

6. ГОСТ 17.5.3.04-83 (СТ СЭВ 5302-85). Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель.
7. ГОСТ 17.5.3.06-85. Охрана природы. Земли. Требования к определению снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.
8. ГОСТ 17.5.4.02-84. Охрана природы. Рекультивация земель. Метод измерения и расчета суммы токсичных солей во вскрышных и вмещающих породах.
9. Горчаковский П.Л. Антропогенные изменения растительности: мониторинг, оценка, прогнозирование // Экология. 1984. № 5. С. 3–16.
10. Денисова Л.В., Никитина С.В., Заугольнова Л.Б. Программа и методика наблюдений за ценопопуляциями видов растений Красной книги СССР // Всес. науч.-исслед. ин-т охраны природы и заповедного дела Госагропрома СССР. М., 1986. 34 с.
11. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель // Охрана почв и земель: сб. нормативных актов / РЭФИА. Мин. ООС и ПР РФ. Вып.2. С.174–196.
12. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных / Г.А. Новиков. М.: Сов. наука, 1953.
13. Пузаченко Ю. Г. Методологические основы географического прогноза и охраны среды. М.: Изд-во УРАО, 1998.
14. Санитарные правила в лесах Российской Федерации. М., 1998.
15. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. М., 1992.
16. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. Гидрометеоздат, 1981.
17. РД 39-0147098-015-90. Инструкция по контролю за состоянием почв на объектах предприятий Миннефтепрома. [Электронный ресурс]. Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс».

**S.A. Buzmakov, S.A. Ovesnov, A.I. Shepel, A.A. Zaytsev**

#### **METHODICAL INSTRUCTIONS «ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF ESPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES OF REGIONAL IMPORTANCE»**

Methodical instructions «Environmental assessment of especially protected natural territories of regional importance» are worked out at Perm State University. They are used for works about protected areas of regional significance's monitoring in Perm region.

**Key words:** environmental assessment; monitoring; degradation; restoration; soil; vegetation; wildlife; ecosystem; basic ecosystem; especially protected natural territories; evaluation criteria.

УДК 556.552: 628.8

**Е.А. Зиновьев, А.Б. Китаев**

#### **РОЛЬ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ФОРМИРОВАНИИ И ОСОБЕННОСТЯХ ИХТИОФАУНЫ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В РАЙОНЕ СОЛИКАМСКО-БЕРЕЗНИКОВСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

Пермский государственный университет, 614990, Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: hydrology@psu.ru, zoovert@psu.ru

Показано влияние выбросов промышленных стоков Соликамско-Березниковского комплекса на состояние и трансформацию гидрофауны верхней части Камского водохранилища.

**Ключевые слова:** химическое загрязнение; выбросы промышленных стоков; водохранилище; ихтиофауна; трансформация.

Создание промышленных комплексов на берегах водотоков и водоемов или в непосредственной близости от них непременно сопровождается негативным воздействием сбросов сточных вод на со-

стояние гидробиологического режима этих водных объектов, и в частности на состояние и трансформацию ихтиофауны. Степень этого воздействия зависит: во-первых, от гидрологических особенностей той части водоема, где наблюдается выброс промышленных стоков; во-вторых, от специфики промышленного производства и эффективности работы существующих очистных сооружений, в-третьих – от видовой структуры ихтиоценозов, так как видовая чувствительность к токсикантам различна. Загрязнение рек, а затем морей и океанов, воздействие на биологические ресурсы уже давно превратилось в острейшую международную проблему [12], по которой к настоящему времени накоплены многие десятки тысяч публикаций – о воздействии, прежде всего, тяжелых металлов и органики на биологические объекты и экосистемы.

На левом берегу верхней части Камского водохранилища расположен один из крупнейших в Пермском крае промышленных комплексов – Соликамско-Березниковский (рис.), выбросы сточных вод которого оказывают негативное воздействие на гидрофауну водоема.

