

УДК 551.481.1(476)+551.794

О. Ф. ЯКУШКО, З. К. КАРТАШЕВИЧ, А. М. МАКРИЦКИИ

## ИЗМЕНЕНИЕ СЕДИМЕНТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ОЗЕРАХ БЕЛОРУССИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА

Вопросам современного осадконакопления в озерах гумидной зоны посвящена обширная литература. Достаточно подробно изучены процессы седиментогенеза и в водоемах Белорусского Поозерья [1—3].

Основной зональной особенностью современной седиментации является накопление органического вещества [4]. Увеличению содержания органической фракции в донных отложениях во многом способствует хозяйственная деятельность человека: усиленная распашка, мелиоративные работы на водосборах, строительство животноводческих комплексов, рекреация. В результате увеличивается привнос биогенных элементов, что стимулирует развитие планктона и накопление органического вещества в воде и осадках. Так, А. А. Гарункштис указывает, что в водоемах Литвы, испытывающих усиленную антропогенную нагрузку, вместо карбонатов стали отлагаться органические вещества в виде тонкодетритового сапропеля [5]. Мюллер [6] на примере оз. Боденского отмечает высокую скорость седиментации, начиная с 60-х годов, а также повышенное содержание биогенных элементов и карбонатов в современных осадках. Усиление седиментации биогенного кальцита связывается с возросшей интенсивностью фотосинтеза фитофлуктона, что явилось реакцией озера на усиление фосфатной нагрузки.

Процессу антропогенного эвтрофирования в большей степени подвержены мелководные водоемы, способность к самоочищению которых невелика. Глубокие мезотрофные озера даже в современных условиях нередко являются накопителями кластогенного материала и высокозольных илов. Отличительной особенностью озер Белорусского Поозерья следует считать образование в некоторых из них карбонатного вещества. Напомним, что для накопления  $\text{CaCO}_3$  в естественных условиях пресноводных водоемов Н. М. Страховым в 1951 г. были выделены 4 основных фактора: давление  $\text{CO}_2$  в воздухе и концентрация  $\text{CO}_2$  в водном растворе, температура воды, содержание и состав солей, растворенных в озерной воде, влияние «живого вещества» [7].

К числу «внешних условий», обеспечивающих возможность образования карбонатных сапропелей, следует отнести наличие кальция в породах водосбора. Это явилось причиной распространения типичных озер-карбонатонакопителей в западной части Белоруссии (Нарочь, Мядель, Глубля, Белое, Долгое и др.) [3, 8].

Однако поступления  $\text{CaCO}_3$  в водоем еще недостаточно для стабилизации его в осадке. «Внутренние» условия озерного водоема для реализации этого процесса разработаны в трудах О. А. Алекина и Н. П. Моричевой [9], а для озер Белоруссии изучены А. Л. Жуховицкой [10]. В качестве показателя состояния карбонатной системы обычно применяют величины  $\text{CO}_2$  агрессивной и степень насыщенности воды карбо-

натом кальция. В том случае, когда  $\text{CO}_2$  свободная больше  $\text{CO}_2$  равновесной,  $\text{CaCO}_3$  в озере находится в растворенном состоянии. Если же количество  $\text{CO}_2$ , найденное в воде, меньше  $\text{CO}_2$  равновесной,  $\text{CaCO}_3$  перенасыщает воду и выпадает в осадок. Равенство свободной и равновесной  $\text{CO}_2$  соответствует равновесному состоянию карбонатной системы. Таким образом, в самом водоеме должен сформироваться комплекс благоприятных физико-химических и биологических условий: режим свободной углекислоты и ее форм, температурные условия, величина минерализации водной массы.

Зона карбонатообразования наиболее стабильна в верхних слоях глубоких олиго- или мезотрофных водоемов, где соответствующие гидрохимические условия и относительно слабое развитие органической жизни обеспечивает устойчивость карбонатно-кальциевой системы в течение всего года. В таких озерах при достаточном поступлении карбонатного материала возможна стабилизация  $\text{CaCO}_3$  в донных отложениях.

Классическим примером озер карбонатнакопителей может служить оз. Нарочь. Карбонатные сапропели в оз. Нарочь и ему подобных отмечаются прежде всего высоким содержанием  $\text{CaO}$ , достигающим 50%. Они имеют грязно-белый цвет, кашеобразную консистенцию, при высыхании твердеют, но легко разрушаются при растирании. Карбонатные сапропели наблюдаются на плоских литоральных и sublиторальных участках на глубинах 1—6 м и сопровождаются распространением харовых водорослей.

В некоторых озерах Белоруссии в составе сапропелей количество  $\text{CaO}$  и  $\text{SiO}_2$  примерно одинаково (около 25—30%). Такие осадки относятся к числу смешанных сапропелей [3, 8].

