

трансформації з розчинної у завислу форму. Це найбільш виражено у воді Китаївського ставу, де влітку частка молибдену у складі зависі становила 79,0 %.

**Ключові слова:** розчинний та завислий молибден, міграція, комплексоутворення, водойма з уповільненим водообміном.

**Миграция молибдена в водоемах с замедленным водообменном  
Игнатенко И.И.**

Приведены результаты исследования миграции молибдена в водоемах с замедленным водообменом (озерах Вербном, Йорданском, Тельбин и Китаивском пруде г. Киева). Показано, что миграция молибдена осуществляется в водоемах главным образом в растворенном состоянии. Возрастание доли молибдена в составе взвеси летом обусловлено развитием планктонных водорослей, которые способствовали его трансформации с растворенной во взвешенную форму. Это наиболее выражено в воде Китаевского пруда, где летом доля молибдена во взвеси составила 79 %.

**Ключевые слова:** растворенный и взвешенный молибден, миграция, комплексообразование, водоем с замедленным водообменном.

**The molybdenum migration in the water bodies with the decelerated water cycle  
Ignatenko I.I.**

The results of investigation of the molybdenum migration in the water bodies which have the decelerated water cycle (Verbne, Jordan, Telbin lakes and Kytaiv pond of the Kyiv city) are given. It was shown that the molybdenum migration descends mainly in the dissolved state in the water bodies. The increase of the molybdenum part in the suspension composition in summer in consequence of the phytoplankton development, which promote its transformation from dissolved form to suspension one. It is most expressed in water Kytaiv pond, where 79,0 % the molybdenum was in the suspended form in summer.

**Keywords:** the dissolved and suspended forms of molybdenum, migration, complexation, the water bodies with the decelerated water cycle.

**Надійшла до редколегії 04.11.2013**

УДК 556.115 (470.53)

**Вострокнутова Ю. О.**

*Пермський державний національний дослідницький університет  
(Російська Федерація)*

**УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ БИОГЕННОГО СОСТАВА ВОДЫ  
КАМСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ**

**Ключевые слова:** биогенные вещества, Камские водохранилища

**Постановка проблемы.** Биогенные вещества, являясь основой биологической продуктивности водоемов, в большинстве случаев определяют качество воды, используемой в народнохозяйственных целях.

Причины повышенного содержания железа в воде Камского водохранилища и источники его поступления подробно рассмотрены С.А. Мирошниченко и А.И. Паутовым.

В связи с этим **цель** исследований – определение степени влияния основных факторов на режим биогенных веществ. **Объектами** исследования являются Камское и Воткинское водохранилища.

### Основные задачи:

- сбор и обобщение информации о содержании биогенных веществ в Камском и Воткинском водохранилище;
- анализ внутригодовой динамики биогенных веществ;
- анализ динамики биогенных веществ по длине водохранилищ;
- определение степени влияния основных факторов на режим биогенных веществ.

**Изложение основного материала исследования.** Биогенные вещества в природных водах – вещества, наиболее активно участвующие в жизнедеятельности водных организмов. К ним относятся соединения азота, фосфора, кремния и железа. Известно, что биогенные вещества поступают с речным стоком, атмосферными осадками, хозяйственно-бытовыми, сельскохозяйственными сточными водами. Источниками их являются и внутриводоемные процессы.

Все названные факторы характеризуются пространственной и временной изменчивостью. Мы попытались выявить их роль в содержании биогенных элементов в воде Камских водохранилищ. В основу исследований положены данные, отобранные в 8 створах Камского и Воткинского водохранилищ в маловодный и многоводный годы.

