УДК 574.64

ТОКСИЧНОСТЬ ПРОБ ВОДЫ НИЖНЕГО ИРТЫША

Чемагин А.А.

ФГБУН Тобольская комплексная научная станция Уральского отделения РАН, Тобольск, e-mail: vodnie-ekosystemi.lab@yandex.ru

Исследовали токсичность проб воды Нижнего Иртыша на участке в пределах Тобольского и Уватского районов Тюменской области методом биотестирования. В качестве тест-объекта использовали низших планктонных ракообразных *Daphnia magna* Straus. Рачков получали от одной самки. Протяженность опыта составила 30 суток. В течение опыта наблюдали за выживаемостью, плодовитостью и длиной тела рачков. Длину тела определяли с помощью окуляр – микрометра. В период опыта рачков кормили взвесью зеленых водорослей и пищевых дрожжей. Установлено, что выживаемость в опыте по сравнению с контролем снижалась на 10–53 %, плодовитость на 25–63 %, длину тела на 11–12 %. Также в результате выполненной работы установлено, что рачки в пробах воды отставали от контрольных дафний по длине тела, со значительным снижением скорости роста в 1-й декаде на 20–30 %, хотя во 2-й и 3-й декадах ростовые процессы дафний активизировались, опытные рачки не достигали контрольных значений до конца наблюдений.

Ключевые слова: планктонные ракообразные, биотестирование, угнетение роста, выживаемость рачков, Иртыш.

THE TOXICITY OF WATER SAMPLES OF THE LOWER IRTYSH

Chemagin A.A.

Tobolsk Complex Scientific Station UD RAS, Tobolsk, e-mail: vodnie-ekosystemi.lab@yandex.ru

We are studied the toxicity of water samples of the Lower Irtysh on a site within the Tobolsk and Uvat district of Tyumen region by biological testing. As a test-object used lower planktonic crustacean *Daphnia magna* Straus. Crustaceans were obtained from one female. The length of experience was 30 days. During the experiment we are watching for survival, fecundity and body length of crustaceans. Body length is determined using the eyepiece – micrometer. During experiment crustaceans fed a green algae and nutritional yeast. It is found that the survival in the experiment compared to the control was reduced by 10–53 %, fecundity by 25–63 %, body length by 11–12 %. Also as a result of the work performed revealed that crustaceans in water samples lagged behind the controls on Daphnia body length, with a significant reduction in the growth rate in the third of the month of 20–30 %, while in the 2nd and 3rd thirds of growth processes of crustaceans intensified, experienced crustaceans did not reach the control values to the end of the observations.

Keywords: planktonic crustaceans, biological testing, growth suppression, survival of crustaceans, Irtysh.

По данным Нижнеобского бассейнового водного управления, в речную сеть бассейна Иртыша в 2005 г. было сброшено 2,1 км^3 сточных вод. Сброс ливневых вод за этот год составил 26,8 млн м^3, в том числе в речную сеть – 24,4 млн м^3, в озёра – 1,8 млн м3, в болота – 0,6 млн м^3[6].

К основным источникам загрязнения р. Иртыш в нижнем течении относится трансграничный перенос загрязняющих веществ из южных и западных частей бассейна. Наибольшее количество определяемых ЗВ на территорию России поступает с водами Иртыша из Казахстана. Ежегодно на территорию Омской области в пограничном створе переносится большое количество основных ионов, что обусловливает повышенную минерализацию иртышских вод, как легко-, так и трудноокисляемых органических веществ, биогенов (азот, фосфор, железо, кремний), специфических органических токсикантов (фенол,

нефтепродукты, пестициды) и ТМ. В целом за период 2008–2012 гг. из Казахстана в Россию внесено максимальное количество ОВ (1,48 млн т), минерального азота (27,8 тыс. т), кремния (274 тыс. т), нефтепродуктов (2,78 тыс. т) соединений меди (295 т), цинка (928 т), летучих фенолов (70,1 т), ∑ ДДТ (107,3 кг) и ∑ ГХЦТ (69,2 кг).

