

Resent sources of the Kanev reservoir bottom sediments forming

Holod'ko O.P.

The quantitative assessment of basic sources of forming of the Kanev reservoir bottom sediments for present-day stage has been given.

Keywords: Kanev reservoir, bottom sediments.

Надійшла до редколегії 24.02.10

УДК [(546.72:546.18):556.531.4] (282.247.32)

Морозова А.А.

Институт гидробиологии НАН Украины, г. Киев

ВЗВЕШЕННЫЕ ФОРМЫ ЖЕЛЕЗА И ФОСФОРА В ВОДЕ КИЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Ключевые слова: Киевское водохранилище, взвешенные формы железа и фосфора, пространственно-временное распределение

Ключові слова: Київське водосховище, завислі форми заліза та фосфору, просторово-часовий розподіл

Взвешенное вещество в природных водоемах представляют собой сложную систему, в значительной степени определяющую многие биологические, физические и геохимические процессы, и поэтому является неотъемлемой частью круговорота вещества и энергии, происходящего в них. Взвешенные частицы обеспечивают транспорт многих химических элементов от поверхностных горизонтов к придонным, которые, проходя через стадию взвеси, в дальнейшем аккумулируются на дне водоемов, образуя донные отложения. От количественного и качественного состава взвешенных веществ зависят такие оптические и акустические свойства водных масс как поглощение и рассеяние звука, а также цветность и прозрачность [8].

Взвешенному веществу принадлежит особая роль в процессах самоочищения природных водоемов. Преобладание тонкодисперсных частиц в составе взвешенного вещества делает взвесь прекрасным адсорбентом. С уменьшением размера частиц сильно увеличивается «активная» площадь их поверхности, а, следовательно, и потенциальная возможность частиц сорбировать загрязняющие вещества, попадающие в водоем. С другой стороны, высокие концентрации взвешенного вещества органического происхождения могут существенным образом влиять на химический состав воды и, в частности, ухудшать кислородный режим водоема. С точки зрения гидробиологии органическая часть взвеси является источником питания многих гидробионтов [1].

Железо и фосфор являются необходимым биоэлементами и имеют большое значение для развития, роста и жизнедеятельности водных

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т.3(20)

организмов. Железо активно участвует в окислительных и энергетических обменах, происходящих в водоеме, а фосфор является одним из важнейших показателей качества воды, определяющих уровень развития водных организмов и степень трофности водоема [5]. Известные данные о содержании и распределении этого очень важного для водной биоты компонента подтверждают важную роль взвешенного фосфора в поддержании высокой биологической продуктивности водоемов. Вместе с тем, до последнего времени не выяснено, какая его часть доступна для биологического усвоения. Так как основная масса взвешенного фосфора связана с жизнедеятельностью планктонных организмов, то совершенно очевидно их влияние на его содержание и динамику в природных водоемах [7]. Известно также, что в начале вегетационного периода железо интенсивно потребляется как планктонными организмами, так и высшей водной растительностью, при этом гидробионты утилизируют железо не только в растворенной форме, но и во взвешенной [9,11]. Наиболее требовательны к содержанию железа диатомовые водоросли.

В связи с этим исследование качественного и количественного состава взвешенного вещества, а в его составе железа и фосфора позволяет глубже раскрыть процессы трансформации многих химических компонентов в системе «вода – донные отложения», от которых, в свою очередь, зависит качество водных масс природных водоемов, а также направленность процессов загрязнения и самоочищения.

Материал и методика исследований. Исследования закономерностей пространственно-временной изменчивости содержания взвешенного железа и фосфора, а также взаимосвязи между ними в воде Киевского водохранилища проводили в экспедиционных условиях посезонно на протяжении нескольких лет. Работы были начаты в 1993 г., а затем продолжались в 2008-2009 гг.

