

УДК 504.5

И. А. Сучков, канд. геол.-минерал. наук, доц., Л. П. Пономарева, канд. хим. наук, ст. научн. сотр., Г. С. Сухорукова, ст. научн. сотр., С. Н. Додонова, мл. научн. сотр., Н. А. Федорончук, канд. географ. наук, ст. препод., О. А. Ковтун, ассист., В. И. Мединец, канд. физ.-мат. наук, руков. Центра мониторинга Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова, геолого-географический факультет, биологический факультет,

ул. Дворянская, 2, Одесса, 65026, Украина

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В ДОННЫХ ОСАДКАХ ПРИДУНАЙСКИХ ОЗЕР

Исучено распределение азота, фосфора и органического углерода в донных отложениях Придунайских озер. Выявлена связь содержания изучаемых компонентов с литологическим составом донных отложений. Определены области преимущественного накопления биогенных элементов в донных отложениях.

**Ключевые слова:** донные отложения, биогенные вещества, Придунайские озера

Исследование биогенных веществ и углерода в донных осадках Придунайских озер проводилось на геолого-географическом факультете Одесского национального университета в соответствии с программой и при финансовой поддержке проекта ЕС-Тасис WW SCRE 1/N1) "Придунайские озера: устойчивое сохранение и восстановление естественного состояния и экосистем".

Отбор проб донных отложений проводился в ходе ежемесячных экспедиционных работ на озерах Ялпуг, Кугурлуй, Кагул, Котлабух, Китай (март-ноябрь 2001), выполняемых совместно сотрудниками ОНУ им. И. И. Мечникова и сотрудниками ДГМО на мотокатере "Вихрь", принадлежащем Дунайской ГМО, по сетке станций, предусмотренных программой работ.

### Материалы и методы

Осадки для определения содержания в них азота и фосфора отбирались из дночерпательной пробы с поверхностного слоя донных отложений (интервал 0 – 5,0 см) и помещались в полиэтиленовые пакеты. Масса пробы составляла 100 г. Пробы фиксировались толуолом (0,1 мл на 100 г донных осадков). Далее пробы этикетировались и помещались в темное прохладное место для хранения и дальнейшей транспортировки в лабораторию ОНУ.

Осадки для определения форм нахождения и содержания углерода отбирались пластиковым шпателем из дночерпательной пробы с поверхностного слоя донных осадков (интервал 0 – 5,0 см) и помеща-

### Распределение биогенных веществ в донных осадках

лись в полиэтиленовые пакеты. Далее пробы этикетировались и хранились в холодном месте при температуре 4°С до момента обработки в стационарной лаборатории ОНУ.

Определение форм нахождения и содержания углерода в пробах донных отложений проводилось методом автоматического колориметрического титрования по величине рН [1, 2]. Пробы донных отложений высушивались в течение 12 часов при температуре 30 – 35°С. Далее пробы измельчались до крупности частиц < 0,25 мм и отбиралась навеска массой 50 мг. Анализ проводился на анализаторе углерода "АН-7560" (завод "Измеритель", Гомель) в кислородной среде. Подготовленная навеска прокаливалась при двух температурах: 500°С и 900°С. Органический углерод определялся после пиролиза при 500°С. Карбонатный углерод определялся по разности результатов пиролиза при 900°С и 500°С. Предел чувствительности для данного метода составляет 0,01 г углерода на килограмм сухой пробы.

Определение содержания азота в пробах донных отложений проводилось методом взаимодействия иона аммония с щелочным раствором ртутииодистого калия с образованием нерастворимого иодистого меркураммония [3, 4]. Определению могут мешать катионы, дающие в щелочной среде осадок. Для предотвращения образования осадка перед приливанием реактива Несслера в раствор вводят калийно-натриевую соль винной кислоты (сегнетова соль). Навеска пробы донных отложений составляла 0,5 г.

Определение содержания фосфора в пробах донных отложений проводилось методом минерализации путем разложения органической части донных осадков смесью серной и хлорной кислот [3, 4]. Разложение и анализ проводились в колбе Кьельдаля. Для окрашивания использовалась аскорбиновая кислота в присутствии сурьмяно-винного калия. Навеска пробы донных отложений составляла 0,5 г.

### Результаты и их обсуждение

Распределение по сезонам содержания азота и органического углерода в донных отложениях Придунайских озер схоже между собой (рис.). Максимальные содержания в течение всего года фиксируются в донных отложениях озера Китай. Минимальные значения характерны для озера Котлабух и Ялпуг. Максимальное содержание фосфора отмечается в донных отложениях Кагула.