Наконец, выделяется разновидность сапропелей с повышенным содержанием карбонатов, в которых  $\text{CaO}$  составляет от 10 до 20%. Нередко в этом типе отложений отмечается высокое содержание органического вещества. Они отличаются темным оливковым цветом, жидкой консистенцией, высокой естественной влажностью.

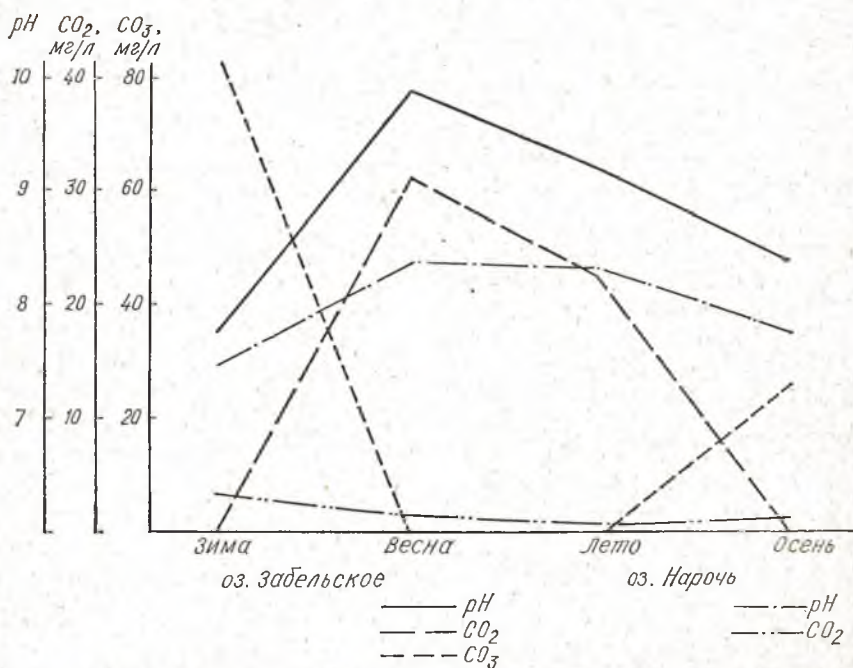


Рис. 1. Сезонные колебания pH,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}_3$  в озерах Забельском и Нарочь (1978)

В последнее десятилетие при выполнении работ по паспортизации озер Белоруссии Отраслевой научно-исследовательской лабораторией озераедения БГУ имени В. И. Ленина выявилось, что во многих мелководных озерах, испытывающих усиленную антропогенную нагрузку, верхний слой отложений представлен органическими сапропелями с повышенным содержанием карбоната кальция. Эта особенность ярко выражается в гиперэвтрофных озерах. Из 28 водоемов такого типа отложения с повышенным содержанием кальция встречаются в 40% озер.

Такое положение казалось бы противоречит классической теории образования карбонатных сапропелей. В данной работе сделана попытка обосновать это явление на примере гиперэвтрофного оз. Забельского, в котором современные осадки — сапропели с повышенным и высоким содержанием CaO составляют слой 20—25 см и перекрывают кремнеземистые сапропели.

Избыточное поступление биогенных элементов нарушило биологическую экосистему оз. Забельского. Это сказалось на резком изменении гидрохимического режима, снижении качества воды, нарушении соотношений биомассы фито- и зоопланктона.

В настоящее время главной особенностью водного режима можно назвать его нестабильность, резкие сезонные колебания всех гидрохимических показателей в течение года (рис. 1). Кроме того, в зимний период и летом в безветренную погоду характерны значительные колебания в вертикальном разрезе. В весенне-летний период водная масса богата кислородом по всей толще, часто наблюдается перенасыщение, в 1978 г., например, на поверхности насыщение кислородом составило 269,27%, свободная углекислота в этот период отсутствует, активная реакция воды сильнощелочная ( $\text{pH} > 9$ ). В осенне-зимний сезон количество кислорода резко убывает, содержание  $\text{CO}_2$  возрастает до 60 мг/л,  $\text{pH}$  снижается до 7,5. Во все сезоны года отмечается высокое содержание биогенных элементов, как и следовало ожидать, максимум их приходится на осень и зиму (1,01—2,75 мгP/л фосфатов, 0,7 мгN/л нитратов, 0,1—3,08 мгN/л аммония).