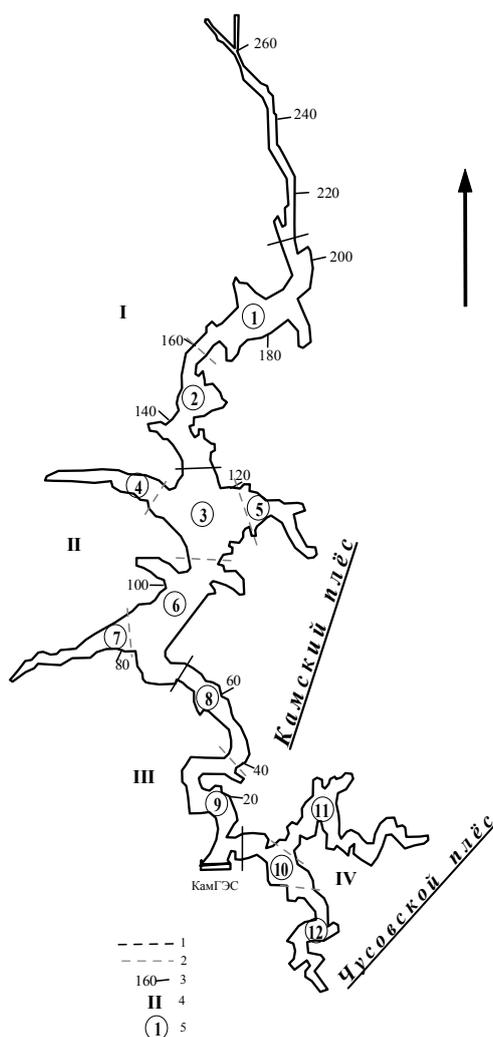


Схема морфологических таксонов Камского водохранилища:

1 – границы районов; 2 – границы участков; 3 – расстояние (км) от плотины (по судовому ходу); 4 – номера районов; 5 – номера участков: Камский плес – 0 – Тюлькино – Березники, 1 – Березники – Быстрая, 2 – Быстрая – Пожва, 3 – Пожва – Чермоз; 6 – Чермоз – Усть-Гаревая; 7 – Обвинский залив; 8 – Усть-Гаревая – Добрянка; 9 – Добрянка – КамГЭС; 10 – Сылвенско-Чусовской плес; 11 – Чусовской залив; 12 – Сылвенский залив

В связи с расположением в верхней части водохранилища крупного промышленного комплекса наиболее уязвимыми по содержанию химических веществ (по сравнению с нормами ПДК) являются первые три участка водоема (Тюлькино – Березники, Березники – Быстрая и Быстрая – Пожва). Именно в этой части водохранилища (рис.) в многолетнем аспекте неоднократно имело место превышение ПДК как по минерализации, так и по ряду компонентов химического состава (хлоридам,

сульфатам, биогенным элементам и др.). Введение в строй рассеивающего выпуска промышленных стоков Березниковского промышленного узла позволило существенно улучшить ситуацию в водоеме (возросла интенсивность процессов смешения и разбавления загрязнений). Снижение промышленного производства в последнее десятилетие прошлого века сыграло положительную роль в уменьшении загрязнения водоема. Однако этот факт не является признаком снижения техногенного пресса на водоем, поскольку промышленное производство в Березниках и Соликамске постепенно восстанавливается, соответственно возрастает и загрязнение водохранилища.

Наиболее уязвимой с позиций загрязнения водохранилища, а следовательно, и с точки зрения возможности возникновения гидрологического риска, является фаза зимней сработки водоема. Возможно возникновение риска и в период летне-осенней стабилизации уровня воды в водохранилище, хотя вероятность его проявления в это время заметно меньше.

Несомненно, положительную роль в интенсивности разбавления и смешения сточных вод Соликамска и Березников играет тот факт, что максимальный обмен вод в водохранилище наблюдается именно в верхней части водоема (Тюлькино – Быстрая).

В период низких уровней воды, в зимнее время, загрязненные струи перемещаются в основном в глубинных слоях. Это способствует появлению застойных (загрязненных) зон в центральной части водохранилища (Пожва – Чермоз), обмен вод в которой в этот период характеризуется минимальной для всего водоема интенсивностью.