Наиболее детально изучено распределение определяемых компонентов по сезонам в озерах Ялпуг и Кугурлуй.

Озеро Ялпуг имеет субмеридиональное простирание. На севере, в районе города Болград, в него впадает речка Ялпуг. В районе поселка Криничное от левого берега протягивается коса субширотного направления, которая вдаётся в озеро на 2 – 2,5 км. С юга озеро ограничивает искусственная дамба, которая отделяет его от озера Кугурлуй, имеющего округлую форму и гидрологически связанного с рекой Дунай.

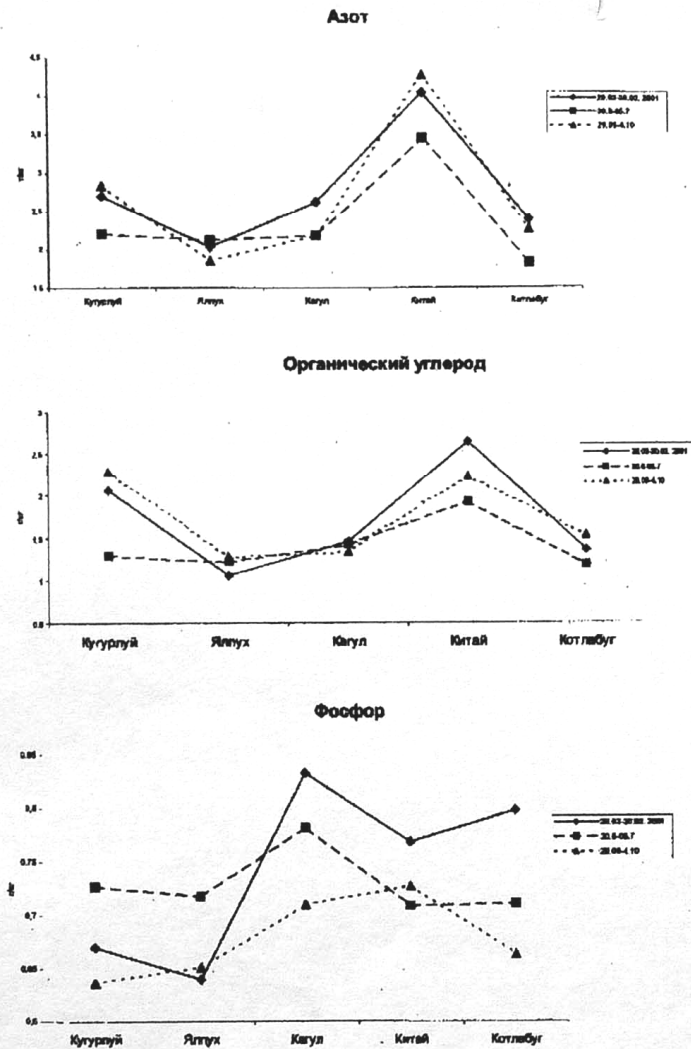


Рис. Содержание биогенных веществ в Придунайских озёрах

Распределение биогенных веществ в донных осадках

Содержание определяемых компонентов прежде всего зависит от литологического состава донных отложений. Минимальное содержание органического углерода, фосфора и азота встречается в карбонатных разновидностях осадков, представленных ракушечниками. Максимальное содержание отмечается в пелитовых и алевро-пелитовых илах.

Большую часть площади озера занимают черные полужидкие, текучие алевро-пелитовые и пелитовые илы с различным количеством карбонатного материала, представленного обломками и целыми ракушками. Количество ракушечной составляющей изменяется от единичных ракушек (в илах центральной части озера Ялпуг) до 20–30% осадков, которые расположены более близко к берегам. Для озера Кугурлуй характерна более пестрая картина изменчивости типов донных отложений. На отдельных участках озера резко повышается содержание ракушечного материала. Такие поля обычно ограничивают участки развития алевро-песчаных отложений в прибрежной зоне либо положительные формы рельефа дна центральной части озера.

Сезонные исследования биогенных веществ в донных отложениях озера показали следующее. На трех станциях мониторинга в верховьях озера Ялпуг (от г. Болград к с. Оксамитное) максимальное содержание азота достигало в марте 2,7–4,2 г/кг, в последующие месяцы оно снизилось до 1,4–1,9 г/кг, с некоторым возрастанием содержания азота в июне. На этих же станциях количество фосфора также постепенно уменьшается с марта по май (в марте — 0,85–0,95 г/кг, в апреле — 0,78–0,82 г/кг, в мае — 0,65–0,71 г/кг), в июне его содержание повышается до 0,68–0,82 г/кг, а в июле и августе опять начинает снижаться (0,62–0,71 г/кг). Содержание органического углерода в зависимости от времени года не испытывает больших изменений, лишь незначительно уменьшается с марта по май и увеличивается в июне. Содержание органического углерода в донных отложениях указанных станций составляет от 1,2 до 1,7 г/кг.

