

ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ И КОЛЕБАНИЯ УРОВНЕЙ ОЗЕР БЕЛАРУСИ В ПОСЛЕЛЕДНИКОВЫЙ ПЕРИОД

Sediment cores from six lakes in northern, central, and southern Belarus were examined to establish correlations between changes in lake conditions and catchment evolution since the Older Dryas. Detailed studies were conducted in three areas with highly different landscape development history. Common patterns and synchronism in lake sedimentation and fluctuations are more diverse during the Late Glacial and early Holocene, mainly due to the general tendency of climate warming at the beginning of the post-glacial epoch and disappearance of permafrost, which led to the increase in infiltrating processes. During the latter half of the Holocene lake level changes were asynchronous in different regions of Belarus. At that time most of the existing differences were caused by local factors.

В практике реконструкций палеогеографических событий прошлого важное значение имеют данные, полученные при изучении озерных отложений (Дигерфельдт, Буркхард, Харрисон, Пуннинг, Тарасов, Стракель, Хотинский, Субетто и др.). В этом аспекте озера Беларуси не являются исключением. Результаты комплексных исследований озерных аккумуляций используются белорусскими специалистами в научных направлениях, связанных с восстановлением истории растительности, климата для установления возраста озер и динамики уровней, определения характера озерного седиментогенеза на отдельных этапах позднеледниковья и голоцена (Якушко, 1981; Еловичева, 1987, 2001; Жуховицкая и др., 1991, 1998; Зерницкая, 2003, 2004; Власов, 2004; Махнач, 2004 и др.). Цель настоящей статьи – выявление общих закономерностей изменения уровней в послеледниковый период на основании обобщения имеющегося хроностратиграфического и литолого-геохимического материала по озерам из различных геоморфологических областей Беларуси.

При изучении истории развития озер, в том числе границ хронозон, были использованы стандартные методы – палинологический (Я.К. Еловичева, В.П. Зерницкая); геохимический (А.Л. Жуховицкая, М.П. Оношко); изотопно-кислородный (Н.А. Махнач) и радиоуглеродный (Н.Д. Михайлов и др.).

В качестве показателей фаз развития водоемов были взяты данные о распределении основных осадкообразующих пород, а также органического вещества, микро- и макроэлементов. Информативность геохимических индикаторов зависит от характера осадочного комплекса водосбора, генезиса котловин озер и места заложения скважин. При индикации генезиса осадков использовались главные литолого-геохимические характеристики: песок, глина, ил опесчаненный, ил глинистый, кремнеземистый сапропель, тонкодетритовый сапропель, карбонатный сапропель. Тонкодетритовый сапропель характеризуется повышенным содержанием органического вещества (более 50 %), в составе которого находятся остатки макрофитов и планктона. Основной минеральный компонент кремнеземистого сапропеля – SiO_2 (50÷80 %) при общем снижении доли органического вещества. Поступление кремния в озеро связано с поверхностным стоком и абразионными процессами. Главный минеральный компонент карбонатного сапропеля – CaCO_3 (30÷70 %). Опесчаненный ил характеризуется низким содержанием ор-

ганического вещества (менее 15 %) с преобладанием SiO_2 (более 80 %), глинистый ил – высоким содержанием глинистых или пелитовых частиц с повышенным содержанием Al_2O_3 до 10÷12 % в минеральной части при одновременном снижении SiO_2 . Органическое вещество в нем также не превышает 15 % [1].

При стратификации отложений на основе пыльцевых и радиоуглеродных данных (^{14}C year BP) была использована Европейская континентальная стратиграфическая схема позднеледниковья и голоцена [2], которая незначительно отличается от белорусской стратиграфической шкалы [3].

