых спектров второй зоны (SB2, инт. 155—120 см) отмечено уменьшение содержания пыльцы *Ulmus* sp. (не более 1,5%), деревьев (до 49%), резкий спад кривой пыльцы ольхи и ели, пик пыльцы *Quercus* sp. (до 2,2%), трав (до 50%). Уменьшение облесенности территории, снижение роли *Picea* sp. в составе сосново-березовых лесов, частичное замещение *Ulmus* sp. более засухоустойчивым и светолюбивым *Quercus* sp. свидетельствуют об аридизации климата. Резкий спад содержания пыльцы широколиственных пород, пик пыльцы *Betula sect. Albae* и анемофильных трав в конце палинозоны указывают на еще большее уменьшение влагообеспеченности территории.

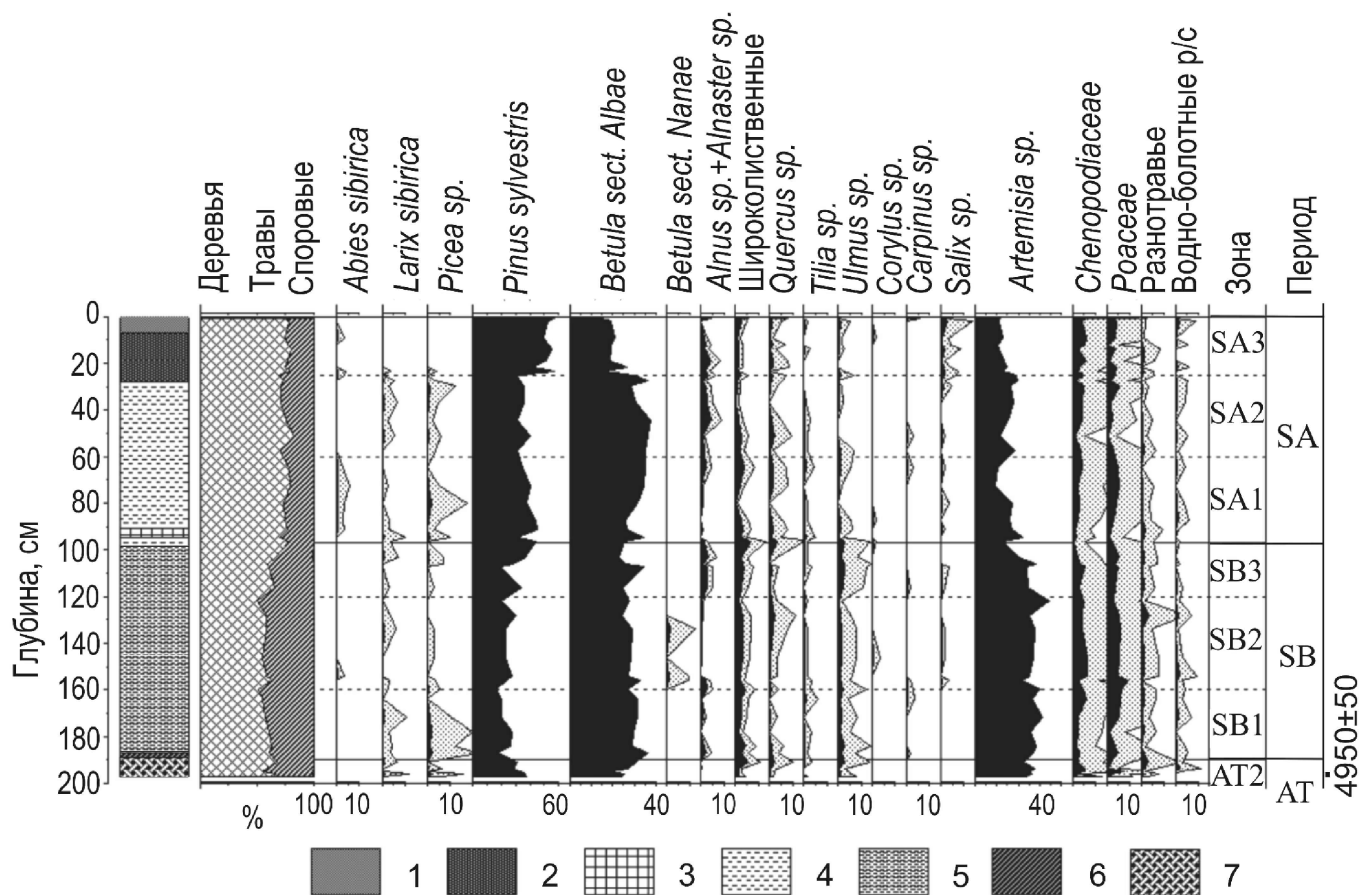


Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма донных отложений оз. Талкас. Условные обозначения см. на рис. 2

Особенности спорово-пыльцевых спектров третьей зоны суббореала (SB3, инт. 120—99 см) индицируют увлажнение климата, что выражается в возрастании содержания пыльцы деревьев (до 66%), *Ulmus sp.* (до 2,8%), *Alnus sp.* + *Alnaster sp.* (до 3,5%), уменьшении количества пыльцы трав (до 30%), *Quercus sp.* (не более 0,7%).

В течение субатлантического периода (SA, инт. 99—0 см) происходит накопление оливково-зеленого сапропеля (инт. 99—28 см), темно-бурого и буро-оливкового ила (инт. 28—0 см). Граница суббореал—субатлантик проводится на уровне подъема кривых количества пыльцы *Pinus sylvestris* и *Picea sp.* Спорово-пыльцевые спектры субатлантического периода характеризуются повышением содержания пыльцы деревьев и кустарников, уменьшением количества пыльцы трав. В субатлантическом периоде выделено три зоны (SA1, SA2, SA3).

