

На правах рукописи

Артеменко Сергей Владимирович

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД РЕК ТУРЫ И ЕЛЫКОВА В ЗОНАХ
ТЕХНОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ МЕТОДАМИ БИОТЕСТИРОВАНИЯ**

Специальность 03.02.08 – экология (биология)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Тюмень – 2017

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Тюменский государственный университет»

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и генетики Института биологии
ФГАОУ ВО «Тюменский государственный
Университет»
Петухова Галина Александровна

Официальные оппоненты: Соловых Галина Николаевна,
Заслуженный работник высшей школы, доктор
биол. наук, профессор, заведующий кафедрой
биологии ФГБОУ ВО «Оренбургский
государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской
Федерации

Чемагин Андрей Александрович,
Кандидат биол. наук, научный сотрудник
ФГБУН «Тобольская комплексная научная
Станция» Уральского отделения РАН

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Кемеровский
государственный университет»

Защита состоится «4» октября 2017 г. в 10-00 на заседании
диссертационного совета Д 999.114.02 при ФГБОУ ВО ГАУ Северного
Зауралья по адресу:

625003, г. Тюмень, ул. Республики, 7

Телефон/факс: 8(3452) 29-01-52, e-mail: dissgausz@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Государственного
аграрного университета Северного Зауралья по адресу и на сайте
университета [http:// www.tsaa.ru](http://www.tsaa.ru)

Автореферат разослан «20» июня 2017 г.

Учёный секретарь диссертационного совета,
доктор сельскохозяйственных наук

Турсумбекова Г.Ш.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. В Российской Федерации более 2,5 млн рек. Подавляющее большинство – малые реки, которые формируют около половины суммарного речного стока страны. Техногенному влиянию подвергаются многие реки, даже те, которые не используются для нужд населения. Малые реки севера Тюменской области, например, река Елыкова, часто расположены вблизи нефтедобывающих предприятий. В свою очередь загрязнение малых рек суммируется при слиянии в более крупные водотоки, что, в сочетании с техногенными факторами, формирует проблему территориального переноса и комплексного загрязнения. Под влиянием этих факторов складывается химический состав больших рек, например, р. Туры (Романова, 1997; Добежина, 2000), на берегах которых может быть расположено несколько городов.

Комплексное техногенное влияние на экосистемы рек активно исследуется на всех уровнях, как на экосистемном, так и на биохимическом (Крылов, 2003; Ogawa, 2008; Gordon, 2008; Фишер, 2010; Лаврентьев, 2012; Каниева, 2011). Загрязнение рек изучается комплексно с учётом физико-химических (Трапезников, 2006; Нохрин, 2010; Шелехова, 2013; Савичев 2013), биологических (Александров, 2004; Кривенкова, 2009; Горгуленко, 2011; Беднаржевский, 2010) и гидродинамических особенностей (Лапина, 2004; Хорошавин, 2005; Могирев, 2010). Способность рек к самоочищению учитывается реже (Перминова, 1994; Артеменко, 2013; Еськов 2010). Особую роль в оценке качества вод отводят живым организмам, но нет однозначного соответствия показателей их жизнедеятельности классам качества воды. Необходимость изучения комплексного загрязнения речных вод на фоне высокой значимости водотоков для жизни человека обуславливает актуальность изучения особенностей формирования ответных реакций тест-объектов на состав речных вод в зонах техногенного влияния.

Цель исследований — оценка качества воды рек Туры и Елыкова в зонах техногенного влияния по изменению показателей жизнедеятельности инфузорий (*Paramecium caudatum*, Ehrenberg, 1838), дафний (*Daphnia magna*, Straus, 1820), моллюсков (*Planorbis corneus*, Linnaeus, 1758) и гидрохимических параметров.

Для достижения обозначенной цели были поставлены и выполнены следующие задачи:

1. Проанализировать основные гидрохимические показатели в пробах воды из исследуемых зон рек Туры и Елыкова в период с 2009 по 2012 гг.
2. Установить наиболее загрязнённые зоны рек на основе лабораторных исследований ответных реакций *P. caudatum*, *D. magna* и *P. corneus* в пробах речной воды.
3. Исследовать изменение качества вод при прохождении через сеть меандр и зон с изменениями рельефа дна рек Туры и Елыкова.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Снижение качества воды в исследованных зонах рек Туры и Елыкова происходит за счёт увеличения концентрации загрязняющих веществ, в основном фенолов и нефтепродуктов. Имеются локальные зоны, где качество воды снижается ниже среднего уровня «грязная» (по УКИЗВ Р 52.24.763-2012) до «очень грязная» и «экстремально грязная»

2. Эффективность использования коэффициента естественного прироста и этологических тест-функций лабораторных организмов выше, чем их физиологических показателей, при оценке общего уровня загрязненности вод методами биотестирования.