Неоднократные изменения климатических условий в течение послеледникового времени, фиксируемые в пыльцевых диаграммах, не всегда находят отражение в определении колебаний уровней озер. Вместе с тем на основании результатов хроностратиграфических и литолого-геохимического анализов наиболее изученных разрезов озер Лозовики, Кривое (Белорусское Поозерье), Межузол, Судoble (Центрально-Белорусские возвышенности и равнины), Бобровичское, Олтушское (Белорусское Полесье) сделаны попытки реконструкции изменений озерных уровней и седиментации. Базальный горизонт изученных разрезов представлен главным образом песками различного гранулометрического состава. В верхней части они, как правило, грязно-серого цвета, мелкой и средней зернистости, а ниже по разрезу становятся светло-желтыми и более грубозернистыми с включением гальки, что указывает на их перемытость. Данный тип осадков свидетельствует об усилении поверхностного стока талых вод с водосборов в позднеледниковую эпоху [4]. Седиментация песков происходила в условиях сурового климата с наличием мерзлотных грунтов, уровень залегания которых понижался в относительно теплые сезоны, охватывающие ранний дриас – бёллинг. В доаллередское время преобладали высокие озерные уровни, что, по всей видимости, было обусловлено наличием многолетней мерзлоты, препятствующей интенсивной инфильтрации поверхностных вод в породы водосбора.

На песках часто залегает слой разновозрастного торфа, приуроченный к сублиторальным частям озерной котловины. Формирование торфа в ряде озер началось в раннем дриасе, но в большинстве разрезов первые находки торфа, залегающего на базальных слоях, начали накапливаться в позднем дриасе. В разрезе Лозовики он датируется около 13,0 ka BP [5], в оз. Межузол и оз. Судoble – приблизительно 11,5 ka BP [6, 7], а в осадках озер Кривое и Олтушское соответствует началу пребореального этапа (10,2÷9,8 ka BP) [8, 9]. Аналогичные слои торфа были обнаружены и в других озерах Беларуси: Червоное – 10 190±120 ^{14}C BP (Vs-160), Мошно 10 060±120 ^{14}C BP (Vs-108), на склоне котловины оз. Нарочь 10 330±100 ^{14}C BP (ТА-223) [10]. Ботанический состав торфа представлен гипновым, осоково-гипновым или сфагново-гипновым мхом [11]. Находки слоев торфа послужили основанием для формирования мнения о существовании «безводных» стадий в развитии озер Беларуси [12]. Однако согласно пыльцевому методу датирования следует отметить разный возраст этого торфа и значительное количество озер, в которых непрерывное накопление терригенно-хемогенных отложений стартует с раннего дриаса – бёллинга (разрезы Церковное, Песочное, Малое, Лочинское, Долгое, Дривяты, Селяхи и др.) [13]. С учетом сказанного генезис базальных слоев торфа мог быть связан с проявлением гляциокарстовых (в зоне последнего оледенения) и термокарстовых (за пределами зоны оледенения) процессов в позднеледниковье, а также с синхронной регрессией уровней озер, вызванной потеплением климата и окончательной деградацией мерзлотных грунтов на рубеже позднего дриаса и пребореала. В периоды потепления в позднеледниковье (аллеред) – начале голоцена (ранний пребореал) происходила активизация процессов разгрузки талых вод многолетней мерзлоты, что приводило к снижению уровней водоемов за счет усиления процессов инфильтрации в рыхлые четвертичные породы, представленные в большинстве разрезов преимущественно водно-ледниковыми песками.

Похолодание в позднем дриасе, вероятно, сопровождалось увеличением влажности климата и подъемом уровней ряда озер. В это время в водоемах Межузол и Лозовики усиление грунтового питания обусловило поступление карбонатного и терригенного материала, исчезновение торфа и начало формирования озерных отложений [5, 6]. Высокие уровни в это время отмечаются также в озерах Судoble и Олтушское, что связано с характером осадконакопления.

Из описания разрезов озер Лозовики, Межузол, Бобровичское, Олтушское видно, что минеральные и органоминеральные отложения позднеледниковья перекрываются породами карбонатного состава (карбонатный сапропель, CaCO_3 до 70 %). Одновременно с потеплением климата в начале голоцена усиливалось выщелачивание карбонатной морены. В эпоху седиментации карбонатных осадков озера имели характер олиготрофно-мезотрофных водоемов с низким содержанием органического вещества в донных отложениях [1]. Важное значение при этом приобретали морфологические осо-

бенности озерных котловин и литология пород водосбора. В пределах Поозерской и Полесской областей Беларуси процесс карбонатонакопления в послеледниковое время протекал с различной степенью интенсивности, что не следует связывать лишь с климатическими причинами. По-видимому, основное значение приобретают азональные факторы: геоморфологическое строение территории, литология пород водосбора и его гидрогеологические особенности, изостатическое опускание-поднятие земной коры, внутренние процессы в озере. Начало голоцена отмечено стабилизацией или понижением водных уровней в озерах на севере (Лозовики, Кривое) и юге (Олтушское) Беларуси. Как правило, уже с середины пребореала фиксируется медленное равномерное повышение уровней без значительных колебаний, вызванное достижением определенного равновесия между уровнями озерным и грунтовых вод. Повышение выявляется сменой отложений торфа озерными осадками (органоминеральные и карбонатные сапропели), а также величинами $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^{13}\text{C}$ в карбонатных осадках оз. Лозовики [14].