Пробы отбирали по стандартной сетке станций Института гидробиологии НАН Украины с двух горизонтов (поверхностного и придонного). Взвесь выделяли из воды методом мембранной фильтрации через фильтры типа “Synpro” с размером пор 0,45 мкм. Фильтрация проб проводилась сразу же после их отбора. В зависимости от содержания взвешенного вещества и для большей достоверности результатов через фильтр пропускали от 0,5 до 1,0 дм³ воды. Для определения общего взвешенного железа и фосфора в исследованиях был использован метод персульфатного окисления. Общее взвешенное железо после его перевода в ионную форму определяли по окраске Fe-O-фенантролинового комплекса [6]. Общий взвешенный фосфор определяли методом персульфатного окисления с последующим окончанием по методике Морфи и Райли [10].

Результаты исследований и их обсуждение. Киевское водохранилище – головное в каскаде днепровских водохранилищ. Формирование режима и динамики взвешенного железа и фосфора в его воде определяется одновременным воздействием многочисленных факторов, основными из которых являются факторы природного характера. К ним в первую очередь относятся физико-географические и гидрометеорологические условия

региона, которые в значительной степени определяют как величину и внутригодовое распределение стока Днепра и его основных притоков, так и химический состав их водных масс. С другой стороны немаловажное значение имеют и морфометрические особенности водохранилища, характер и направленность внутриводоемных процессов, а также уровень развития и жизнедеятельности гидробионтов. Влияние антропогенного фактора в меньшей степени сказывается на пространственно-временной изменчивости содержания взвешенного железа и фосфора в воде Киевского водохранилища.

Проведенные исследования позволили установить, что р. Припять является основным источником поступления взвешенного железа ($Fe_{взв.}$) и фосфора ($P_{взв.}$) в Киевское водохранилище. Это в полной мере определяет закономерности как временной, так и пространственной изменчивости их содержания. Вследствие этого концентрации $Fe_{взв.}$ и $P_{взв.}$ в воде Киевского водохранилища остаются достаточно высокими на протяжении всего периода наблюдений, изменяясь в пределах от 0,04 до 13,83 мг/дм³ и от 0,021 до 3,56 мг P/дм³, соответственно.

Наличие сезонных пиков содержания взвешенного железа и фосфора – факт, характерный для водоемов разного типа. Наши наблюдения показали схожесть сезонной динамики взвешенных форм железа и фосфора в воде Киевского водохранилища, которая характеризовалась максимальными концентрациями в период прохождения весеннего половодья (рис.1).