3. При длительном техногенном влиянии формируются локальные зоны рек со сходным уровнем воздействия на показатели жизнедеятельности модельных гидробионтов.

Научная новизна. Впервые показана роль меандрирования в самоочищении вод реки Туры после прохождения по территории г. Тюмени.

Впервые произведено детальное сравнение поведенческих и физиологических ответных реакций *P. caudatum*, *D. magna* и *P. corneus* в условиях комплексного загрязнения реки Туры. Комплексная характеристика зон техногенного влияния реки Туры по ответным реакциям тест-объектов в черте города Тюмени не проводилась с 2003 года. Впервые для реки Елыкова производилось определение качества воды методами биотестирования. Впервые оценка качества речной воды методами биотестирования производилась с использованием коэффициента естественного прироста (КЕП).

Практическая значимость. Подробный анализ качества вод позволил выявить негативное влияние загрязненности вод из рек Туры и Елыкова на живые организмы. На основе заключения из проделанной работы было направлено обращение в Нижне-Обское бассейновое управление с просьбой пересмотреть меры по контролю за качеством воды, в т.ч. усилить контроль транзитной миграции загрязнителей.

Использованные в ходе написания диссертации методики были опубликованы в учебно-методическом комплексе «Практикум по профилю» специальность «биология» и могут быть использованы для учебного процесса студентов вузов.

На основе полученных данных о наличии зон с разным уровнем загрязнения разрабатывается проект по очистке водоёмов и водотоков с использованием фиторемедиации. Победа на конкурсе УМНИК-2016 позволила начать реализацию данного проекта.

Личный вклад автора. Автором самостоятельно проведены отборы проб, эксперименты по определению химического состава 108 проб воды из 9 зон 2-х рек с 2009 по 2012 гг. Определены поведенческие, физиологические и другие показатели жизнедеятельности для 3 тест-объектов в остром и хроническом экспериментах.

Апробация результатов исследований. Материалы диссертационного исследования были представлены на II научно-практической конференции с международным участием «Эколого-биологические проблемы Сибири и сопредельных территорий» (Нижевартовск, 2011); I всероссийской конференции с международным участием «Физиологические, биохимические и молекулярно-генетические механизмы адаптации гидробионтов» (Борок, 2012).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 работ, из них 2 – в журналах из перечня ВАК.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 196 страницах, состоит из введения, трех глав, заключения, выводов, списка использованной литературы из 282 наименований, в том числе 21 на иностранном языке и 11 приложений. Работа содержит 53 иллюстрации и 16 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Ответные реакции гидробионтов на загрязнение речных поверхностных вод (обзор литературы)

В главе изложены современные аспекты проблемы загрязнения водотоков: особенности распространения загрязнения в водотоках, специфика действия загрязнителей, этапы формирования ответной реакции живых организмов. Приведена краткая эколого-географическая характеристика рек Елыкова и Туры. Описан механизм влияния токсичных агентов на формирование ответных реакций гидробионтов.

Глава 2. Материалы и методы исследования

Пробы воды отбирались в соответствии с ГОСТ 31861-2012 и РД 52.24.309-2011. Пробы воды с обоих берегов и середины русла, а также с разных глубин смешивались для оценки среднего уровня загрязнения на разрезе (зоне). Пробы отбирались в августе-сентябре в каждый год

исследования с 2009 по 2012.

Каждой зоне (разрезу) присвоен шифр по отношению к реке: Тура – Т (рис.1), Елыкова – Е; а также последовательный номер по мере продвижения от истока к устью. Зоны отбора проб были условно подразделены на группы: фоновая (верхняя по течению точка Т1 «пос. Док» и Е1 «Река 0»), импактная (Т2, Т3; Е2, Е3, Е4), буферная (Т4, Т5).

