

ние индекса полидоминантности на большинстве участков р. Иртыш изменялись незначительно. Исключением были участки в 1673, 687, 403 и 193 км от устья (рис. 3).

Резкое снижение этих показателей зообентоса вблизи с. Согра (1673 км) относительно соседних участков отмечен на илистом грунте, при этом дрейф в данной точке являлся наиболее богатым, что может свидетельствовать о локальном характере угнетения зообентоса. Максимально потенциал зообентоса Иртыша реализован в районе с. Курья (980-860 км) на илисто-песчаном и илистом грунтах, соответственно. Аналогичное первому (но уже критическое) снижение показателей зообентоса илистого грунта при богатом дрейфе наблюдалось в районе с. Сибиряк (687 км). В отличие от иловых участков нулевые показатели зообентоса на 403 и 193 км от устья могут быть объяснены наличием глинистого грунта при используемом методе отбора проб. В притоках наибольший диапазон из указанных параметров имели биомасса и число видов зообентоса при одинаковой численности. Зообентос отсутствовал только в жидком иле р. Туй, что может быть связано с сильной заболоченностью ее устья (рис. 4).

Качество воды, оцененное по показателям зообентоса, для устьев рек Омь, Тара, Оша, Ишим и Демьянка соответствует III классу ГОСТа [5]; для р. Туй – VI; для р. Тобол – II классу. Вода р. Иртыш преимущественно соответствовала III-IV классу качества с локальным участком VI класса в районе с. Согра и протяженным участком VI класса в нижнем течении: от р. Вагай до р. Конда, исключая место непосредственного впадения р. Демьянка (рис. 5).

В нижнем течении притоков Омь, Тара, Оша, и на участке Иртыша (в месте впадения р. Демьянка) наблюдалась относительно удовлетворительная экологическая ситуация, несколько худшие условия – на границе ОУС-ЧЭС – в притоках Ишим и Тобол. В заболоченном устье р. Туй выявлено отсутствие зообентоса, что соответствует экологическому бедствию.

Ситуация в главном русле р. Иртыш выше г. Омска соответствовала ЧЭС. От места впадения относительно чистой р. Омь, до с. Согра, в Иртыше наблюдалась ОУС. Экологическое бедствие, локализованное в районе с. Согра, обусловило ЧЭС в Иртыше, однако положение постепенно восстанавливалось на заиленных грунтах к с. Курья до уровня ОУС. На этом участке Иртыш вбирает крупные и относительно чистые притоки (Тара, Оша), а более загрязненный Ишим и даже Туй не нарушили тенденцию восстановления качества воды в Иртыше. Ситуация снова резко ухудшилась ниже притока Вагай: в районе населен-

ных пунктов Сибиряк, Тобольск, Уват, Горноправдинск. Там наблюдалось экологическое бедствие, которое не смогли исправить относительно чистые притоки Тобол и Демьянка. При этом возможность восстановления зообентоса на участке Уват-Горноправдинск существенно ниже, чем на других участках из-за потенциально бедных глинистых грунтов. Только ниже впадения реки Конда (выше г. Ханты-Мансийск) при детритно-илистом грунте ситуация в реке снова восстановилась до ОУС.

Заключение. В ходе комплексной экспедиции «Пойма-2001» в реке Иртыш и в устьях 6-ти ее притоков было обнаружено 72 вида донных беспозвоночных. Таксономический состав зообентоса притоков и главного русла сходен между собой и характерен для равнинных рек этих широт: основу разнообразия составляют личинки насекомых, моллюски и малощетинковые черви; по количеству лидируют тубифициды и хирономиды.

Наибольшего развития зообентос достигает в р. Омь (с. Андреевка) и на участке р. Иртыш (район с. Курья, 980-860 км от устья). Характер пространственного распределения зообентоса и высокие показатели на благоприятных для него участках свидетельствуют о значительном потенциале самоочищения речной системы: до 14 тыс. экз./м², 16 г/м², 13 видов и 5 семейств на пробу; индекс Шеннона – до 3,2, индекс полидоминантности – до 11,4.

В притоках (кроме р. Туй) наблюдаются лучшие условия для жизни зообентоса, чем в р. Иртыш, где на распределение животных помимо характера грунта влияет и антропогенное загрязнение. Донное население р. Иртыш наиболее угнетено в районе с. Согра (Омская область) и на участке с. Сибиряк – г. Горноправдинск (Тюменская область – ХМАО). По показателям зообентоса вода р. Иртыш выше Омска соответствует III классу качества, от Омска до р. Ишим – IV (с участком VI класса вблизи с. Согра), ниже, до с. Сибиряк – III и далее до р. Конда – IV (с локальным участком III класса при впадении р. Демьянка), ниже, до г. Ханты-Мансийск – IV классу.

Восстановлению донных сообществ реки Иртыш ниже участков антропогенного загрязнения способствуют относительно чистые притоки Омь, Тара, Оша, Ишим, Тобол, Демьянка. Выше впадения реки Тобол оно происходит благодаря илистым донным отложениям. Восстановление донных сообществ Иртыша между притоками Тобол и Конда затруднено из-за бедных глинистых и грунтов и концентрации источников загрязнения (села Сибиряк и Уват, города Тобольск и Горноправдинск). По показателям зообентоса расстояние, на котором на реке дважды мигрируется загрязнение, не превышает 630 км.