С середины бореала происходит формирование торфа в осадках оз. Бобровичское и значительное увеличение содержания органики в озерных осадках оз. Олтушское, что свидетельствует о преобладании низких уровней в озерах на юге Беларуси. С конца бореала до середины атлантики в составе карбонатного сапропеля оз. Лозовики повышается содержание органического вещества, что наравне с изменениями величин $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^{13}\text{C}$ [14] подтверждает тенденцию падения уровней в этом водоеме. Вместе с тем в озерах Кривое и Бобровичское снижение органики в осадках этого времени свидетельствует о повышении уровней.

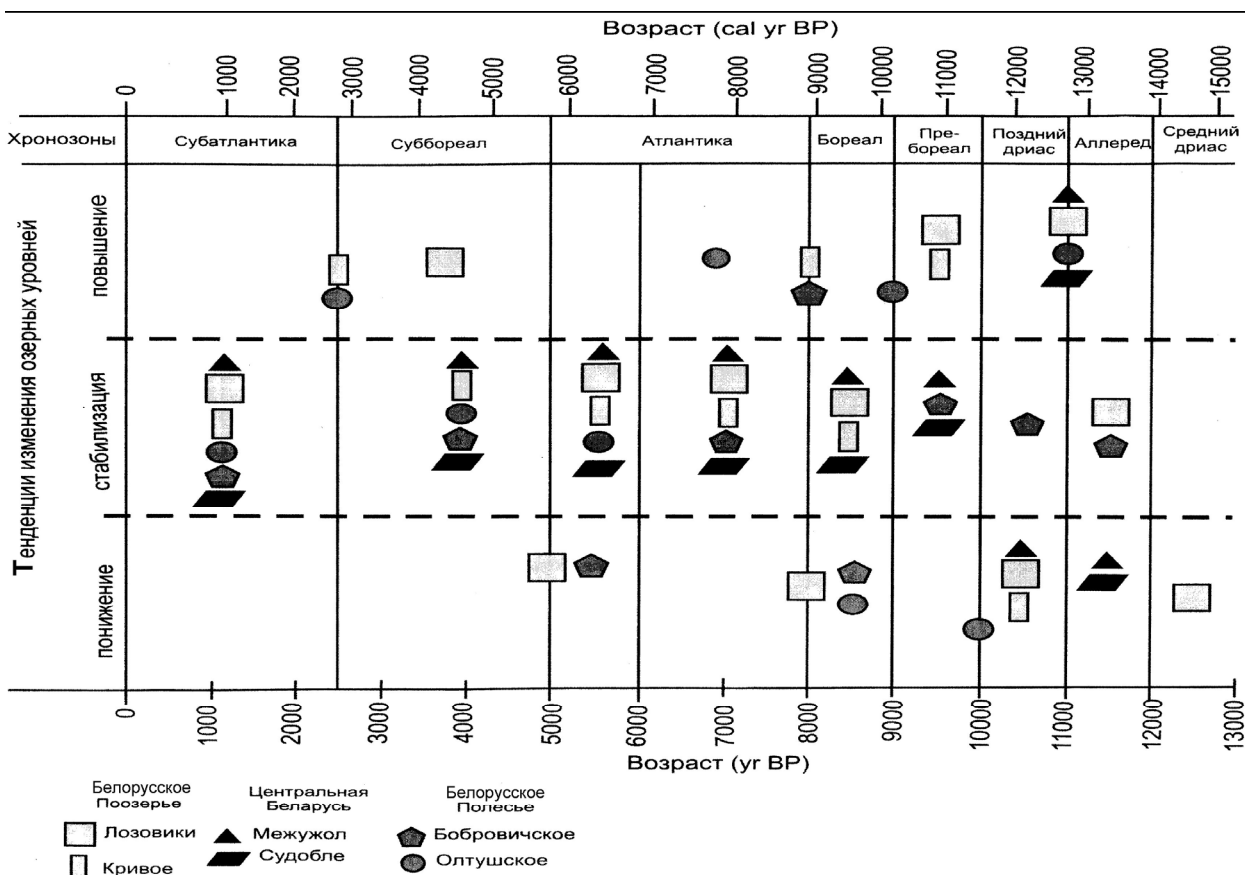
В бореальное и атлантическое время в особенностях осадконакопления озер важную роль начинал играть климатический (усиление или ослабление аридизации) и литологический (выщелачивание пород водосбора) факторы, а также эволюционное развитие водоемов, выражающееся в повышении их трофности. Совокупность этих процессов способствовала постепенной смене в осадконакоплении ряда озер, где преобладающий с бореального времени карбонатный компонент озерных осадков к середине атлантики сменился органоминеральным (Лозовики, Бобровичское, Олтушское), господствующим в озерах Беларуси по настоящее время. Причины смены карбонатных отложений органическими были комплексными: выщелачивание водосборных территорий, повлекшее за собой сокращение притока жестких вод; похолодание в начале суббореального периода, определившее прекращение или замедление формирования озерных карбонатов; повышение трофического статуса вследствие «старения» озер [15]. Процесс эвтрофирования начал активно проявляться в среднем голоцене вследствие продолжающегося потепления климата и развития растительной и животной жизни в озерах. Это привело к значительному накоплению в гипolimнионе отмерших органических остатков, разложение которых сопровождалось потреблением кислорода и выделением свободной углекислоты. Одновременно с уменьшением привноса карбонатных продуктов поверхностными и грунтовыми водами в связи со значительным выщелачиванием моренных пород карбонатное равновесие в водной массе озер нарушилось: перенасыщение сменилось недонасыщением, начался этап преобладания SiO_2 в зольной части донных отложений и образование органоминеральных сапропелей [4], общая мощность которых нередко превышает 4÷5 м. В верхней части органоминерального горизонта содержание карбонатов всегда низкое и не превышает 5÷6 % [8].