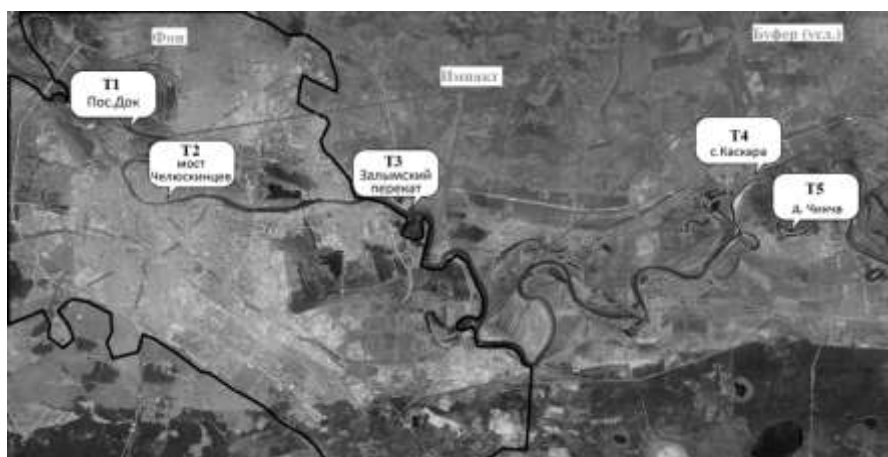


Рис.1 – Карта-схема расположения зон отбора проб воды из реки Туры

Особенность зон Т4 и Е3 в том, что они расположены после нескольких меандр (изгибов русла) реки и повышения рельефа дна (Т3, между Е2 и Е3). В зоне Т2 в воду попадают вещества, производимые пересекающим мост автотранспортом, стоки от ОАО «Тюменский химфармзавод» и ООО «Тюменская овчинно-меховая фабрика». В зоне Т3 в русло попадают стоки из городских ливневых коллекторов, ОАО «Тюменский фанерный комбинат», ОАО ТТК «Кросно». В зоне Е2 происходит смешение вод двух мелких притоков и реки Елыкова. В Е4 вода содержит в себе загрязняющие вещества от автотранспорта (мост), предприятий по захоронению и переработке нефтепродуктов (стоки и аварийные разливы).

Всего было отобрано 108 проб воды: из реки Туры по три пробы для каждой из 5 зон в течение 4 лет (итого 60), из реки Елыкова по три пробы для каждой из 4 зон в течение 4 лет (итого 48).

В качестве тест-объектов были использованы инфузория-туфелька

(*Paramecium caudatum* Ehrenberg, 1838), дафния большая (*Daphnia magna* Straus, 1820), катушка роговая (*Planorbis corneus* Linnaeus, 1758). В ходе исследования у инфузорий определяли: плотность культуры, фагоцитарная активность, двигательная активность, хемотаксис. У дафний определяли выживаемость и плодовитость. У катушек определяли следующее: двигательную активность, активность питания, изменение массы тела, уровень каротиноидов, плодовитость и выживаемость. Исследуемые показатели жизнедеятельности определяли по общепринятым методикам (Голубкова, 1978; ВМР по нормированию ... водных объектов (на примере нефти), 2002; ПНДФ Т14.1:2:4.12–06; ФР.1.39.2007. 0322).

Расчет КЕП (см. формула 1) производился по формуле, выведенной на основе ряда работ (Pinnock, 1975; Разжевайкин, 2006; Аргунов, 2012; Суций, 2012). Формула расчета коэффициента естественного прироста:

$$\text{КЕП} = (P - C) / Ч * t, \quad (1)$$

где: КЕП – коэффициент естественного прироста; P – рождаемость; C – смертность; Ч – общая численность; t – время экспозиции.

При определении качества вод использовался УКИЗВ, как рекомендуемый РД 52.24.643-2012. Химический состав воды анализировался по 12 показателям: $\text{Fe}^{2+/3+}$, F^- , Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , ПАВ, фенолы, нефтепродукты, PO_4^{3-} , NH_4^+ , pH, SO_4^{2-} (ФР.1.31.2009.06499; ФР.1.31.2009.06500; ФР.1.31.2011.09964; ФР.1.31.2011.09965; ФР.1.31.2013.15509; МВИ-14-155-13; МВИ-07-149-14).

Все расчёты производились в программе Statistica 10.0. Значимое (достоверное) различие между выборками оценивали по критерию Стьюдента. Взаимосвязь между параметрами определялась коэффициентами корреляции.

Глава 3. Оценка экологического состояния реки Туры 2009-2012 гг.

Проведённый гидрохимический анализ проб из реки Туры показал, что в воде зоны Т3 было установлено превышение ПДК по ПАВ. Кроме того, во всех пробах речной воды установлено превышение ПДК по фенолам (во все годы исследования) и нефтепродуктам (в 2011-2012 гг.). На основе гидрохимического анализа воды в каждой исследуемой зоне реки были классифицированы по УКИЗВ. Средний уровень качества вод для реки Туры в районе города Тюмени соответствует уровню «грязная» 4А класса. При этом обнаружены локальные зоны, где вода более загрязнена.

При проведении биотестирования установлено, что наиболее загрязнёнными зонами реки Туры являются Т2 и Т3. Это отразилось на большинстве показателей (рис. 2, 3). Установлен территориальный перенос загрязнения с течением реки, что отразилось на ответных реакциях инфузорий и катушек в зоне Т1. Отмечено увеличение показателей всех тест-объектов в зонах Т4 и Т5, что говорит об улучшении качества воды. Это указывает на осаждение и деградацию веществ между зонами Т3 и Т4, что представляет собой самоочищение реки.