Материал и методика. Исследования токсичности проб воды реки Иртыш в нижнем течении проводились в летний период 18 июля – 19 августа 2014 г. Пробы отбирали на участке р. Иртыш (179 км) в пределах Тобольского и Уватского районов Тюменской области (699–520 км), в русле реки (левобережье, стрежень, правобережье). На этом участке р.Иртыш имеет ширину русла более 500 м, среднюю глубину 7–10 м. Станции отбора проб:

- № 1 (выше п. Абалак, Тобольский район, 699 км р. Иртыш);
- № 2 (выше г. Тобольск (п. Бизино) Тобольский район, 672 км р. Иртыш);
- № 3, (ниже г. Тобольска (район Речного порта), Тобольский район, 652 км р. Иртыш);
- № 4 (район п. Медведчикова, Тобольский район, 624 км р. Иртыш);
- № 5 (ниже п. Бронниково, Тобольский район, 608 км р. Иртыш);
- № 6 (выше научно-исследовательского стационара «Миссия», Уватский район, 531 км р. Иртыш);
- №7 (ниже п. Горнослинкино, Уватский район, 520 км р. Иртыш).

Токсикологическая оценка состояния воды. Для культивирования дафний использовали отстоянную в течение 7 суток водопроводную аэрированную воду. Раз в 7–10 дней половину объема воды в сосуде заменяли на свежую, осадок на дне емкости удаляли. Кормом для дафний служили зеленые водоросли *Scenedesmusquadricauda*. Один раз в неделю дафний кормили суспензией дрожжей пищевых.

Процедура биотестирования. Для биотестирования использовались дафнии, начиная с 3-го поколения, полученного от 1-ой самки в лаборатории водных экосистем ТКНС УрО РАН. Отбирали генетически однородных одновозрастных особей, что позволило максимально исключить разброс данных.

Биотестирование проб воды р. Иртыш по показателям выживаемости, роста и плодовитости *Daphnia magna* осуществлялось следующим образом: односуточных рачков, полученных от одной самки, помещали в стеклянные банки объемом 500 мл (по 10 экз. в 3-х повторностях) с пробами воды р. Иртыш со ст. № 1–7, отобранными с 12 июля по 30 сентября 2013 г. Контролем служила чистая отстоянная аэрированная водопроводная вода. Дафний кормили водорослями *Scenedesmusquadricauda* 0,5 мл (в 1 мл 300 клеток водорослей) на 1 особь. Смену воды не производили. Длительность опыта составляла 30 сут. Измерения и учет рачков проводили на 1-е, 10-е, 20-е и 30-е сут.

Учёт выживших рачков, плодовитость, длину тела, удельную скорость роста, прирост и темп роста проводили на 1-е, 10-е, 20-е, 30-е сут. Особей считали выжившими, если они свободно передвигались в толще воды или всплывали со дна сосуда не позднее 15 сек, после его легкого покачивания. Длину тела определяли при помощи окуляр-микрометра.

Результаты и их обсуждение. Токсичность воды р. Иртыш оценивали по показателям жизнедеятельности *Daphnia magna* выживаемости, плодовитости и росту.

Выживаемость Daphnia magna. Пробы воды, отобранные на 7 створах с 3-х станций летом 2014 года, снижали выживаемость *Daphnia magna* на 10, 20, 30 сут на 10–53 %.

Среди проб наименее токсичной была вода со створа 1, где разница с К составляла от 10–13 % с прибрежных участков и 17 % со стрежня реки (на 20, 30 сут) (рисунок 1).

Наиболее токсичной вода была на створе 4 (разница с К 24–32 %, при Р 0,001), на остальных створах разница с К (15–28 %), хотя и была статистически достоверной, но не превышала 30 %, наиболее токсичной была вода, отобранная на стрежне реки.