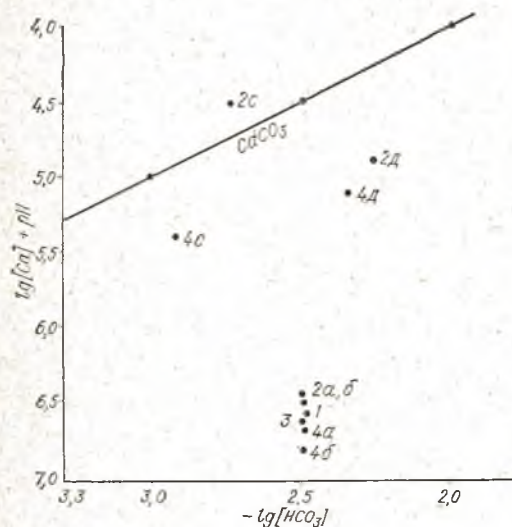


Рис. 2. Характеристика карбонато-кальциевого равновесия в оз. Забельском

Многолетние наблюдения позволяют выделить в годовом цикле оз. Забельского два периода: весенне-летний и зимне-осенний. Именно в весенне-летний сезон благодаря избыточному количеству биогенных элементов, при соответствующих температурных условиях, фотосинтезирующие организмы, используя углекислоту бикарбонатов на построение органического вещества, сдвигают карбонатное равновесие в сторону образования карбоната кальция, в результате раствор перенасыщается и  $\text{CaCO}_3$  выпадает в осадок,  $\text{pH}$  воды резко возрастает:  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ . В осенне-зимний сезон эти процессы замедляются или прекращаются, однако растворение  $\text{CaCO}_3$ , по-видимому, не происходит.

По данным концентраций бикарбонатного иона, ионов кальция и  $\text{pH}$  нами рассчитаны характеристики карбонатно-кальциевого равновесия по уравнению, предложенному А. Л. Жуховицкой [10]  $[\text{HCO}_3] = 1,98 - \text{pH} - \lg[\text{Ca}]$  (рис. 2), что весьма наглядно иллюстрирует сформировавшийся комплекс благоприятных внутренних лимно-геохимических усло-

вий, обеспечивающих высокую результативность процессов карбонатообразования. На графике все точки летнего сезона легли в поле пересыщения водного раствора по  $\text{CaCO}_3$  ниже кривой карбонатного равновесия, что соответствует высоким значениям рН. По мере увеличения  $\text{CO}_2$  и кислотности в зимний период насыщенность углекислым кальцием снижается.

В последние годы нами выявлены водоемы, процесс стабилизации карбонатного вещества в которых связан с резкими антропогенными нарушениями естественного состояния биолимнических систем этих озер. Все подобные водоемы относятся к гиперэвтрофным. Современные отложения в них представлены сапропелями с повышенным содержанием  $\text{CaO}$  (10—20%). Стабилизация известкового материала связана здесь с высокой скоростью эвтрофирования, причиной которой является усиленное поступление фосфора и других биогенных элементов с водосбора. Высокое содержание биогенных элементов при соответствующих температурных условиях стимулирует развитие фотосинтезирующих организмов, которые, используя углекислоту бикарбонатов, сдвигают карбонатное равновесие, водная масса пересыщается, и  $\text{CaCO}_3$  выпадает в осадок.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пидопличко А. П. Озерные отложения Белорусской ССР и их изученность.— В сб.: Сапропели и их использование.— Минск, 1958.
2. Хомич А. А. Некоторые особенности осадконакопления в современных водоемах Белоруссии: Материалы по генезису и литологии четвертичных отложений.— Минск, 1961.
3. Якушко О. Ф. География озер Белоруссии.— Минск, 1967.
4. Россолимо Л. Л.— В сб.: Накопление вещества в озерах.— М., 1964.
5. Гарункштис А. А. Седиментационные процессы в озерах Литвы.— Вильнюс, 1976, с. 180.
6. Müller L., Dominik J., Mangini A.— *Naturwissenschaften*, 1979, В. 66, № 5, S. 261.
7. Страхов Н. М. Очерки карбонатообразования в современных водоемах.— В сб.: Памяти акад. А. Д. Архангельского.— М., 1951.
8. Якушко О. Ф. Белорусское Поозерье.— Минск, 1971.
9. Алексин О. А., Моричева Н. П.— Труды III Всесоюзного гидролог. съезда, 1959, т. 10.
10. Лукашев К. И., Хомич А. А., Жуховицкая А. Л.— Докл. АН СССР, 1970, т. 193, № 2.

Поступила в редакцию  
14.04.80.

*Кафедра общего земледелия,  
Лаборатория озераведения*

УДК 914.74+914.76

*Б. А. МАНАК, Л. Н. СЛОБОДЕНЮК*

#### РЕГИОНАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ В БЫТУ

В современных условиях все более заметно возрастает расход электроэнергии на бытовые нужды, что находит непосредственное отражение в структуре энергопотребления и не может не учитываться в прогнозах энергообеспеченности. Как отмечалось в решениях XXVI съезда КПСС, сложнейшая задача энергообеспечения народного хозяйства должна решаться надежно и с расчетом на длительную перспективу.

С целью изучения современных тенденций электропотребления в быту и прогнозирования энергозатрат на будущее по Координационному плану Государственного комитета СМ СССР по науке и технике и в соответствии с постановлением Госплана СССР в период с 1978 по 1980 г. проводилось Всесоюзное территориальное обследование, которым был охвачен и Белорусский регион. Ставилась цель выявить особенности Белорусского региона по условиям энергопотребления в быту с учетом следующих факторов: типа населенного пункта и его географического по-