В качестве примера приведены данные внутригодового изменения содержания биогенных веществ на Камском водохранилище. Анализ показал, что максимальное их содержание приходится на весенний период, минимальное – на летний (рис. 1, 2). Содержание соединений фосфора и железа превышают ПДК (ПДК фосфаты – 0,0001; ПДК Fe – 0,3). Причем такая ситуация характерна для лет разной обеспеченности. Хотя по данным исследований (Даценко, 1984; Денисова, 1977; Летвинов, 1984) максимальное содержание биогенных веществ наблюдается в зимний период, а минимальное – в летний. Иначе говоря, внутригодовое изменение концентрации биогенов соответствует изменению расходов.

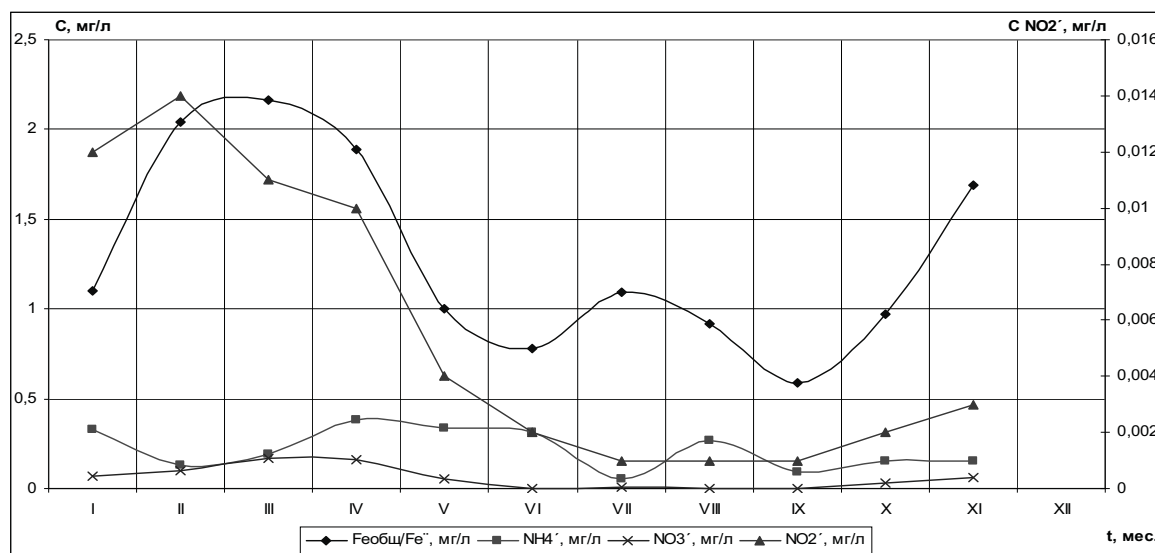
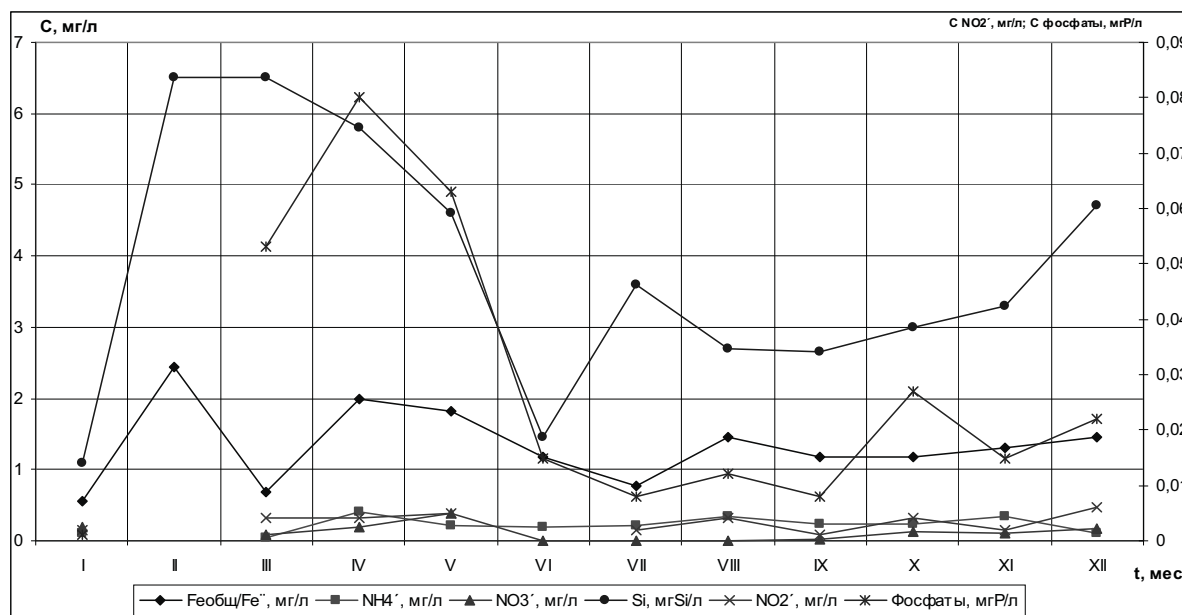