Плодовитость Daphnia magna в летних пробах воды была существенно (на 25–63 %) ниже, чем у контрольных рачков, за исключением проб со створа 5, где разница с К к концу периода наблюдений была 20 %, хотя во второй декаде количество молоди было на 29–39 % меньше, чем в К (Р<0,01) (рисунок 2).

Наиболее токсичной по данному показателю была вода со створа 4, разница с К составляла 57–65 %. Наименее токсичными были пробы с правобережной части реки створа 5: в 1-й и 2-й декадах – 29–34 % к К.

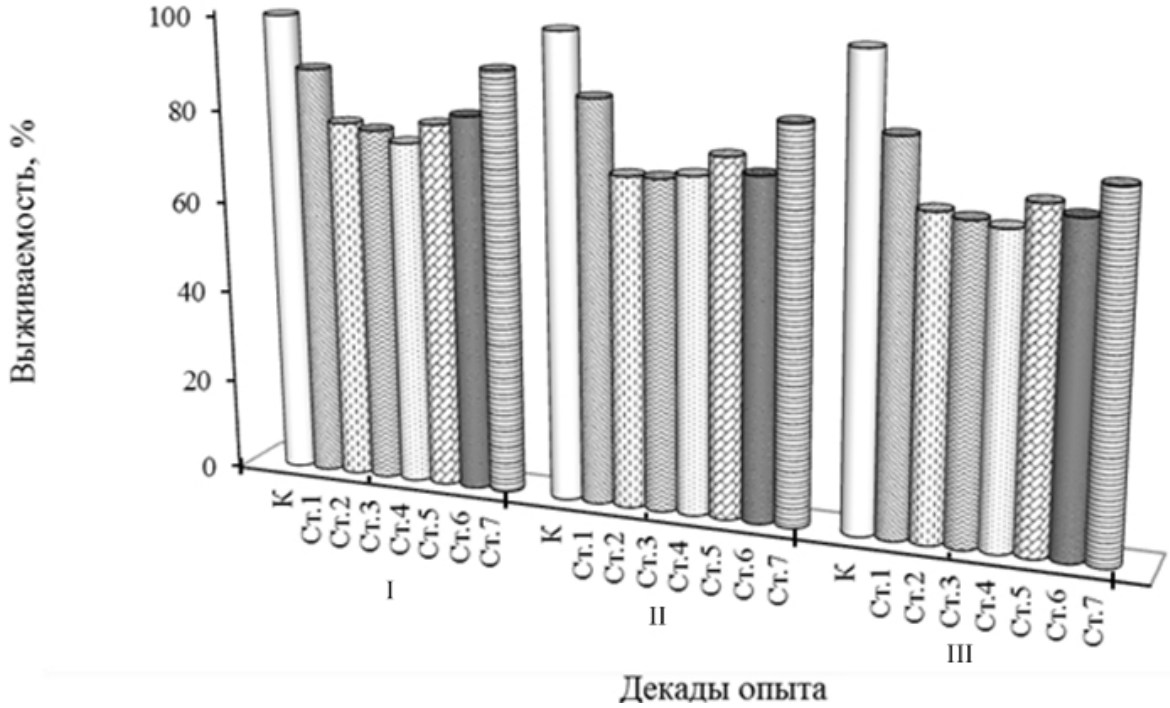

Рис. 1. Выживаемость рачков Daphnia magna в опыте (30 сут) с пробами воды р. Иртыш (к-контроль, ст.1 – створ 1, ст.2 – створ 2, ст.3 – створ 3, ст.4 – створ 4, ст.5 – створ 5, ст.6 – створ 6, ст.7 – створ 7)