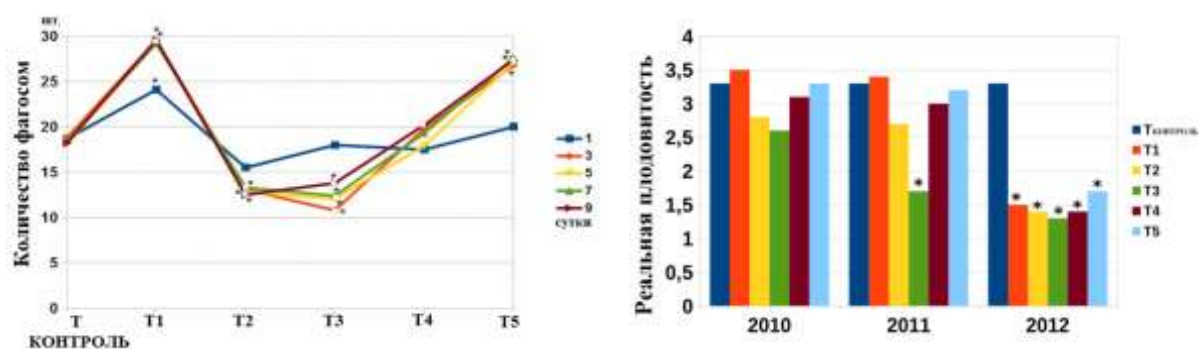


Рис. 2 – Фагоцитарная активность инфузорий (2010 г.) и реальная плодовитость дафний (2010-2012 гг.) в воде из реки Туры

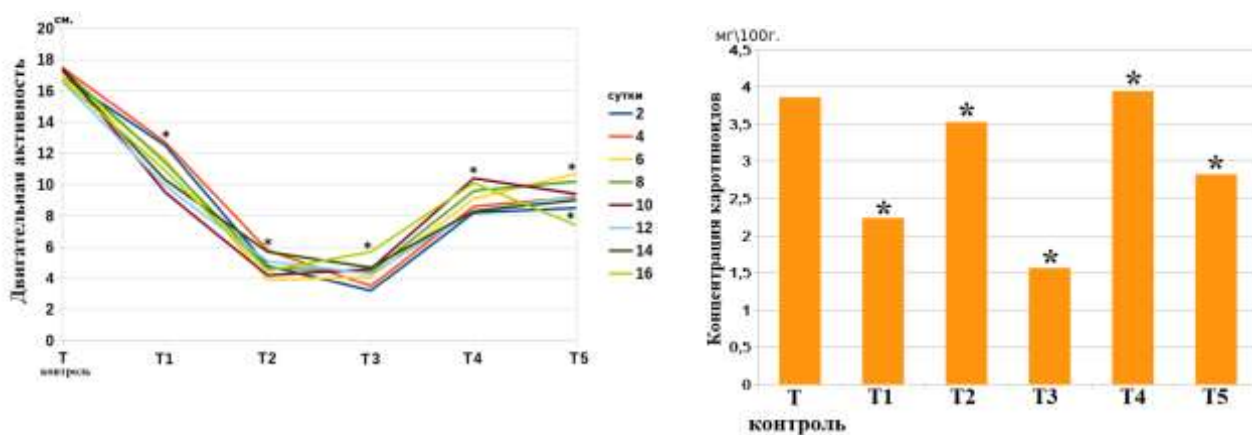


Рис. 3 – Двигательная активность (2012 г.) и концентрация каротиноидов (2010 г.) катушек роговых в пробах воды из реки Туры

При использовании корреляционного анализа выявлены показатели, которые наиболее чувствительны к изменению гидрохимических параметров. У инфузорий отмечена отрицательная зависимость двигательной активности от $\text{Fe}^{2+/3+}$ и NH_4^+ , хемотаксиса от концентрации фенолов ($r < -0,75$), а также положительная корреляция фагоцитарной активности и фосфатов ($r > 0,75$). У дафний большую чувствительность показала плодовитость, поскольку отрицательно коррелирует с большим числом веществ: фенолов, нефтепродуктов, ПАВ и нитратов. У катушек наиболее чувствительными оказались показатели изменения массы (коррелирует с содержанием $\text{Fe}^{2+/3+}$, NH_4^+ , фенолов) и концентрация каротиноидов (коррелирует с содержанием NH_4^+ , NO_2^- , ПАВ, нефтепродуктов).