Рис. 1. Внутригодовая динамика биогенных веществ на посту Камское водохранилище – д. Бурган (маловодный год)



**Рис. 2. Внутригодовая динамика биогенных веществ на посту Камское водохранилище –д. Бурган (многоводный год)**

Подход к изучению роли факторов, влияющих на концентрацию биогенных веществ, показан на примере железа. Выбор этого элемента объясняется тем, что содержание его в концентрациях, превышающих ПДК в 8 и более раз зафиксировано в районе основного питьевого водозабора (Чусовской водозабор).

Факторы, определяющие поступление железа в водохранилище, имеют как природный, так и антропогенный характер. Анализ архивного материала, содержащего данные о химическом составе р. Кама начиная с 20-х годов XX века и литологии и геологии показал, что к основным природным источникам железа в водах р. Камы следует отнести: геологические особенности территории Урала и Предуралья (наличие большого количества пород и минералов, содержащих железо); подземные воды, контактирующие с этими породами; подзолистый тип почв и таежная зона; затопленные торфяники и болотные массивы на севере края; аллювиальные почвы пойм.

В наилках и аллювиальных почвах пойм большинства рек Пермского края содержится повышенное количество подвижного кислорастворимого железа. Отложения наилок наблюдаются только на наиболее пониженных элементах пойм, систематически заливаемых в паводок и половодье.

Очень высокое содержание железа наблюдается в наилках пойм Камы и ее притоках: Вишеры, Колвы, Язьвы. В наилках Язьвы, Колвы и Вишеры содержание подвижного железа колеблется от 32 до 95 мг, а в камских увеличивается до 107–160 мг на 100 грамм наилка. Столь же высокой ожелезненностью характеризуются и аллювиальные почвы указанных рек. А у почв водораздельных пространств его не более 10–16 мг на 100 грамм почвы. Тем не менее, именно они являются источником подвижного железа, которое внутрпочвенно проникает в поймы рек [4].

Создание водохранилищ послужило толчком к формированию дополнительных источников поступления железа с водосбора в воды р. Камы, а в последние десятилетия ведущая роль в формировании химического состава вод принадлежит антропогенному загрязнению.

**Таблица 1 Концентрации железа, полученные А.А. Варовым и А.О. Таусоным в бассейне р. Камы от слияния с р. Вишера до г. Перми**

Водоток	Концентрация железа, мг/л	Год	Примечание
Кама	2,20*	1928	1,5 км выше устья р. Вишера
Левые притоки р. Кама			
Вишера	1,65*	1928	1,5 км выше впадения в р. Кама
Яйва	1,35*	1928	2,0 км выше впадения в р. Кама
Косьва	1,45*	1928	1,0 км выше впадения в р. Кама
	0,31	1937	
	0,74	1938	
Чусовая	1,80*	1928	1,0 км выше впадения в р. Кама
	0,13	1937	
	0,21	1938	
Правые притоки р. Кама			
Кондас	1,30*	1928	0,5 км выше впадения в р. Кама
Иньва	0,90*	1928	0,5 км выше впадения в р. Кама
	0,24	1937	
Обва	0,70*	1928	