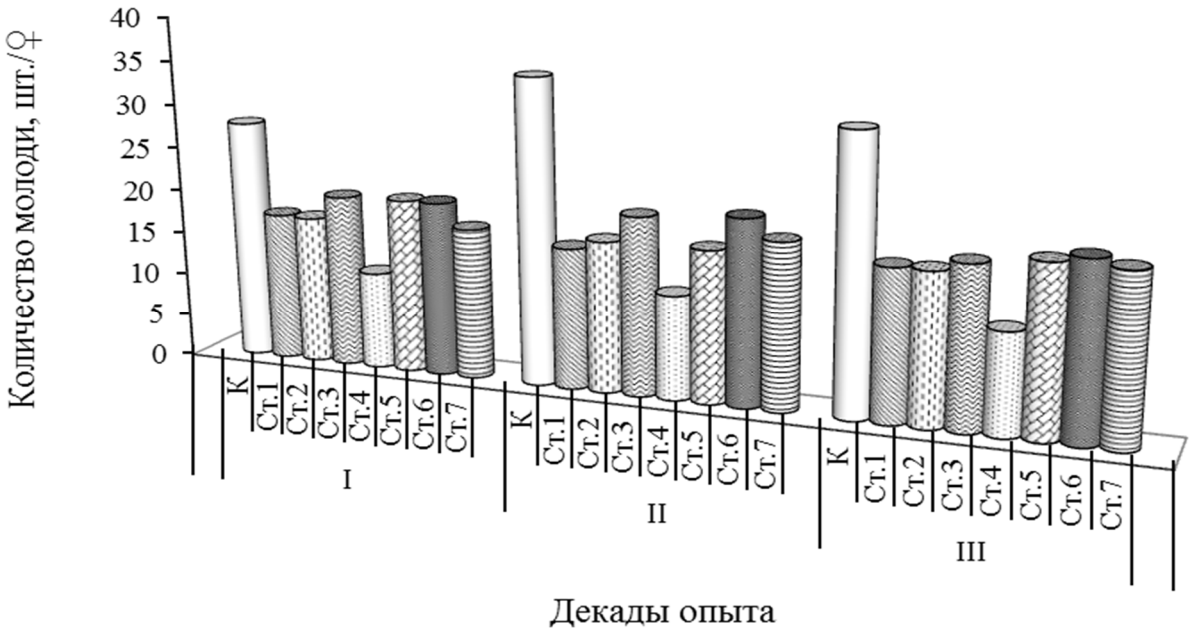

Рис. 2. Плодовитость рачков Daphnia magna в опыте (30 сут) с пробами воды р. Иртыш (к-контроль, ст.1 – створ 1, ст.2 – створ 2, ст.3 – створ 3, ст.4 – створ 4, ст.5 – створ 5, ст.6 – створ 6, ст.7 – створ 7)

Длина тела Daphnia magna. В летних пробах, на протяжении 30 сут дафнии отставали по длине тела от контрольных рачков на 11–12 % (рисунок 3).

К концу периода минимальная длина тела дафний отмечена в пробах створа 1(стрежень) – 91,65 % к К (P<0,01), максимальная в пробах створа 3 (P<0,05) – 96,61 % к К.