Библиографический список

1. Шарапова, Т.А. Зооперифитон внутренних водоемов Западной Сибири. – Новосибирск, 2007.
2. Шарапова, Т.А. Пространственное распределение зооперифитона р. Иртыш // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2011. – № 11.
3. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. – СПб, 1992.
4. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия (утв. Минприроды РФ 30 ноября 1992 г.) [Э/р]. – Р/д: <http://www.priroda.ru/>
5. ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера: правила контроля качества воды водоемов и водотоков. – М., 1982.
6. Китаев, С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. – Петрозаводск, 2007.

Bibliography

1. Sharapova, T.A. Zooperifiton vnutrennikh vodoemov Zapadnoy Sibiri. – Novosibirsk, 2007.
2. Sharapova, T.A. Prostranstvennoe raspredelenie zooperifitona r. Irtysh // Vestnik ehkologii, lesovedeniya i landshaftovedeniya. – 2011. – № 11.
3. Rukovodstvo po gidrobiologicheskomu monitoringu presnovodnikh ehkosistem. – SPb, 1992.
4. Kriterii ocenki ehkologicheskoy obstanovki territoriy dlya vihyavleniya zon chrezvichaynoy ehkologicheskoy situacii i zon ehkologicheskogo bedstviya (utv. Minprirodih RF 30 noyabrya 1992 g.) [Eh/r]. – R/d: <http://www.priroda.ru/>
5. GOST 17.1.3.07-82. Okhrana prirodi. Gidrosfera: pravila kontrolya kachestva vodih vodoemov i vodotokov. – M., 1982.
6. Kitaev, S.P. Osnovih limnologii dlya gidrobiologov i ikhtologov. – Petrozavodsk, 2007.

Статья поступила в редакцию 19.08.14

УДК 56.01/08+561.261

Mitrofanova Ye. Yu., Sutchenkova O.S. DIATOMIC ALGAE IN THE BOTTOM SEDIMENTS OF LAKE TELETSKOYE (ALTAI, RUSSIA) AS INDICATORS OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS DURING THE LAST 2000 YEARS. The scientists reconstruct the rating of pH according to a diatomic analysis for Lake Teletskoye bottom sediments from the underwater Sophia Lepnyova Range. The groups of diatoms in relation to the pH in the interval of the core 0-1000 mm are isolated. The calculated ratings of pH range from 7,51 to 7,69, which corresponds to a weak alkaline environment in the reservoir and does not differ from the recent ones.

Key words: bottom sediments, diatom algae, composition, abundance, Lake Teletskoye, indicators related to pH conditions.

лаженности, оценить колебания уровня воды в водоеме, а также содержание водородного иона, определяющего кислотность или щелочность воды [3-4]. Изучению закисления вод отводится особое внимание ввиду все возрастающей ацидификации водоемов из-за естественных и антропогенных причин [5-6]. Еще в 1930-е гг. среди водорослей были выделены виды, чувствительные к изменению pH воды. Ф. Хустедтом они были объединены в 11 групп: от алкалибионтов, обитающих в водах с pH=8 и более, до ацидобионтов, живущих в кислых водах с pH=5 и менее [7].

Целью данной работы было изучение диатомовых водорослей в донных отложениях глубокого олиготрофного озера Телецкое и анализ доли среди них видов-индикаторов для реконструкции величины pH в водоеме за последние 2000 лет.

Водоемы с ненарушенной экосистемой или минимальным антропогенным воздействием особенно интересны для целей реконструкции изменений любых факторов среды, в том числе и уровня pH, ввиду протекания в них всех процессов естественным путем. Озеро Телецкое (51°31'45"N и 87°42'53"E) относится именно к таким водным объектам. Это глубокий (максимальная глубина 323,3 м) олиготрофный водоем тектонического происхождения, расположенного в горах Алтая на юге Западной Сибири, длиной 78 км и максимальной шириной 5,2 км [8-9].

Донные отложения в оз. Телецкое имеют большую мощность и могут быть использованы при создании региональных высоко-разрешающих реконструкций природной среды. В настоящее время технические возможности гравитационных пробоотборников позволяют отбирать на озере колонки донных отложений длиной около двух метров. Скорость накопления в озере влажного осадка, определенная по ^{137}Cs , варьирует от 2,39 мм/год (в южной котловине, где впадает основной приток озера р. Чулышман) до 1,33 мм/год (в северной котловине, в зоне максимальных глубин) [10]. В 2006 г. был отобран керн донных отложений длиной 1940 мм с подводного хребта С. Лепневой (рис. 1). Данная подводная возвышенность расположена на стыке двух морфометрически разнородных частей озера: южной меридиональной глубоководной (длина около 48 км) и северной широтной мелководной (30 км). Вершина подводного хребта возвышается над дном озера до 211 м.