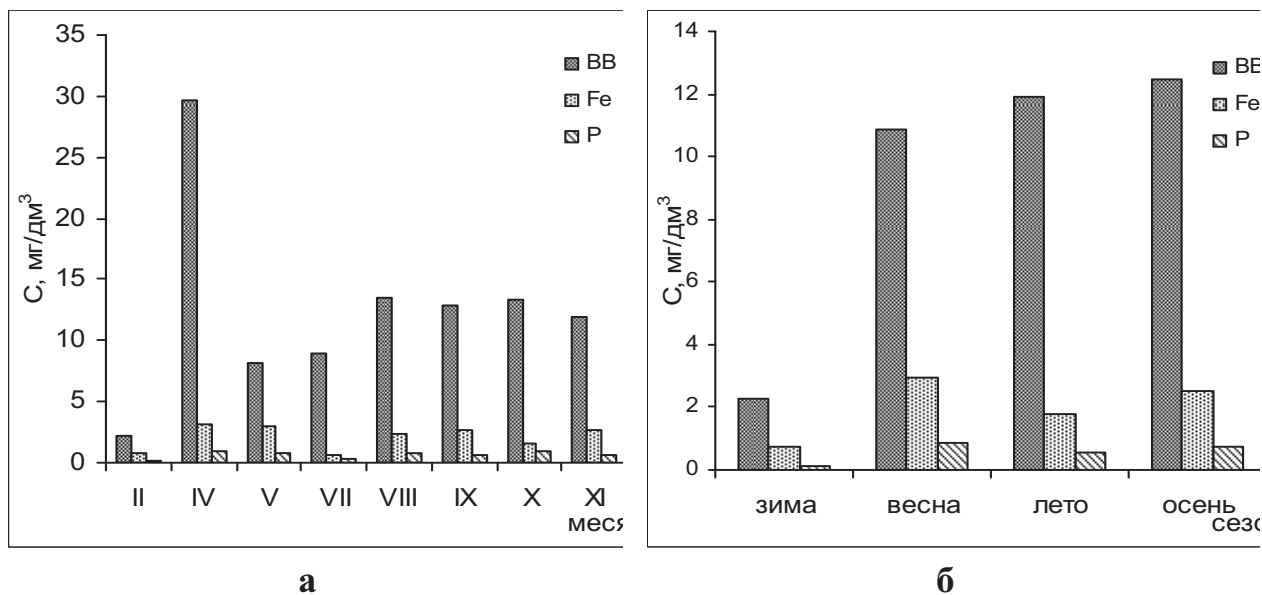


Рис. 1. Внутригодовая (а) и сезонная динамика (б) содержания взвешенного вещества (1), железа (2) и фосфора (3) в воде Киевского водохранилища

В дальнейшем их содержание в водоеме резко снижается, достигая своего минимума к середине лета. Это, с одной стороны, обусловлено как гидрологическими факторами, а именно, водностью р. Припяти, а с другой стороны, интенсификацией внутриводоемных процессов, в том числе и процессов коагуляции и седиментации. Немаловажная роль в уменьшении содержания взвешенных форм железа и фосфора в воде Киевского

водохранилища принадлежит и биологическим факторам. Установлено, что железо активно потребляется не только планктонными организмами, но и высшей водной растительностью, причем гидробионтами утилизируется не только в растворенная форма, но и взвешенная [9,11]. Так как основная масса взвешенного фосфора связана с жизнедеятельностью планктонных организмов, то совершенно очевидно их влияние на его содержание и динамику в природных водоемах [7]. Вместе с тем, до последнего времени не выяснено, какая его часть доступна для биологического усвоения.

Осенью усиление ветровой деятельности способствует повышению содержания взвешенного $Fe_{взв}$ и $P_{взв}$ в воде водохранилища, главным образом, за счет взмучивания донных отложений. С другой стороны, улучшение гидродинамических условий в период осенней циркуляции способствует повышению концентрации растворенного в воде кислорода. Проведенные нами экспериментальные исследования показали, что кислород интенсивно расходуется на окисление гумусовых веществ, в комплексе с которыми в воде Киевского водохранилища находится большая часть железа [3]. Кроме того, поступающие в водоем гумусовые вещества активно сорбируют фосфат-ионы. Вместе с тем, известно, что круговорот железа тесно связан с круговоротом фосфора, а образование железофосфатных комплексов является важнейшим процессом, характерным для всех пресноводных экосистем [4]. Вероятно, это является еще одним фактором повышения содержания взвешенных форм железа и фосфора в осенний период наблюдений. Источником обогащения взвеси железом и, особенно, фосфором выступают и гидробионты, которые, отмирая, проходят стадию взвешенного вещества.

Формирование режима взвешенного вещества, а вместе с ним и взвешенного железа в воде Киевского водохранилища происходит под воздействием двух генетически различных водных масс – р. Припяти и р. Днепра, что в значительной степени определило особенности распределения их содержания по акватории водохранилища. Гидрохимический режим, а вместе с ним и режим взвешенных форм Fe и P правобережной части водохранилища определяется притоком Припяти, левобережной – Днепра. Из-за повышенного содержания гумусовых веществ в припятской воде, концентрации взвешенного железа в ней, как правило, превышают таковые в днепровской. Поэтому водные массы правобережья водохранилища отличаются более высокими концентрациями взвешенного железа, чем левобережные. Подобная тенденция сохраняется и в отношении пространственной изменчивости взвешенного фосфора (рис.2). При этом, как концентрации $Fe_{взв}$, так и $P_{взв}$ в правобережной части водохранилища более чем в два раза превышают таковые в левобережной части водоема составляя 3, 576 и 1, 357 мг/дм³ и 0,879 и 0,349 мгP/дм³, соответственно.

Морфометрические особенности водохранилища также играют определенную роль в изменении взвешенных форм железа и фосфора по его акватории. Наличие узких вытянутых заливов, характеризующихся затрудненным водообменом и пониженным содержанием растворенного

кислорода (Тетеревский, Глебовский) способствует накоплению взвешенного вещества, а в его составе железа и фосфора. Подобная картина распределения их содержания по акватории водохранилища сохранялась практически неизменной на протяжении всего периода наблюдений (рис. 3).