В донных отложениях станции мониторинга, расположенной южнее косы озера Ялпуг, содержание биогенных веществ невелико в течение всего периода наблюдения по сравнению с верховьями озера (за исключением июня месяца). Концентрация азота в марте, мае и августе составляет 0,3–0,45 г/кг, в апреле и июле — 1,6–1,7 г/кг, а в июне достигает 2,5 г/кг. Содержание фосфора в донных отложениях в марте, мае и августе составляет 0,13–0,25 г/кг, а в апреле, июне и июле значительно не отличается по сравнению с верховьями озера и составляет 0,7–0,8 г/кг. Максимальные значения содержания органического углерода в донных осадках этой станции достигаются также в июне (0,4 г/кг).

Еще одна станция мониторинга расположена на юге озера Ялпуг в районе дамбы, на широте с. Новая Некрасовка. Концентрация биогенных веществ в донных отложениях сопоставима с осадками верховья озера. Содержание азота здесь достигает максимального значения (2,6 г/кг) в мае, а минимального — в июле (0,9 г/кг); фосфора — мак

симум в апреле (0,85 г/кг). Содержание органического углерода на этой станции значительно не изменяется и составляет 0,6 – 1,1 г/кг.

В донных отложениях озера Кугурлуй содержание азота изменяется в широких пределах (0,2 – 5,0 г/кг). Максимальные содержания в разные периоды года фиксируются в центральной и северной частях озера, а минимальные — в южной (район канала Скунда). Распределение органического углерода во многом сходно с азотом, но абсолютные значения во много превышают значения для донных отложений озера Ялпуг (0,88 – 5,1 г/кг). Содержание фосфора в донных отложениях озера Кугурлуй сопоставимо с озером Ялпуг. Максимальное содержание фосфора в течение всего периода наблюдения отмечалось лишь в центральной части озера.

Таким образом, в озере Ялпуг максимальное содержание биогенных веществ на станциях мониторинга наблюдается в верховьях озера, где впадает речка Ялпуг (возле города Болград) в марте и, в меньшей степени, в июне. В озере Кугурлуй максимальные содержания отмечены в центральной части озера.

#### Литература

1. Авторское свидетельство № 1733951 "Способ определения органического углерода." Пономарева Л. П. 1992
2. Пономарева Л.П., Ткаченко Г.Г., Кротова Л.В. Методика определения общего, органического и карбонатного углерода в морских осадках. В сб. "Геология морей и океанов". Изд.: ИО АН СССР, Москва, 1988.
3. Архипушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М. 1970.
4. Практикум по агрохимии. Под. Ред. В. Г. Минеева. МГУ 1989.

И. О. Сучков, Л. П. Пономарева, Г. С. Сухорукова, С. М. Додонова, Н. О. Федорошчу, О. О. Ковтун, В. І. Медінець  
Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова,  
геолого-географічний факультет, біологічний факультет,  
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна

#### ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ БІОГЕННИХ РЕЧОВИН В ДОННИХ ВІДКЛАДАХ ПРИДУНАЙСЬКИХ ОЗЕР

##### Резюме

Вивчено розподіл азоту, фосфору і органічного вуглецю в донних відкладеннях Придунайських озер. Виявлено зв'язок концентрацій досліджуваних компонентів з літологічним складом донних відкладень. Визначені області переважного накопичення біогенних елементів у донних відкладеннях.

**Ключові слова:** донні відкладення, біогенні речовини, Придунайські озера.

I. A. Suchkov, L. P. Ponomareva, G. S. Sukhorukova, S. N. Dodonova, N. A. Fedoroshchu, O. A. Kovtun, V. I. Medinets  
Odessa National I. I. Mechnikov University,  
Geology and Geography Faculty, Biological Faculty,  
2, Dvoryanskaya Str., Odessa, 65026, Ukraine

#### STUDY OF NUTRIENTS DISTRIBUTION IN BOTTOM SEDIMENTS OF THE LOWER DANUBE LAKES

##### Summary

Distribution of nitrogen, phosphorus and organic carbon in the Lower Danube lake bottom sediments is studied. It is shown that there is the connection between the studied compounds and lithological composition of bottom sediments. Areas with high accumulation of nutrients in bottom sediments are revealed.

**Key words:** bottom sediments, nutrients, Lower Danube Lakes.