Таблица

Токсичность ряда поллютантов для рыб [13]

Поллютанты и показатели	ПДК, мг/л (рыбохоз.)	Класс опасности	Токсичность	Воздействие и накопление на	
				молодь	взрослых
NH <sub>4</sub>	0,5	IV	Токсичен		
Fe	0,1	IV	Токсичен		Печень > жабры > мышцы > кости
Cu	0,001	III	Токсичен		Печень > мышцы
Zn	0,01	III	Токсичен		Почки > жабры > печень > мышцы
Pb	0,006	II	Токсичен	В почках, мозгу, в мышцах 0,1-1,0 мг/л, в жабрах 3,1, в печени 8,1 мг/л (плотва, ерш, щука, окунь)	ЖКТ > мышцы > почки
Mn	0,01	IV	Токсичен		
XПК	3,0				

Общеизвестно, что Fe, Cu, Zn, Mn (табл.) входят в состав биологически активных веществ в животных организмах и в определенных количествах необходимы для их жизни, однако недостаток этих элементов и, тем более, избыток превращает их в яды, приводящие к различным негативным эффектам вплоть до смерти [9]. Аммиак вызывает некроз тканей (дыхательная, пищеварительная системы), железо, хотя и входит в состав гемоглобина и красных кровяных телец, в количествах, превышающих ПДК, приводит к нарушениям в процессах оплодотворения и развития икры [21] и к ряду других патологий. Железо концентрируется больше в печени, затем жабрах, мышцах и меньше всего в костях. Вместе с тем в ряде рыб Сибири оно чаще отмечается в селезенке, почках и в меньшей степени – в печени, жабрах, скелете и мышцах [14–15].

Цинк широко представлен в природе в виде сульфатов, карбонатов, руд, часто вместе с Fe и Cd входит в состав многих ферментов. Оказывает влияние на обмен веществ и рост, усиливает жизнестойкость клеток, увеличивает содержание РНК и ДНК [8]. Чаще имеет более высокую концентрацию у бентофагов и низкую – у хищных видов [2]. Синергист с Cu, снижает потребность в O<sub>2</sub> и способствует выделению аммиака. Обычно больше накапливается в почках, жабрах, печени, чем в мышцах [7]. Вместе с тем при контакте со средой, содержащей много цинка, наблюдается его большее

количество в коже и мышцах [16]. Несколько иное накопление цинка в органах рыб Сибири: скелет > яичники > почки > семенники > печень > жабры > селезенка > мышцы [15].

Медь в водной среде обычно находится в виде солей, воздействует на сердечно-дыхательную систему. Недостаток меди вызывает отек сосудов, образование слизи в кишечнике, дегенерацию почечных клубочков и др. Повышенное содержание Cu вызывает изменение числа и диаметра хлоридных клеток жаберного эпителия, разрушение обонятельных рецепторных нейронов. На клеточном уровне увеличивается количество лизосом, уменьшается количество митохондрий, дегенерируют клеточные мембраны [19]. Кроме того, повышенные концентрации Cu увеличивают смертность икры [23]. Больше меди аккумулируется в желудке и печени, меньше в мышцах. Немного иная ситуация характерна для рыб Сибири: печень > селезенка > гонады > жабры > мышцы > скелет [15]. Интересно, что при снятии нагрузки все функции относительно быстро приходят в норму.

Свинец на тканевом уровне является нейротоксином, изменяет циркадные ритмы нейромедиаторов, воздействует на респираторный и кишечный эпителий, вызывает отек жаберных лепестков, разрушает клетки всасывающего эпителия и его отслоение. На клеточном уровне особенно повреждает жаберный эпителий [11]. Обычно чем старше рыба, тем больше свинца в теле [20]. Накопление Pb зависит от типа питания, причем у всеядных и хищных видов больше кумулируется в печени [22]. Острая токсичность (50 % смертность) наступает у карпов длиной 3,5 см при концентрации 0,44 мг/л, у карпов длиной 6,0 см – при 0,8 мг/л [18]. Обычно накопление Pb наблюдается больше в желудочно-кишечном тракте и мышцах, чем в почках, хотя в рыбах Сибири в обобщенном виде: в скелете > семенники > печень > жабры = селезенка > мышцы > сердце > плавательный пузырь > почки > яичники [15].