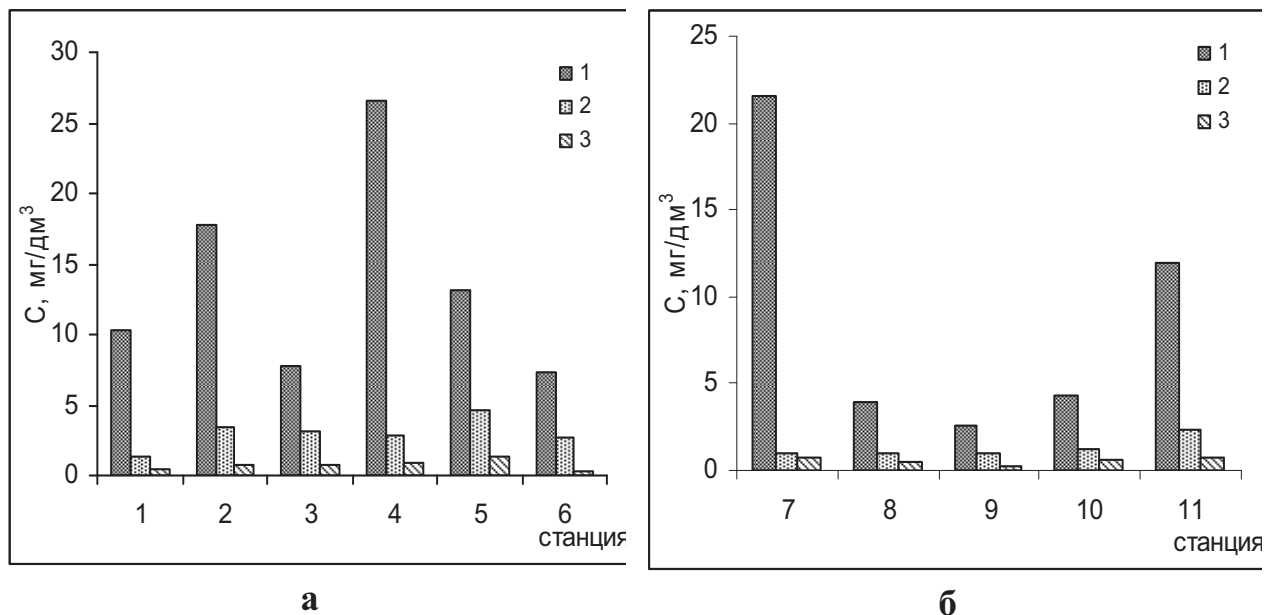


Рис.2. Изменение содержания взвешенного вещества, железа и фосфора по продольному профилю Киевского водохранилища: а – правобережная часть, б – левобережная часть;

1 – Припятский отрог, 2 – с. Сухолучье, 3 – с.Толокунь, 4 – выход из Глебовского залива, 5 – Глебовский залив, 6 – с. Лютеж, 7 – Днепровский отрог, 8 – с. Ровжи, 9 – с. Лебедевка, 10 – нижний бьеф Киевского водохранилища, 11 – верхний бьеф

Однако не следует недооценивать влияния гидробионтов на содержание взвешенных форм железа и фосфора. Затрудненный водообмен заливов с водохранилищем определили степень зарастания их акватории высшей водной растительностью, которая способствует накоплению взвешенного вещества, а в его составе и взвешенных форм железа и фосфора. Эти факторы, в совокупности с антропогенным влиянием, и определили повышенные концентрации исследуемых компонентов в воде заливов (см. рис. 3).

Вследствие работы Киевской ГЭС существенным образом повышается содержание $Fe_{взв.}$ и $P_{взв.}$ в нижнем бьефе водохранилища, а именно: концентрация $Fe_{взв.}$ и $P_{взв.}$ увеличивается от 1,20 и 0,572 в створе верхнего бьефа до 2,29 мг/дм³ и 0,699 мгР/дм³ в створе нижнего бьефа, соответственно (см. рис.2).

