

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ

поверхностных ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ методами биотестирования и биоиндикации

Проведена комплексная оценка состояния поверхностных водных объектов в районе Кирово-Чепецкого химического комбината (Кировская область). По результатам биотестирования и биоиндикации определено их экологическое состояние. Данные сопоставлены с материалами химического анализа.

Введение

Высокая потребность в продукции химической промышленности приводит не только к строительству новых заводов, но и сохранению, реструктуризации и расширению возможностей комбинатов, появившихся ещё в советский период. На территориях, расположенных вблизи таких объектов, происходит загрязнение окружающей среды, что приводит к необратимым изменениям в организации и функционировании природных экосистем.

Согласно данным аналитического ежегодника «Россия в окружающем мире» [1] Кирово-Чепецк (Кировская область) относится к городам, в окружающей среде которых присутствует комплекс токсичных веществ. Основным источником загрязнения природной среды является крупнейший в Европе химический комбинат – ОАО «Кирово-Чепецкий химический комбинат им. Б.П. Константинова» (КЧХК), который в настоящее время входит в ОАО «Объединенная химическая компания УРАЛХИМ» [2].

Созданные на базе КЧХК современные производства ООО «Завод полимеров КЧХК» (ЗП) и ООО «Завод минеральных удобрений КЧХК» (ЗМУ) относятся к химически опасным предприятиям [3, 4]. С 1944 по 1991 гг. на комбинате происходило обогащение гексафторида и тетрафторида урана. В настоящее время на ЗП производятся фторполимеры, на ЗМУ действуют крупнотон-

А.С. Олькова*,
кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры экологии, ФГБОУ ВПО Вятский государственный гуманитарный университет

С.Г. Скугорова,
кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биомониторинга, ФГБУН Институт биологии Коми НЦ УрО Российской академии наук

Н.В. Вараксина,
аспирант кафедры экологии, ФГБУ ВПО Вятский государственный гуманитарный университет



нажные производства карбоната кальция, аммиака, азотной кислоты, аммиачной селитры, сложных минеральных удобрений. Степень опасности производства обусловлена не только составом выбросов и сбросов, но и близостью расположения промплощадок комбината к основному источнику водоснабжения областного центра – р. Вятка (1,5–3 км). Проблему усугубляет то, что хранилища отходов производства расположены в пойме реки, в зоне санитарной охраны водозабора. Сверхнормативное загрязнение стоков комбината может приводить к ухудшению качества воды на хозяйственно-питьевом водозаборе г. Киров, особенно в весенний период, когда паводковые воды затопливают пойму.

По полученным ранее данным [2] нами было показано, что в зоне влияния КЧХК участки природной среды с наибольшим загрязнением поллютантами приурочены к поверхност-

* Адрес для корреспонденции: morgan-abend@mail.ru

ным водным объектам, в которых в прошлом и настоящем отмечались высокие концентрации аммонийного азота, радионуклидов, тяжелых металлов, особенно ртути.

Целью нашей работы стала оценка состояния поверхностных водных объектов техногенно нагруженной территории на примере КЧХК методами биотестирования и биоиндикации.

Материалы и методы исследования

Район исследования интересен тем, что при высокой техногенной нагрузке в предполагаемой зоне влияния химического комбината находится большое количество водных объектов (рис. 1).

Через изучаемую территорию в северо-западном направлении протекает р. Елховка, которая используется в качестве коллектора

Рис. 1. Карта-схема расположения точек отбора проб из поверхностных водных объектов в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината. Масштаб 1:35 000.

Примечание: круглыми метками обозначены места отбора проб для биотестирования, квадратными – места отбора проб зообентоса.