Таким образом, даже из краткого обзора следует, что существует высокая изменчивость воздействия тяжелых металлов на рыб в зависимости от возраста (более сильно на молодь), физиологического состояния, условий обитания и других факторов, причем меняется и локализация тяжелых металлов в органах и тканях, на эти закономерности и динамичные показатели, помимо перечисленных выше, указывали и другие исследователи [1; 4–5; 10; 17].

Гидрологический и химический режимы верхней части водохранилища в условиях современной техногенной нагрузки (2003–2005 гг.) характеризуются следующим: в период зимней сработки водоема превышение ПДК отмечается по иону аммония, Fe<sub>общ.</sub>, Cu, Mn, Zn, Pb, ХПК; во время весеннего наполнения водохранилища – по иону аммония, Fe<sub>общ.</sub>, Cu, Mn, ХПК; в летне-осенний период – по Fe<sub>общ.</sub>, Cu, Mn, Zn, ХПК. Следует сказать, что NH<sub>4</sub>, Fe, Mn относятся к IV классу опасности (умеренно опасные), но Cu, Zn – к III, а Pb – ко II (высоко опасный), все они представляют собой токсичные вещества [13].

Анализ материалов Пермского ЦГМС в более поздний период показал, что в районе Соликамско-Березниковского промышленного узла среднегодовые концентрации, превышающие ПДК, существенно не изменились и составили в 2007 г. по меди – 2 ПДК, марганцу – 10 ПДК, железу общему – 7 ПДК; фенолам – 1 ПДК, нефтепродуктам – незначительно превысили ПДК. Качество воды на данном участке водохранилища в 2007 г. незначительно улучшилось по сравнению с 2006 г. Значения УКИЗВ составили 3,24–3,58, что соответствует III классу качества, разряд «б» и характеризует воду как очень загрязненную. Уровень загрязненности воды по сравнению с 2006 г. снизился с переходом из IV класса качества – «грязная» в III класс – «очень загрязненная» в створах выше и ниже г. Березники. Это произошло благодаря уменьшению числа случаев превышения ПДК соединениями марганца и фенолами в черте г. Березники и за счет уменьшения числа случаев превышения ПДК соединениями азота, марганца, цинка и фенолами ниже г. Березники. Примерно такая же картина наблюдалась и в 2008 и 2009 г.

Кроме того, стоит остановиться на одном из показателей, который можно использовать при оценке экологического состояния водоема, – насыщение воды растворенным кислородом. Пространственно-временной анализ содержания кислорода в воде Камского водохранилища показал, что на всех его плесах, а также в левобережных и правобережных заливах возможно появление ситуации риска, когда класс качества воды доходит до V-VI (вода грязная и очень грязная), а экологическое состояние среды становится кризисным и катастрофическим. Такая ситуация относится, прежде всего, к периоду зимней сработки водохранилища. Низкое содержание растворенного кислорода отмечается в придонных горизонтах водоема. Прежде всего, в этих слоях водоема следует ожидать возникновения критических условий насыщения вод кислородом, соответствующих критериям опасных и особо опасных явлений в условиях загрязнения вод.

Расчет баланса химических веществ за многолетний период показал, что на водохранилище наибольшие годовые величины суммарной составляющей отмечаются на первых двух его участках (Тюлькино – Березники, Березники – Быстрая). Именно в этой части водоема (в отличие от других участков) отмечаются положительные значения суммарной составляющей баланса в течение года, что обусловлено поступлением сильноминерализованных сточных вод Соликамско-Березниковского промышленного узла.