Для спорово-пыльцевых спектров первой зоны (SA1, инт. 99—60 см) отмечено увеличение содержания *Picea sp.*, постоянная встречаемость пыльцевых зерен *Abies sibirica* Ledeb., что свидетельствует о достаточном увлажнении территории. Изменения спорово-пыльцевых спектров осветленного сапропеля начала первой зоны (инт. 94—91 см) указывают на аридизацию климата и выражаются в резком снижении содержания пыльцы *Pinus sylvestris*, широколиствен-

ных пород, повышении количества пыльцы *Betula sect. Albae* и анемофильных трав.

Спорово-пыльцевые спектры второй зоны (SA2, инт. 60—23 см) характеризуются отсутствием пыльцы *Abies sibirica*, подъемом кривых пыльцы анемофильных трав и лиственницы, что связано с возрастанием континентальности климата. Спорово-пыльцевые спектры конца зоны индицируют аридизацию климата. Для них отмечены увеличение содержания пыльцы древесной березы и анемофильных трав, уменьшение количества пыльцы сосны и широколиственных пород.

Нижняя граница третьей зоны (SA3, инт. 23—0 см) проводится на уровне резкого спада кривых пыльцы березы, группы анемофильных трав и повышения содержания пыльцы сосны лесной. Появление единичных пыльцевых зерен *Abies sibirica*, подъем кривой пыльцы широколиственных пород, отсутствие пыльцы лиственницы свидетельствуют об увеличении увлажненности территории.

Диатомовый анализ. Темно-бурому сапропелю с торфянистыми и темно-серым прослоями, согласно данным диатомового анализа, соответствует зона *Fragilaria brevistriata* (1, инт. 196,5—186,5 см) (рис. 4). Главной особенностью диатомового комплекса зоны является высокое содержание *Fragilaria brevistriata* Grun. (16—91%). Концентрация диатомей, составляющая в начале зоны более 5 млн створок в 1 г сыро-