Примечание: \* – содержание железа с алюминием

К основным антропогенным факторам относятся: разработка месторождений полезных ископаемых и деятельность промышленных предприятий, ливневые стоки с городских территорий, подземные воды в пределах разработки месторождений нефти, калийных солей, каменного угля и сильно урбанизированных территорий. В целом по акватории р. Кама до г. Перми концентрации железа изменяются от 5–7 до 7–14 ПДК. Максимальное превышение отмечено в 1998 г. и составило 26 ПДК.

В таблице 2 приведены концентрации железа в водах р. Кама и её притоков за 1998–2004 гг.

**Таблица 2 Содержание железа в водах р. Кама и её притоков по данным за период 1998–2004 гг. [6]**

Водоток	Содержание железа	
	Кол-во ПДК	Мг/л
р. Вишера, левый приток р. Кама	4–8	1,2–2,4
Район Березниковско-Соликамского промузла		
р. Кама	5–12	1,5–3,6
р. Поповка, р. Усолка	37	11,1
Район Кизеловско-Губахинского промузла		
р. Косьва, левый приток р. Кама	24–70	7,2–21
р. Вильва, приток р. Усьва	211–293	63,3–87,9
р. Усьва, правый приток р. Чусовая	8	2,4
Район Лысьвенско-Чусовского, Кунгурского промузлов		
р. Лысьва	2–6	0,6–1,8
р. Сылва, правый приток р. Чусовая	2–3	0,6–0,9
р. Чусовая, левый приток р. Кама	2–6	0,6–1,8
Район Пермско-Краснокамского промузла		
р. Кама	4–7	1,2–2,1
р. В. Мулянка	3	0,9
р. Пыж, правый приток р. Кама	5	1,5



Рис. 3. Схема расположения крупных промышленных узлов Пермского края

На рисунке 4 представлено изменение концентраций железа по длине р. Камы.