Скорость осадконакопления на данном участке дна озера – одна из самых низких и составляет 0,3 мм/год [12], или 45 мм/год с учетом влажности осадка. Для крупных и глубоких водоемов характерна различная скорость осадконакопления донных отложений ввиду особенностей морфометрии и гидрологических условий. Так например, для Северного Байкала данная величина составляет 0,705 мм/год, для Среднего – 0,910, для

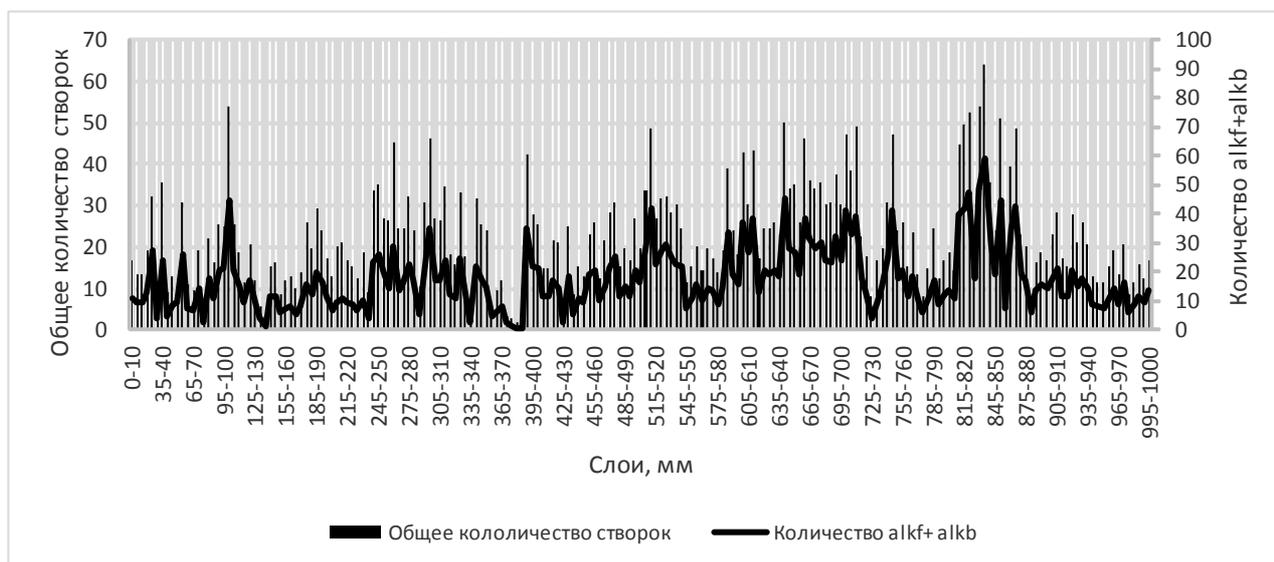


Рис. 2. Общее количество створок диатомовых водорослей и количество группы алкалифилов и алкалибионтов в керне донных отложений оз. Телецкое с подводного хребта С. Лепневой, млн ств./г

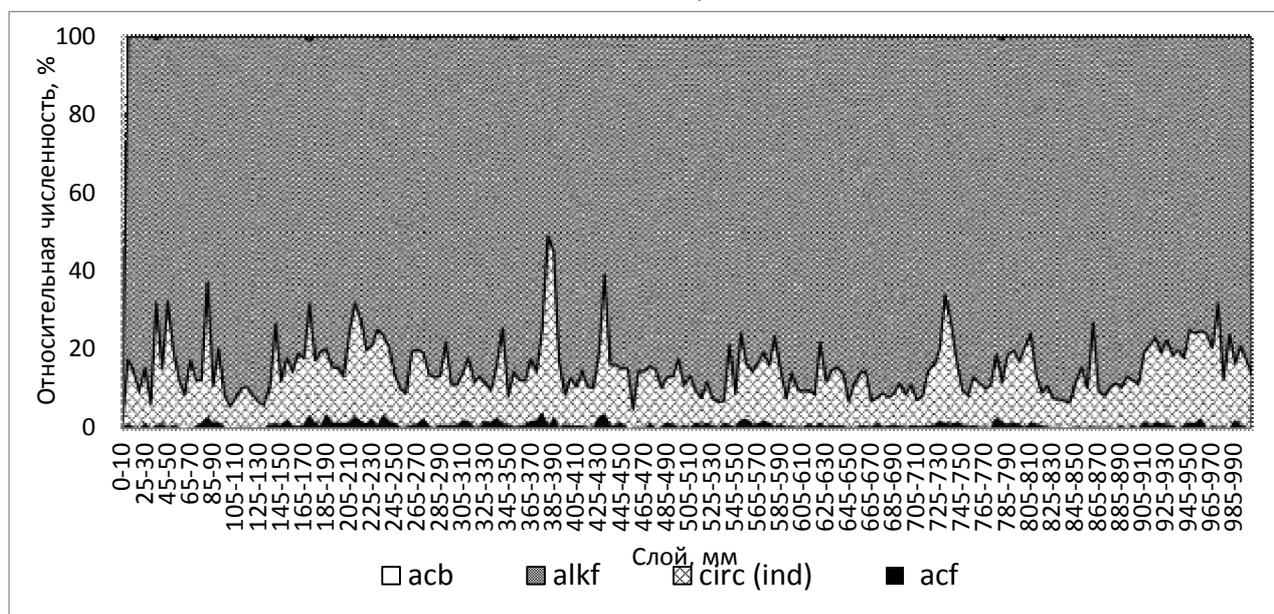


Рис. 3. Доля групп водорослей-индикаторов по отношению к pH в общем количестве их створок в керне донных отложений оз. Телецкое с подводного хребта С. Лепневой