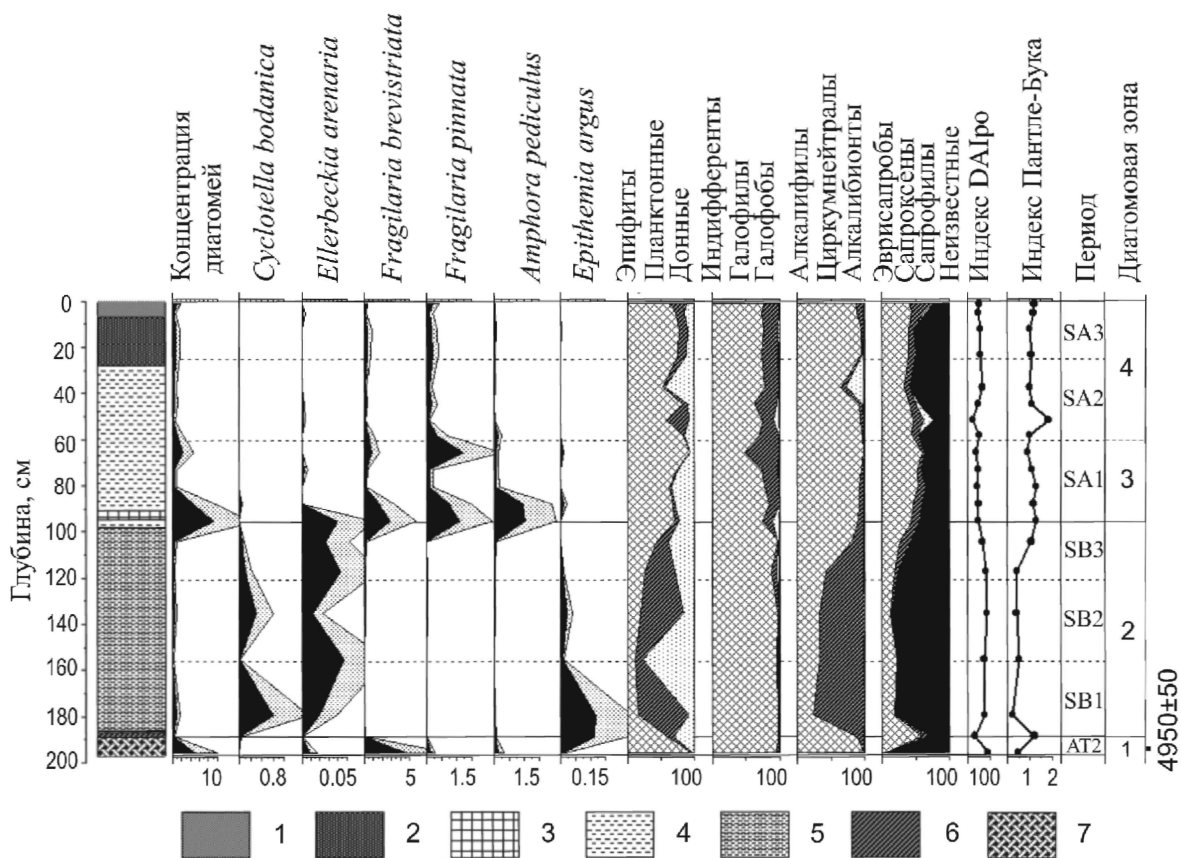


Рис. 4. Диатомовая диаграмма донных отложений оз. Талкас. Условные обозначения см. на рис. 2. Концентрация диатомей в млн/г, экологические группы в %, индексы сапробности DAIpro и Пантле-Бука в баллах

го образца, падает в конце до 296 тыс. Диатомовые водоросли представлены в основном алкалифильными эпифитами *Fragilaria brevistriata*, *Epithemia argus* (Ehr.) Ktz., *Achnanthes clevei* Grun., *Amphora pediculus* (Ktz.) Grun., отмечено присутствие мезогалобов: *Anotoeoneis sphaerophora* (Ehr.) Pfitz., *Navicula halophila* (Grun.) Cl.