При рассмотрении отдельных показателей мы можем судить о влиянии веществ на уровне одного организма. В данном случае более информативным является коэффициент естественного прироста (КЕП), позволяющий сравнить популяции между собой (Pinnock, 1975; Brousseau, 2005; Аргунов, 2012; Сущий, 2012). Результаты расчётов КЕП отражают степень загрязнения воды в разных зонах реки Туры и позволяют наглядно показать зоны наибольшего загрязнения и сравнить степень загрязнения при сравнении с другими зонами и контролем (рис.4).

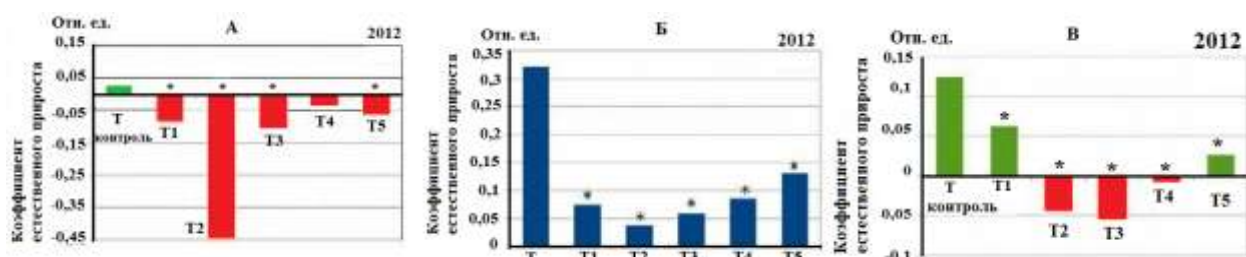


Рис. 4 – КЕП инфузорий (А), дафний (Б), катушек (В) в пробах воды из реки Туры в 2012 г.

Глава 4. Оценка экологического состояния реки Елыкова в 2009 - 2012 гг.

Гидрохимический анализ проб из реки Елыкова показал, что в воде зоны Е2 было установлено превышение ПДК по NH_4^+ (2010-2011 гг.). Кроме того, во всех пробах речной воды установлено превышение ПДК по фенолам и нефтепродуктам, а также ПАВ в разной степени кратности во все годы исследования. Качество воды в каждой исследуемой зоне реки было классифицировано по УКИЗВ (табл. 1).

Таблица 1

Классы качества вод в исследуемых зонах реки Елыкова

Годы исследования	Е1	Е2	Е3	Е4
2009	«Грязная» 4Г	«Грязная» 4Г	«Грязная» 4В	«Грязная» 4Г
2010	5 «Экстремально грязная»	5 «Экстремально грязная»	5 «Экстремально грязная»	«Грязная» 4В
2011	5 «Экстремально грязная»	5 «Экстремально грязная»	5 «Экстремально грязная»	5 «Экстремально грязная»
2012	5 «Экстремально грязная»	«Грязная» 4Г	«Грязная» 4Г	5 «Экстремально грязная»

На основе ответных реакций тест-объектов установлено, что наиболее загрязнёнными зонами реки Елыкова являются Е2 и Е4. Об этом говорит снижение всех показателей в этих зонах с 2009 по 2012 гг. (рис. 5, 6). Установлено, что в зону расположенную выше остальных по течению (Е1) поступает уже загрязнённая вода. Загрязнение формируется вследствие смыва с почвы и загрязнении болот, где река берёт своё начало. Отмечено

увеличение показателей всех тест-объектов в зоне Е3, что указывает на осаждение и деструкцию веществ на промежутке Е2-Е3. Зона Е4 подвержена сильному техногенному прессу со стороны предприятий нефтедобычи и захоронения отходов. Это влияние отражается как на химическом составе воды, так и на ответных реакциях всех исследуемых тест-объектов.

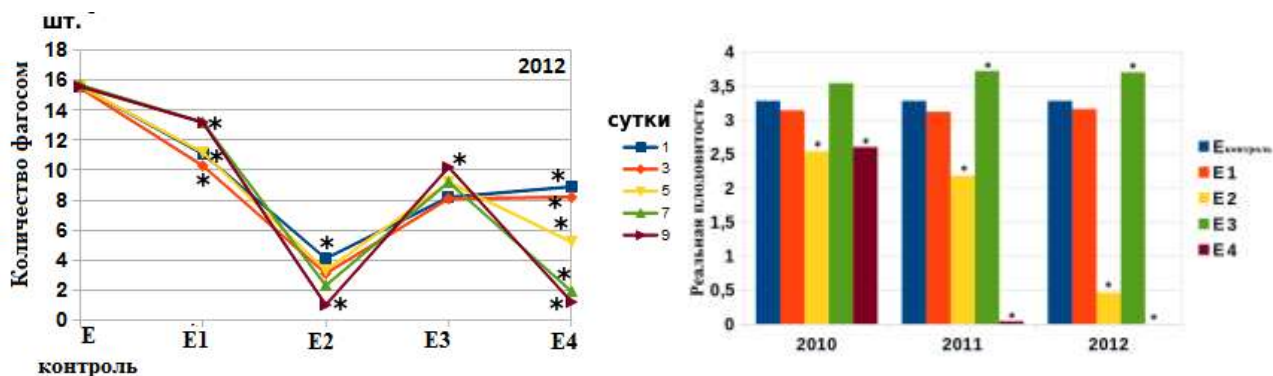


Рис. 5 – Фагоцитарная активность инфузорий (2012 г.) и реальная плодовитость дафний (2010-2012 гг.) в воде из реки Туры