М.Л. Цепелева,
аспирант,
ФГБУН Институт
биологии Коми
НЦ УрО Российской
академии наук

Т.А. Адамович,
аспирант, старший
преподаватель
кафедры химии,
ФГБОУ ВПО Вятский
государственный
гуманитарный
университет

для сброса промливневых вод с территории КЧХК, она впадает в оз. Просное на западе территории. Из оз. Просное сточные воды через искусственную протоку и измерительный лоток стекают в р. Просница, которая ниже искусственной протоки носит название Волошка. Р. Волошка через 8 км впадает в р. Вятка, кроме того, в 1 км ниже протоки из оз. Просное р. Волошка соединяется с р. Вятка естественной протокой.

Всю территорию с востока на запад пересекает цепь старичных озер, наиболее крупные из них – Просное, Березовое, Бобровое. Озера соединены временными водотоками между собой и с р. Елховка. Имеется также два искусственных водоема: карьер ЗМУ, карьеры у оз. Березовое и оз. Бобровое, а также ряд небольших отводных каналов.

В 2011 г. были отобраны 22 пробы из поверхностных водных объектов. Объектами исследования стали р. Елховка, протекающая через всю территорию комбината (фоновая точка 1 выше сбросов, точки 2, 5, 18, 20, 29, 30, 30/1); искусственные отводные каналы вблизи хранилищ радиоактивных отходов (т. 9, 16); водные объекты вблизи шламонакопителей химических отходов (т. 23–28);