Однако изучение только изменчивости абсолютного содержания взвешенных форм железа и фосфора не в полной мере отражает характер и направленность процессов, формирующих их режим и динамику в Киевском водохранилище. Еще одним ключом к пониманию происходящих в водоеме процессов может служить изменчивость относительного содержания ($C_{относит.}$) $Fe_{взв.}$ и $P_{взв.}$ во взвеси, а также величина соотношения между ними ($Fe_{взв.}:P_{взв.}$). Установлено, что $C_{относит.}$ взвешенного железа остается

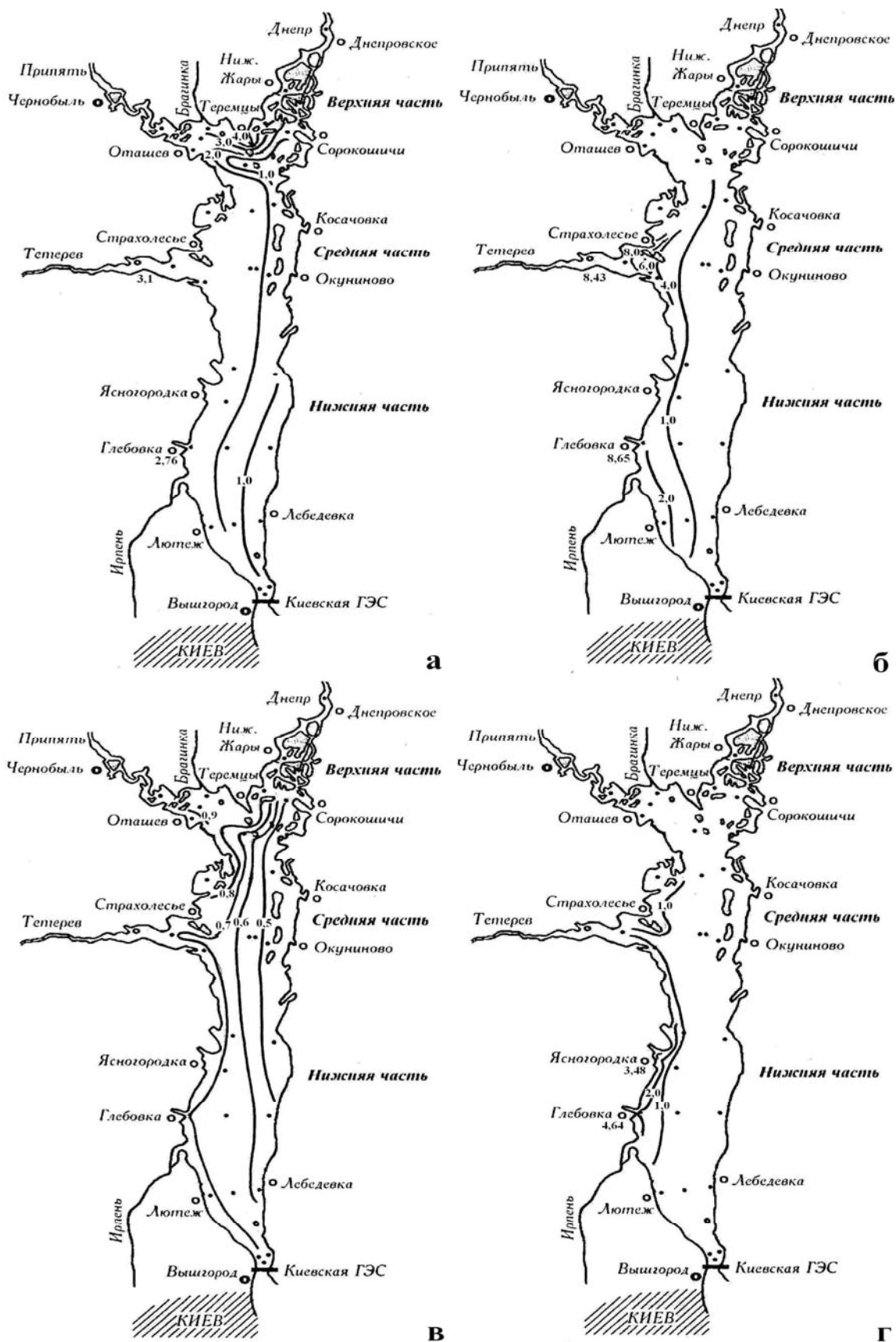


Рис.3. Пространственная изменчивость содержания $Fe_{взв.}$ (а, б) и $P_{взв.}$ (в, г) в поверхностном слое воды Киевского водохранилища:

а, в – август 2008 г., б, г – ноябрь 2009 г.