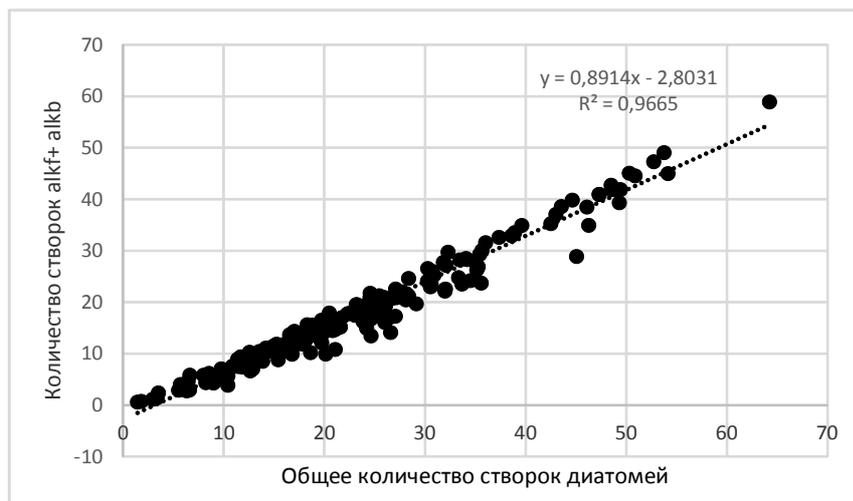


Рис. 4. Зависимость между количеством створок алкалифилов и алкалибионтов и общим числом створок диатомовых водорослей (млн ств./г) в керне донных отложений оз. Телецкое с подводного хребта С. Лепневой

Южного Байкала – 1 мм/год и является максимальной. Скорость осадконакопления на Академическом хребте, отделяющем Северную котловину озера Байкал от Средней, наименьшая – 0,015 мм/год [13]. Исследуемый керн донных отложений оз. Телецкое с подводного хребта вскрывает осадки возрастом около 4 тыс. лет. В основу данной работы положены данные диатомового анализа верхних 1000 мм керна, или последних 2222 ± 11 лет.

Пробы подготавливали и обрабатывали стандартными методами [14-15]. Препараты исследовали с помощью светового микроскопа Nikon H550L. При световом микроскопировании и подсчете учитывали все встреченные панцири диатомовых водорослей, после чего производили пересчет количества створок диатомей на 1 грамм осадка. Идентификацию и систематизацию диатомей проводили с использованием классических и современных определителей, сводок и Атласов [16-21]. Среди диатомовых выделены четыре группы видов-индикаторов pH: alkf – алкалифилы, предпочитающие среду с pH=7, circ (ind) – циркумнейтралы (индифференты), (pH=7), acf – ацидофилы (pH=7), acb – ацидобионты, (pH=5,5). Подсчитано их процентное соотношение в общем количестве створок диатомей-индикаторов содержания водородного иона, что необходимо для реконструкции pH в каждом слое донных отложений и получения общей картины изменения pH на исследованном отрезке керна. Теоретическое значение pH вычисляли на основе уравнения линей-

ной регрессии по индексу В, разработанному для озер Швеции [6]: $V = (\% \text{ circ} + 5\% \text{ acf} + 40\% \text{ acb}) / (\% \text{ circ} + 3,5\% \text{ alkf})$. Нами было использовано уравнение, полученное для одного из озер Кольского Севера [5], сходное с оз. Телецкое по уровню pH:

$$\text{pH} = 7,5 - 0,85 \log V.$$

В изученных слоях керна донных отложений оз. Телецкое с подводного хребта Софьи Лепневой общее количество створок диатомовых водорослей изменялось в значительных пределах – от 0,86 (слой 135-140 мм) до 64,4 млн ств./г (слой 835-840 мм) при среднем значении по исследованному отрезку керна $22,9 \pm 0,78$ млн ств./г (рис. 2). Слои с низким содержанием створок (не более 5 млн ств./г) были немногочисленны: 135-140 мм – 0,86 млн ств./г; 370-375 мм – 3,70; 375-380 мм – 3,20; 380-385 мм – 1,90; 385-390 мм – 1,10 млн ств./г. К слоям с наибольшим количеством створок диатомовых водорослей относятся: 100-105 мм – 54,70 млн ств./г; 510-515 мм – 53,03 млн ств./г; 820-825 мм – 53,01 млн ств./г; 830-835 мм – 54,23 млн ств./г и 835-840 мм – 64,36 млн ств./г.