Темно-серый прослой (инт. 190—186,5 см) на границе атлантик-суббореал характеризуется доминированием *Epithemia argus* (38%), возрастанием содержания планктонных диатомей, уменьшением индекса сапробности DAIpro с 97 до 68, увеличением индекса сапробности Пантле-Бука с 0,48 до 1,21, что указывает на подъем уровня и повышение продуктивности озера. В целом, согласно особенностям диатомовых комплексов, в конце атлантического периода оз. Талкас представляло собой заросший макрофитами олиготрофный водоем с относительно высокой минерализацией.

Глинистому сапропелю суббореального периода соответствует зона зоне *Cyclotella bodanica* (2, инт. 186,5—99 см). Зональный комплекс характеризуется преобладанием планктонных (*Cyclotella bodanica* Grun., *C. radiosa* (Grun.) Lemm.) и бентосных (*Ellerbeckia arenaria* (Moore) Crawford, *Gyrosigma attenuatum* (Ktz.) Rabh., *Amphora pediculus*, *A. ovalis* Ktz.) диатомей. Концентрация диатомовых водорослей варьирует от 88 до 847 тыс. створок в 1 г сырого образца.

Значения индексов сапробности (индекс сапробности Пантле-Бука — 0,22—1, а DAIpro — 85—93) свидетельствуют о снижении продуктивности водоема по сравнению со временем формирования серого прослоя сапропеля и повышении трофического статуса озера с периода накопления темно-бурого торфянистого сапропеля. Диатомеи представлены в основном нейтрофилами, редко ацидофилами *Tabellaria flocculosa* (Roth) Ktz., *Navicula heimansii* Van Dam et Kooyman. По галобности преобладают индифференты, единично отмечены мезогалобы (*Mastogloia elliptica* (Ag.) Cl. ex A. Schmidt и *Campilodiscus clypeus* (Ehr.) Ehr.). Состав диатомового комплекса свидетельствует об увеличении уровня и уменьшении pH озера.

Оливково-зеленый сапропель первой зоны субатлантического периода соответствует зоне *Fragilaria brevistriata*—*Fragilaria pinnata*—*Amphora pediculus* (3, инт. 99—60 см). Для диатомовой зоны отмечено значительное возрастание содержания эпифитов (*Fragilaria brevistriata*, *Fragilaria pinnata* Grun., *F. lapponica* Ehr., *F. leptostauron* (Ehr.) Grun., *F. construens* (Ehr.) Grun.), уменьшение содержания бентосных и планктонных диатомей. За счет *Fragilaria brevistriata* и *Fragilaria pinnata* резко увеличивается процент алкалифилов. Изменения индексов сапробности указывают на повышение трофности озера. Резко возрастает концентрация *Amphora pediculus*, *Achnanthes clevei*, *Amphora thumensis* (A. Mayer) Cl.-Euler., появляются

и достигают максимального развития *Navicula scutelloides* W. Smith ex Gregory, *Fragilaria construens* var. *subsalina* (Ehr.) Grun., *Fragilaria construens* var. *binodis* (Ehr.) Grun. Донные отложения характеризуются наибольшими концентрациями диатомей (до 9 млн в 1 г сырого осадка). Таким образом, на данном этапе развития озеро зарастало, уменьшалась его глубина, возрастали трофность и минерализация.

Зона *Fragilaria brevistriata*—*Fragilaria pinnata* (4, инт. 60—0 см) соответствует второй и третьей пыльцевым зонам субатлантического периода. Диатомовая зона характеризуется возрастанием процента планктонных (*Aulacoseira ambigua* (Grun.) Simonsen, *A. granulata* (Ehr.) Simonsen, *Cyclotella radiosa*, *C. ocellata* Pant.) и донных диатомей (*Surirella bifrons* Ehr., *S. elegans* Ehr., *S. capronii* Breb.), увеличением индекса DA_{про} (75—83). Как и в предыдущей зоне, виды представлены преимущественно алкалифилами. Единично встречаются ацидофилы *Tabellaria flocculosa*, *Eunotia pectinalis* (Dillw.) Rabh., отмечены галофильные *Navicula cuspidata* (Ktz.) Ktz., *Epithemia sorex* Ktz., *E. turgida* (Ehr.) Ktz., мезогалобы *Campilodiscus clypeus*, *Mastogloia elliptica*. Таким образом, во второй половине зоны субатлантика глубина озера возросла, уменьшался его трофический статус.