В зоне интенсивного загрязнения Березниковского химического комбината наблюдается изменение структуры донного биоценоза (из личинок хирономид сохраняются только пелофилы и токсикостойчивые олигохеты), уменьшение видового разнообразия и биомассы бентоса при сравнительно небольших отклонениях в зоопланктоне. Так, в период открытой воды в 1978 г. биомасса бентоса в приплотинном участке составила  $5,74 \text{ г/м}^2$ , в районе ниже г. Березники –  $0,92 \text{ г/м}^2$ . Различия в обилии бентонтов меньше – соответственно  $4722 \text{ экз/м}^2$  и  $1999 \text{ экз/м}^2$ . Аналогичная картина наблюдается и в настоящее время.

Видовой состав рыб в указанном районе, за исключением стерляди, одинаков с чистыми участками и стабилен, хотя удельный вес многих видов резко меняется. По результатам экспериментального и промыслового лова, в районе отмечается больший удельный вес токсикорезистентного леща и густеры, но меньше окуня, судака и плотвы, нежели в чистом вышележащем и чистых заливах водохранилища.

Несмотря на массивное загрязнение водоема стоками БТМК, рудоуправлений, БХК, БСЗ и других предприятий, верхняя часть водохранилища долгие годы являлась наиболее продуктивной по объему рыбоотдачи (от 43 до 55 % всего улова), но, скорее всего, за счет гидрологических особенностей и ограниченности пригодных местообитаний. Вместе с тем хронический характер загрязнения проявляется, главным образом, в ухудшении органолептических качеств, преимущественно в зимний период.

Изменения в половой, возрастной, размерной структуре популяций рыб в зоне загрязнений сравнительно невелики, хотя обычно предельные размеры рыб чуть меньше. Ростовые процессы здесь также замедлены, за исключением нескольких отклонений от этого правила. Вместе с тем у всех видов рыб заметно понижена упитанность, что наблюдается как у молодежи, так и у взрослых рыб [3].

Отмечаются процессы адаптации у большинства видов рыб к ядовитым ингредиентам сточных вод и их совокупности, которые начинаются на самых ранних этапах онтогенеза (икра, эмбрионы, личинки) и продолжаются на биохимическом (ферментные системы), физиологическом, биологическом (динамика роста, жиронакопления, созревания), генетическом и других уровнях взрослого организма. Для полной нейтрализации отрицательных воздействий на гидробионтов необходимо разбавление промстоков в 500–1000 раз и более. Колебания в составе и концентрации промстоков (суточные, сезонные, годовые) приводят к значительным отклонениям в воздействии. Характер отравления рыб в больших концентрациях сточных вод неспецифичен, неодинаков с интоксикацией фенолом, анилином и фурфуролом в экспериментах. Условно-чистые воды токсичнее вод, поступающих в водоем после нейтрализации в так называемом «Белом море».

Считая средний объем сброса условно-чистых вод в  $40\,000 \text{ м}^3/\text{сутки}$ , а среднегодовой расход воды в районе Березников – в  $6\,070 \text{ м}^3/\text{сек}$ , получаем величину разбавления этих промстоков в 12 000 раз. Однако необходимо учесть, что выброс происходит не по всему сечению Камы: резкое сокращение расхода воды зимой и накопление поллютантов в илах, растениях, животных обуславливает ухудшение газового режима в значительной части водоема, кумулятивный эффект для рыб и ухудшение их пищевых качеств.

В зоне интенсивного загрязнения даже в весенне-осеннее время у рыб сохраняются патологические изменения в крови – увеличение количества гемоглобина, повышение СОЭ, сдвиги в сторону лейкоцитоза, моноцитоза, усиления гемопоэза у карповых и моноцитоз, увеличение гемопоэза при уменьшении количества гемоглобина у хищных видов (щука, судак, окунь). Это можно рассматривать как явление анемии, когда организм не в состоянии обеспечивать стабильность физиологических функций либо механизмы гомеостаза сохраняют не норму, а измененные в результате хронической интоксикации состояния параметры системы крови [3].

Биохимические признаки (содержание липидов в тканях, окислительная активность) являются довольно хорошими индикаторами хронического загрязнения верхней части Камского водохранилища промстоками, в то время как морфофизиологические показатели (кроме веса селезенки) менее эффек-

тивны. При этом нередко в зоне загрязнений происходит возрастание интенсивности процессов обмена и жиронакопления, как компенсаторное явление.