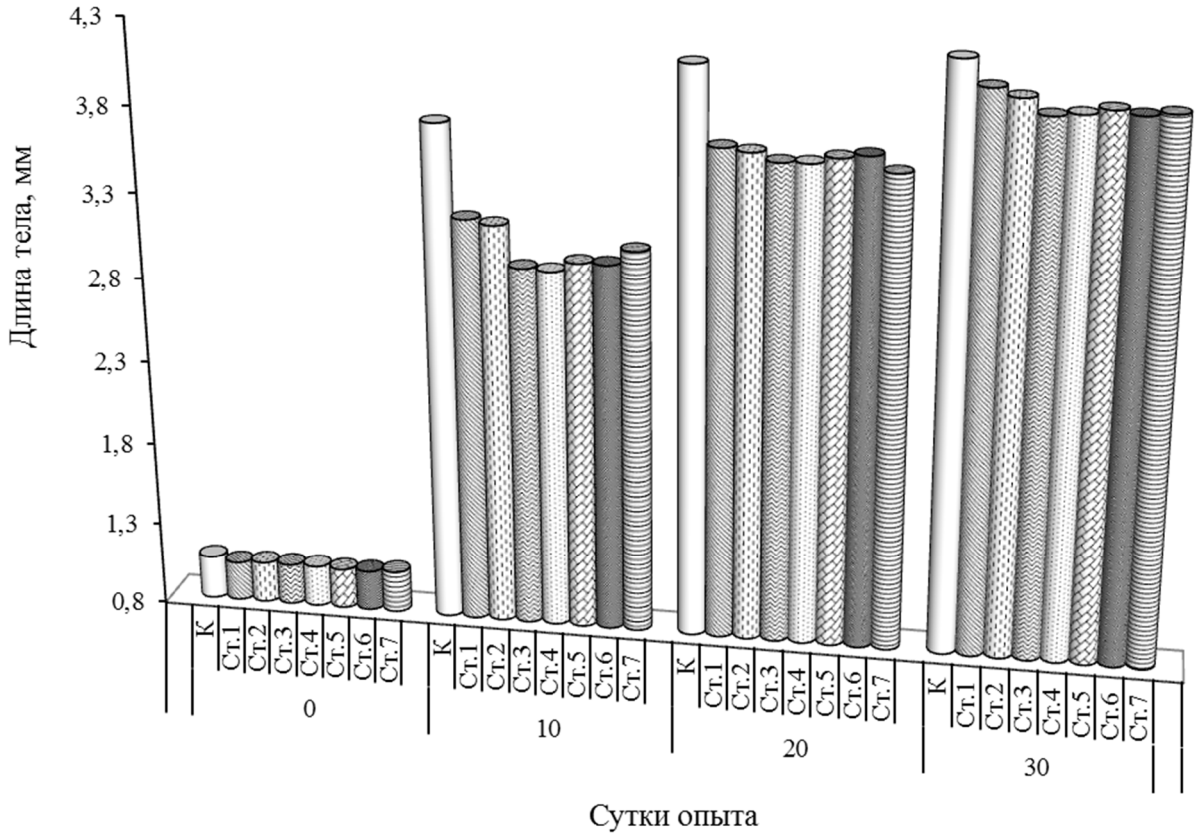

Рис. 3. Длина тела рачков Daphnia magna в опыте (30 сут) с пробами воды р. Иртыш (к-контроль, ст.1 – створ 1, ст.2 – створ 2, ст.3 – створ 3, ст.4 – створ 4, ст.5 – створ 5, ст.6 – створ 6, ст.7 – створ 7)

В пробах воды наименьшей длины тела рачки достигали в пробах на створе 3 (78–91% к К), наименее токсичной была вода из проб со створа 2, разница с К составила 6–17 %.

При биотестировании проб воды за весь период исследований стоит отметить, что отставание рачков в пробах воды от контрольных дафний по длине тела, со значительным снижением скорости роста в 1-й декаде на 20–30 %, хотя во 2-й и 3-й декадах ростовые процессы дафний активизировались, опытные рачки не достигали контрольных значений до конца наблюдений.

С помощью метода одиночной связи взвешенного попарного среднего был выполнен кластерный анализ на основе длины тела дафний в пробах воды за весь период исследований. Дендрограмма представлена на рисунке 4.

На представленной диаграмме очень хорошо видно, что попарно в один кластер объединяются створы отбора проб расположенные вблизи г. Тобольска – ст. 1 и 2, а удаленные от него во 2-й кластер объединяются створы расположенные ниже г. Тобольска – ст. 3,4, и 5,6 соответственно. Створ 7 имеет наименьшее сходство с другими, здесь наблюдались повышенные концентрации некоторых элементов, в том числе и загрязняющих веществ. На 20-е сутки опыта средняя длина тела дафний здесь была минимальной, в

остальные периоды наблюдений значительно отличалась от контрольных значений (при P<0,05).