Обсуждение

В результате изучения геохимии донных осадков отмечено, что каждый слой донных осадков характеризуется определенным геохимическим составом. Повышенное содержание Ca, Sr, Mn, C_{карб.} в торфянистом и глинистом сапропеле нижней части колонки донных отложений объясняется интенсивным выветриванием известняков, входящих в состав пород водосбора озера, а также присутствием остракод. Высокие концентрации этих элементов, отмеченные в сапропеле начала первой и конца второй зоны субатлантика, связаны с аридизацией климата и осаждением карбоната кальция. Изменения значений индексов химического выветривания (CIA, CIW, ICV) также указывают на аридизацию климата начала первой и конца второй зоны субатлантического периода. Согласно минералогическим исследованиям, высокие концентрации карбонатфильных элементов (Ca, Sr, Mn, C_{карб.}) в торфянистом сапропеле связаны с наличием арагонита биогенного происхождения и кальцита; в глинистом сапропеле, а также сапропеле, накопленном в периоды аридизаций субатлантика, — с присутствием кальцита.

На основе данных спорово-пыльцевого анализа выяснено, что осадконакопление в оз. Талкас началось не позднее конца атлантика. Относительно влажные условия конца атлантического периода изменились в сторону возрастания континентальности в начале суббореала. Похолодание в начале суббореала, синхронное для обширной территории от Англии до Урала, выражалось для территории водосбора оз. Талкас уменьшением влажности климата.

В целом для суббореала и субатлантика отмечался ритмический характер смен периодов аридизации и гумидизации климата. Так, для начала и конца второй зоны, конца второй зоны суббореала и субатлантика выявлена аридизация климата. Третья зона суббореального и субатлантического периодов характеризуется гумидизацией климата.

Согласно данным диатомового анализа, в конце атлантического периода оз. Талкас представляло собой олиготрофный водоем с высокой минерализацией. В начале суббореала во время эпизода аридизации климата значительно увеличилась продуктивность озера. В целом на протяжении суббореального периода возросли трофический статус и глубина озера. В начале субатлантического периода уменьшился уровень и повысилась минерализация озера. С середины субатлантика глубина озера вновь увеличилась, уменьшилась его трофность.

Соответствие спорово-пыльцевых и диатомовых зон свидетельствует о влиянии климата на изменения состава диатомовой флоры. Однако часто диатомовая зона включает несколько пыльцевых зон, что связано с тем, что в диатомовой летописи фиксируются только высокоамплитудные или продолжительные изменения климата. Так, суббореал характеризуется одним диатомовым комплексом, что говорит о небольшой амплитуде климатических флуктуаций в течение периода. Резкие изменения в диатомовых комплексах, отмеченные в начале суббореального и субатлантического периодов, свидетельствуют о существенных изменениях климата.

Каждое стратиграфическое подразделение изученной колонки донных отложений, выделенное на основе литологии, отличается специфическим геохимическим, минералогическим, спорово-пыльцевым, диатомовым составом. Темно-бурый сапропель с прослоями торфа (инт. 196,5—190 см) накапливался в конце атлантического периода и отличается высоким содержанием химических элементов, связанных с карбонатом кальция, присутствием кальцита, арагонита, доминированием эпифитов в диатомовых комплексах. Темно-серый четко отграниченный прослой сапропеля начала суббореала (190—188 см) выделяется резким изменением состава диатомовых комплексов (смена доминанта *Fragilaria brevistriata* на *Epithemia argus*), возрастанием содержания пыльцы *Betula sect. Albae*, анемофильных трав, повышением содержания химических элементов, входящих в состав терригенного сноса. Буровато-серый глинистый сапропель суббореала (188—105,5 см) характеризуется высокими концентрациями карбонатфильных элементов, присутствием кальцита, максимальным содержанием диатомей-планктонтов, значительным увеличением содержания пыльцы анемофильных трав. Для оливково-зеленого сапропеля субатлантика отмечены повышение процента органического углерода, отсутствие кальцита и арагонита, возрастание содержания пыльцы деревьев и кустарников. Осветленный сапропель начала субатлантического периода (91—94 см)