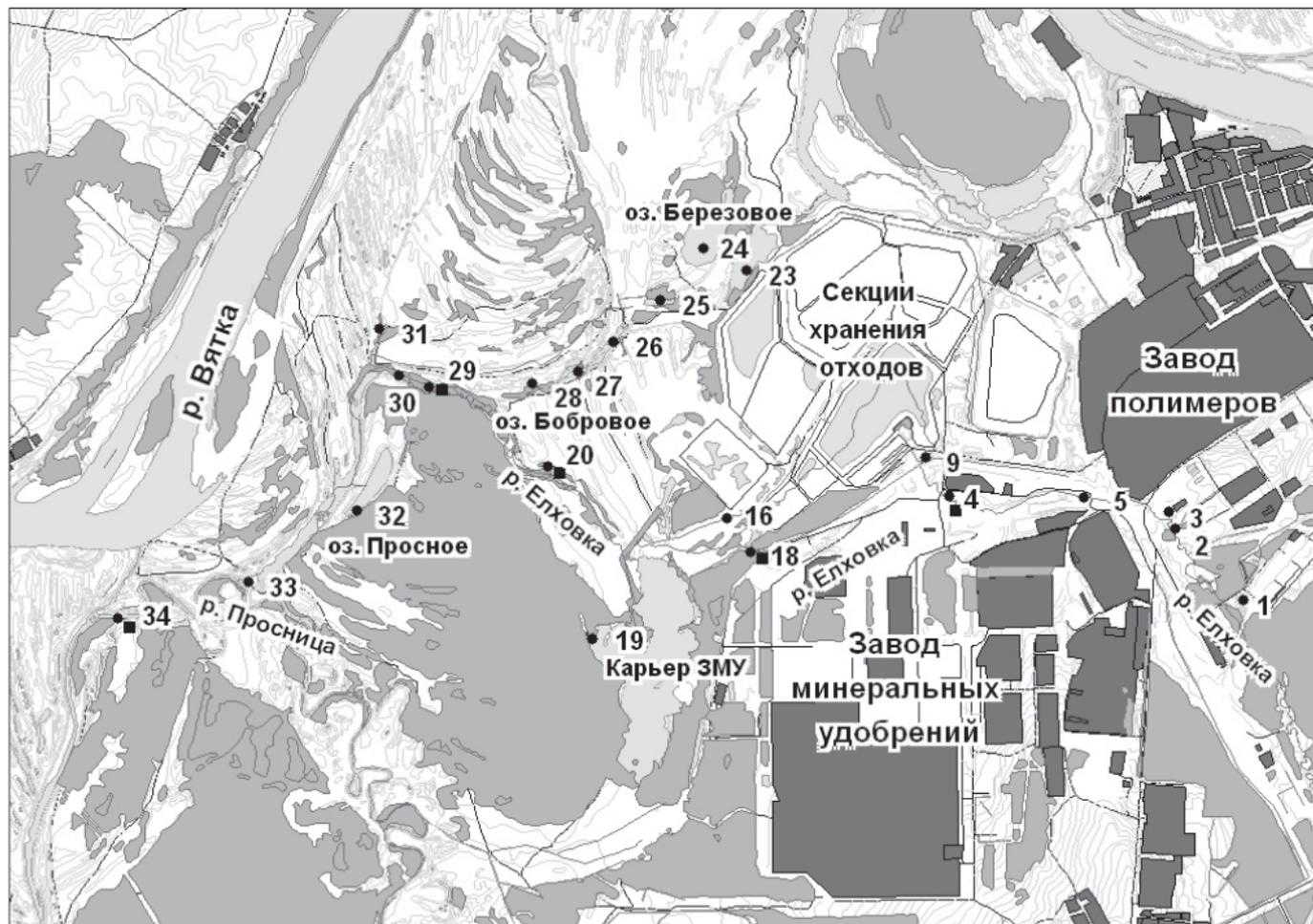


Таблица 1

Классификация проб при биотестировании с помощью *Paramecium caudatum*

Интервал индекса токсичности Т, у.е.	Группа токсичности
$0 < T \leq 0,40$	Группа I. Допустимая степень токсичности
$0,41 < T \leq 0,70$	Группа II. Умеренная степень токсичности
$T \geq 0,71$	Группа III. Высокая степень токсичности

Таблица 2

Классификация качества воды водоёмов и водотоков по гидробиологическим показателям

Класс качества воды	Степень загрязнённости воды	Гидробиологические показатели по зообентосу	
		Отношение общей численности олигохет к общей численности донных организмов, %	Биотический индекс по Вудивиссу, баллы
I	очень чистые	1–20	10
II	чистые	21–35	7–9
III	умеренно загрязнённые	36–50	5–6
IV	загрязнённые	51–65	4
V	грязные	66–85	2–3
VI	очень грязные	86–100 или макробентос отсутствует	0–1

отводный канал вдоль Бобровых озёр (т. 31), оз. Просное (т. 32), измерительный лоток (т. 33), р. Просница (т. 34). Также пробы отбирали из места выхода грунтовых вод у ЗП (т. 3), карьера ЗМУ (т. 19).

Основными методами исследований стали биотестирование и биоиндикация. Выявленный отклик биоты сопоставляли с данными химического анализа проб.

В качестве тест-объектов были выбраны ветвистоусые рачки *Daphnia magna Straus* и простейшие *Paramecium caudatum Ehrenberg* (инфузория-туфелька). Эти организмы обладают разной чувствительностью к наиболее распространенным токсикантам [5], что позволяет оценивать экологическое состояние вод со сложным спектром загрязнения.

Методика с использованием инфузорий основана на определении токсичности по проявлению хемотаксиса с помощью прибора из серии «Биотестер» [6]. Пробы классифицируются по степени токсичности (табл. 1).

Методика биотестирования по гибели рачков дафний является классической при установлении токсичности компонентов среды. Её особенностью является оценка уровня

смертности молодых особей популяции (до 24 ч) [7].

Биоиндикация проводилась по характеристикам состояния донных биоценозов. Исследовали показатели зообентоса: количество таксономических групп, численность (тыс. экз./м²) и биомасса (г/м²) беспозвоночных. По полученным характеристикам рассчитывались биотические индексы Вудивисса, Гуднайта-Уитлея и Шеннона [8, 9].

Индекс Вудивисса объединяет принцип индикаторного значения отдельных таксонов и суммирования видового разнообразия донной фауны водоёма в условиях загрязнения. Он оценивает состояние водного объекта по 10 баллам, которые сведены к шести классам качества. Индекс Гуднайта и Уитлея (олигохетный индекс) рассчитывается как отношение численности олигохет к общему числу донных организмов, выраженное в процентах. По индексу Шеннона оценивается таксономическое разнообразие водных биоценозов.