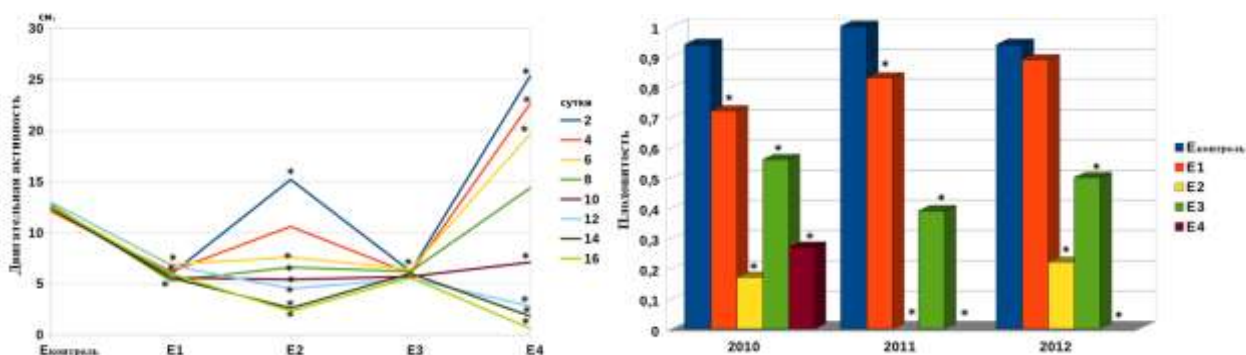


Рис. 6 – Двигательная активность (2011 г.) и реальная плодовитость (2010-2012 гг.) *Planorbis corneus* в пробах воды из реки Елыкова. * - значимое ($P < 0,05$) отличие от контрольного варианта

Корреляционный анализ позволил выявить наиболее чувствительные показатели модельных организмов. У инфузорий корреляция установлена между плотностью культуры ($r < -0,75$) и содержанием к фенолов и нефтепродуктов, а также фагоцитарной активностью и ПАВ. Для дафний

наиболее чувствительный показатель – это плодovitость (рис.6). Зависимость от наибольшего числа показателей (NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , F^- , фенолы, нефтепродукты) показала двигательная активность катушек.

Коэффициент естественного прироста (КЕП) инфузорий (рис. 7) имеет только отрицательные значения, что связано с более низким pH воды.

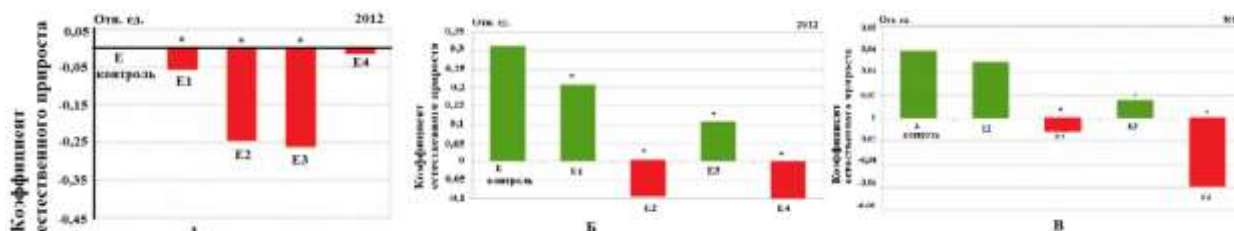


Рис. 7 – КЕП инфузорий (А), дафний (Б), катушек (В) в пробах воды из реки Елыкова в 2012 г.

КЕП для остальных тест-объектов показывает общую тенденцию загрязнённости зон реки Елыкова. Наиболее загрязнены зоны E2 и E4.

Глава 5. Особенности формирования качества вод рек Туры и Елыкова

Для выявления особенностей каждой реки было произведено сравнение всех исследованных параметров. Сравнение гидрохимических параметров показало, что проблемными для обеих рек являются фенолы и нефтепродукты (табл. 2).

Таблица 2

Минимальные и максимальные значения концентрации веществ в исследованных пробах воды рек Тура и Елыкова (2009-2012 гг.)