характеризуется значительным повышением содержания углерода карбонатов, химических элементов, связанных с карбонатом кальция, высокой интенсивностью рефлексов кальцита на дифрактограмме, значительной концентрацией диатомей алкалифилов, повышением содержания пыльцы анемофильных трав и древесной березы.

Выводы

1. Осадконакопление в оз. Талкас началось не позднее 4950 ± 50 ^{14}C лет назад, в конце атлантического периода.

2. Для суббореала и субатлантика отмечено сходное чередование периодов аридизаций и гумидизаций климата.

3. Наиболее значительные события суббореала и субатлантика (аридизации начала первой зоны периодов) отражены в изменении литологии, минералогии, геохимии, спорово-пыльцевого и диатомового состава осадка.

4. Для эпизодов аридизации климата начала первых и конца вторых зон суббореала и субатлантика отмечено повышение содержания карбонатфильных элементов (Ca, Mn, $\text{C}_{\text{неорг.}}$, Sr), интенсивности рефлексов кальцита на дифрактограмме, содержания пыльцы анемофильных трав и *Betula sect. Albae*.

5. Увлажнение климата выявляется по повышению содержания пыльцы *Ulmus* sp., спаду кривой пыльцы анемофильных трав и древесной березы, снижению интенсивности и исчезновению рефлексов кальцита, уменьшению концентрации связанных с ним химических элементов.

6. Наиболее чутким индикатором изменения условий осадконакопления являются спорово-пыльцевые спектры. Количественный и качественный состав диатомовой флоры меняется при значительных или продолжительных климатических изменениях. Минералогические и геохимические особенности донных осадков играют дополняющую роль в климатических интерпретациях.

Исследования выполнены при финансовом содействии Интеграционного проекта ДВО-СО-УрО РАН (№ 09-С-5-1001), проектов поддержки фундаментальных исследований УрО РАН (№ 12-И-5-2018 и № 12-М-45-2051) грантов поддержки аспирантов и молодых ученых УрО РАН, гранта РФФИ № 10-05-96012-р-урал_a), Тематического плана ЮУрГУ № 1.908, ФЦП Минобрнауки «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009—2013 гг. (проект (НК-544П/14), ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009—2013 гг. (ГК № П237).