С общим количеством створок диатомовых водорослей хорошо согласуется количество видов-алкалифилов, т.е. тех водорослей, которые предпочитают слабощелочную среду. На исследованном интервале керна было отмечено преобладание именно алкалифильных видов – от 50,7 % (в слое 375-380 мм) до 95,2 % (в слое 450-455 мм). Это обусловлено развитием аб-

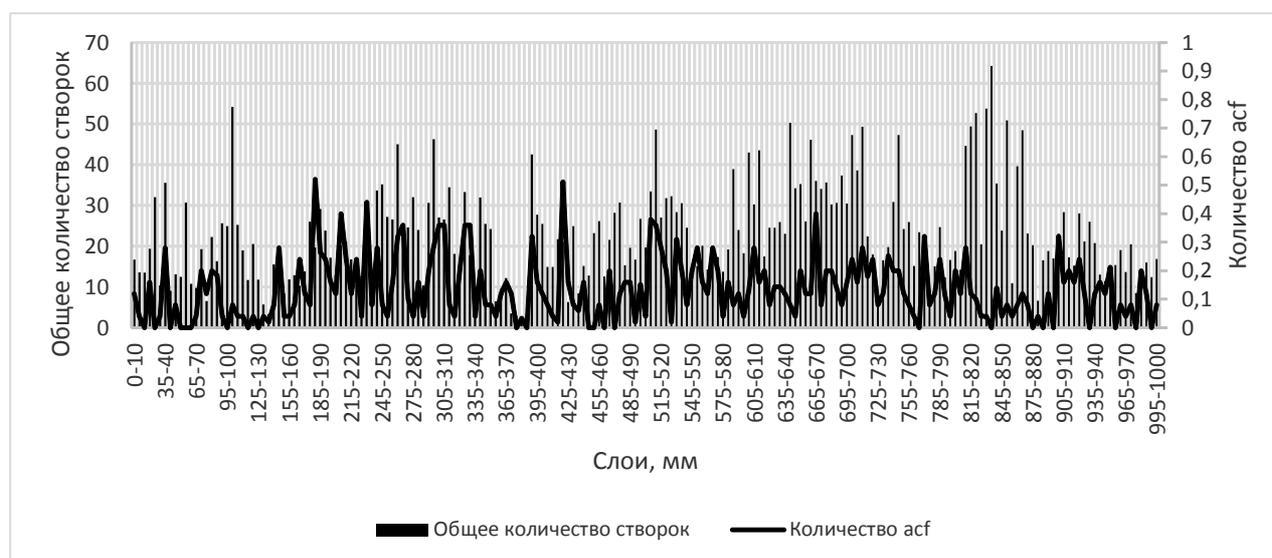


Рис. 5. Общее количество створок диатомовых водорослей и количество ацидофилов в керне донных отложений оз. Телецкое с подводного хребта С. Лепневой, млн ств./г

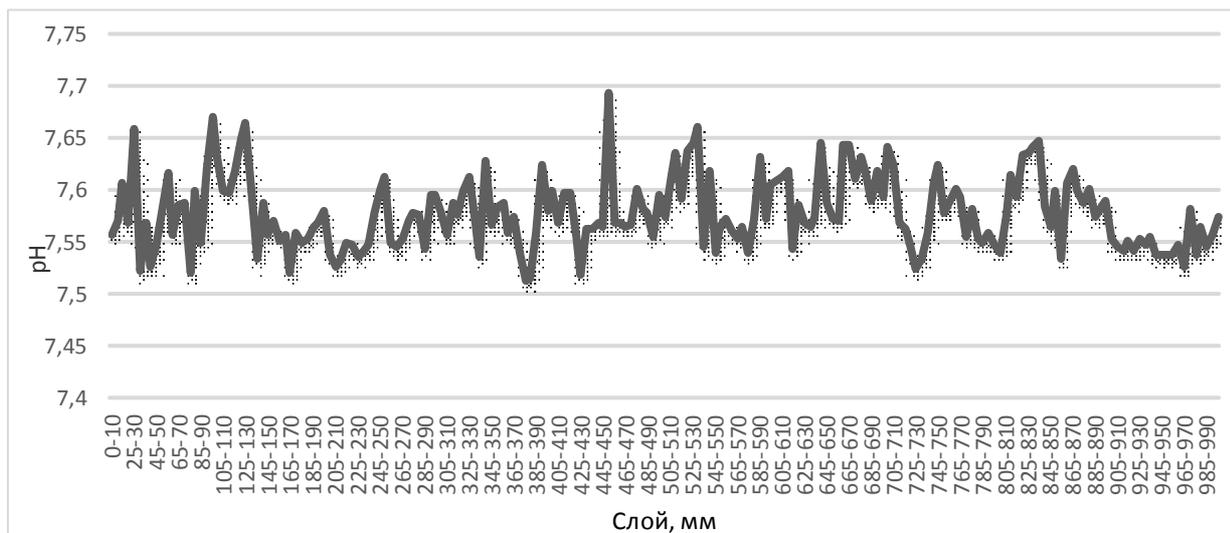


Рис. 6. Реконструированные значения pH для исследованного интервала керн донных отложений оз. Телецкое с подводного хребта С. Лепневой

солотного доминанта донных отложений – *Aulacoseira subarctica* (O. Müll.) Haw., предпочитающей водную среду со значениями pH = 7,3 (рис. 2-3). Коэффициент корреляции количества створок алкалифилов и общего числа створок диатомей составил 0,97, и эта зависимость носила линейный характер (рис. 4).