Для зоны загрязнений типично заболевание многих видов рыб токсической водянкой, уменьшение видового разнообразия паразитов при пониженных показателях интенсивности / экстенсивности заражения рыб. Кроме того, здесь отмечается увеличение роли в паразитофауне трематод и гвоздичников.

Обобщая основные результаты многолетних разноплановых исследований состояния гидробионтов в районе г. Березники, необходимо отметить значительную их противоречивость: 1) значительное воздействие промстоков на бентос и незначительное – на зоопланктон; 2) обеднение состава бентоса, уменьшение его биомассы и появление слабоустойчивых к интоксикации моллюсков; 3) одновременное наличие бактерицидности и бактериостатичности сточных жидкостей; 4) высокая загрязненность участка и максимальная плотность популяций рыб зимой (и эффективность промысла); 5) высокая ядовитость промстоков для рыб и, не смотря на это, их обитание в этой зоне; 6) наличие барьера сточных вод ниже г. Березники и нередкость его пересечения рыбами; 7) высокая адаптивная способность многих видов рыб, процессы локализации в органах и тканях и усиление миграций; 8) увеличение количества гемоглобина у мирных рыб и уменьшение его у хищных; 9) обычность половой структуры у одних видов и резкие особенности у других; 10) отсутствие значительного накопления многих микроэлементов в органах и тканях, кроме титана; 11) повышение изменчивости биологических параметров у молоди и взрослых рыб при большой годовой динамике; 12) невысокое содержание фенолов и анилина в воде (или отсутствие) при их присутствии в рыбах, хотя кумуляция данных органических соединений не характерна для рыб.

Следовательно, надо признать неполноту наших знаний о причинах, механизмах сукцессионных процессов, динамике основных функций организмов и популяций в ответ на массивированные антропогенные воздействия. Для дешифровки этих явлений и обеспечения возможностей прогнозирования дальнейшей судьбы водоема и роста его биопродуктивности необходимы возобновление и расширение спектра токсикологических работ. Это актуально в связи с возросшей динамикой численности водохранилищных стад рыб, упадком рыбной промышленности и сохранением наиболее загрязненной зоны у г. Березники, несмотря на общее улучшение санитарного состояния водоема и уменьшение суммарного количества неочищенных стоков. Необходима четко спланированная программа с отбором модельных объектов, стоящих на разных ступенях эволюции и из разных звеньев экосистемы – из представителей бактериофлоры, а также водных растений, планктона, бентоса, рыб. Целесообразно, помимо ранее использованных методов анализа, включить и наиболее современные – гистохимические, цитогистологические, биохимические, генетические, спектрометрические и др.

Естественно, что для оптимального решения проблемы химического загрязнения верхней части Камского водохранилища возникает необходимость введения в строй полного цикла биологической очистки промстоков предприятий г. Березники, а также уменьшения солевого загрязнения водоема.

#### Библиографический список

1. Брагинский Л.П. Пестициды и жизнь водоемов. Киев: Наукова думка, 1972. 200 с.
2. Глушанкова М.А., Пашкова И.М. Тяжелые металлы в тканях рыб из озер Псковско-Чудского и Выртычярв // Цитология. 1992. Т. 34. № 3. С.46–50.
3. Гольдин В.М., Соловьева Н.С. О влиянии промышленного загрязнения на рыб верхней части Камского водохранилища // Основы рационального использования рыбных ресурсов камских водохранилищ: межвуз. сб. науч. тр. / Перм. ун-т. Пермь, 1978. С.13–30.
4. Гусев А.Г. Влияние загрязнений сточных вод на рыбные запасы Камского и Воткинского водохранилищ // Материалы Всесоюз. науч.-техн. совещ. по созданию и комплексному освоению водохранилищ. Пермь, 1965. С.166–169.
5. Гусев А.Г. Охрана рыбохозяйственных водоемов от загрязнения. М.: Пищ. пром., 1975. 368 с.
6. Зиновьев Е.А. Воздействие факторов экологического риска на гидрофауну, ихтиофауну и микробиологические процессы водоемов // Условия возникновения гидрологического риска на водных объектах Пермского края. Пермь, 2008. Ч.II. С.89–109, 122–146.
7. Каишулин И.А., Решетов Д.С. Накопление и распределение никеля, меди и цинка в органах и тканях рыб в субарктических водоемах // Вопросы ихтиологии. 1995. Т. 35. №. 5. С.687–692.
8. Курант В.З., Арсан О.М. Влияние цинка на содержание белков и нуклеиновых кислот в раннем онтогенезе рыб // Гидробиол. журнал. 1991. Т.27. № 6. С.45–48.