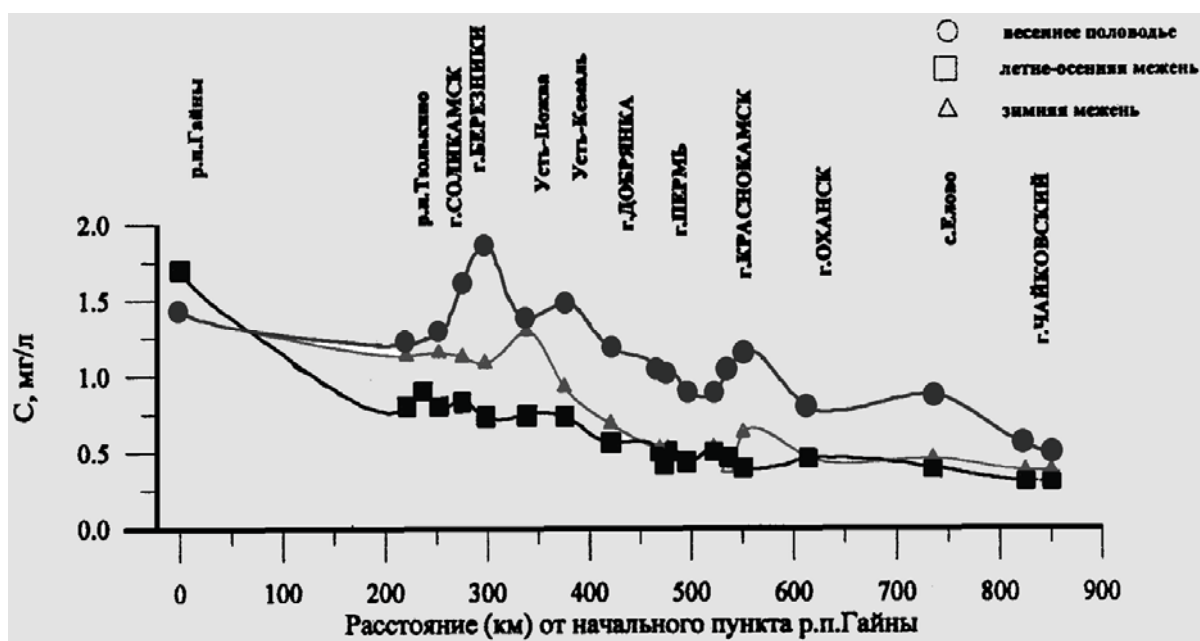


Рис. 4 Изменение концентраций железа по длине р. Камы в различные фазы гидрологического режима

**Выводы из данного исследования и перспективы дальнейших исследований в данном направлении.** Анализ изменения содержания железа по длине Камы в зависимости от факторов его определяющих показал, что высокие концентрации железа в верховье р. Кама обусловлены заболоченностью верхней части ее бассейна. Далее по длине реки увеличение концентраций

приурочено к наиболее крупным промышленным узлам.

Таким образом, современный состав камских вод характеризуется повышенным содержанием железа благодаря природному фону бассейна р. Кама многократно усиленным в последнее десятилетие антропогенным воздействием.

На следующем этапе исследований будут проанализированы факторы формирования и других элементов. Это поможет понять генезис их формирования, а, следовательно, выявить основные причины и предложить рекомендации по предотвращению (или уменьшению) загрязнения водных объектов биогенными элементами.

#### **Список литературы**

1. Варов А.А. Солевой состав верхней Камы и ее притоков / А. А. Варов // Язв. Биологического ин-та при Перм. ун-те. – 1928. – Т. 6, вып. 1. – С. 35–53.
2. Гидрохимический бюллетень: материалы наблюдений за загрязненностью поверхностных вод на территории деятельности Уральского УГМС. – Свердловск : Свердловская ГМО, 1977, 1979.
3. Мирошниченко С.А. Пространственное распределение и временная изменчивость содержания тяжелых металлов в воде поверхностных водных объектов Пермской области : автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд. геогр. наук / С. А. Мирошниченко. – Пермь, 1998. – 19 с.
4. Никаноров А. М. Гидрохимия / А. М. Никаноров. – СПб. : Гидрометеиздат, 2001. – 89 с.
5. Паутов А. И. Свойства наилок северных рек Пермской области / А. И. Паутов // Плодородие и мелиорация почв Нечерноземья. – 1991. – С. 18–27.
6. Состояние и охрана окружающей среды Пермской области в 1998–2004 гг. – Пермь, 1999–2005.
7. Таусон А.О. Водные ресурсы Молотовской области / А.О. Таусон. – Перм : изд. Перм. ун-ту, 1947. – 324 с.

#### **Умови формування біогенного складу води камських водосховищ**

**Вострокнутова Ю.О.**

*У статті розглянуто вміст біогенних речовин у воді Камських водосховищ. Проаналізовано причини підвищеного вмісту заліза у воді Камського водосховища та джерела його надходження.*

**Ключові слова:** біогенні речовини, Камські водосховища.

#### **Условия формирования биогенного состава воды Камских водохранилищ**

**Вострокнутова Ю.О.**

*В статье рассмотрено содержание биогенных веществ в воде Камских водохранилищ. Проанализированы причины повышенного содержания железа в воде Камского водохранилища и источники его поступления.*

**Ключевые слова:** биогенные вещества, Камские водохранилища.

#### **Conditions for the formation of nutrient composition of water of Kamsky Reservoirs**

**Vostroknutova Ju.**

*In the article considered the concentration of nutrients in Reservoirs of the river Kama. Are analyzed the reasons of high concentration of iron in waters of the Kamsky Reservoir and the sources of its supply.*

**Keywords:** nutrients, Kamskie Reservoirs.

**Надійшла до редколегії 11.11.2013**