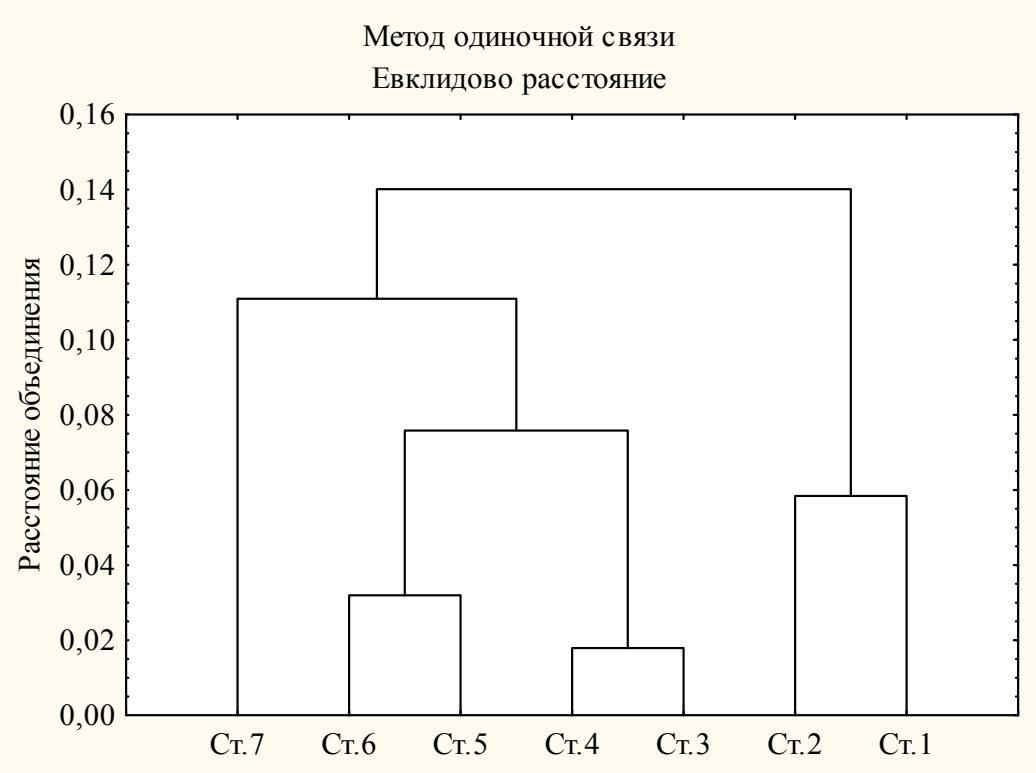

Рис. 4. Дендрограмма взаимосвязи створов отбора проб воды на основе показателя длины тела рачков Daphniatagna в опыте (30 сут.) с пробами воды р. Иртыш (ст.1 – створ 1, ст.2 – створ 2, ст.3 – створ 3, ст.4 – створ 4, ст.5 – створ 5, ст.6 – створ 6, ст.7 – створ 7)

Планктонные беспозвоночные, чаще других используемые в биотестировании (низшие ракообразные), также накапливают тяжелые металлы из воды и фитопланктона [3] и испытывают при этом их токсическое действие [8]. Растворы солей меди на уровне ПДК снижают выживаемость и фильтрационную активность *Daphnia magna*, ионы цинка, никеля и хрома – снижают плодовитость рачков [4, 7, 10].

Среди солей Zn, Mo, Co, Fe при концентрации 1 % наибольшей токсичностью для дафний обладают молибден и цинк, вызывая их 100 %-ную гибель. Наночастицы диоксидов Ti, Ce, Zn негативно влияют на цериодафний, снижая их плодовитость [4].