Кроме *A. subarctica* к алкалифильным видам относятся *Aulacoseira italica* (Ehr.) Sim. (pH = 5,8-8,4), *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Comp. (5-9,5), *Gomphonema olivaceum* var. *olivaceum* (Horn.) Wrib. (7,5-8), *Nitzschia fonticola* Grun. (6-9). Эти виды в диатомоценозах донных отложений занимают субдоминирующие позиции.

Циркумнейтральные (или индифферентные) виды составляют от 4,8 до 49,2% в общем количестве створок диатомей-индикаторов pH. Основными представителями данной группы являются *Cyclotella bodanica* (Grun.) Hakan., *Cymbella sinuata* Greg., *Encyonema ventricosum* (Kütz.) Grun., *Gomphonema ventricosum* Greg., *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Smith, виды родов *Diatoma* Vory и *Pinnularia* Ehr. При этом наблюдается обратная зависимость наличия индифферентов от такового алкалифильных видов: наибольшая доля индифферентов отмечена в слое с наименьшим количеством алкалифилов (слой 375-380 мм), а минимальная доля индифферентов приурочена к максимуму развития алкалифилов (450-455 мм).

Развитие видов, предпочитающих pH меньше 7 (ацидофилы) и pH меньше 5,5 (ацидообиты), возрастает в биоценозах при снижении показателей pH среды. Именно эти группы видов являются наиболее показательными индикаторами при ацидофикации водоемов, ведь первые увеличивают свою численность при снижении pH, а вторые развиваются только в закисленных условиях. Но в оз. Телецкое таких видов немного. На исследованном отрезке керн из 200 слоев ацидофилы отсутствовали в 24, а ацидофобы были обнаружены только в 11 слоях. Количество створок ацидофилов варьировало в разных слоях от 0 до 0,51-0,52 млн ств./г (слои 420-425 мм и 180-185 мм, соответственно) (рис. 5). Количество створок ацидофилов в донных отложениях не коррелирует с общим количеством створок диатомовых водорослей, коэффициент корреляции составил всего 0,25, т.е. появление ацидофилов и ацидофобов в диатомоценозах озера, вероятно, был вызвано не изменением pH среды в водоеме, а попаданием таких видов из расположенных выше по течению водоемов и водотоков заболоченного бассейна. По данным В.В. Селегея и Т.С. Селегей [8] коэффициент заболоченности территории бассейна оз. Телецкое составляет 2,1%.

К группе ацидофилов и ацидофобов относятся виды, которые отмечены в донных отложениях озера эпизодически – *Cyclotella antiqua* (Jouse) Gles., *Aulacoseira distans* (Ehr.) Sim. (pH = 6,9), *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kütz. (5,7), *Frustulia rhomboides* (Ehr.) De Toni (5,5), *Neidium bisulcatum* (Lagerh.) Cl. (5,2) и *Gomphonema parvulum* Kütz. (4,5).

Подсчитанные для каждой группы видов – индикаторов pH среды – доли в общем количестве створок позволили рассчитать индекс В и реконструировать значения pH для каждого из

слоев исследованного отрезка керн донных отложений оз. Телецкое с подводного хребта Софьи Лепневой. Эта величина варьировала в пределах 7,51-7,69 (рис. 6) при среднем значении $7,58 \pm 0,003$, т.е. соответствовала слабощелочной среде. Наименьшее реконструированное значение pH приходится на слой 380-385 мм при низком общем количестве створок диатомей (1,8 млн ств./г) и значительном количестве ацидофилов, в то время как наибольшее pH было подсчитано для слоя 450-455 мм, где было зафиксировано близкое к среднему значению общего количества створок диатомей для исследованного отрезка керн при полном отсутствии ацидофилов (23,23 млн ств./г, среднее для керн – $22,9 \pm 0,78$ млн ств./г).

Сравнивая рассчитанные и современные значения pH, полученные при вертикальном зондировании водной толщи оз. Телецкое в разные годы с помощью зондов, следует отметить, что эти показатели очень близки. Так в районе п. Яйло 26 сентября 1994 г. при замерах до дна (общая глубина 207 м) среднее значение pH для данной вертикали составило $7,77 \pm 0,002$, в придонном слое оно было выше (7,74), чем у поверхности (7,65). При зондировании верхнего 25-метрового слоя на этой же станции 26 августа 2013 г. среднее значение pH было $7,35 \pm 0,04$. В поверхностных слоях водной толщи идут интенсивные процессы окисления органики, что и вызывает некоторое уменьшение значения pH. Этим процессам способствует и достаточное количество растворенного в воде кислорода, содержание которого от поверхности до самых глубоких горизонтов в оз. Телецкое высокое. Например, в августе 2006 г. в пелагиали озера средняя для столба воды концентрация кислорода составила $10,88 \pm 0,38$ мг/л при насыщении $98,3 \pm 0,9\%$.