Биотические индексы позволяют оценить качество исследуемых водных объектов согласно ГОСТ 17.1.3.07 – 82 (табл. 2) [10].

Результаты и их обсуждение

Результаты проведенных исследований представлены в табл. 3 и на рис. 1.

В табл. 3 пробы разбиты на группы в зависимости от оказываемого воздействия и заключения о токсичности, которое содержит указание на наличие или отсутствие острого токсического действия, а также степень токсичности в соответствии с используемыми методиками (табл. 1). Отдельная группа объединяет пробы, которые не оказали угнетающего действия на дафний, но значительно стимулировали хемотаксис инфузорий.



Таблица 3

Оценка степени токсичности поверхностных вод

№ группы	Точка и её расположение	Группы по заключению о токсичности
1	1 – р. Елховка выше стоков комбината (фон) 2 – р. Елховка после выпуска стоков ЗП 16 – водоём у 3-й секции шламонакопителя 27 – оз. Бобровое-2 26/1 – оз. Бобровое-1, глубина 0,3 м 30/1 – р. Елховка в нижнем течении, старое русло 32 – оз. Просное со стороны Глухого бора 34 – р. Просница на слиянии с р. Волошка	Пробы не оказывают острого токсического действия
2	20 – р. Елховка в среднем течении 25 – карьер у оз. Бобровое-1 28 – оз. Бобровое-3 33 – измерительный лоток на сбросе воды из оз. Просное	Пробы не оказывают острого токсического действия, но стимулируют хемотаксическую реакцию <i>Paramecium caudatum</i>
3	5 – р. Елховка рядом с нефтебазой 9 – отводная канава у хранилища РАО № 205 18 – зарегулированное русло р. Елховка	Пробы являются токсичными по <i>Paramecium caudatum</i> (умеренная степень токсичности)
4	19 – карьер ЗМУ 24 – карьер у оз. Березовое	Пробы являются токсичными по <i>Paramecium caudatum</i> (высокая степень токсичности)
5	31 – отводный канал вдоль Бобровых озер 3 – место выхода грунтовых вод у ЗП	Пробы являются токсичными по <i>Daphnia magna</i>
6	23 – оз. Березовое (0,3, 2,5, 5,5 м) 26/3 – оз. Бобровое-1, глубина 4,5 м	Пробы являются токсичными по <i>Paramecium caudatum</i> и <i>Daphnia magna</i>

Примечание: глубина отбора проб составляла 0,3 м, кроме точек, для которых указана иная глубина.

В группу 1, включающую безопасные для тест-объектов пробы, попадает, прежде всего, точка 1, которая находится до сброса сточных вод ЗП и характеризует фоновое состояние р. Елховка. В данной пробе гибели рачков не наблюдалось, индекс токсичности Т (по инфузориям) равен нулю.

Наиболее неблагоприятными по результатам биотестирования оказались оз. Бобровое-1 (т. 26/3, глубина 4,5 м) и оз. Березовое (т. 23): в этих пробах наблюдалась гибель рачков, равная 100 % и отрицательный хемотаксис инфузорий. Из данных озер пробы отбирались с различной глубины: 0,3, 2,5 и 4,5–5,5 м. При этом выявлена тенденция повышения токсичности с увеличением глубины взятия проб, что свидетельствует о загрязнении водоемов через подземные воды, питающие озера.

Коллективом исследователей было выявлено, что источником загрязнения придонных слоев Бобровых озер, оз. Березового, его карьера, дренажной канавы в старицу р. Вятка является 6 секция шламонакопителя отходов КЧХК [11].