9. Лав Р. Малькольм. Химическая биология рыб. М.: Пищ. пром., 1976. 352с.
10. Лесников Л.А. О типах действия сточных вод на водоемы и водные организмы // Изв. ГосНИОРХ. 1969. Т. 65. С.265–276.
11. Ноздрачев А.Д., Скопичев В.Г., Степанова Н.В. Состояние респираторного и кишечного эпителия пресноводных рыб при взаимодействии со средой, содержащей ацетат свинца // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 3. 1995. № 4. С.93–97.
12. Патин С.А. Влияние загрязнения на биологические ресурсы и продуктивность Мирового океана. М.: Пищ. пром., 1979. 204 с.
13. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды, водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. Изд. ВНИРО. М., 1999. 302 с.
14. Попов П.А. Тяжелые металлы в рыбах бассейна Оби // Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы-биофилы в окружающей среде. Семипалатинск: СемГУ, 2002. С.322–326.
15. Попов П.А. Оценка экологического состояния водоемов методами ихтиоиндикации: автореф. в виде монографии на соискание уч. ст. докт. биол. наук. Томск, 2003. 37 с.
16. Руднева Н.А., Обожин А.В. Влияние сточных вод на содержание микроэлементов в органах рыб // Экология. 1992. № 2. С.79–81.
17. Строганов Н.С. Загрязнение вод и задачи водной токсикологии // Вопр. водной токсикологии. М., 1970. С.11–24.
18. Alam M.K., Maughan O.E. Acute toxicity of heavy metals to common carps (*Cyprinus carpio*) // J. Environ. Sci and Health. A. 1995. 30. № 8. P. 1801–1816.
19. Khangarol B.S. Copper induced hepatic ultrastructural alterations in the snake-headed fish – *Channa punctatus* // Ecotoxicol and Environ. Saftey. 1992. 23. № 3. P. 282–293.
20. Kralj-Ktobucar N. Lad intake in the juvenile and adult carp (*Cyprinus carpio*) // Vet. arch. 1993. 63. № 2. P. 95–105.
21. Meinelt T., Stuber A., Steffens W., Steinberg C. Wirkungen fischtoxischer Schadmetalle – Fischtoxizität von Eisen und Mangan // Fischer und Teichwirt. 1997. Т. 48. № 4. S. 162–164.
22. Srelotan E., Pompe-gotal E., Srelotan V., Prevendar C.A. Monitoring of mercury, lead and cadmium concentrations in animals in the Republic Chorvatia. II Sources and magnitude of lead contamination in freshwater fish // Vet. arch. 1995. 65. № 3. P. 99–106.
23. Stouthard Xander J.H.X., Haans L.M., Lock R.A.C. Bonga S., Wendelaar E. Effects of water ph on copper toxyty of early life stages of the common (*Cyprinus carpio*) // Environ Toxicol and Chem. 1996. 15. № 3. P. 376–383.

Ye. A. Zinoviev, A. B. Kitaev

**THE ROLE OF CHEMICAL POLLUTION IN FORMING AND CHARACTERISTICS  
OF THE KAMA RIVER BASIN'S ICHTHYOFAUNA AROUND INDUSTRIAL COMPLEX  
OF SOLIKAMSK AND BEREZNIKI**

The effect of emissions from industrial wastewater of Solikamsk-Berezniki industrial complex on the state and transformation of hydrofauna in upper part of the Kama Water Reservoir is shown.

Key words: chemical pollution; emissions from industrial wastewater; reservoir; fish fauna; transformation.