Исследуемые водотоки	pH	$\text{Fe}^{2+/3+}$	NH_4^+	NO_3^-	NO_2^-	PO_4^{3-}	F^-	Cl^-	ПАВ	фенол	НП
р. Тура	7-7,5	1-1,3*	0,5	1-2*	0-0,01	0,2	0,1-0,2	15,0-24,85	0,05	1,2-2*	0,02*
р. Елыково	7	0,5-1	0-0,5	1	0,01-0,02	0,2	0-0,2	17,75-21,1	0,5-1*	2-3*	2-2,5*

* - превышены ПДК, НП – нефтепродукты

Выявлен высокий уровень территориального переноса загрязнения рек Туры и Елыкова в зонах выше по течению - Т1 и Е1. Для обеих рек установлено превышение ПДК фенолов, что может быть вызвано, как техногенными, так и естественными процессами. Естественное происхождение фенолов в такой высокой концентрации может быть обосновано обилием болот, которые служат истоками для северных рек (Елыкова). Для реки Туры источник фенолов – это биодеструкция древесины на дне реки.

Для реки Елыкова установлены концентрации ПАВ превышающие ПДК в 2 раза и нефтепродуктов в 40 раз. Для реки Туры в зонах Т2, Т3 отмечено превышение ПДК по ПАВ в 4 раза, нефтепродуктам в 10 раз, фенолам в 40 раз. Причины высоких концентраций этих веществ в поступлении сточных вод города Тюмени в реку Туру, а также от нефтеперерабатывающего комплекса в реку Елыкова. Наибольшее превышение ПДК по этим веществам наблюдалось в 2012 году.

При учёте взаимовлияния (антагонизма, синергизма) отдельных параметров установлена наибольшая зависимость тест-функций от концентрации фенолов, нефтепродуктов, $\text{Fe}^{2+/3+}$, PO_4^{3-} и F^- . Только для реки Туры высока зависимость тест-функций от NH_4^+ , для Елыкова — от pH.

На основании факторного анализа была проанализировано сходство гидрохимических параметров по силе проявления вызываемых ответных реакций. Наиболее близки друг к другу основные гидрохимические параметры, которые задают фоновые условия среды (рис. 8).

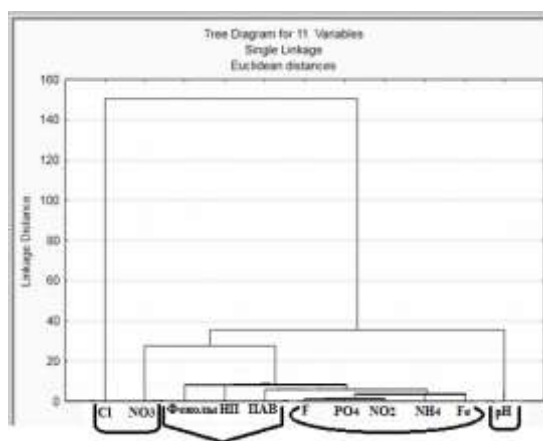


Рис. 8 – Сходство гидрохимических параметров по значимости для формирования ответных реакций тест-объектов

Дендрограмма показывает, что вторая группа веществ (нефтепродукты, ПАВ, фенолы) имеет наиболее сильное влияние на ответные реакции тест-объектов. Третья группа веществ играет опосредованную роль в формировании условий, влияющих на ответные реакции тест-объектов.

Рассмотрены две системы сравнения рек Туры и Елыкова: КЕП и факторный анализ. Обе системы позволяют выделить наиболее загрязнённые участки рек (Т2, Т3, Е2, Е4), и выявить степень территориального переноса загрязнения (Т1, Е1). При этом, КЕП указывает на большее загрязнение в реке Елыкова, что подтверждается гидрохимическим и факторным анализом.

Сравнение отдельных показателей, а также КЕП позволяет проследить самоочищение рек через снижение токсичности вод после зон меандрирования и изменения рельефа дна. Показатели в зонах Е3 и Т4, Т5 выше, по отношению к импактным зонам.

В данном исследовании появляется возможность сравнить эффективность каждого тест-объекта по отношению к остальным в конкретных заданных условиях. Для рек Туры и Елыкова наиболее чувствительными оказались инфузории.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Изменение показателей жизнедеятельности инфузорий (*Paramecium caudatum*), дафний (*Daphnia magna*), катушек (*Planorbis corneus*) и гидрохимических параметров в вышележащих по течению зонах «пос. Док» (Т1) и «Река 0» (Е1) свидетельствует о поступлении загрязняющих веществ с территорий, расположенных выше по течению.