Гидрохимический анализ воды озер показал высокое содержание соединений азота и стронция. Превышение ПДК для ионов

аммония в поверхностном слое воды оз. Бобровое (т. 26) составило 110 раз, для нитрат-ионов – 25 раз, для ионов стронция – 3,5 раза. В воде оз. Березовое (т. 23) концентрация NH_4^+ выше ПДК в 25 раз, концентрация NO_3^- – в 9 раз. С глубиной происходит рост концентрации ионов, что согласуется с увеличением токсичности. Кроме того, в данных пробах установлено незначительное превышение ПДК тяжелых металлов (Mn, Hg, Cu). Для пробы, отобранной из отводного канала вдоль Бобровых озер (т. 31), выявлена высокая токсичность только по тест-объекту *Daphnia magna*. Концентрация нитрата аммония, нитритов и ионов стронция в поверхностном слое воды из данной точки была максимальной среди всех исследованных водных объектов. В воде из дренажной канавы превышение ПДК по ионам аммония составило 280 раз, по нитратам и нитритам – 70 раз, по ионам стронция – 12 раз. Однако для инфузорий проба токсичной не оказалась. Вероятно, приоритетными токсикантами для инфузорий являются другие вещества либо проявляются эффекты маскировки токсичности, например, за счет насыщения среды биогенами. Исследователями [12] отмечается разная чувствительность инфузорий в зависимости от характера загрязнения от низкой до максимальной. Сочетание

матрицы природной воды, загрязняющих веществ и их концентраций не позволяет однозначно прогнозировать отклик живых организмов. Только тестирование с использованием разных видов дает возможность объективно оценить состояние окружающей среды.

Особый интерес представила проба из места выхода грунтовых вод у ЗП (т. 3). Данная проба была высоко токсичной для тест-объекта *Daphnia magna*. Согласно данным химического анализа содержание в пробе сульфатов превышает ПДК в 20 раз, нитритов – в 2,6 раза, ионов магния – в 3,4 раза, ртути – в 3,5 раза, ионов марганца – в 4,4 раза. В исследуемой пробе определены высокие значения удельных активностей цезия-137 и урана-238, они превышают уровень вмешательства по НРБ 99-2009 в 1,3–2,2 раза. Кроме того, в данной пробе было определено высокое содержание хлорида натрия – 24 г/л, что выше ПДК по хлоридам и ионам натрия в 70–120 раз [10]. Это может быть загрязнением грунтовых вод хлоридом натрия, который используется на предприятии для получения каустической соды методом электролиза.

В группе 4 (табл. 3) объединены пробы, которые максимально угнетали инфузории, но не влияли на выживаемость дафний, например, вода из карьера у оз. Березовое (т. 24). При химическом анализе выявлено повышенное содержание нитрата аммония (8–30 ПДК в разные периоды отбора).

Высокой степенью токсичности по тест-объекту *Paramecium caudatum* обладала проба воды, отобранная из карьера ЗМУ (т. 19). При проведении химического и радиохимического анализа данной пробы не выявлено отклонений от нормативов; исключение

Ключевые слова:

биотестирование,
биоиндикация,
химически опасные
предприятия,
поверхностные
водные объекты

составила концентрация ионов алюминия, которая превысила ПДК в 4,5 раза. Отклик организма может быть связан и с другими веществами, сопутствующими производству или образующимися в среде в процессе трансформации.

Несколько проб (группа 2, табл. 3) оказывали стимулирующее действие на двигательную активность инфузорий. В этом случае согласно методике пробы следует признать не токсичными [6]. Однако этот вопрос требует детального изучения. Вероятно, в нашем случае такая реакция является одной из стадий проявления токсического эффекта, так как многие поллютанты района исследования содержат в себе биогенные элементы.

Благоприятным фактом можно считать то, что в пробах из р. Просница, впадающей в р. Вятка (т. 34), острой токсичности не выявлено.