Характер осадконакопления второй половины голоцена свидетельствует о преобладании стабильных уровней в большинстве изученных озер. В поздней атлантике отмечается некоторое увеличение органики в осадках оз. Бобровичское, что можно объяснить понижением его уровня. В суббореальное время в донных осадках некоторых озер отмечаются горизонты отложений с пониженной концентрацией органического вещества при одновременном повышении содержания терригенного, что может быть связано с повышением уровней. В конце суббореала – начале субатлантики высокие уровни отмечаются в озерах Кривое и Олтушское, о чем свидетельствует сокращение органики и увеличение терригенного материала в их донных осадках.

В начале суббореала в осадках оз. Лозовики начинает аккумулироваться торф, что также свидетельствует о низких уровнях. В дальнейшем в торфе суббореального возраста около 3,4 ка ВР были выявлены слои тонкодетритового сапропеля, подтверждающие возможность повышения уровня водоема. В течение ранней и средней субатлантики в прибрежной части озера накапливается древесный торф, который в конце субатлантики (1030 ± 50 years ВР) сменяется сфагновым торфом. Появление сфагновых сплавин может служить свидетельством трансгрессивной стадии в развитии водоема [5].

В субатлантике уровни большинства озер, по всей видимости, оставались стабильными, что подтверждается однородным составом озерных осадков. Увеличение минеральной фракции в отложениях оз. Бобровицкое, вероятно, связано с активизацией антропогенного воздействия.

Как видно из описания, во всю послеледниковую эпоху характер осадконакопления, отражающий положение уровней озер Беларуси, выявляет ряд общих закономерностей (рисунок).