В целом проведенное исследование диатомовых водорослей в донных отложениях оз. Телецкое для воссоздания уровня pH показало, что резких и кардинальных изменений содержания водородного иона в воде данного водоема за последние чуть более 2000 лет не выявлено. Величина pH была и в настоящее время остается в пределах, соответствующих слабощелочной среде. Незначительные изменения значений pH вследствие появления ацидофилов и ацидообитов в составе диатомоценозов озера могут свидетельствовать, скорее всего, о привносе этих водорослей с заболоченной территории водосборного бассейна озера при увеличении стока. Озеро глубиной более 300 м и объемом около 40 км^3 отличается постоянством среды по показателю pH на протяжении последних 2000 лет.

Авторы признательны проф. Яну Клерксу (Бельгия) и А.В. Дьяченко (ИВЭП СО РАН) за ретроспективные и современные данные по pH в воде оз. Телецкое.

* Работа выполнена при поддержке партнерского проекта фундаментальных исследований СО РАН № 34 «Динамика природной среды Сибири и Дальнего Востока в голоцене и ее сопряженность с глобальными атмосферными процессами: высокоразрешающие реконструкции как функция геохимического отклика современных морских и озерных отложений».

Библиографический список

- Smol, J.P. Tracking long-term changes in climate using algal indicators in lake sediments / J.P. Smol, B.F. Cumming // *J. Phycol.* – 2000. – № 3.
- Дорофеюк, Н.И. Реконструкция природных условий Внутренней Азии в позднеледниковье и голоцене (по материалам диатомового и палинологического анализозерных осадков Монголии): автореф. дис. ... д-ра. биол. наук. – М., 2008.
- Chipman, M.L. A 2000 year record of climate change at Ongoke Lake, southwest Alaska / M.L. Chipman, G.H. Clarke, B.F. Clegg, I. Gregory-Eaves, F.S. Hu // *J. Paleolimnol.*, 2009. – Vol. 41, Is. 1.
- Wolin, J.A. Diatoms as indicators of water-level change in freshwater lakes / J.A. Wolin, J.R. Stone // *The diatoms applications to the environmental and earth Sciences*, E.F. Stoermer and J.P. Smol (eds.). – Cambridge University Press, 2010.
- Моисеенко, Т.И. Горные озера как индикаторы загрязнения воздуха / Т.И. Моисеенко, В.А. Даувальтер, Л.Я. Каган // *Водные ресурсы.* – 1999. – № 5. – Т. 24.
- Renberg J., Hellberg T. The pH history of lakes in south-western Sweden, as calculated from the subfossil diatom flora of the sediments / J. Renberg, T. Hellberg // *AMBIO.* – 1982. – Vol. 11.
- Баринаова, С.С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / С.С. Баринаова, Л.А. Медведева, О.В. Анисимова. – Тель Авив, 2006.
- Селегей, В.В. Телецкое озеро / В.В. Селегей, Т.С. Селегей. – Л., 1978.
- Selegei, V. Physical and geological environment of Lake Teletskoye / V. Selegei, B. Dehandschutter, J. Klerks, A. Vysotsky // *Annales Sciences Geologiques.* – 2001. – Vol. 105.
- Калугин, И.А. Паводковая периодичность в Телецком озере, обусловленная региональными колебаниями климата на юге Сибири за последние 570 лет / И.А. Калугин, В.В. Селегей, В. Бобров, С. Воробьева, С. Кривоногов // *Проблемы реконструкции климата и природной среды голоцена и плейстоцена Сибири.* – Новосибирск, 2000.
- Селегей, В.В. Телецкое озеро: очерки истории: в 3 кн. – Барнаул, 2011. – Кн. 3.
- Калугин, И.А. 3000-летняя реконструкция среднегодовых температур Алтайского региона по литолого-геохимическим индикаторам донных осадков оз. Телецкое / И.А. Калугин, А.В. Дарин, В.В. Бабич // *Докл. АН.* – 2009. – № 4. – Т. 426.
- Вологина, Е.Г. Особенности осадконакопления в озере Байкал в голоцене / Е.Г. Вологина, М. Штурм, С.С. Воробьева, Л.З. Гранина, С.Ю. Тошакон // *Геология и геофизика.* – 2003. – № 5. – Т. 44.
- Водоросли. Справочник / С.П. Вассер, Н.В. Кондратьева, Н.П. Масюк [и др.] – Киев, 1989.
- Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). – Л., 1974. – Т. I.
- Забелина, М.М. Диатомовые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР / М.М. Забелина, И.А. Киселев, А.И. Прошкина-Лавренко [и др.]. – М., 1951. – Вып. 4
- Hartley, B. An atlas of British diatoms. – Bristol: Biopress Ltd., 1996.
- Krammer, K, Lange-Bertalot H. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2, Bacillariophyceae. Teil 1. Naviculaceae. – Stuttgart: Gustav Fischer Verl., Jena. 1986.
- Krammer, K, Lange-Bertalot H. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2, Bacillariophyceae. Teil 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. – Stuttgart: G. Fischer; Jena, 1988.
- Krammer, K, Lange-Bertalot H. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2. Bacillariophyceae. Teil 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. – Stuttgart: G. Fischer; Jena, 1991.
- Krammer, K, Lange-Bertalot H Süßwasscrflora von Mitteleuropa. Bd. 2. Bacillariophyceae. Teil 4. Achnanthaceae. – Stuttgart: G. Fischer; Jena, 1991.