В комплексе с биотестированием для оценки состояния водных объектов в районе влияния химического комбината использовали метод биоиндикации. Подходы близки по цели исследования. Биотестирование показывает токсичность пробы для специально подобранных наиболее чувствительных организмов, то есть характеризует возможные последствия загрязнения для естественной биоты. В то же время биоиндикация отражает уже произошедшее последствие загрязнения через фактическое состояние живых организмов в районе исследования.

Биоиндикационные исследования охватили меньше пунктов. Материалом для работы послужили пробы зообентоса, отобранные из 6 точек, расположенных на р. Елховка: в фоновой точке (т. 1), до карьера ЗМУ (т. 4, 18), в среднем течении (т. 20) и нижнем течении реки (т. 29). Кроме того, проводили гид-



Таблица 4

Показатели зообентоса р. Елховка и р. Просница

Группы зообентоса	1		4		18		20		29		34	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Hydrida	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Mollusca	8,4	10,5	–	–	0,8	40,6	–	–	–	–	5,4	99,8
Oligochaeta	9,6	10,9	20,1	29,6	99,2	59,4	69,2	78,1	30,8	30,0	1,4	<0,1
Hirudinea	0,7	9,9	0,7	7,2	–	–	1,5	5,3	–	–	–	–
Hydrachnidia	0,1	<0,1	–	–	–	–	1,5	1,6	–	–	0,4	<0,1
Cladocera	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	*
Ostracoda	15,3	0,4	–	–	–	–	7,7	<0,1	7,7	0,2	13,7	<0,1
Copepoda	0,1	<0,1	–	–	–	–	–	–	–	–	*	*
Isopoda	1,8	3,9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Amphipoda	0,4	0,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ephemeroptera, lv.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Odonata, lv.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	*
Heteroptera, im., lv.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,1	<0,1
Coleoptera, im., lv.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,7	<0,1
Megaloptera, lv.	0,1	1,3	–	–	–	–	–	–	–	–	0,4	<0,1
Trichoptera, lv.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	*
Chironomidae, lv.	63,3	62,5	79,2	63,2	–	–	18,5	14,4	61,5	69,8	71,2	0,2
Ceratopogonidae, lv.	0,1	<0,1	–	–	–	–	–	–	–	–	5,0	<0,1
Tabanidae, lv.	–	–	–	–	–	–	1,6	0,6	–	–	0,7	<0,1
Прочие Diptera, lv.	0,1	<0,1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Средняя численность, тыс.экз./м ²	12,2	–	1,3	–	1,1	–	1,1	–	0,7	–	2,4	–
Средняя биомасса, г/м ²	–	13,6	–	0,4	–	3,0	–	2,4	–	5,9	–	517,3

Примечание: 1 – доля по численности, %; 2 – доля по биомассе, %; «-» – группа зообентоса не обнаружена; «*» – группа зообентоса обнаружена в качественной пробе.

робиологический анализ р. Просница (т. 34).

Отбор проб был произведен в июле 2011 г.

В составе бентофауны р. Елховка в целом обнаружено 18 различных систематических групп донных беспозвоночных (табл. 4). На всех участках отбора проб были найдены олигохеты, встречаемость которых составила 75 %. К широко распространённым группам, встречаемость которых превышала 50 %, относились моллюски, ракушковые рачки и хирономиды. Встречаемость остальных групп не превышала 34 %.

Наибольшее количество групп донных беспозвоночных было обнаружено в р. Просница (т. 34) – 14, всего две – в р. Елховка у ЗМУ (т. 18). На фоновом участке реки (т. 1) было найдено 12 групп зообентоса. По три группы зообентоса обнаружено в р. Елховка у ЗП после сброса сточных вод (т. 4) и в нижнем течении реки (т. 29). Шесть групп гидробионтов найдено в среднем течении р. Елховка (т. 20).