практически постоянной величиной на протяжении осенне-весеннего периода и лишь летом, при усилении внутриводоемных физико-химических и гидробиологических процессов оно снижалось. Вместе с тем сезонная изменчивость $C_{\text{относит}}$ взвешенного фосфора имела несколько иной характер и характеризовалась двумя максимумами в весенний и осенний периоды и двумя минимумами в зимний и летний (рис. 4, а).

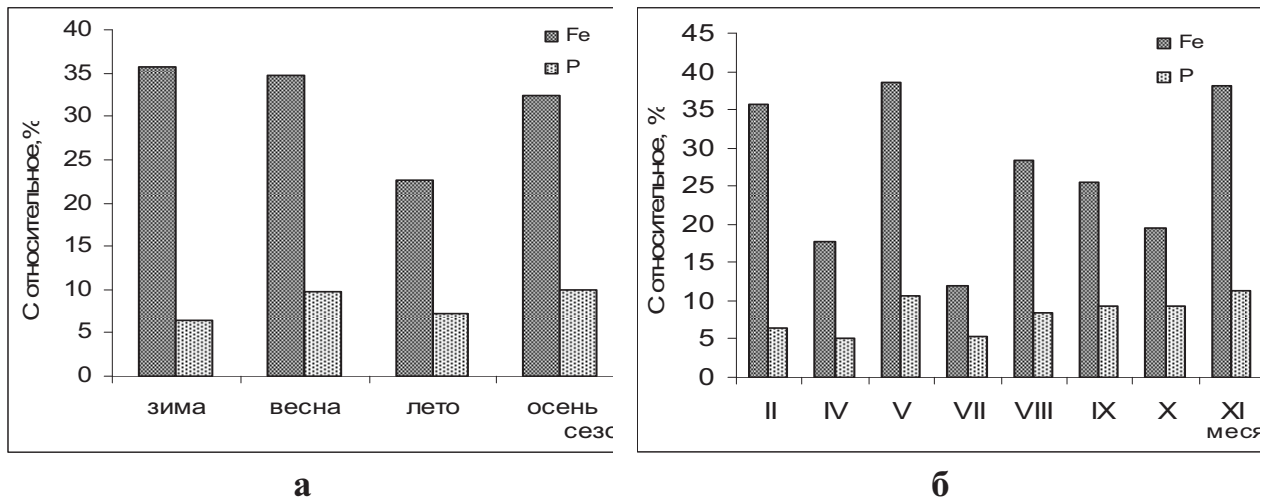


Рис.4. Сезонная (а) и внутрigoдовая (б) динамика относительного содержания взвешенных форм железа (1) и фосфора (2) в воде Киевского водохранилища

Относительное содержание позволяет определить происхождение самой взвеси в воде Киевского водохранилища. Так, в начале вегетационного периода в водоеме преобладают частицы аллохтонного происхождения с доминированием минеральной составляющей, тогда как во второй половине года преобладает взвесь, а в ее составе железо и фосфор автохтонного происхождения с преобладанием органической составляющей (см. рис.4,б). Не менее интересным представляется изменение $C_{\text{относит}}$ взвешенного железа и фосфора по продольному профилю водохранилища. На фоне постепенного снижения $C_{\text{относит}}$ взвешенного железа отмечается повышение $C_{\text{относит}}$ взвешенного фосфора, с максимумом в районе левобережных станций с. Ровжи и с. Лебедевка (рис.5,а). На данном участке водохранилища расположена зона обширных мелководий, для которых характерен более высокий уровень развития и жизнедеятельности гидробионтов.