ЛИТЕРАТУРА

- Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. 488 с.
- Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В.* Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: PiliesStudio, 2006. 498 с.
- Благовещенский Г.А.* История лесов восточного склона Среднего Урала // Сов. ботаника. 1943. № 6. С. 4—16.
- Давыдова Н.Н.* Диатомовые водоросли — индикаторы природных условий водоемов в голоцене. Л.: Наука, 1985. 253 с.
- Дерягин В.В.* Озерные геосистемы восточного склона Южного Урала и их изменение в зоне техногенного воздействия: Автореф. канд. дис. Пермь, 1999. 23 с.
- Диатомовый анализ. Определитель ископаемых и современных водорослей. Т. 3. Порядок Pennales. Л.: Госгеол-издат, 1950. 511 с.
- Жузе А.П.* Палеогеография водоемов на основе диатомового анализа // Тр. Верхневолж. экспед. 1939. № 4. С. 42—49.
- Калмычков Г.В., Кострова С.С.* Способ выделения створок диатомовых водорослей из донных осадков для определения их кислородного изотопного состава и реконструкции палеоклимата // Геохимия. 2005. № 12. С. 1358—1360.
- Масленникова А.В., Дерягин В.В., Удачин В.Н.* Реконструкция условий голоценовой озерной седиментации на восточном склоне Южного Урала // Литосфера. 2012. № 2. С. 21—32.
- Масленникова А.В., Ершов В.В.* Изменение минерального состава донных отложений оз. Уфимское (Южный Урал) в позднеледниковье-голоцене // Уральский минералогический сборник. 2010. № 17. С. 140—143.
- Масленникова А.В., Удачин В.Н.* Оценка влияния процессов горно-промышленного техногенеза на акватории озер Южного Урала // Антропогенная трансформация природной среды. 2010. Т. 1. Ч. 2. С. 30—35.
- Панова Н.К.* Формирование растительного покрова среднегорного высотного пояса Южного Урала с изменениями климата в голоцене // Взаимосвязи среды и лесной растительности на Урале. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981. С. 40—57.
- Панова Н.К.* История горных лесов центральной части Южного Урала в голоцене // Лесоведение. 1982. № 1. С. 26—34.
- Панова Н.К.* История лесной и болотной растительности Центральной горной провинции Южного Урала в голоцене: Дис. канд. биол. наук. Екатеринбург, 1987. 183 с.
- Прокин В.А., Паливода Н.К., Долматов Г.К.* Баймакский рудный район // Мат-лы по геологии и полезным ископаемым Южного Урала. Вып. 3. М.: Госгеолтехиздат, 1962. С. 73—90.
- Радаева В.Ю.* Эволюция и современное состояние экосистемы оз. Увильды (Южный Урал): Автореф. канд. дис. Екатеринбург, 1995. 22 с.
- Сукачев В.Н., Поплавская Г.И.* Очерк истории озер и растительности Среднего Урала в течение голоцена по данным изучения сапропелевых отложений // Бюл. Комис. по изуч. четвертич. периода. 1946. № 8. С. 5—37.
- Унифицированные методы анализа силикатных горных пород с применением комплексной спектрометрии: Инструкция № 163-Х. М.: Мин-во геол. СССР, 1979. 43 с.
- Хазина И.В.* Реконструкция природно-климатических обстановок среднего—позднего голоцена новосибирского Приобья // Геол. и геофиз. 2006. Т. 47. № 8. С. 971—978.

Хомутова В.И., Андреева М.А., Давыдова Н.Н. и др. Южный Урал. Озеро Увильды // История озер Севера Азии. Л.: Наука, 1995. С. 22—40.

Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1977. 200 с.

Шляпников Д.С., Демчук И.Г., Окунев П.В. Минеральные компоненты донных отложений озер Урала. Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 1990. 104 с.

Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. Subvasserflora von Mitteleuropa: in 4 t. Jena: VEB, 1986.

RECONSTRUCTION OF TALKAS LAKE (SOUTH URALS) SEDIMENTATION CONDITIONS DURING HOLOCENE

A.V. Maslennikova, V.N. Udachin, V.V. Deryagin

On the basis of the micropaleontological, geochemical, and mineralogical study of the Talkas Lake sediments the sedimentation conditions reconstruction of the interval more than 4950 radiocarbon years was carried out. There were found that Subboreal and Subatlantic beginning aridizations reflected in lithological, geochemical, and mineralogical changes, diatoms, spore-pollen content were most significant climatic events. There were revealed that aridization was indicated with the help of increase of Ca, Mn, Sr content, inorganic carbon, calcite, relative abundance of anemophilous herbs and *Betula* sect. *Albae*. Growth of climate humidity was determined on the basis of increase *Ulmus* pollen. There was observed the high sensibility of spore-pollen spectra in the Talkas Lake sediments to climate humidity fluctuations.

Key words: lithology, mineralogy, geochemistry, palynology, diatoms, sediments, Holocene, Talkas Lake, Bashkiria.

Сведения об авторах: Масленникова Анна Валерьевна — Ин-т минералогии УрО РАН, e-mail: adenophora@inbox.ru; Удачин Валерий Николаевич — Ин-т минералогии УрО РАН; Дерягин Владимир Владиславович — Челябинский государственный педагогический университет.