Максимальные показатели численности (12,2 тыс. экз./м²) были зафиксированы в фоновой точке (1) (табл. 4). Наибольшие значения биомассы зафиксированы на р. Просница (34) за счёт крупных моллюсков из сем. *Unionidae*. Минимальные показатели численности (0,7 тыс. экз./м²) зафиксированы в нижнем течении р. Елховка (т. 29), наименьшие значения биомассы (0,4 г/м²) – в р. Елховка после сброса сточных вод ЗП (т. 4). Необходимо отметить, что в точках 1 и 4 по численности и биомассе доминирующее положение занимали хирономиды (табл. 4). В точках 18 и 20 по численности и биомассе превалировали олигохеты. Возрастание численности и биомассы олигохет в бентосе свидетельствует об органическом загрязнении водоёма. В нижнем течении р. Елховка (29) лидирующее положение по численности и биомассе принадлежит хирономидам. В точке 34 (р. Просница) по численности доминируют хирономиды, по биомассе – моллюски.

Биоиндикационные показатели качества воды исследуемых участков приведены в табл. 5. По биотическому индексу Вуди-

висса наиболее чистым участком р. Елховка является фоновый створ (т. 1). Кроме того, чистой является вода из р. Просница (т. 34). На данных участках воды реки оцениваются вторым классом качества (чистые), все остальные относятся к пятому классу качества (грязные).

По олигохетному индексу Гуднайта и Уитлея (табл. 5) в точках 1, 4, 29 и 34 (р. Просница) воды оцениваются первым и вторым классами качества (очень чистые и чистые). Воды реки Елховки у ЗМУ (т. 18) оцениваются как очень грязные, а в среднем течении реки (т. 20) – как грязные.

Наиболее высокие значения индекса Шеннона (табл. 5) были зафиксированы в точках 1, 20 и 29 р. Елховка и в точке 34 р. Просница. Наиболее низкие – в точках 18 и 4 (у ЗМУ), это свидетельствует об упрощении структурной организации донных сообществ на данных участках реки.

Согласно полученным данным, наиболее чистым участком является фоновый створ на р. Елховка (т. 1) и р. Просница (т. 34). Самым загрязнённым участком р. Елховка по результатам гидробиологического анализа можно считать участок р. Елховка до впадения в карьер ЗМУ, включающий точки 4 и 18. По данным химического анализа в пробах воды, отобранных на данном участке реки, обнаружено превышение ПДК ртути в 1,7–3 раза.

Полученные характеристики зообентоса свидетельствуют о негативном влиянии химического комбината на состояние донных организмов и их биоценозов.

Заключение. Таким образом, на примере ОАО «Кирово-Чепецкий химический комбинат им. Б.П. Константинова» показано, что предприятия химической отрасли являются источниками загрязнения комплексного характера. Оценка состояния окружающей среды в районе их влияния возможна только при сочетании химических и биологических методов.

Таблица 5

Биоиндикационные показатели качества воды р. Елховка и р. Просница

Биотические индексы	Точки отбора проб					
	1	4	18	20	29	34
Биотический индекс Вудивисса (баллы)	7 (2 кл.) чисто	2 (5 кл.) грязно	2 (5 кл.) грязно	3 (5 кл.) грязно	2 (5 кл.) грязно	7 (2 кл.) чисто
Олигохетный индекс, %	11,7 (1 кл.) очень чисто	27,9 (2 кл.) чисто	99,5 (6 кл.) очень грязно	69,2 (5 кл.) грязно	30,8 (2 кл.) чисто	2,1 (1 кл.) очень чисто
Индекс Шеннона, бит/экз.	1,77	0,46	0,04	1,38	1,24	1,22



Заключение

Проведенные исследования и анализ полученных данных позволили сделать следующие выводы.

По данным биотестирования и химического анализа выявлены наиболее неблагоприятные водоёмы (оз. Березовое и оз. Бобровое), загрязнение которых увеличивается с глубиной – происходит дренаж загрязнённых подземных вод. Создавшаяся ситуация опасна близким расположением р. Вятка, которая является источником питьевого водоснабжения г. Киров.