Особого внимания заслуживает исследование динамики соотношения $Fe_{\text{взв.}}$ и $P_{\text{взв.}}$. Ранее было установлено, что образование комплексных железозосфорных соединений происходит при превышении концентрации железа над фосфором в соотношении 10:4 [2, 12]. Установлено, что максимальная величина Fe:P наблюдалась в зимний период (более 8), а минимальная весной (более 4). Пространственная изменчивость Fe:P определялась неоднородностью водных масс. В правобережной части водохранилища, где доминируют воды р. Припять, величина Fe:P практически вдвое превышала таковую в левобережной, где располагается днепровская водная масса, составляя в среднем, соответственно 6,3 и 3,2 (Рис.5, б).

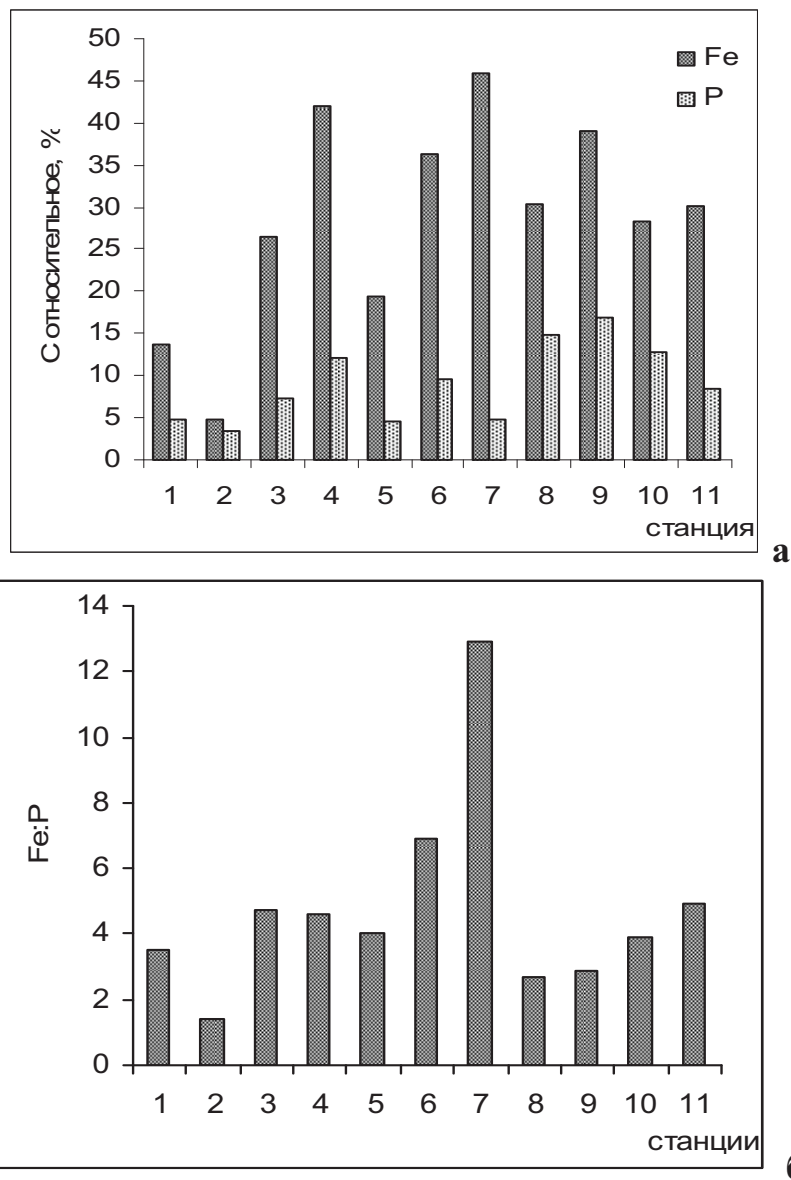


Рис. 5. Изменение $S_{\text{относит. Fe}_{\text{взв.}}}$ и $P_{\text{взв.}}$ (а) и соотношения между ними (б) по продольному профилю Киевского водохранилища: 1 – Припятский отрог, 2 – Днепровский отрог, 3 – с. Сухолучье, 4 – Толокунь, 5 – выход из Глебовского залива, 6 – Глебовский залив, 7 – с. Лютеж, 8 – с. Ровжи, 9 – с. Лебедевка, 10 – Верхний бьеф, 11 – Нижний бьеф Киевского водохранилища