Bibliography

- Smol, J.P. Tracking long-term changes in climate using algal indicators in lake sediments / J.P. Smol, B.F. Cumming // *J. Phycol.* – 2000. – № 3.
- Dorofeyuk, N.I. Rekonstrukciya prirodnykh usloviy Vnutrenneyj Azii v pozdnelednikovje i golocene (po materialam diatomovogo i palinologicheskogo analizozernnykh osadkov Mongolii): avtoref. dis. ... d-ra. biol. nauk. – M., 2008.
- Chipman, M.L. A 2000 year record of climate change at Ongoke Lake, southwest Alaska / M.L. Chipman, G.H. Clarke, B.F. Clegg, I. Gregory-Eaves, F.S. Hu // *J. Paleolimnol.*, 2009. – Vol. 41, Is. 1.
- Wolin, J.A. Diatoms as indicators of water-level change in freshwater lakes / J.A. Wolin, J.R. Stone // *The diatoms applications to the environmental and earth Sciences*, E.F. Stoermer and J.P. Smol (eds.). – Cambridge University Press, 2010.
- Moiseenko, T.I. Gornije ozera kak indikatorih zagryazneniya vozdukh / T.I. Moiseenko, V.A. Dauvaltjer, L.Ya. Kagan // *Vodnihe resursih.* – 1999. – № 5. – Т. 24.
- Renberg J., Hellberg T. The pH history of lakes in south-western Sweden, as calculated from the subfossil diatom flora of the sediments / J. Renberg, T. Hellberg // *AMBIO.* – 1982. – Vol. 11.
- Barinova, S.S. Bioraznoobrazie vodoroslej-indikatorov okruzhayutheyj sredih / S.S. Barinova, L.A. Medvedeva, O.V. Anisimova. – Telj Aviv, 2006.
- Selegey, V.V. Teleckoe ozero / V.V. Selegey, T.S. Selegey. – L., 1978.
- Selegei, V. Physical and geological environment of Lake Teletskoye / V. Selegei, B. Dehandschutter, J. Klerks, A. Vysotsky // *Annales Sciences Geologiques.* – 2001. – Vol. 105.
- Kalugin, I.A. Pavodkovaya periodichnostj v Teleckom ozere, obuslovlennaya regionalnyimi kolebaniyami klimata na yuge Sibiri za poslednie 570 let / I.A. Kalugin, V.V. Selegey, V. Bobrov, S. Vorobjeva, S. Krivonogov // *Problemih rekonstrukcii klimata i prirodnoj sredih golocene i plejstocene Sibiri.* – Novosibirsk, 2000.
- Selegey, V.V. Teleckoe ozero: ocherki istorii: v 3 kn. – Barnaul, 2011. – Kn. 3.
- Kalugin, I.A. 3000-letnyaya rekonstrukciya srednegodovykh temperatur Altajskogo regiona po litologo-geokhimicheskim indikatoram donnykh osadkov oz. Teleckoe / I.A. Kalugin, A.V. Darjin, V.V. Babich // *Dokl. AN.* – 2009. – № 4. – Т. 426.
- Vologina, E.G. Osobennosti osadkonakopleniya v ozere Bayjkal v golocene / E.G. Vologina, M. Shturm, S.S. Vorobjeva, L.Z. Granina, S.Yu. Tothakov // *Geologiya i geofizika.* – 2003. – № 5. – Т. 44.
- Vodorosli. Spravochnik / S.P. Vasser, N.V. Kondratjeva, N.P. Masyuk [i dr.] – Kiev, 1989.
- Diatomovihe vodorosli SSSR (iskopaemihe i sovremennihe). – L., 1974. – Т. I.
- Zabelina, M.M. Diatomovihe vodorosli. Opredelitelj presnovodnykh vodoroslej SSSR / M.M. Zabelina, I.A. Kiselev, A.I. Proshkina-Lavrenko [i dr.]. – M., 1951. – Vihp. 4
- Hartley, B. An atlas of British diatoms. – Bristol: Biopress Ltd., 1996.
- Krammer, K, Lange-Bertalot H. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2, Bacillariophyceae. Teil 1. Naviculaceae. – Stuttgart: Gustav Fischer Verl., Jena. 1986.
- Krammer, K, Lange-Bertalot H. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2, Bacillariophyceae. Teil 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. – Stuttgart: G. Fischer; Jena, 1988.
- Krammer, K, Lange-Bertalot H. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 2. Bacillariophyceae. Teil 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. – Stuttgart: G. Fischer; Jena, 1991.
- Krammer, K, Lange-Bertalot H Süßwasscrflora von Mitteleuropa. Bd. 2. Bacillariophyceae. Teil 4. Achnanthaceae. – Stuttgart: G. Fischer; Jena, 1991.

Статья поступила в редакцию 19.08.14