По результатам гидробиологического анализа наиболее загрязнённым можно считать участок р. Елховка до впадения в карьер ЗМУ. Выявлено уменьшение количества групп зообентоса, упрощение структурной организации, большинство створов по биотическому индексу Вудивисса характеризуются как грязные.

При оценке экологического состояния компонентов среды пристальное внимание следует обращать на явление стимуляции биологических функций организмов. Поток техногенных веществ даже биогенного характера вводит экосистему в состояние напряжения.

По полученным данным р. Просница, впадающая в р. Вятка, благополучна по экотоксикологическим и биоиндикационным показателям. Однако требуется проведение мониторинга качества воды, так как сверх-

нормативное загрязнение стоков комбината может приводить к ухудшению качества воды на хозяйственно-питьевом водозаборе г. Киров.

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук № МК-3326.2012.5.

Литература

1. Ревич Б.А. «Горячие точки» химического загрязнения окружающей среды и здоровья населения в городах России // Россия в окружающем мире (Аналитический ежегодник) / Под общ. ред. Н.Н. Марфенина, С.А. Степанова. М.: МНЭПУ, Авант, 2007. С. 108–148.
2. Ашихмина Т.Я. Оценка состояния природного комплекса в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината / Т.Я. Ашихмина, Е.В. Дабах, Г.Я. Кантор, А.П. Лемешко, С.Г. Скугорева, Т.А. Адамович // Теоретическая и прикладная экология. 2010. № 3. С. 18–26.
3. Кирово-Чепецк: стратегия города – развитие бизнеса. Кирово-Чепецк. 2005. 152 с.
4. Кирово-Чепецк. Вчера. Сегодня. Завтра / Под ред. Т.Я. Ашихминой, З.Л. Баскина, С.Ю. Рыловой. Киров: Лобань, 2010. 48 с.
5. Бакаева Е.Н. Гидробионты в оценке качества вод суши / Е.Н. Бакаева, А.Н. Никаноров. М.: Наука, 2006. 239 с.
6. ФР. 1.31.2005.01881 (ред. 2010) Методика определения токсичности проб природных, питьевых, хозяйственно-питьевых, хозяй-

ственно-бытовых сточных, очищенных сточных, сточных вод экспресс-методом с применением прибора «Биотестер». ООО «СПЕКТР-М», 2010. 13 с.

7. ФР.1.39.2007.03222 Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. М.: Акварос, 2001. 48 с.
8. Вудивисс Ф. Биотический индекс р. Трент. Макробеспозвоночные и биологическое обследование // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям: Труды Советско-английского семинара. Гидрометеиздат, 1977. С. 132–161.
9. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.
10. ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоёмов и водотоков. М.: Изд-во стандартов, 1982. 12 с.
11. Дружинин Г.В. Отчет по результатам комплексной оценки влияния хозяйственной деятельности ОАО КЧХК и прилегающей к нему площади водосбора на режим формирования качества и количества стоков / Г.В. Дружинин, А.П. Лемешко, В.А. Нечаев, С.В. Хитрин. Киров: ООО «Геосервис», 2006. 146 с.
12. Никаноров А.М. Мониторинг качества вод: оценка токсичности / А.М. Никаноров, Т.А. Хоружая, Л.В. Бражникова, А.В. Жулидов. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 2000. 159 с.



A.S. Olkova, S.G. Skugoreva, N.V. Varaksina, M.A. Tsapleva, T.A. Adamovich

ASSESSMENT OF SURFACE WATERS ON INDUSTRIAL TERRITORIES BY BIOTESTING AND BIOINDICATION

The complex estimation of a condition of superficial water objects around Kirovo-Chepetsk chemical industrial complex (Kirov region) has been carried out. By the

results of biotesting and bioindication their ecological condition have been defined. Theoretical and practical data have been compared.

Key words: biotesting, bioindication, chemically dangerous industry, surface water objects