2. Максимальное загрязнение выявлено для зон импактной группы: «мост Челюскинцев» (Т2), «Залымский пережат» (Т3), «До обмеления» (Е2), «После обмеления» (Е4). Вода в этих зонах за 4-х летний период исследования (2009-2012) перешла из категорий «грязная 4Б и В» (по УКИЗВ) в категории «грязная 4Г» и «экстремально грязная 5». Среди загрязнителей тестируемых вод наиболее высокие концентрации имеют фенолы и нефтепродукты.

3. Меандрирование рек и неоднородность рельефа дна приводят к увеличению концентраций загрязнителей в прилежащих зонах («Залымский пережат» (Т3) и «До обмеления» (Е2)), а также улучшению качества воды в зонах ниже по течению («с. Каскара» (Т4), «После обмеления (Е3)), что вносит вклад в самоочищение рек Тура и Елыкова.

4. Наибольшее влияние на формирование ответных реакций инфузорий (*Paramecium caudatum*), дафний (*Daphnia magna*), моллюсков (*Planorbis corneus*) в воде из рек Елыкова и Туры оказывает группа органоенов и микроэлементов ($\text{Fe}^{2+/3+}$, F^- , NO_2^- , PO_4^- , NH_4^+). Меньшее влияние оказывает группа токсических веществ (нефтепродукты, фенолы).

5. Использование коэффициента естественного прироста (КЕП) позволяет напрямую оценивать состояние лабораторных популяций в условиях загрязненности. На основе КЕП и анализа других показателей, тест-объекты распределяются по уменьшению чувствительности в следующем ряду: *Paramecium caudatum* – *Daphnia magna* – *Planorbis corneus*.

6. Выявлена чувствительность к большому спектру веществ, в частности ПАВ, Cl^- , PO_4^{3-} , для этологических показателей (хемотаксис,

активность питания, двигательная активность) модельных гидробионтов, по сравнению с физиологическими показателями тест-объектов.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Артеменко С. В. Исследование чувствительности показателей дафнии (*Daphnia magna*) на воды рек Обского бассейна с различной степенью антропогенной нагрузки / **С. В. Артеменко**, Г. А. Петухова // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – С. 718–723.
2. Артеменко С. В. Ответные реакции дафний на техногенное загрязнение воды из разных створов реки Туры / **С. В. Артеменко**, Г. А. Петухова // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2015. – С. 7–10.

Прочие публикации:

1. Артеменко С. В. Ответные реакции модельных тест-объектов на воды участков реки Елыкова / **С. В. Артеменко**, Г. А. Петухова // Окружающая среда и менеджмент природных ресурсов : тез. докл. междунар. конф. (11-13 октября 2010 г.). – Тюмень: Изд-во тюм. гос. ун-та, 2010 – С. 156–158.
2. Петухова Г. А. Оценка токсического влияния поверхностных вод, загрязненных нефтью, в тестах на растениях и животных / Г. А. Петухова, Т. Г. Акатьева, Е. С. Петухова, **С. В. Артеменко** // Вестник Тюменского государственного университета. Сер. Экология и природопользование. – 2010. – № 7. – С. 57–66.
3. Артеменко, С. В. Оценка токсичности воды из реки Туры / **С. В. Артеменко**, Г. А. Петухова // Экономические и экологические проблемы в меняющемся мире : сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию ТюмГУ. – Тюмень, 2010. – Ч. 1. – С. 78–81.
4. Артеменко С. В. Ответные реакции модельных тест-объектов на воды участков реки Тура / **С. В. Артеменко**, Г. А. Петухова // Современные наукоемкие технологии: сб. материалов IX науч.-практ. конф. – Дубай, 2010.

– С. 127 – 128.

5. Артеменко С. В. Оценка качества вод рек Тура и Елыкова методами химического анализа и биотестирования / **С. В. Артеменко**, Г. А. Петухова // Эколого-биологические проблемы Сибири и сопредельных территорий : материалы II науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Нижневартовск : Изд-во Нижневарт. гос. гуманитар. ун-та, 2011. – С. 87–89.

6. Артеменко С. В. Влияние техногенного загрязнения некоторых рек Тюменской области на гидробионтов / **С. В. Артеменко**, Г. А. Петухова // Физиологические, биохимические и молекулярно-генетические механизмы адаптации гидробионтов: материалы I всерос. конф. с междунар. участием (Борок, 22-27 сент., 2012 г.). – Борок , 2012. – С. 32–36.

7. Артеменко С. В. Биоэкологическое исследование воды урбанозависимых участков реки Туры / **С. В. Артеменко**, Г. А. Петухова // Вестник Тюменского государственного университета. – 2013. – № 12. – С. 199–203.

8. Артеменко С. В. Влияние техногенного загрязнения некоторых рек Тюменской области на гидробионтов / **С. В. Артеменко**, Г. А. Петухова // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2014. - № 4. - С. 10-16.