Высокая степень токсичности Cu и Cr показана в работе З.М. Алиевой и др. [1]. Установлено, что их соли вызывают 100 %-ную гибель рачков при концентрации в воде 0,5 и 1 мг/дм^3 соответственно. Наибольшей токсичностью относительно других ТМ для дафний обладают ионы меди [4].

Находясь в водоемах с большими концентрациями ЗВ в воде и ДО, гидробионты испытывают не только прямое острое и хроническое токсическое действие, но и отдаленные последствия в связи с изменением генетического аппарата [2].

Повышенное содержание железа, марганца и меди в водоемах и водотоках Обь – Иртышского бассейна, а также повышенное содержание в воде гуминовых кислот в связи с болотным водосбором, создает предпосылки для активного круговорота тяжелых металлов в водных экосистемах Среднего и Нижнего Иртыша, в том числе их биодоступность, т.е. их аккумуляцию рыбой и кормовыми объектами.

Одной из важных особенностей тяжелых металлов в отличии от других токсичных загрязнений является то, что их токсикологический эффект на экосистему слабо понижается биологической средой, а их потенциальная токсичность главным образом определяется физико-химическими формами.

Таким образом, загрязняющие вещества оказывают негативное действие на гидробионты на клеточном, организменном, популяционном и биоценозном уровне, в результате чего может происходить деградация экосистем в целом [9, 10].

Список литературы

1. Алиева З. М., Мунгиев А. А., Мунгиева М. А., Юсуфов А. Г. Кинетические параметры выживаемости дафний при загрязнении среды токсикантами // Биология внутренних вод. – 2010. – № 3. – С. 91–96.
2. Габибов М.М., Абдуллаева Н.М., Ортабаева Л.М., Исмаилов И.А., Асадулаева П.А. Влияние загрязнения водной среды ионами Pb^{2+}, Cd^{2+} и сырой нефтью на накопление генетически индуцированных повреждений в эритроцитах рыб // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011а. – Т. 13, № 1(5). – С.1068-1070.
3. Курбанова И.К., Габибов М.М. Влияние хронического нефтяного загрязнения водной среды на фракционный состав белков скелетных мышц кутума (*Rutilusfrisiikutum* Kamenscy) // Вестник Дагестанского государственного университета. – 2009. – № 6. – С. 44-48.
4. Линник П.Н. Влияние различных факторов на десорбцию металлов из донных отложений в условиях экспериментального моделирования // Гидробиологический журнал. – 2006. – Т. 42, № 3. – С. 64.
5. Мезенцева О.В. Гидрография, водные ресурсы и водно-экологические проблемы Омской области // Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы управления и рационального использования водных ресурсов бассейна реки Иртыш». – Омск, 2004. – С.148-154.

6. Проект «Нормативы допустимого воздействия на водные объекты бассейна р. Иртыш». http://www.nobwu.ru/index.php/2013-11-09-10-08-02?layout=edit&id=79 (дата обращения 10.11.2013).

7. Русова Н.И. Эколого-биологическое качество вод озер Рамза и Симерка в долине реки Вороны (государственный природный заповедник «Воронинский») // Вестник ВГУ, серия: География. Геоэкология. – 2013. – № 1. – С. 87-93.

8. Степанова Н.Ю., Говоркова Л.К., Анохина О.К., Латыпова В.З. Оценка уровня загрязнения донных отложений Куйбышевского водохранилища в местах повышенного антропогенного пресса методом триады // Актуальные проблемы водной токсикологии. – Борок, 2004. – С. 224-247.

9. Томилина И.И., Михайлова Л.В., Гребенюк Л.П., Рыбина Г.Е., Симаков Ю.Г. Влияние нефтепродуктов на личинок комаров рода *Chironomus* (Diptera, Chironomidae) // Биология внутренних вод. – 2003. – № 2. – С. 100-106.

10. Шарапова Т.А. Основные характеристики зооперифитона крупных рек Западной Сибири (Тюменская область) // Биология внутренних вод. – 2012. – № 4. – С. 61.