Висновки. Таким образом, формирование режима и динамики взвешенного железа и фосфора в воде Киевского водохранилища зависит от многочисленных факторов, основным из которых является взаимодействие двух генетически разных водных масс – рек Припяти и Днепра. Это в полной мере определяет особенности пространственно-временной изменчивости их содержания по акватории водоема.

Список литературы

1. *Витюк Д.М.* Некоторые данные о стоке органической взвеси рек в Черное море / Витюк Д.М., Добржанская М.Л., Чистенко В.М. // Биология моря. – 1972 – Вып.27. – С. 143-153.
2. *Кузнецов С.И.* Микрофлора озер и ее геохимическая деятельность / С.И. Кузнецов. – Л. : Наука, 1970. – 440 с.
3. *Линник П.Н.* Гумусовые вещества природных вод и их значение для водных экосистем (обзор) / Линник П.Н., Васильчук Т.А., Линник Р.П. // Гидробиол. журн. – 2004. – Т.40, № 1. – С.81-107.
4. *Мартынова М.В.* Особенности

формирования и величина потоков Fe в системе вода-донные отложения (аналитический обзор) / М.В. Мартынова // Экологическая химия. – 2009. – 18(3). – С.148-161. **5.** Мокиевская В.В. К вопросу о геохимии железа в морской воде / В.В. Мокиевская // Тр. Ин-та океанологии. – 1959. –33. – С.114-125. **6.** Степанова И.К. Определение железа во взвешях / И.К. Степанова // Инф.бюллетень ИБВВ. – 1976. – №32. – С.68-71. **7.** Химия океана. – М.: Наука, 1979. – Т. 1. Химия вод океана. – 520 с. **8.** Хорн Р. Морская химия / Р. Хорн. – М. : Мир, 1972. – 398 с. **9.** Holdberg E.D. Assimilation by Marine Diatoms / Holdberg E.D. // Biological Bulletin, 1952. – V.102, № 2. – P.243-248. **10.** Morphy J., Riley D.A. Modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters / Morphy J., Riley D.A. // Anal.Chim.Acta. – 1962. – V.27, №1. – P.31-36. **11.** Harvey H.W. The supply of Iron to Diatoms / H.W. Harvey // J. of the Marine Biological Assotiation of the UK. – 1937. – V.22. – P.205-218. **12.** Williams J.D. Forms of phosphorus in surficial sediments of lane Eric / Williams J.D., Laquet J.M., Thomas R.S. // J.Fish Res.Board.Can. – 1976 a – V. 33, №3. – P. 413-429.

Завислі форми заліза та фосфору у воді Київського водосховища

Морозова А.О.

В роботі наведено результати натурних досліджень вмісту завислих форм заліза та фосфору у воді Київського водосховища. Встановлено фактори формування їх режиму та закономірності розподілу в просторово-часовому аспекті.

Ключові слова: Київське водосховище, завислі форми заліза та фосфору, просторово-часовий розподіл.

Взвешенные формы железа и фосфора в воде Киевского водохранилища

Морозова А.А.

В работе представлены результаты натурных исследований содержания взвешенных форм железа и фосфора в воде Киевского водохранилища. Установлены факторы формирования их режима и закономерности распределения в пространственно-временном аспекте.

Ключевые слова: Киевское водохранилище, взвешенные формы железа и фосфора, пространственно-временное распределение.

Suspended iron and phosphorus in the water of the Kiev reservoirs

Morozova A.A.

In the work the results of natural researches investigation of the suspended iron and phosphorus contents in water of the Kiev reservoirs are presented. The regularities of distribution of suspended iron and phosphorus in spatio-temporal are established.

Keywords: Kiev reservoirs, suspended iron and phosphorus, phosphorus in spatio-temporal.

Надійшла до редколегії 26.02.10