Реконструкция изменения озерных уровней в послеледниковый период

Изменения озерных уровней в геоморфологических областях Беларуси в позднеледниковье и раннем голоцене отличаются большей синхронностью, чем в более поздние средне- и позднеголоценовые периоды. В первую очередь это связано с общей тенденцией потепления климата в начале послеледниковой эпохи и исчезновением многолетней мерзлоты, повлекшими усиление инфильтрационных процессов. В аллереде в ряде озер преобладают низкие уровни. В первой половине позднего дриаса в большинстве изученных озер отмечается трансгрессия. С середины дриаса и в начале голоцена фиксируются низкие уровни, которые к середине пребореала вновь сменяются трансгрессией. Кроме этого, в ряде озер происходила трансгрессия уровней в течение бореала. Последующей в атлантике стабилизации озерных уровней способствовали процессы кольматации и установление гидростатического равновесия с положением уровня грунтовых вод. В течение второй половины голоцена (более 8000 лет назад) озерные уровни характеризовались асинхронными движениями в различных регионах Беларуси. В это время, по всей видимости, большинство существующих различий были обусловлены местными локальными факторами (литология пород водосбора; морфологическое строение и морфометрия рельефа водосбора; положение уровня грунтовых вод; общее положение водоема в гидрологической сети; конфигурация и степень расчлененности водосбора; генезис и форма озерной котловины; интенсивность водообмена; скорость эволюционного развития водоема и др.). Указанные предположения достаточно сложно объяснить, основываясь исключительно на хроностратиграфических и литолого-геохимических данных изучения донных осадков. Здесь необходим более комплексный подход к исследованию с учетом в первую очередь гидрогеологических и геолого-геоморфологических особенностей строения водосбора. Необходимо иметь в виду и возможные не-

точности при проведении радиоуглеродных датировок, в особенности карбонатных осадков, где могут быть определенные невязки, обусловленные фактором «жесткой воды».

Следует отметить, что по мере заполнения водоемов озерными осадками уменьшалась степень инфильтрации вод. В первую очередь это проявлялось в озерах, где формировались мощные толщи плотных карбонатных осадков. Кроме этого, озера на севере Беларуси, водосборы которых сложены водоупорными моренными суглинками, были наименее чувствительны к ослаблению процессов инфильтрации. Этот фактор наряду с их положением в четко выраженных глубоковрезанных ледниковых котловинах, а также наличие возвышенных водосборов создавали наиболее чувствительный к климатическим изменениям (снижение испарения, увеличение количества осадков) режим колебания уровней. И наоборот, слабо выраженные в рельефе озерные котловины в центре и на юге Беларуси плохо отражают резкие подъемы уровня воды из-за пониженных заболоченных и залесенных водосборов.

1. Жуховицкая А.Л., Генералова В.А. Геохимия озер Белоруссии. Мн., 1991.
2. Mangerud J., Andersen S.T., Berglund B.E., Donner J.J. // *Boreas* 3. 1974. № 1-2. P. 78.
3. Зерницкая В.П., Матвеев А.В., Махнач Н.А., Михайлов Н.Д. // *Литосфера*. 2005. № 1 (22). С. 157.
4. Якушко О.Ф. Озероведение: География озер Белоруссии. Мн., 1981.
5. Зерницкая В.П., Жуховицкая А.Л., Власов Б.П., Курзо Б.В. Озеро Долгое. Мн., 2001.
6. Зерницкая В.П., Колковский В.М. // Теоретические и прикладные проблемы современной лимнологии. Мн., 2003. С. 155.
7. Elovicheva Ya.K., Bogdel I. // *Palaeohydrology of the Temperate Zone III, Mires and Lakes*. Tallinn, 1987. P. 152.
8. Жуховицкая А.Л., Власов Б.П., Курзо Б.В., Кузнецов В.А. Озерный седиментогенез в голоцене Беларуси. Мн., 1998.
9. Еловичева Я.К. Палинология позднеледниковья и голоцена Беларуси. Мн., 1993.
10. Якушко О.Ф., Раневский А.Н., Жуховицкая А.Л. и др. // *История озер Восточно-Европейской равнины*. СПб., 1992. С. 122.
11. Еловичева Я.К. Эволюция природной среды антропогена Беларуси. Мн., 2001.
12. Власов Б.Н. Антропогенная трансформация озер Беларуси. Мн., 2004.
13. Величкевич Ф.Ю., Зерницкая В.П., Крутоус Э.А. и др. Палеогеография кайнозоя Беларуси / Под ред. А.М. Матвеева. Мн., 2002.
14. Makhnach N., Zernitskaja V., Kolosov I., Simakova G. // *Palaeogeography. Palaeoclimatology. Palaeoecology*. 2004. № 209. P. 73.
15. Махнач Н. Аутигенные карбонатные минералы в четвертичных отложениях Беларуси. Мн., 2007. С. 215.

Поступила в редакцию 28.12.09.

Алексей Александрович Новик – кандидат географических наук, старший преподаватель кафедры общего землеведения.